

Anais

4º Encontro Brasileiro de Silvicultura

9 e 10 de abril de 2018
Ribeirão Preto, SP

Jorge Roberto Malinovski
Rafael Alexandre Malinovski
Ricardo Anselmo Malinovski
Edilson Batista de Oliveira
Editores técnicos

 **Malinovski**

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Anais

4º Encontro Brasileiro de Silvicultura

**9 e 10 de abril de 2018
Ribeirão Preto, SP**

*Jorge Roberto Malinovski
Rafael Alexandre Malinovski
Ricardo Anselmo Malinovski
Edilson Batista de Oliveira*
Editores técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2018

Unidade responsável pela edição

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Supervisão editorial
Jorge Roberto Malinovski
Rafael Alexandre Malinovski
Ricardo Anselmo Malinovski
Giovana Carmine Massetto
Edilson Batista de Oliveira

Revisão de texto
Edilson Batista de Oliveira

Normalização bibliográfica
Francisca Rasche

Projeto gráfico, editoração eletrônica e capa
Neide Makiko Furukawa

Fotos da capa
Jessica Fonseca Vieira

Coordenação técnica
Edilson Batista de Oliveira

Nota: Os trabalhos que integram estes Anais do 4º Encontro Brasileiro de Silvicultura foram submetidos à análise da Comissão Científica do evento. O processo de seleção seguiu critérios preestabelecidos por esta Comissão. Contudo, todas as afirmativas, opiniões, conceitos, resultados e conclusões, citações e referências, aqui documentadas, são de inteira responsabilidade de seus autores.

1ª edição

Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Florestas

Encontro Brasileiro de Silvicultura (4. : 2018 : Ribeirão Preto, SP).

Anais : IV Encontro Brasileiro de Silvicultura, 9 e 10 de abril 2018, Ribeirão Preto, SP / Jorge Ricardo Malinovski ... [et al.], editores técnicos - Brasília, DF: Embrapa, 2018.

PDF (447 p.) : il. color.

Modo de acesso:

<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/item/14>>

ISBN 978-85-7035-811-0

1. Manejo florestal – Evento. 2. Mecanização. 3. Automação. 4. Gestão florestal. 5. Manutenção da floresta. 6. Cadeia produtiva - Madeira. I. Malinovski, Jorge Roberto. II. Malinovski, Rafael Alexandre. III. Malinovski, Ricardo Anselmo. IV. Massetto, Giovana Carmine. V. Oliveira, Edilson Batista de.

CDD (21. ed.) 634.9

© Embrapa 2018

Editores técnicos

Jorge Roberto Malinovski

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências Florestais, diretor Geral da Malinovski, Curitiba, PR

Rafael Alexandre Malinovski

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências Florestais, diretor de Negócios da Malinovski, Curitiba, PR

Ricardo Anselmo Malinovski

Engenheiro Florestal, doutor em Agronomia, diretor de Eventos e Marketing da Malinovski, Curitiba, PR

Edilson Batista de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Organização



Apresentação

O Brasil é referência mundial quando o assunto é silvicultura. O país tem condições edafoclimáticas excepcionais, ótimos materiais genéticos e tecnologias de produção avançadas. De acordo com o Relatório Anual 2017 da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), o PIB do setor de florestas plantadas alcançou R\$ 71,1 bilhões em 2016, gerando R\$ 11,4 bilhões em tributos federais, estaduais e municipais. A receita proveniente das exportações atingiu US\$ 8,9 bilhões. Os 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas no Brasil foram responsáveis pelo estoque de aproximadamente 1,7 bilhão de toneladas CO₂eq. O setor empregou diretamente 510 mil pessoas. Considerando o número de postos de trabalhos da atividade de base florestal (diretos, indiretos e resultantes do efeito renda) o número de empregos gerados atinge 3,7 milhões.

O Boletim Informativo da Deagro/Fiesp (Janeiro/2018), sobre a Balança Comercial do Agronegócio Brasileiro, apresenta os produtos (celulose, madeira e papel) do setor de Florestas Plantadas com a quarta posição em valor movimentado (USD 11,5 bilhões) que corresponde a 12% das exportações do agro (USD 96 bilhões) em 2017. Este valor, é maior do que o movimentado por produtos tradicionais da exportação brasileira como a carne de frango (USD 7,1 bilhões), café em grãos e solúvel (USD 5,2 bilhões) e suco de laranja (USD 1,9 bilhão).

Neste cenário, a Malinovski e a Embrapa Florestas se unem para a realização do o 4º Encontro Brasileiro de Silvicultura, que se constitui em um importante e amplo espaço para discussões, troca de experiências e conhecimento sobre tecnologia e inovação no setor florestal.

O Encontro contempla os temas mais relevantes do setor, com palestrantes de altíssimo nível. Além disso, possibilita a publicação de trabalhos científicos por parte dos participantes. A pesquisa científica é parte importante da inovação no setor florestal e o 4º EBS acontece justamente no ano que a Embrapa comemora seus 40 anos de pesquisa florestal.

A Embrapa Florestas e a Malinovski agradecem o apoio de empresas, mídia, associações, instituições, organizações, fundações e institutos de pesquisa públicos e privados, às universidades e faculdades, às empresas florestais e, em especial, aos palestrantes e aos autores dos trabalhos voluntários.

Edson Tadeu Iede
Chefe-Geral da Embrapa Florestas

Jorge Roberto Malinovski
Diretor-Geral da Malinovski

Sumário

Viabilidade econômica de sistemas silvopastoris com <i>Eucalyptus</i> sob o Direito Real de Superfície Florestal no Paraguai	13
Nutrient export and cycling at harvest of <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden	19
Avaliação da germinação de sementes de <i>Eucalyptus grandis</i> em substrato de biocarvão de casca de coco.....	25
Avaliação da utilização de diferentes doses de biocarvão de lodo de esgoto na germinação de sementes de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnhardt.....	29
Evolução da tortuosidade do tronco de <i>Pinus</i> híbrido em plantio experimental em “Anel de Nelder” no Sudoeste do Paraná.....	35
Atividade cambial em plantação de <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> fertilizados com fontes alternativas ao cloreto de potássio	39
Sombreamento nos renques em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em Porto Velho, Rondônia.....	45
Avaliação econômica de parcelas de produção de erva-mate em sistemas agroflorestais no Estado de Itapúa, Paraguai.....	49
Efeito de carvão vegetal em substratos para a produção de mudas de eucalipto.....	55
Análise da aplicação de gesso em plantio de mogno-africano	61
Disponibilidade de Zn e Cu no solo após calagem e fertilização mineral em plantação de eucalipto	65
Production of firewood and biomass of invasive <i>Acacia farnesiana</i> trees on grassland of Mexico	73
Influência da taxa Selic na área destinada ao plantio de eucalipto em Minas Gerais, Brasil	77
Caracterização de atividades de silvicultura e colheita em plantações de <i>Eucalyptus</i> spp. na região Oriental do Paraguai.....	81

Avaliação silvicultural de mogno-africano (<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.) em plantio consorciado com braquiária no norte de Mato Grosso	87
Effects of Density and Structure on Production in the communal forests of the Mexican Sierra Madre Occidental.....	93
Growth phytotoxic effect of four herbicides on forest plantations of <i>Eucalyptus urophylla</i>	99
Viabilidade econômica da aplicação de Potássio em plantações iniciais de clones de <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake x <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	105
Substratos para o enraizamento de estacas de <i>Eucalyptus dunnii</i>	111
Substratos para o enraizamento de estacas de <i>Eucalyptus grandis</i>	115
Produção de mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i> a partir de miniestacas com folhas inteiras.....	121
SisLFP – Software para simulação do crescimento, produção, metano e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta	127
Série “Plus” de novos softwares da Embrapa para simulação simultânea de múltiplos regimes de manejo de florestas plantadas.....	135
Biometria de sementes, germinação e crescimento inicial de mudas em viveiro de <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	141
Efeito do nitrogênio no crescimento inicial de clones de <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake x <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden, no Estado de Paraguari, Paraguai	145
Evolução da incidência de nódulos caulinares em plantios de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex. Ducke) Barneby ocorrente na Região do Rio Capim, PA.....	149
Condução inicial após o plantio de mudas de eucalipto formadas com composto de resíduos da fabricação de celulose e papel.....	155
Máquina para inspeção e controle de qualidade de mudas florestais	159
Redes de Bases Radiais na prognose de volume de plantações de <i>Pinus taeda</i>	165
Viabilidade econômica e efeito de fósforo no crescimento inicial de plantações de clones de <i>Eucalyptus urophylla</i> s. t. blake x <i>Eucalyptus grandis</i> hill ex maiden, no Estado de Paraguari, Paraguay	175
Desempenho de espécies florestais em diferentes arranjos de integração lavoura pecuária floresta em Barra-do-Garças, MT.....	181

Germinação de cinco espécies arbóreas nativas da Amazônia após imersão das sementes em banho de ultrassom	187
Crescimento de eucaliptos em dois espaçamentos dentro do renque em sistema iLPF	193
Classificação de sítios florestais para cultivo de <i>Tectona grandis</i> L. f no município de Cáceres, MT	197
Avaliação qualitativa de mudas produzidas no horto florestal municipal de Indaial, SC.....	203
Esforço cooperativo para suporte à silvicultura de pinus no Brasil	209
Espacialização, análise e caracterização de florestas plantadas na mesorregião sudeste do estado do Pará: uma aplicação do sistema de informação geográfica	213
Armazenamento das sementes de pinheiro-do-paraná (<i>Araucaria angustifolia</i> Bert. O. Ktze.).	219
Tecnologia para a coleta, manejo e análise de sementes de vassourão-branco (<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme - Asteraceae).....	225
Projeto Bioeste Florestas: desenvolvimento de tecnologias para florestas energéticas no oeste do Paraná	231
Sistemas silvipastoris como estratégia de desenvolvimento sustentável para o bioma Pampa no estado do Rio Grande do Sul.....	237
Impacto da forma de remuneração da terra no retorno financeiro de três regimes de manejo de <i>Pinus taeda</i> no Sul do Brasil	243
Avaliação da produção de mudas clonais de <i>Eucalyptus</i> em um viveiro florestal do estado de Caaguazú, Paraguai.....	249
Eficiência de isoxaflutole e flumioxazina no controle de <i>Brachiaria decumbens</i> e a influência das moléculas no crescimento das plantas de eucalipto	255
Seletividade do herbicida pré-emergente Esplanade® a três espécies de Pinus em aplicação em área total pós-plantio	259
Influência da dessecação na ação do herbicida pré-emergente Esplanade®	263
Atividade da urease em plantio de eucalipto com aplicação de biochar	267
Efeito da fertilização e controle da matocompetição em povoamentos de <i>Eucalyptus</i> em idades avançadas no estado de Minas Gerais.....	271
Envelhecimento acelerado modificado em sementes de <i>Toona ciliata</i> M. Roem var. <i>australis</i> .	277

Extração sequencial de Cu e Zn no solo e o manejo de resíduos florestais em uma plantação de <i>Eucalyptus grandis</i>	283
Impacto do ataque da ferrugem sobre o crescimento inicial de <i>Eucalyptus grandis</i>	287
Enraizamento de mini estacas de diferentes clones de <i>Sequoia sempervirens</i>	291
Enraizamento de miniestacas de diferentes espécies de eucalipto	295
Determinação de zonas para o número de falhas e plantas mortas em um plantio comercial de <i>Eucalyptus</i> sp. no Rio Grande do Sul.....	299
Estimativa do crescimento de diferentes clones híbridos de <i>Eucalyptus</i> no distrito de Paraguari, Paraguai	305
Estimativa do teor de nitrogênio foliar em <i>Eucalyptus</i> por sensor hiperespectral	309
Desenvolvimento inicial de eucalipto submetido à fertilização química e aplicação de dejetos líquidos de suínos.....	313
Influência da intensidade dos danos da broca-do-pinhão na germinação e vigor de sementes de araucária	317
Caraterização dos consumidores de produtos dendroenergéticos do sudeste da região oriental do Paraguai	321
Zoneamento agroclimático do eucalipto para a região da Bacia do Paraná 3 em escala semidetalhada	325
Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de eucalipto.....	329
Manejo de <i>Acromyrmex</i> (Hymenoptera: Formicidae) em plantios florestais na Região Sul do Brasil	335
Avaliação da biomassa de mudas de <i>Eucalyptus benthamii</i> submetidas a diferentes condições de disponibilidade hídrica.....	341
Alternativa para produção silvícola na Bahia	347
Doses crescentes de NPK na produção de mudas de sumaúma (<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaertn) Bombacaceae.....	353
Potencial silvicultural e uso da <i>Parkia multijuga</i> Benth. em floresta industrial no estado do Pará.....	359
Comparação do crescimento inicial de oito clones de híbridos de <i>Eucalyptus</i> no Estado de Caaguazú, Paraguai.....	365

Biomassa aérea em plantios de <i>E. grandis</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. camaldulensis</i>	369
Índice de área foliar de seis espécies de eucaliptos com diferentes níveis de tolerância ao déficit hídrico	373
Efeito de AIB no enraizamento de estacas em espécies/híbridos de <i>Eucalyptus</i> spp.	377
Seletividade da espécie <i>Vitex montevidensis</i> a herbicidas aplicados em pré-emergência	381
Descongelamento de sementes de espécies do gênero <i>Eucalyptus</i> após a criopreservação ..	387
Estaquia de diferentes espécies/híbridos de <i>Eucalyptus</i> spp. utilizando-se brotações epicórmicas	391
Ajuste de equações hipsométricas para uma população de <i>Eucalyptus grandis</i>	395
Aspectos dendrométricos de plantio de eucaliptos em solos com biochar	397
Métodos de manejo de mudas de eucalipto em duas empresas florestais de Capão Bonito	401
Levantamento dos tratores utilizados nas atividades silviculturais	405
Eficiência do Esplanade® no controle da germinação de 15 espécies de plantas daninhas	409
Efeito da redução da área foliar na produção de mudas de clones de híbridos de <i>Eucalyptus</i> .	413
Cerambicídeos associados a plantio de <i>Eucalyptus urograndis</i> no município de Alta Floresta, MT	419
CalcMadeira – Rotinas para estimativa de peças de madeira roliça e serrada de povoamentos de eucalipto, com dados de inventário florestal.....	423
Recipiente e substrato na produção de mudas de <i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) E. Gagnon, H.C. Lima & G. P. Lewis e <i>Astronium fraxinifolium</i> (Schott)	429
As florestas plantadas e sua importância no contexto econômico e socioambiental do Brasil..	435
Índice de autores	441
Índice de palavras-chave	445



Viabilidade econômica de sistemas silvopastoris com *Eucalyptus* sob o Direito Real de Superfície Florestal no Paraguai

Agustina Gabriela Peroni Carron¹; Cesar Andrés Oviedo Rojas²; Maria Laura Quevedo Fernandez³; Rafael Ortiz Dominguez⁴; Jorge Daniel Caballero Mascheroni⁵; William Tomaz Folmann⁶

¹Engenheira Florestal, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, agus_peroni@hotmail.com; ²Graduando em Engenharia Florestal, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, cesar012co@gmail.com; ³M Sc. Engenheira Florestal, professora-pesquisadora da Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ⁴M Sc. Engenheiro Florestal, professor da Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, rafael.ortiz@unique-wood.com; ⁵M Sc. Engenheiro Agrônomo, professor-pesquisador da Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, daniel.caballero@agr.una.py; ⁶Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: O Direito Real de Superfície Florestal (DRSF) é uma ferramenta jurídica que proporciona maior segurança em investimentos florestais no Paraguai e contribui ao fomento das plantações no setor, assim como à conservação das florestas nativas. O presente estudo estima e compara a viabilidade financeira de um projeto de Sistema Silvopastoril sobre o direito real da superfície florestal, com um projeto Silvopastoril convencional e um projeto de pecuária com gado de corte.

Palavras-chave: Sistemas de produção florestal; Indicadores financeiros; Análise de sensibilidade.

Introdução e objetivos

Perante a situação das florestas e do setor florestal no Paraguai surge a necessidade de explorar e conceber modelos de negócios florestais que consigam aumentar a produção de madeira e proteger as florestas nativas de maneira efetiva e sustentável. Na região Oriental do Paraguai existem aproximadamente 10 milhões de ha destinados à criação de gado (UNA INTRODUCCIÓN..., 2016). Entre eles, a maior parte dos sistemas de criação de gado desenvolvem-se sobre condições extensivas, onde predomina o monocultivo de gramíneas e a ausência de cobertura florestal (NAVAS, 2010).

O Paraguai apresenta um alto déficit de oferta de madeira e busca fomentar as plantações florestais. Assim, é importante ressaltar que o componente florestal pode ser integrado a outros modelos produtivos e, por isso, o país demanda um forte enfoque nos Sistemas Silvopastoris (SSP); os quais referem-se a técnicas de produção em que existe a integração animal, árvore e pastagem em uma mesma área. A maior parte das terras da região Oriental é apta para produção florestal, tanto para madeira de alto valor ou como para biomassa. Por

isso, o potencial de implementação dos SPP é muito alto (GRULKE, 2014).

O DRSF, como instrumento legal com força de lei, garante investimentos no setor florestal, oferecendo assim segurança aos investimentos florestais e criando opções de negócios para proprietários de imóveis que não queiram ou não podem aproveitar o imóvel por falta de recursos econômicos, e também para as empresas florestais que não desejam investir na compra de terra.

Segundo o artigo 1º da Lei nº 4890/2013, o DRSF “é aquele por qual o titular de domínio de um imóvel suscetível de conter plantações florestais ou floresta nativa, constitui a favor de terceiros ou superficiários, um direito de aproveitamento ou disposição sobre os bens florestais plantados sobre a superfície da propriedade ou sobre os bens que se encontrem no imóvel em forma de floresta nativa” (INSTITUTO FORESTAL NACIONAL, 2013).

Este trabalho tem como objetivo geral estimar e comparar a viabilidade financeira de um projeto de Sistema Silvopastoril sobre o direito real da superfície florestal, com um projeto de SSP convencional e um projeto de pecuária com gado de corte, no estado de San Pedro, Paraguai.



Materiais e métodos

Este trabalho foi realizado na fazenda “Guyra Campana S.A”, localizada no município de Tacuaty, estado de San Pedro, Paraguai. O projeto encontra-se distante 300 km da cidade de Assunção, possui área total de 2.450 hectares dos quais 150 hectares compreendem a área de estudo.

O trabalho propõe a comparação de três cenários: a) **Cenário SSP sob o DRSP**: que consiste na implementação de um Sistema Silvipastoril sob a lei de direito real da superfície floresta, onde o dono da terra é encarregado da produção pecuária e outorga o direito para a produção florestal a uma empresa florestal. b) **Cenário SSP**: constituído por num Sistema Silvipastoril com *Eucalyptus* a ser implementado pelo proprietário da terra e; c) **Cenário pecuária**: O qual é atualmente implementado na área de estudo, constituído por produção de gado de corte sem árvores.

• Cenário SSP sob o DRSP

Para o cenário SSP sob o DRSP foram considerados os mesmos custo e ingressos a serem descrito no *Cenário SSP*, mas considerando como receitas adicionais os contemplados no contrato do DRSP correspondentes a

120US\$/ha/ano e 5% das receitas pelas vendas obtidas nos desbastes e corte raso a os 12 anos.

• Cenário SSP

Para descrever o *Cenário SSP* realizou-se uma visita a área de estudo para a coleta de dados e reconhecimento do lugar. Posteriormente realizou-se a estimativa dos custos e receitas relacionados com a implantação de um sistema silvipastoril com eucalipto até a colheita final. Esta estimativa de custos e ingressos foi realizada baseando-se na consulta a sete profissionais da área e com a coleta de dados em três estabelecimentos localizados na mesma região. O *Cenário SSP* proposto conta com árvores de eucalipto como componente arbóreo, associado com gramínea *Urochloa brizantha* como componente herbáceo e gado de corte como componente animal.

Para a implantação dos clones híbridos de eucalipto definiu-se os seguintes passos: preparo de solo, aquisição de insumos, controle de formigas, fertilização, controle de ervas invasoras, entre outros. Na estimativa dos custos foram considerados itens como: mão de obra, insumos, serviços mecanizados, custo da terra, entre outros descritos na Tabela 1. Nas atividades de manejo e manutenção, foram considerados os custos

Tabela 1. Custos correspondentes ao projeto.

Descrição	Ano de ocorrência	Custo (US\$/ha)
Preparação de terreno	0	158,20
Implementação de caminhos aceiro	0	5,50
Insumos (formicida, herbicida, outros)	0	73,10
Implantação	0	225,00
Poda	1	33,60
Poda	2 - 3	27,30
Desbaste	2	70,80
Desbaste	5	777,20
Corte raso	12	4.794,83
Custo da terra	1 a 12	3.000,00
Manutenção	1 a 12	2,70
Mão de obra	0	93,85
Mão de obra	1	44,35
Mão de obra	2	55,32
Mão de obra	3	22,20
Mão de obra	5	55,30
Mão de obra	12	8,00
Mão de obra	4, 6 e 7 ao 11	11,10
Aquisição de gado de corte	1 a 10	654,55
Custo da produção pecuária	1 a 10	15,98
Custo por administração (custo total por ano)	0-12	15,00%



referentes a controle de formigas, controle de ervas invasoras, poda, desbastes e manutenção de caminhos. Também foi levado em consideração os custos operacionais como a mão de obra, custo da terra e custo de produção pecuária em que se inclui a alimentação adicional, a manutenção da infraestrutura pecuária, medicamentos, entre outros. O estudo considerou que os custos de transporte dos produtos produzidos ocorreram por parte do comprador.

Para a plantação florestal definiu-se a densidade de 714 árv./ha, oriunda de um espaçamento 5 m x 2 m + 9 m. O preparo de solo deu-se somente nas linhas de plantação, fazendo uso de grade aradora, subsolador e grade niveladora. A propriedade possui pastagem implementada, de modo que para o controle do avanço da gramínea as plantas de eucalipto, optou-se pelo uso de roçadeira na entre linha do plantio.

Para obter os custos relacionados a atividade pecuária no SSP, teve-se em conta os componentes de custo de aquisição dos animais por quilograma de peso vivo (KgPV), a carga animal empregada foi de dois bezerros desmamados de 200 KgPV/ha e o custo de produção que incluem os custos de manutenção da pastagem, curral, mão de obra e custos da alimentação complementar correspondente a cada animal. O custo da terra foi determinado pelo valor da terra multiplicado pela taxa de juros definida.

Como é possível observar na Tabela 2, foram definidas três categorias de produtos madeireiros, em que: Categoria 1 corresponde a toras destinadas a laminação e serraria, possuindo um diâmetro mínimo de 24 cm; a Categoria 2 corresponde a toras destinadas a serraria, porém com um diâmetro variável de 21 cm a 24 cm; e a categoria com finalidade energética, corresponde a produtos com diâmetro inferior a 21 cm. Os preços de

venda dos produtos florestais foram considerados para a madeira já carregada no caminhão, sendo US\$ 35,00/m³ para Categoria 1, US\$ 25,00/m³ para Categoria 2 e US\$ 7,00/m³ para categoria energética. Como taxa de juros foi utilizada 7,95% a.a., a qual reflete a três diferentes linhas de créditos para plantações florestais do Banco Nacional de Fomento.

Como é observado na Tabela 3, para estimar as receitas com a venda de madeira e carne, foi considerado a venda de 400 kgPV/ano e um IMA de 30,8 m³/ha/ano, respectivamente. Para a estimação do IMA foi utilizado o Software SisEucalipto o qual é um programa que permite planejar e analisar projetos de plantações florestais mediante medições reais de uma plantação. As medições de DAP e altura das árvores foram realizadas nos três estabelecimentos visitados em plantações de 2, 4 e 8 anos.

Para a produção animal, definiu-se que o animal terminado teria 400 KgPV ao final de cada ano e seria comercializado a US\$1,55/KgPV. Os desbastes foram planejados para o ano 2 e 5 e o corte raso aos 12 anos, sendo a produção estimada segundo o IMA.

• Cenário pecuária

Os custos e receitas, a produção por área e o preço de venda (KgPV) para o cenário pecuária, foram obtidos diretamente da empresa pecuária “Guyra Campana S.A.”.

Considerando que a pastagem de *Urochloa brizantha* já encontrasse implantada, não se considerou a atividade de semeadura.

Com os custos e receitas de todos os cenários propostos foram estimados os seguintes indicadores financeiros:

Tabela 2. Dados correspondentes ao cenário a e b.

Cenários	Preço de venda de madeira (US\$/m ³)			Custo da terra (US\$)	Taxa de juros (% a.a.)	IMA (m ³ /ha/ano)
	Categoria 1	Categoria 2	Energético			
A e B	35	25	7	3.000	7,95	30,8

Tabela 3. Receitas compostas dos distintos produtos obtidos.

Receita de	Ano	Quantidade	Preço de venda (US\$)	Receita (US\$/ha)
Gado de corte (kgPV/ha/ano)	2 a 11	800,0	1,55	1.236,36
Madeira para energia (m ³ /ha)	2	6,2	7,00	43,40
Madeira para energia (m ³ /ha)	5	59,2	7,00	414,40
Madeira de Categoria 2 (m ³ /ha)	5	4,8	25,00	120,00
Madeira de Categoria 1 (m ³ /ha)	5	1,1	35,00	38,50
Madeira para energia (m ³ /ha)	12	55,6	7,00	389,20
Madeira de Categoria 2 (m ³ /ha)	12	27,2	25,00	680,00
Madeira de Categoria 1 (m ³ /ha)	12	215,5	35,00	7.542,50



• **Valor Presente Líquido**

Diferença do valor presente da receita menos o valor presente dos custos (Silva et al. 2005). O projeto que apresenta VPL maior que zero (positivo) é considerado economicamente viável, sendo considerado o melhor aquele que apresenta maior VPL. A seguir é apresentada a equação do VPL.

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}$$

Em que: R_j = valor presente das receitas; C_j = valor presente dos custos; i = taxa de juros; j = período em que as receitas ou custos ocorrem; e n = número máximo de períodos.

• **Valor Periódico Equivalente**

Este critério transforma o VPL em fluxo de receitas e custos periódicos e contínuos, equivalente ao valor atual, durante a vida útil do projeto. Para determinar o VPE é necessário primeiramente obter o valor de VPL de cada projeto e sua duração (SILVA et al., 2005). Quando se trata de viabilidade, o projeto a possuirá quando o VPE for maior que zero (VIRGENS et al., 2016).

$$VPE = [VAN * i] / [1 - (1+i)^{-n}]$$

• **Taxa Interna de Retorno**

É a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas aos dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Pode-se considerar como vantajoso um investimento que tenha uma TIR maior que a de outros investimentos (INSTITUTO FORESTAL NACIONAL, 2014). O projeto que apresenta a maior TIR será considerado o melhor (SILVA et al., 2005). A equação é definida por:

$$\sum_{j=0}^n R_j (1+TIR)^j = \sum_{j=0}^n C_j (1+TIR)^j$$

• **Relação Benefício Custo**

Segundo Silva et al. (2005) a relação B/C consiste em calcular a proporção que o valor presente das receitas e o valor presente dos custos. O projeto será economicamente viável se apresenta a relação B/C maior a 1.

$$R B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^j}$$

Para o cenário de SSP foi realizado um análise de sensibilidade considerando uma variação de $\pm 20\%$ na taxa de juro, o custo da terra, o preço de venda da madeira e o incremento médio anual, a variável animal manteve-se fixa nas análises. Na Tabela 4, observam-se as variáveis consideradas na análise de sensibilidade realizada o SSP

Tabela 4. Análise de sensibilidade.

Cenário	Preço de venda de madeira sobre caminho (US\$/m³)			Custo da terra (US\$/ha)	IMA (m³/ha/ano)	Taxa de juros (%)
	Categoria 1	Categoria 2	Energético			
SSP pessimista	28	20	5,6	2.400	24,64	9,54
SSP esperado	35	25	7,0	3.000	30,80	7,95
SSP otimista	42	30	8,4	3.600	36,96	6,36



Resultados e discussão

A sequência apresenta-se os resultados da comparação de VPE, TIR, R B/C e VPL para os diferentes cenários analisados.

Na Figura 1a, pode-se observar os valores dos diferentes cenários em relação ao indicador VPE. O cenário de SSP sob DRSF, tem um valor de VPE de US\$ 74,29/ha/ano, resultando ser mais atrativo que o sistema de pecuária pura, que apresentou um valor

de US\$ 47,73/ha/ano e que o cenário de SSP com um valor de US\$ 66,36/ha/ano.

Também é possível observar na Figura 1a que no cenário SSP um aumento do 20% na taxa de juros inviabiliza o projeto igual a uma diminuição de 20% no preço de venda dos produtos florestais. Contudo, a redução de 20% do IMA e o aumento de 20% do custo da terra não inviabiliza o projeto.

A tendência da Figura 1a é a mesma apresentada nas Figuras 1c e 1d onde o SSP sob DRSF apresenta-se

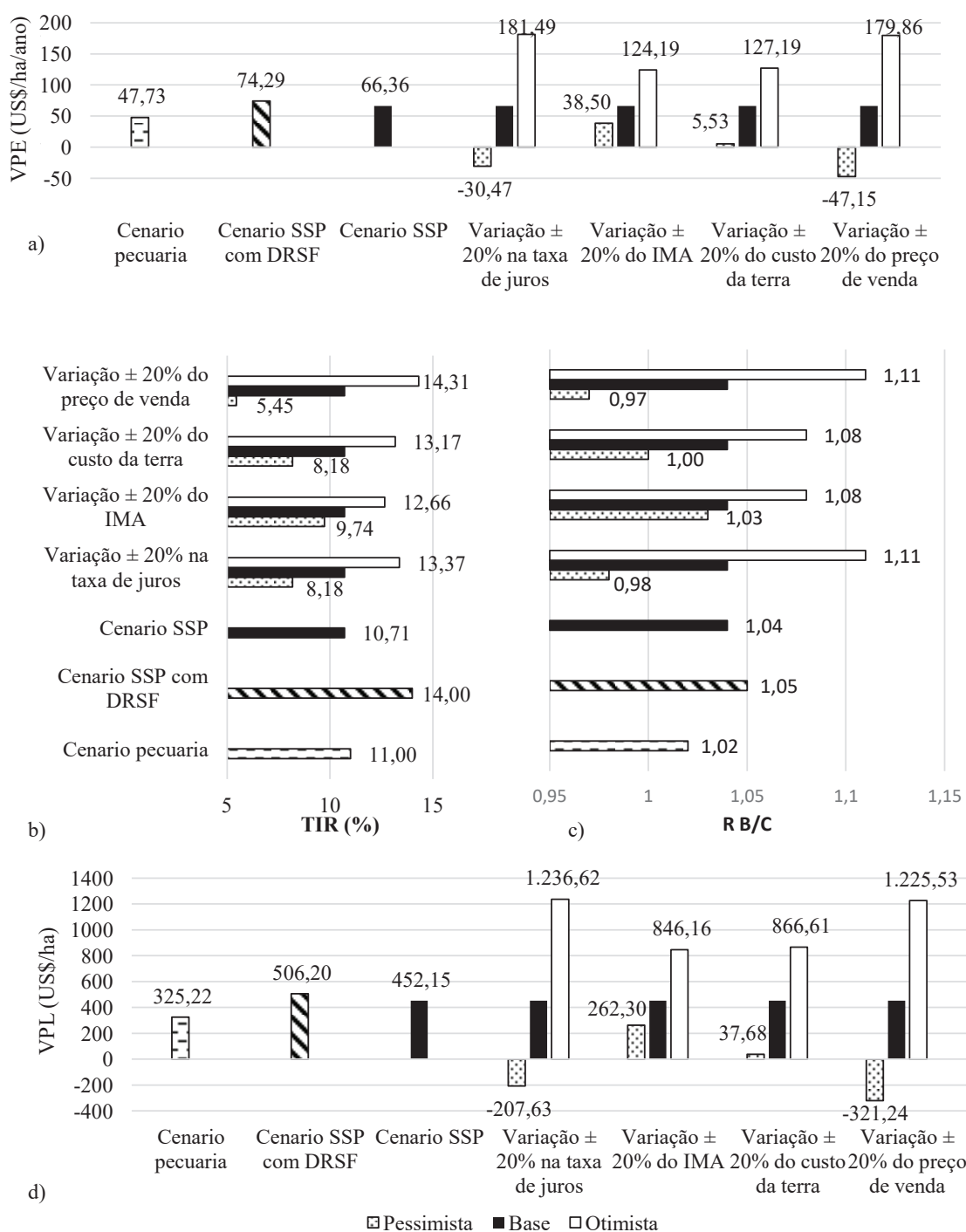


Figura 1. Indicadores financeiros estimados para diferentes cenários propostos, a) VPE, b) TIR, c) R B/C e d) VPL



mais viável com 1,05 de RB/C e 506,2 US\$/ha de VPL e onde o aumento da taxa de juro em 20% e a diminuição do preço de venda inviabilizam o projeto.

Já para a Figura 1b, onde se apresentam os valores de TIR, o cenário de SSP sob DRSF ao igual que nas demais Figuras apresenta-se como o mais viável. Mas o aumento da taxa de juro não inviabiliza o projeto, sim a diminuição do preço de venda. O cenário pecuário apresentasse mais viável que o cenário SSP, isto pode dever-se ao montante de capital investido na pecuária e seu curto tempo de rotação.

Um aumento de 20% na taxa de juros e uma diminuição de 20% na venda dos produtos florestais podem inviabilizar os projetos, mas não a diminuição de 20% do IMA e o 20% de aumento do custo da terra.

Conclusão

Por meio do presente trabalho pode-se concluir que, mesmo o projeto sendo a longo prazo, os cenários que incluem plantações florestais apresentam-se viáveis, apresentando em todos os casos o cenário SSP sob DRSP como o mais viável, considerando todos os indicadores econômicos.

Referências

- INSTITUTO FORESTAL NACIONAL (Paraguay). **Ley nº 4.890/2013**. Derecho Real de Superficie Forestal. Disponible en: <http://www.infona.gov.py/application/files/6914/2902/7121/Ley_N_4890_DERECHO_REAL_DE_SUPERFICIE_FORESTAL.pdf>. Acceso en: 21 dez. 2016.
- NAVAS, A. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. **Revista de Medicina Veterinaria**, n. 19, p. 113-122, 2010. DOI: 10.19052/mv.782.
- SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. **Economia forestal**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2005. 176 p.
- UNA INTRODUCCIÓN a los sistemas silvopastoriles: conceptos, tipos y manejo adecuado. Asunción: Unique Forestry and Land Use, 2016. 63 diapositivas.
- UNIQUE forestry and land use. 2014. **Opciones de inversión forestal compatible con REDD+**. Asunción, 2014. Disponible en: <http://awsassets.panda.org/downloads/05_opciones_de_inversion_para_modelos_de_negocio.pdf>. Acceso en: 8 jun. 2016.
- VIRGENS, A. P. das; FREITAS, L. C. de; LEITE, Â. M. P. Análise econômica e de sensibilidade em um povoamento implantado no Sudoeste da Bahia. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 211-219, 2016.



Nutrient export and cycling at harvest of *Eucalyptus dunnii* Maiden

Alejandro González^{1,2}; Jorge Hernández²; Amabelia del Pino²

¹Forestry Engineer, Department of quality of forestry operations, UPM, Paysandú, Uruguay; ²Agricultural Engineer, Department of Soil Science, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo, Uruguay, / alejandro.gonzalez@upm.com

Abstract: Vast areas of Uruguay are planted with *E. dunnii*. The objective of this work was to quantify nutrient export and to characterize decomposition of harvest residues and nutrient cycling. From the total aerial biomass, 73% corresponded to de-barked commercial logs. However, nutrient export, did not exceed 45% of the total biomass. After two years of decomposition in the field, the residue loss was, only 35% of the original biomass. The potential use of the nutrients released in the next plantation will depend on the harvesting method, as well as on the decomposition rates of the remains.

Keywords: *Eucalyptus dunnii*; Nutrient export; Nutrient cycling.

Introduction and objectives

Recently, there has been an increase in the areas of Uruguay dedicated to forest plantations for pulp production, with *Eucalyptus dunnii* Maiden being one of the more common species used. It is known that eucalyptus plantations require more or less important nutrient extractions. The actual amounts extracted depends on soil type, species and plantation age (MORAIS et al., 1990; HERBERT, 1996; GOYA et al., 1997; SANTANA et al., 2000; LACLAU et al., 2000). The export and cycling of the nutrients also depend on the harvest and residue management method (SPANGENBERG et al., 1996; GONÇALVES et al., 1997). In addition, decomposition rates are affected by climatic conditions and characteristics of the residues; in general, the woody materials decompose more slowly, (REZENDE, 2001; BURGES et al., 2002).

Since large scale forestry has recently been established in Uruguay, information about harvest residue decomposition for Uruguayan soils and climatic conditions is rather limited. The knowledge of the process will contribute to improve the residue management practices as well as plan the fertilizer applications for the next turn.

The objectives of this study were to quantify nutrient export of *Eucalyptus dunnii* Maiden and to characterize decomposition of harvest residues and the potential recycling of nutrients to the soil.

Materials and methods

The study site was located in Algorta (Uruguay, longitude and latitude coordinates: 57°17'40''W y 32°25'56''S, respectively). The climate is classified as temperate with a mean annual temperature of 18 °C, mean temperatures of 11.7 °C in the coldest month (June) and 24.8 °C in the warmest month (January), and mean annual rainfall of 1,218 mm. The soil was a fine, mixed, thermic Albic Argiudoll (SOIL SURVEY STAFF, 1999), with a 18 cm depth A horizon, and total exchangeable bases of 8.98 cmol_c kg⁻¹.

During harvest of a 9-year-old *E. dunnii* plantation (MAI 24.2 m³ ha⁻¹ y⁻¹, without bark), 24 representative trees were selected. The aerial biomass was calculated from the individual weight of logs, leaves, bark, and branches. From each fraction, samples were taken to analyze for N, P, K, Ca and Mg content.

For the decomposition study, samples of the harvest residues were utilized. One hundred grams of leaves, branches and bark were put into individual 30 cm x 30 cm mesh bags and placed over the soil. This process, with one bag per sampling date, was replicated in three different areas of the harvested plot. Samples (one bag per area) were taken after 1, 2, 4, 6, 9, 12, 18 and 24 months. The samples were dried at 65 °C, weighed and ground to less than 0.5 mm nominal diameter. The N, P, K, Ca and Mg contents were determined. Total organic C, soluble C, polyphenols and lignin contents



were analyzed in the samples taken at the beginning and after 12 months of decomposition.

In the successive sampling dates, the remaining aerial biomass was estimated from the decomposition rate calculated during the period. The rate of decomposition was calculated using an exponential decay model: $P/P_{\text{inic}} = e^{-kt}$, in which P/P_{inic} is the proportion of residue material remaining at time t , measured in years, and k the decomposition constant. This model was also used to calculate the mean life ($t_{1/2}$), in years, of the different components.

Result and discussion

• Nutrient distribution in harvest components

From the total aerial biomass (236 Mg ha⁻¹, dry basis), 73 % corresponded to de-barked commercial logs. However, nutrient export, although variable, did not exceed 45% of the total biomass (range: 19-45%). When the logs were extracted with bark, nutrient export increased to between 53 and 80% of the total harvested nutrients (Table 1). The bark contained the majority of Ca and Mg, while N and P were mainly in leaves. The values for K were similar in the different residues. The largest concentration variability corresponded to Ca, which varied from 1.7 g kg⁻¹ in logs to 27.3 g kg⁻¹ in bark. Because of the high nutrient content in bark, particularly for Ca and Mg, de-barking outside the harvest site increased Ca and Mg export from 19 and 31%, respectively, to 80 and 75% respectively.

The proportion of logs in the aerial biomass of *E. dunnii* was less than that found for other plantation

species in the country, like *E. maidenii* and *E. grandis* (HERNÁNDEZ et al., 2008), *E. globulus* (GONZÁLEZ, 2008). However, the proportion of nutrients exported when logs were de-barked (less than 50% of the absorbed amounts) was similar to Hernández et al. (2008) and results of the González (2008). Wise and Pitman (1981) found that the proportion of nutrients in logs from 10-year-old eucalyptus plantations in Australia depended on the nutrient, with the lowest variation for N (43-57%) and the highest variation for Ca (9-61%).

The concentrations of nutrients in the different parts of the tree were in agreement with the ranges cited by Judd et al. (1996), except for Ca and Mg. In this study, the Ca and Mg concentrations found in bark, leaves, and to a certain extent in logs, were higher than the values reported in their study.

• Decomposition of harvest residues

After two years of decomposition in the field, the residue loss was, on average, only 35% of the original biomass, with a higher decomposition rate in the second year compared to the first. The leaves were easily decomposable (83% loss), due to their smaller size and higher soluble C content. In contrast, the coarse residues (bark and branches) with high C/N ratios showed slower decomposition rates (Table 2). The exponential decrease model adjusted for biomass decomposition for each component (Table 2) showed that the longest half life corresponded to bark (5.27 years), while leaves had the shortest half-life (0.92 years).

Nutrient release from the harvest residues varied depending on decomposition patterns and the nutrient

Table 1. Aerial biomass, nutrient concentration and amounts extracted (N, P, K, Ca and Mg) in harvest residues of an *E. dunnii* plantation. Values in parentheses correspond to standard deviations of the mean. The last two rows of the table show the differences in biomass and nutrient export from de-barking on site and de-barking off site.

	Biomass Mg ha ⁻¹	Nutrient concentration					Amounts extracted				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
		g kg ⁻¹					kg ha ⁻¹				
Logs	172 (27.7)	0.9 (0.12)	0.08 (0.07)	0.6 (0.15)	1.7 (0.82)	0.3 (0.14)	155 (33.0)	13.8 (5.7)	103 (26.9)	292 (91.6)	52 (10.7)
Leaves	9.1 (2.1)	14.2 (1.04)	0.7 (0.08)	5.4 (0.31)	13.0 (3.39)	2.0 (0.73)	129 (31.3)	6.4 (1.3)	49 (15)	118 (41.6)	18 (6.0)
Branches	21.9 (0.6)	3.5 (0.9)	0.1 (0.01)	4.7 (0.85)	8.2 (2.34)	1.1 (0.14)	77 (7.5)	2.2 (1.4)	103 (23.2)	180 (35.7)	24 (8.5)
Bark	33.1 (4.7)	2.4 (0.2)	0.25 (0.05)	5.5 (1.43)	27.3 (2.44)	2.3 (0.53)	79 (3.7)	8.3 (2.4)	182 (35.7)	904 (109.3)	76 (8.9)
Total harvest	236.1						440	30.7	437	1494	170
% Exported (without bark)	73						35	45	24	19	31
% Exported (with bark)	87						53	72	65	80	75

**Table 2.** Selected characteristics and decomposition parameters of *E. dunnii* harvest residues.

Residue	Total C	Soluble C	C:N	Biomass Loss	k	t _{1/2}	R ²
	g kg ⁻¹						
Bark	413	122	174	22	0.13	5.27	0.93
Leaves	505	176	36	83	0.76	0.92	0.94
Branches (d < 1 cm)	457	110	134	35	0.20	3.51	0.96
Branches (d > 1 cm)	441	115	143	33	0.19	3.66	0.95

characteristics. After 2 years of decomposition, the amounts of nutrients lost were 103, 9.5, 290, 313 and 61 kg ha⁻¹ of N, P, K, Ca and Mg, respectively (Table 3). This represented 36, 56, 87, 26 and 52% of the initial N, P, K, Ca and Mg, respectively. Decreases of N, P and Mg from the different fractions were more gradual, in terms of the decomposition rates. Regarding N, an increase in concentration was observed in bark in the initial samplings, which is an indication of N immobilization from the soil during the decomposition process.

The proportion of nutrients potentially recycled was high, especially for Ca and K, which is related to the high Ca and K content in bark. These results are in range with those reported by Vaz de Arruda Silveira et al. (2002) for *E. urograndis* and *E. grandis*, with the exception of K, which presented a slightly higher proportion and Mg, which was slightly lower in this study. Many studies show that de-barking on site prevents a high nutrient export (SANTANA et al., 1999; LACLAU et al., 2000). The results from these studies are confirmed in this study, particularly for Ca, Mg and K.

The potential for re-use of the released nutrients will depend on the harvest method and the decomposition rate of the residues. Except for leaves, the decomposition rates were low, especially in the initial period. These differences could be associated with the residue size and composition.

The higher decomposition rates observed in all components in the second year could be explained by the first year decomposition process. It is expected that the residue structures are weakened after a year of decomposition. There was also a decrease in polyphenol content following harvest (data not shown). Previous studies (LOVETT et al., 2004; VERKAIK et al., 2006) indicate that polyphenols reduce microbial activity, either by toxicity or inhibition. As a result, a low polyphenol content could enhance microbial decomposition of the residues.

Of all nutrients analyzed, K showed the most rapid release from the different tree components. This nutrient is present only in ionic form (K⁺) in plants, which allows its dilution and leaching by the rain water (O'CONNELL; GROVE, 1996). At the end of the study (24 months) most of the K was released. It is important to note that, after 6 months of decomposition, 57% of the K had already returned to the soil.

The release of the other nutrients from the residues was slower and varied in the different tree components. This could be related to the different decomposition patterns of each tree component, but also to the fact that each nutrient has a different function and is integrated to different structures into the vegetal tissues.

In the case of Ca, it is generally integrated to the cell walls and membranes, consequently only a very small proportion is in ionic form (MARSCHNER, 2003). The Ca content of the different fractions was higher

Table 3. Evolution of nutrient content in harvest residues of *E. dunnii* and estimation of the proportion of nutrients recycled 24 months after harvest.

Residue	Month	N	P	K	Ca	Mg
Bark	0	78.8	8.3	182.1	904.2	76.2
	24	88.3	5.2	28.0	678.1	41.7
Leaves	0	128.6	6.4	48.7	117.8	17.7
	24	34.1	1.2	2.8	27.7	2.7
Branches < 1 cm	0	44.0	1.2	49.9	93.9	14.1
	24	33.4	0.6	5.9	90.9	6.7
Branches > 1 cm	0	33.2	1.0	52.8	86.2	10.1
	24	25.5	0.4	5.3	86.8	4.9
% recycled		36	56	87	26	52



and either remained so or increased, throughout the experiment, especially in bark. This indicates that the loss of Ca was lower than the biomass loss, probably because Ca is accumulated in structures resistant to decomposition, such as cell walls.

Regarding the N dynamics in the residues, the C/N ratio ranged from 36 in leaves to 174 in the bark. It has been reported that C/N ratios higher than 25 would promote net N immobilization when the residues are decomposed (TRINSOUTROT et al., 2000). Although in our study the N status of the soil was not measured, it is expected that the *E. dunnii* residues may have immobilized soil N during their decomposition. The extent of this process could not be assessed, but the lack of N was probably one of the causes of the slow decomposition observed.

The amounts of P in the different residues showed a small decrease in the first year. In general, these decreases could be associated to the biomass loss, because the P concentration in the residues remained constant (branches) or even increased (leaves). The bark presented a different behaviour, with a high decrease in P content in the first 6 months. This could be explained by the loss of soluble compounds containing P, because the mass loss from bark was very low. In the second year, P losses were accompanied biomass losses for all tree components.

Magnesium decreases were, for all tree components, related to biomass losses and remained nearly constant throughout the study. In coincidence with this study, O'Connell and Grove (1996), studying nutrient cycling in eucalyptus in Australia, stated that Mg is not released from the residues, but its loss depends on cell degradation.

Conclusions

Although in this *E. dunnii* plantation, the majority of the harvested biomass corresponded to commercial logs (73%), nutrient export did not surpass 45% of the total absorbed if the logs were de-barked on site (range 19-45). The nutrient export increased to between 53 and 80% if the logs were taken off site with the bark. In order to maintain the site productivity, the recommended harvest method should include de-barking on site. This is important not only to avoid an increase in fertilizer needs in the future (especially for Ca, Mg, and P), but also to ensure other positive effects of harvest residues, since the C input is essential to maintain the soil organic matter. Differences in nutrient release represent different nutrient availabilities for the next turn. While K seems to be readily available, the other nutrients would be released at a slower rate. In this context, the residue management practices that accelerate the decomposition process, such as

residue fragmentation and improvement of soil-residue contact will contribute to accelerated decomposition and nutrient release. It is important to remark that the released nutrients are not always available for the next turn. For example, N availability could be decreased by immobilization or by gaseous and leaching losses, while P availability depends on complex chemical and biological processes. In contrast, the cations (K, Ca and Mg) are more likely to be available when released from the residues. Slow decomposition is not necessarily negative from the standpoint of recycling because the nutrient release would progress with the tree growth and nutrient needs.

Acknowledgment

To the department of Soil and Water of the University of the Oriental Republic of Uruguay who for so many years, have collaborated in my postgraduate studies (MSc and PhD).

To the professors Jorge Hernández and Amabelia del Pino, for guiding me and accompanying me generously during all these years.

To Anahi, for giving me her love unconditionally.

To the lady with "aliens eyes" for giving me joy and making me happy.

To God, for giving me the necessary strength, even in extreme situations.

References

- BURGESS, M. S.; MEHUYS, G. R.; MADRAMOOTOO, C. A. Nitrogen dynamics of decomposing corn residue components under three tillage systems. *Soil Science Society of America Journal*, v. 66, p. 1350-1358, 2002. DOI: 10.2136/sssaj2002.1350.
- GONÇALVES, J. L. M.; F. POGGIANI, J. L.; STAPE, M. I. P.; SERRANO, S. L. M.; MELLO, K. C. F. S.; MENDEZ, L. A. C. J. **Efeito de práticas de cultivo mínimo e intensivo do solo sobre a ciclagem de nutrientes, fertilidade do solo, configuração do sistema radicular e nutrição mineral de povoamentos de *Eucalyptus grandis***. Piracicaba, 1997. Relatório final de Pesquisa, FAPESP, processo N° 1994/4248-4.
- GONZÁLEZ, A. **Extracción y reciclaje de nutrientes por cosecha de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus maidenii***. 2008. Tesis (Maestría) - Universidad de la República, Montevideo.
- GOYA, J. F.; FRANGI, J. L.; DALLA TEA, F.; MARCO, M. A.; LAROCCA, F. Biomasa, productividad y contenido de nutrientes en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en el noreste de la Provincia de Entre Ríos. In: JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS, 12., 1997. Concordia. [Actas]. Concordia: [s.n.], 1997. p. 1-18.
- HERBERT, M. A. Nutrition of *Eucalyptus* in South Africa. **ICFR: Bulletin Series**, n. 27/92, 1992.
- HERNÁNDEZ, J.; DEL PINO, A.; ARRARTE, G.; PELUFO, M.; SÁNCHEZ, G.; RODRÍGUEZ, J.; GIOSA, R.; MARTÍNEZ,



L. **Informe final de proyecto impacto de las plantaciones comerciales de pino y eucalipto en la productividad y sostenibilidad del recurso suelo.** Montevideo: Universidad de la República, 2008.

JUDD, T. S.; ATTIWILL, P. M.; ADAMS, M. A. Nutrient concentrations in Eucalyptus: a synthesis in relation to differences between taxa, sites and components. In: ATTIWELL, P. M.; ADAMS, M. A. **Nutrition of eucalypts.** Collingwood: CSIRO Publishing, 1996. p. 123-153.

LACLAU, J. P.; BOUILLET, J. P.; RANGER, J. Dynamics of biomass and nutrient accumulation in a clonal plantation of Eucalyptus in Congo. **Forest Ecology and Management**, v. 128, n. 3, p. 181-196, 2000. DOI: 10.1016/S0378-1127(99)00146-2.

LOVETT, G. M.; WEATHERS, K. C.; ARTHUR, M. A.; SCHULTZ, J. C. Nitrogen cycling in a northern hardwood forest: Do species matter? **Biogeochemistry**, v. 67, n. 3, p. 289-08, 2004. DOI: 10.1023/B:BIOG.0000015786.65466.f5.

MARSHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 2003. p. 229-299.

MORAIS, E. J.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; BRANDI, R. M. Biomassa e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 353-362, 1990.

O'CONNELL, A. M.; GROVE, T. S. Biomass production, nutrient uptake and nutrient cycling in the Jarrah (*Eucalyptus marginata*) and Karri (*Eucalyptus diversicolor*) forests of South-Western Australia. In: ATTIWELL, P. M.; ADAMS, M. A. **Nutrition of eucalypts.** Collingwood: CSIRO Publishing, 1996. p. 155-189.

REZENDE, J. L. P.; GARCIA, Q. S.; SCOTTI, M. R. Laboratory

decomposition of *Dalbergia nigra* All. ex Benth and *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden leaves in forest and eucalypt plantation soils. **Acta Botanica Brasílica**, v. 15, n. 3, p. 305-312, 2001. DOI: 10.1590/S0102-33062001000300002.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Above-ground biomass, nutrient content, and nutrient use efficiency of eucalypt plantations growing in different sites in Brazil. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 30, p. 225-236, 2000.

SPANGENBERG, A.; GRIMM, U.; SILVA, J. R. S.; FÖLSTER, H. Nutrient store and export rates of *Eucalyptus urograndis* plantations in eastern Amazonia (Jari). **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1-3, p. 225-234, 1996. DOI: 10.1016/0378-1127(95)03615-6.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; LINÈRES, M.; CHÈNEBY, D.; NICOLARDOT, B. Biochemical quality of crop residues and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p. 918-926, 2000.

VAZ DE ARRUDA SILVEIRA, R. L.; HIGASHI, E. N. **Nutrição e adubação de Eucaliptus: viveiro e campo.** Piracicaba, 2002. Curso de Capacitação em nutrição mineral e adubação de Eucaliptus: viveiro e campo.

VERKAIK, E.; JONGKIND, A. G.; BERENDSE, F. Short-term and long-term effects of tannins on nitrogen mineralisation and litter decomposition in kauri (*Agathis australis* (D. Don) Lindl.) forests. **Plant Soil**, v. 287, n. 1-2, p. 337-345, 2006. DOI: 10.1007/s11104-006-9081-8.

WISE, P. K.; PITMAN, M. G. Nutrient removal and replacement associated with short-rotation eucalypt plantations. **Australian Forestry**, v. 44, p. 142-152, 1981.



Avaliação da germinação de sementes de *Eucalyptus grandis* em substrato de biocarvão de casca de coco

Alessandra Maria Ferreira Reis¹; Edna Cinária Carneiro Barbosa²; Janaína Costa Chaves Silva³; Maria Isidória Silva Gonzaga⁴; Cantídio Fernando Gouvea⁵

¹Doutora em Ciências Florestais, docente na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, areisgarcia@yahoo.com; ²Engenheira Florestal, Universidade Federal de Sergipe, narasheep@hotmail.com; ³Graduanda em Engenharia Florestal, bolsista de pesquisa na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, nanna.ccs@gmail.com; ⁴Doutora em Ciência do Solo e da Água, docente na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, mariaisisilva@gmail.com; ⁵Doutor em Ciências, docente na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, cantrabalho@gmail.com

Resumo: O biocarvão possui grande potencial como componente do substrato na produção de mudas de espécies florestais, podendo ser utilizados resíduos de diferentes origens como casca de coco, casca de laranja, bagaço de cana, entre outros. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de biocarvão de casca de coco na germinação de sementes de *Eucalyptus grandis*, visando a melhoria no desenvolvimento e na qualidade das mudas. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes, Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe, localizado no município de São Cristóvão, Sergipe. Na estudo, foram utilizados cinco tratamentos com diferentes doses de biocarvão (0; 0,05; 0,10; 0,25; 0,50 g de biocarvão/“gerbox”) com 4 repetições cada, totalizando 20 unidades experimentais. O teste de germinação foi realizado em câmara de germinação BOD com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. A contagem do número de sementes germinadas nas diferentes doses de biocarvão foi realizada após sete e catorze dias da implantação do experimento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998). No período de sete dias após a implantação do experimento, as maiores concentrações de biocarvão favoreceram a germinação das sementes de eucalipto. Entretanto, após catorze dias da instalação foi constatado que a dose de 0,05 g de biocarvão proporcionou maior índice de germinação das sementes de *Eucalyptus grandis*. Os resultados encontrados demonstram que o biocarvão é um produto promissor na utilização como substrato para a germinação de sementes de *Eucalyptus grandis* em condições de laboratório e, em doses adequadas, pode aumentar o índice de germinação das sementes, bem como substituir substratos de custo elevado que são atualmente utilizados na produção de mudas de espécies florestais.

Palavras-Chave: Eucalipto; Substrato; Produção de mudas.

Introdução e objetivos

Um solo com deficiência em nutrientes, água ou estrutura física pode limitar de forma significativa o desenvolvimento das plantas, comprometendo a produtividade. As práticas de manejo podem beneficiar a conservação do solo, de modo a perpetuar sua fertilidade e ainda promover melhorias em suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Uma proposta atual e de grande potencialidade é a utilização do biocarvão como condicionante físico e químico do solo, visto que apresenta baixo custo de produção, uma vez que a matéria-prima pode ser obtida

facilmente a partir de resíduos oriundos da propriedade rural, das indústrias, das estações de tratamento de esgoto, entre outros.

O biocarvão é produzido pelo aquecimento de biomassa na ausência de oxigênio ou com baixos teores desse gás, cujo processo é conhecido como pirólise. A pirólise, à temperaturas relativamente baixas, entre 300 °C e 500 °C, altera as propriedades químicas do carbono da biomassa, formando estruturas muito mais resistentes à degradação pelos microrganismos do solo, em comparação com o material original. Assim, materiais orgânicos que seriam rapidamente decompostos, permitindo a liberação de dióxido de carbono



e outros gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa, são transformados em biocarvão, que se degrada lentamente, criando no solo um estoque de carbono de longo prazo (MANGRICH et al., 2011)

A estrutura porosa do biocarvão pode proporcionar aumento na retenção de água e nutrientes no solo e no substrato, reduzindo as perdas por lixiviação (GLASER et al., 2002; LEHMANN, 2007; LEHMANN; JOSEPH, 2009) e melhorando diretamente a eficiência das adubações, o que resulta em economia de fertilizantes químicos. Devido à essas características e à sua alta estabilidade no solo (LEHMANN; JOSEPH, 2009; MADARI et al., 2009), o biocarvão é capaz de aumentar a germinação e o crescimento vegetal, influenciando diretamente na produtividade das culturas (GLASER et al., 2002). São estes fatores intrínsecos à natureza físico-química do biocarvão que o transformam em um potencial condicionador de solo e de substrato para produção de mudas (SOUCHIE et al., 2011).

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de pesquisas que avaliem o potencial germinativo de sementes de *Eucalyptus grandis* em diferentes dosagens de biocarvão produzido a partir da pirólise da casca de coco.

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses de biocarvão de casca de coco na germinação de sementes de *Eucalyptus grandis*, visando a melhoria no desenvolvimento e na qualidade das mudas, bem como redução no custo de produção por substituir componentes de elevado custo como a vermiculita.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes, Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe, localizado no município de São Cristóvão, Sergipe. As sementes de *Eucalyptus grandis* foram cedidas pela empresa Bahia Specialty Celulose, localizada em Alagoinhas no estado da Bahia.

O resíduo utilizado na pirólise foi constituído por casca de coco seca, apresentando tempo médio de carbonização de 35 minutos. O biocarvão foi produzido utilizando o reator artesanal adaptado do tipo TLUD (Top-LidUpdraftGasifier) desenvolvido pela Iniciativa Internacional de Biocarvão.

Os testes de germinação das sementes de *Eucalyptus grandis* foram conduzidos em caixas tipo “gerbox” contendo biocarvão e papel filtro, ambos esterilizados em autoclave com temperatura de 200 °C e 105 °C, respectivamente, durante duas horas. O papel filtro foi umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco.

Para minimizar as contaminações, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 10% (i.a.)

durante 2 minutos e, em seguida, lavadas com água destilada. Em cada caixa tipo “gerbox”, previamente desinfestada com álcool 70%, foi adicionado 0,10g de semente de *Eucalyptus grandis*. Foram utilizados cinco tratamentos com diferentes dosagens de biocarvão (0; 0,05; 0,10; 0,25; 0,50 g de biocarvão/“gerbox”) com 4 repetições cada.

Em seguida, as sementes foram colocadas em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D) regulado à temperatura de 25 °C e sob luz branca fornecida por lâmpadas fluorescentes, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas no sétimo e no décimo quarto dia após o início da instalação do teste. As contagens das sementes germinadas foram feitas diariamente até o décimo quarto dia. O critério adotado para a avaliação baseou-se na recomendação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), considerando-se germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com radícula visível a olho nu.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística para verificação dos efeitos significativos e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).

Resultados e discussão

A avaliação dos dados demonstra que o número de sementes germinadas foi influenciado pelas diferentes doses de biocarvão e que houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância do número de sementes germinadas em diferentes doses de biocarvão após 7 e 14 dias de implantação do experimento.

Fontes de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Pr>Fc
Trat	4	10,3500	2,5875	0,0154*
Tempo	1	133,2250	133,2250	0,0000*
Trat * Tempo	4	76,1500	19,0375	0,0000*
Res	30	21,2500	0,7083	
Total	39	240,9750		

GL: graus de liberdade; CV (%) = 26,10.

A Figura 1 apresenta a comparação das médias do número de sementes germinadas após sete dias da instalação do experimento, onde verificou-se que os tratamentos T3, T4 e T5 (0,10; 0,25 e 0,50 g de biocarvão/“gerbox”, respectivamente) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, eles diferem estatisticamente dos tratamentos T1 e T2 (0 e 0,05 g de biocarvão,



respectivamente), sendo que nesses dois últimos tratamentos não houve diferença significativa entre as médias. É importante observar que o tratamento T5 (0,50 g de biocarvão) apresentou melhor desempenho germinativo relacionado aos demais tratamentos. Portanto, à medida que se aumentou a dose de biocarvão, ocorreu um aumento no número de sementes germinadas de *Eucalyptus grandis*, no período de sete dias após a implantação do experimento.

Observou-se que os resultados encontrados nesse trabalho assemelham-se aos de Oliveira et al. (2009), que consideram o biocarvão como um material que interfere positivamente nos processos bioquímicos da germinação. Nesse estudo, no tratamento contendo somente biocarvão, a taxa de germinação do carvoeiro (*Tachigali paniculata* Aubl.) foi extremamente alta (78,3%), considerada acima da média para a espécie analisada. Essa elevada taxa de germinação pode estar relacionada à estrutura molecular do biocarvão. Segundo Paz et al. (2014), o biocarvão é um material orgânico com grande capacidade de retenção de água e baixa densidade.

A Figura 2 apresenta a comparação das médias do número de sementes germinadas após catorze dias da instalação do experimento, na qual verificou-se que os tratamentos T1 e T3 (0 g e 0,10 g de

biocarvão/“gerbox”, respectivamente) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, eles diferem estatisticamente dos tratamentos T2, T4 e T5 (0,05; 0,25 e 0,50 g de biocarvão, respectivamente), sendo que nesses três últimos tratamentos houve diferença significativa entre suas médias. É importante observar que o tratamento T2 (0,05 g de biocarvão) apresentou melhor desempenho germinativo relacionado aos demais tratamentos, com resultado distinto daquele observado aos sete dias após a implantação do experimento. Portanto, as sementes que receberam menor dose de biocarvão apresentaram um maior incremento na germinação em relação às demais dosagens e à testemunha.

De acordo com a Figura 2, que representa a relação entre as doses de biocarvão nos cinco tratamentos aos 14 dias após a implantação do experimento, o maior número de sementes germinadas ocorreu no tratamento com menor dosagem de biocarvão (0,05 g de biocarvão/“gerbox”). É importante observar que, à medida que se aumentou a dosagem de biocarvão, ocorreu um decréscimo no número de sementes germinadas. Nesse período de avaliação, o tratamento testemunha (sem adição de biocarvão) apresentou significativo número de sementes germinadas, equiparando-se ao tratamento 3, com 0,10 g de biocarvão/“gerbox”.

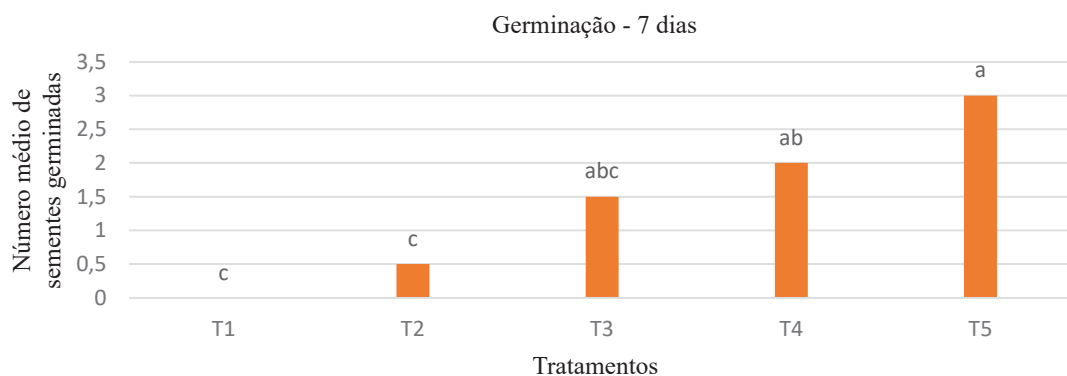


Figura 1. Número médio de sementes germinadas aos 7 dias após implantação do experimento nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 nas diferentes doses de biocarvão 0; 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50, respectivamente.



Figura 2. Número médio de sementes germinadas aos 14 dias após implantação do experimento nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 nas diferentes doses de biocarvão 0; 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50, respectivamente.



Os tratamentos T4 e T5, que receberam maiores doses de biocarvão (0,25 e 0,50 g de biocarvão/“gerbox”, respectivamente), apresentaram decréscimo na germinação e menor desenvolvimento das plântulas. Nesse período de avaliação, as plântulas apresentam maior necessidade de água quando comparado ao período de avaliação de sete dias após a implantação do experimento. Portanto, deduz-se que o excesso de biocarvão proporcionou maior retenção de água em detrimento à disponibilidade da mesma para a plântula, ocasionando decréscimo no seu crescimento e desenvolvimento.

Esses dados corroboram com os obtidos por Petter et al. (2012), que verificaram maior altura e diâmetro do coleto das mudas de *Eucalyptus citriodora* com a adição de 7,5% de biocarvão ao substrato comercial Germinar® e, conseqüente, redução da fitomassa fresca radicular da espécie, com efeito mais evidente nas concentrações superiores a 30% de biocarvão.

De acordo com Lima (2016), essas características estão relacionadas com a elevada área superficial tanto externa quanto interna do biocarvão, e com a grande quantidade de microporos, o que aumenta a capilaridade e, conseqüentemente a retenção de água.

Segundo Nóbrega (2011), os mecanismos que levam o biocarvão a favorecer melhorias na retenção de água são relativamente simples, podendo ter efeitos diretos, que consistem na retenção de água na própria partícula do biocarvão e indiretos quando o biocarvão oferecer uma maior estruturação dos solos, podendo ser de curta ou longa duração.

Conclusões

Pode-se concluir que, aos sete dias após implantação do experimento houve maior número de sementes germinadas no tratamento com maior dosagem de biocarvão (0,50 g de biocarvão/“gerbox”) e no décimo quarto dia transcorrido da implantação, a menor dosagem de biocarvão (0,05 g de biocarvão/“gerbox”) apresentou maior número de sementes germinadas.

Portanto, torna-se importante identificar as doses corretas de biocarvão a serem utilizadas como componente do substrato na germinação das sementes, visando melhoria no desenvolvimento e qualidade das mudas de espécies florestais. O presente trabalho revelou a necessidade de estudos complementares em pesquisas direcionadas ao efeito positivo e negativo do biocarvão na germinação de sementes, visando elucidar o comportamento do produto nesse processo.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de**

sementes. Brasília, DF, 2009. 365 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

GLASER, B.; LEHMANN J.; ZECH W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal-areview. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, p. 219-230, 2002.

LEHMANN, J. Bio-energy in the black. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 7, p. 381-387, 2007.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: an introduction. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environmental management: science and technology.** London: Earthscan, 2009. p. 1-9.

LIMA, I. S. **Parâmetros físico-hídricos do solo, lixiviação de nutrientes e desenvolvimento do girassol (*Helianthus annuus* L) em Argissolo amarelo tratado com Biocarvão.** 2016. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V. DE M.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 172-188.

MANGRICH, A. S.; MAIA, C. M. B. F.; NOVOTNY, E. H. Biocarvão: as terras pretas de índios e o seqüestro de carbono. **Revista Ciência Hoje**, v. 47, n. 281, p. 48-52, 2011.

NÓBREGA, I. P. C. **Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: seqüestro de carbono no solo.** 2011. 38 f. Dissertação (Mestre em Engenharia do Ambiente) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

OLIVEIRA, B.; MARIMON JUNIOR, B.; SANTOS, C. O.; MORANDI, P. S. Carvão vegetal pirogênico (Biochar) como condicionante de substrato para germinação e sobrevivência de mudas de carvoeiro (*Tachigali paniculata* Aubl.). In: JORNADA CIENTÍFICA DA UNEMAT, 2., 2009, Barra do Bugres. [Anais]. Barra dos Bugres: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2009.

PAZ, E. J. de J. da; SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S. Avaliação do biocarvão como substrato para a produção de mudas de maracujá (*passiflora* sp.). In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 8., 2014, Cruz das Almas, BA. **Pesquisa: despertando mentes para a inovação e transformando o futuro: [anais].** Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014.

PETTER, F. A.; MARIMON JUNIOR, B.; ANDRADE, F. R.; SCHOSSLER, T. R.; GONÇALVES, L. G.; MARIMON, B. S. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 17, p. 243-250, 2012.

SOUCHIE, F. F.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; LENZA, E. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris*. L.G. Silva & H.C. Lima. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.



Avaliação da utilização de diferentes doses de biocarvão de lodo de esgoto na germinação de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt

Alessandra Maria Ferreira Reis¹; Elton Joneis Souza de Matos²; Cantídio Fernando Gouvea³;
Roqueline Lins Santos⁴; Ricardo Marques Barreiros⁵

¹Doutora em Ciências Florestais, docente na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, areisgarcia@yahoo.com; ²Graduando em Engenharia Florestal, voluntário de pesquisa na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, jo.neis@hotmail.com; ³Doutor em Ciências, docente na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, cantrabalho@gmail.com; ⁴Graduanda em Engenharia Florestal, bolsista de pesquisa na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, roquelinelins@hotmail.com; ⁵Doutor em Recursos Florestais, docente na Universidade Estadual Paulista, Itapeva, SP, rmarreiros@itapeva.unesp.br

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de biocarvão resultante da pirólise do lodo de esgoto na germinação de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, visando à melhoria na qualidade das mudas. O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes localizado no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe. As sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt foram fornecidas pela empresa Bahia Specialty Celulose, localizada no município de Alagoinhas, BA. O experimento foi instalado utilizando 20 caixas tipo “gerbox” contendo duas camadas de papel para germinação umedecido com água destilada, as quais foram divididas em 4 tratamentos contendo diferentes doses de biocarvão com quatro repetições cada, além do tratamento testemunha sem biocarvão, totalizando 20 unidades experimentais. As doses de biocarvão adicionadas em cada tratamento foram obtidas por meio de pesagem em balança de precisão, sendo elas: 0,05; 0,10; 0,25 e 0,5 gramas. Após o preparo dos recipientes, cada caixa recebeu 0,5 gramas de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt. Para condução do experimento, os recipientes foram acondicionados em uma câmara de germinação BOD, com a temperatura estabelecida de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas diariamente durante 14 dias, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes para a maioria das espécies do gênero *Eucalyptus*. Com os dados obtidos pelas avaliações diárias foi estimado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Os dados de peso fresco e peso seco foram utilizados para avaliar a biomassa vegetal e submetidos à análise de variância para verificação dos efeitos significativos e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). O tratamento com 0,05 g de biocarvão de lodo de esgoto influenciou positivamente a germinação das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, sendo significativamente superior aos demais tratamentos. Por outro lado, o tratamento contendo maior dosagem de biocarvão, 0,5 g por unidade experimental, obteve efeito negativo em relação ao número de sementes germinadas, porém as plântulas apresentaram desenvolvimento vigoroso em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Eucalipto; Produção de mudas; Substrato.

Introdução e objetivos

No Brasil é crescente a demanda por recursos florestais para suprir as necessidades das indústrias madeireiras em função da grande demanda por madeira para atender às diversas finalidades como a construção civil, produção de celulose, fabricação de móveis, produção

de energia, entre outros. Dessa forma, o setor florestal buscou alternativas para atender a necessidade da indústria, através das plantações florestais, principalmente de espécies exóticas, sendo o gênero *Eucalyptus* o principal.

A introdução de espécies florestais exóticas para uso comercial no Brasil do gênero *Eucalyptus*



colaborou para reduzir a pressão sobre as florestas nativas e garantir a produção constante de madeira em diferentes regiões brasileiras (ALTOÉ, 2008). Dessa forma, o eucalipto se tornou uma das essências florestais que mais atende às necessidades de reposição de matéria-prima no processo industrial, com destaque para o setor de papel e celulose (LIMA et al., 2010). Porém, o sucesso dos reflorestamentos depende inicialmente da qualidade das mudas produzidas, que devem resistir às condições adversas de campo e formar uma floresta de qualidade, atingindo o máximo de produtividade nos diferentes sítios de produção (GOMES et al., 1991).

Para produção de mudas florestais de boa qualidade, um dos fatores essenciais é a eficiência do substrato utilizado, visto que o mesmo tem a finalidade de garantir o desenvolvimento da planta em curto período de tempo com baixo custo (FREITAS et al., 2010). Materiais ricos em carbono como o biocarvão, vem sendo estudado quanto à sua utilização como condicionador de substrato para melhorar a qualidade das mudas (MARIMOM-JÚNIOR et al., 2012).

Moreira et al. (2010) relatam que é essencial caracterizar materiais alternativos para formação de substratos com propriedades físico-químicas adequadas para produção de mudas de qualquer cultura, visando reduzir os custos e também favorecer o aproveitamento de resíduos disponíveis em cada região brasileira. Neste caso, o biocarvão surge como alternativa eficiente, visto que proporciona um aumento significativo na CTC do substrato (GLASER et al., 2002; LIANG et al., 2006), melhorando o seu equilíbrio nutricional (GLASER et al., 2002) e conseqüentemente aumentando sua fertilidade (GLASER et al., 2002; LEHMANN; JOSEPH, 2009).

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo avaliar o efeito do biocarvão resultante da pirólise do lodo de esgoto, em diferentes dosagens, na germinação de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, visando à melhoria na qualidade das mudas e redução no custo de produção por substituir componentes de elevado custo como a vermiculita.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes localizado no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe. As sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt foram fornecidas pela empresa Bahia Specialty Celulose localizada no município de Alagoinhas, BA, oriundas de pomares de sementes da empresa.

O experimento foi instalado utilizando 20 caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo duas camadas

de papel filtro para germinação umedecido com água destilada. Os “gerbox” limpos foram tratados com álcool 70% e posteriormente secos ao ar, e divididos em 4 tratamentos contendo diferentes doses de biocarvão com quatro repetições cada, além do tratamento testemunha sem biocarvão, totalizando 20 unidades experimentais. As doses de biocarvão adicionadas em cada tratamento foram obtidas por meio da pesagem em balança de precisão, sendo elas: 0,05 g; 0,10 g; 0,25 g e 0,5 g. Após o preparo dos “gerbox”, cada unidade experimental recebeu 0,5 grama de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, as quais foram tratadas quimicamente em solução de hipoclorito de sódio, para evitar o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos durante o teste de germinação. As caixas “gerbox” foram acondicionadas em uma câmara de germinação BOD, regulada com a temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas diariamente, em horário fixo, durante 14 dias, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes para a maioria das espécies do gênero *Eucalyptus*.

O número de sementes germinadas em cada “gerbox” foi identificado, considerando como critério de germinação a protusão da radícula visível a olho nu. Com os dados obtidos pelas avaliações diárias foi calculado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) que, por sua vez, foi obtido pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962),

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn),$$

onde: $G1, G2, G3, \dots, Gn$ = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; $N1, N2, N3, \dots, Nn$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Após o término das avaliações, o material vegetal contido em cada “gerbox” passou por um processo de limpeza para remoção dos resíduos de biocarvão, e posteriormente, foi pesado em balança de precisão para obtenção do peso fresco. Em seguida, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados quanto aos tratamentos e repetições, e levado para secar em estufa a 75 °C por 72 horas, até peso constante, para obtenção do peso seco. Os dados de peso fresco e peso seco obtidos, foram usados para avaliar a biomassa vegetal e submetidos à análise de variância para verificação dos efeitos significativos e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).



Resultados e discussão

A análise de variância demonstra que os valores do IVG das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt foram influenciados pelas diferentes doses de biocarvão e que houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância do IVG dos tratamentos com diferentes doses de biocarvão após 14 dias de implantação do experimento.

Fontes de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Pr>Fc
Trat	4	47.972770	11.993192	0,0000*
Resíduo	15	5.177550	0.345170	
Total	19	53.150320		

GL: graus de liberdade, CV (%) = 8,07.

A Figura 1 apresenta a comparação das médias do índice de velocidade de germinação das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt após catorze dias da instalação do experimento, onde verificou-se que os tratamentos T1 e T2 (0 g e 0,05 g de biocarvão por gerbox, respectivamente), bem como os tratamentos T3 e T4 (0,10 g e 0,25 g de biocarvão por gerbox, respectivamente) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, os tratamentos T1 e T2 (0 g e 0,05 g de biocarvão, respectivamente) apresentaram valores significativamente superiores do IVG em relação aos demais tratamentos.

É importante observar que o tratamento T5 (0,50 g de biocarvão) apresentou menor valor de IVG e, à medida que aumentou-se a dosagem de biocarvão ocorreu uma redução no desempenho germinativo das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt durante o período de realização do experimento.

De acordo com Petter et al. (2012), índices de velocidade de germinação menores nos tratamentos com maior dosagem de biocarvão podem estar relacionados à interferência do biocarvão no processo de embebição da semente, em função da sua porosidade

proporcionar um maior armazenamento de água e retenção de umidade, prejudicando o balanço hídrico e a disponibilidade às plântulas.

Na Tabela 2 pode-se verificar que o peso fresco das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt foi influenciado pelas diferentes doses de biocarvão e que houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Análise de variância do peso fresco de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt germinadas em diferentes doses de biocarvão aos 14 dias após implantação do experimento.

Fontes de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Pr>Fc
Trat	4	0,0668	0,0167	0,0113*
Resíduo	15	0,0528	0,0035	
Total	19	0,1197		

GL: graus de liberdade; CV (%) = 7,78.

A Figura 2 apresenta a comparação das médias do peso fresco das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt após catorze dias da instalação do experimento, onde verificou-se que os tratamentos T1 e T3 (0 g e 0,10g de biocarvão por “gerbox”, respectivamente), bem como os tratamentos T2 e T4 (0,05 g e 0,25 g de biocarvão por “gerbox”, respectivamente) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, os tratamentos T2 e T4 apresentaram valores significativamente superiores de peso fresco das plântulas em relação aos demais tratamentos.

Observando-se as plântulas dispostas nos “gerbox” após 14 dias de implantação do experimento, notou-se que apesar do tratamento T1, sem presença de biocarvão, ter apresentado maior número de sementes germinadas, suas plântulas apresentavam-se menos desenvolvidas que os demais tratamentos, o que pode ser constatado verificando as médias de peso fresco apresentadas na Figura 2. Por outro lado, o tratamento T4 que foi submetido à segunda maior dose de biocarvão (0,25 g), e que expressou o segundo menor valor de IVG (Figura 1), obteve valor médio de peso fresco

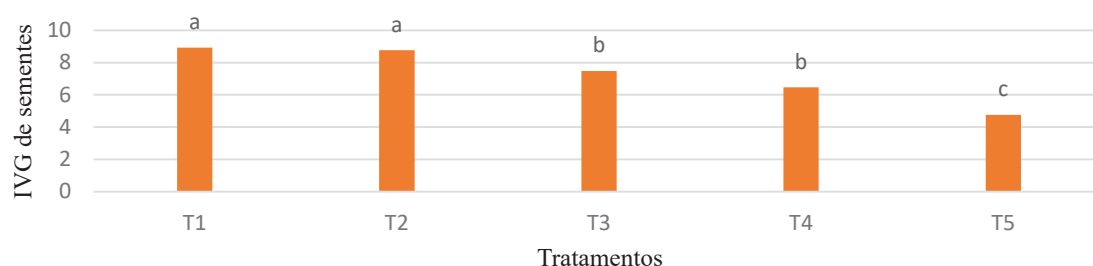


Figura 1. Média do IVG de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt nos diferentes tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 relativo às dosagens de 0; 0,05; 0,10; 0,25 e 0,50 g de biocarvão, respectivamente.

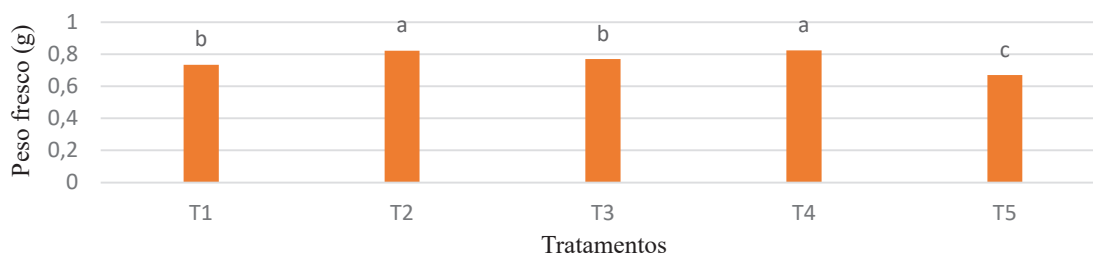


Figura 2. Médias do peso fresco de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt germinadas nos diferentes tratamentos aos 14 dias após a implantação do experimento.

estatisticamente igual ao tratamento T2. O tratamento T5 apresentou menor valor médio de peso fresco (Figura 2) podendo ser explicado em função do menor número de sementes germinadas. Entretanto, as plântulas desse tratamento, apesar de estarem em menor número, mostraram-se mais desenvolvidas e vigorosas.

Na Tabela 3 pode-se verificar que o peso seco das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt foi influenciado pelas diferentes doses de biocarvão e que houve diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade. O peso seco refere-se à biomassa das plântulas resultante do processo de retirada da umidade após permanência em estufa a 75 °C por 72 horas.

Tabela 3. Análise de variância do peso seco de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt germinadas em diferentes doses de biocarvão aos 14 dias após implantação do experimento.

Fontes de variação	Gl	Soma dos quadrados	Quadrado médio	Pr>Fc
Trat	4	0,0054	0,0013	0,0002*
Resíduo	15	0,0018	0,0001	
Total	19	0,0072		

GL: graus de liberdade; CV (%) = 7,88.

Na Figura 3 pode-se observar que o tratamento T2 (0,05 g de biocarvão por gerbox) apresentou maior valor médio de peso seco, seguido dos tratamentos T1, T3 e T4 os quais não expressaram diferença significativa entre suas médias. O tratamento T5, com maior dosagem de biocarvão, apresentou a menor média de peso seco, da mesma forma que obteve a menor média

de peso fresco em relação aos demais tratamentos.

Ao comparar o tratamento T2, onde a dosagem de biocarvão foi de 0,05 g, e o tratamento T1, onde não foi aplicado biocarvão, nota-se uma diferença significativa na quantidade de biomassa fresca e seca (Figuras 2 e 3), mostrando que a presença do biocarvão apresentou efeito positivo na produção de matéria fresca e seca das plântulas, apesar dos dois tratamentos expressarem valores muito próximos em relação ao número de sementes germinadas.

Dessa forma, a qualidade e vigor das plântulas foram evidentes com a presença do biocarvão em relação à testemunha. Portanto, torna-se importante identificar as doses corretas de biocarvão a serem utilizadas como componente do substrato na germinação das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, visando melhoria no desenvolvimento e qualidade das mudas dessa espécie. O presente trabalho revelou a necessidade de estudos complementares em pesquisas direcionadas ao efeito positivo e negativo do biocarvão na germinação de sementes e na produção biológica, visando elucidar o comportamento do produto nesse processo.

Conclusão

A adição de 0,05 g de biocarvão (tratamento T2) influenciou positivamente no teste de germinação de sementes da espécie *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, sendo significativamente melhor quando comparado ao tratamento com ausência de biocarvão, bem como nos demais tratamentos com presença desse material.

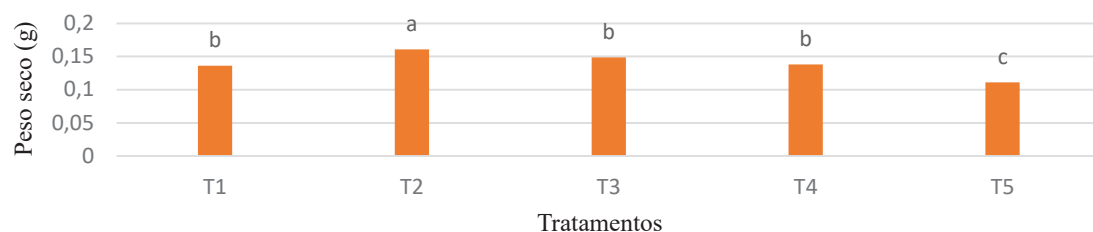


Figura 3. Médias do peso seco de sementes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt germinadas nos diferentes tratamentos aos 14 dias após a implantação do experimento.



A adição de 0,5 g de biocarvão (tratamento T5), surtiu efeito negativo, principalmente no número de sementes germinadas; porém as plântulas apresentaram-se mais desenvolvidas e vigorosas quando comparadas aos demais tratamentos para o tempo de avaliação do ensaio.

Notou-se que com o aumento da quantidade de biocarvão, ocorreu um decréscimo no número de sementes germinadas; contudo os tratamentos com maiores doses de biocarvão apresentaram plântulas mais desenvolvidas e vigorosas.

Referências

- ALTOÉ, F. E. **História e evolução da colheita florestal no Brasil**. 2008. 51 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de Sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGET, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta**, v. 28, n. 1/2, p. 19-30, 2000. DOI: 10.5380/rev.v28i12.2305.
- FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. A.; PAULINO, G. M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 761-770, 2010. DOI: 10.1590/S0100-67622010000500001.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.
- GLASER, B.; LEHMANN J.; ZECH W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal-a review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, n. 4, p. 219-230, 2002. DOI: 10.1007/s00374-002-0466-4.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. de C. G.; FONSECA, E. P. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em “win-strip”. **Revista Árvore**, v. 15, n. 1, p. 35-42, 1991.
- LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: an introduction. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environmental management: science and technology**. London: Earthscan, 2009. p. 1-9.
- LIANG, B.; LEHMANN, J.; SOLOMON, D.; KINYANGI, J.; GROSSMAN, J.; O’NEILL, B.; SKJEMSTAD, J. O.; THIES, J.; LUIZÃO, F. J.; PETERSEN, J.; NEVES, E. G. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, p. 1719-1730, 2006.
- LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P. e; NARIMATSU, C. P.; SILVA, M. G.; QUEIROZ, H. A. Atributos físico-químicos de um Latossolo do cerrado brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 163-173, 2010. DOI: 10.1590/S0100-06832010000100017.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARIMON-JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; ANDRADE, F.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; SCHOSSLER, T. R.; GONCALVES, L. G. V.; BELÉM, R. S. Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 2, p. 108-114, 2012.
- MOREIRA, M. A.; DANTAS, F. M.; BIANCHINI, F. G.; VIÉGAS, P. R. A. Produção de mudas de berinjela com uso de pó de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 2, p. 163-170, 2010.
- PETTER, F. A.; JUNIOR, B. M.; ANDRADE, F. R.; SCHOSSLER, T. R.; GONÇALVES, L. G.; MARIMON, B. S. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 17, p. 243-250, 2012. DOI: 10.30612/agrarian.v5i17.1386.



Evolução da tortuosidade do tronco de *Pinus* híbrido em plantio experimental em “Anel de Nelder” no Sudoeste do Paraná

Alex Domingues da Silva¹; Luís Eduardo Gregorini²; William Souto Fonseca³; Eleandro José Brun⁴; Pedro Frâncio Filho⁵

^{1,2,3}Graduandos em Engenharia Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos, alex.ddsilva@gmail.com; luiseduardo_seko@hotmail.com; william.fonseca10@hotmail.com.br; ³Engenheiro Florestal, Dr., professor do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, UTFPR Campus Dois Vizinhos, eleandrobrun.utfpr@gmail.com; ⁴Engenheiro-agrônomo, Esp. Gestão Florestal-Frâncio Soluções Florestais, contato@pedrofranciofilho.com.br

Resumo: O delineamento sistemático do tipo anel de Nelder é um delineamento onde se consegue aplicar diferentes tratamentos em uma área menor em relação aos delineamentos convencionais. Neste trabalho, o objetivo foi analisar a presença da tortuosidade do tronco, em estudo com este delineamento, sob a influência de diferentes espaçamentos e níveis de adubação. Aos 22 meses após o plantio, não houve correlação ($r = -0,021$) com o espaçamento e correlação negativa média ($r = -0,51$) em relação à adubação.

Palavras-chave: Madeira; *Pinus*; Espaçamento.

Introdução e objetivos

É de relevante importância a compreensão da amplitude das variações que a madeira pode apresentar em suas propriedades dentre e entre gêneros e espécies. Essas mudanças são causadas por, além de material gênico, também por tipos e técnicas de manejo adotado. Para os profissionais da área de silvicultura e manejo florestal, importa saber até que ponto pode-se controlar a qualidade da madeira, necessitando um certo conhecimento das propriedades que determinam a sua qualidade, e até aonde são influenciadas pelas características genéticas ou pelas mudanças do ambiente.

Segundo Berger (2000), o espaçamento é uma das variáveis que atuam sobre o crescimento de um povoamento e que pode ser controlada eficientemente pelo silvicultor, desempenhando um papel muito importante quando se deseja produzir madeira de boa qualidade. Macedo (2000) afirma que a escolha do espaçamento correto tem como objetivo garantir, para cada indivíduo, o espaço suficiente para se obter o crescimento máximo com a melhor qualidade e menor custo, sem desconsiderar a questão da proteção ao solo, o espaçamento ótimo é aquele capaz de fornecer o maior volume do produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis.

Os principais fatores qualitativos que influenciam a produção de madeira serrada de pinus são as particularidades apresentadas pela matéria-prima e seus defeitos, características essas como a tortuosidade, por exemplo. Dentre os defeitos que interferem na qualidade da madeira, a tortuosidade representa o desvio permanente do eixo

do fuste em relação a forma de uma reta, o que prejudica o aproveitamento futuro. Peças de madeiras derivadas de troncos tortuosos apresentarão grãos irregulares que comprometem a resistência mecânica, que causarão dificuldades em processos como o de acabamento, e provocando deformações em processos como o de secagem.

Para Rocha (2001), evidentemente, as toras mais tortuosas ou de formato irregular são potencialmente geradoras de maior quantidade de resíduos, ocorrendo, principalmente na transformação da tora, que é um tronco cônico, em tábuas. De acordo com Ponce (1984), a tortuosidade e conicidade são fatores extremamente importantes num processamento em serraria e laminação, onde o rendimento e qualidade da madeira são drasticamente afetados.

A tortuosidade pode surgir tanto por fatores genéticos ou de hereditariedade do próprio indivíduo, como também devido a influências externas, como condições de crescimento, inclinação do terreno, fototropismo, ação de ventos e espaçamento. Os prejuízos promovidos pela tortuosidade variam de acordo com a forma e a intensidade das curvaturas existentes. Esse tipo de imperfeição ocasiona perda de aproveitamento tanto longitudinal como transversal, acarretando na necessidade de excessivos seccionamentos na tora e consequentemente na obtenção de pequenas peças.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a presença da tortuosidade em troncos de pinus híbrido PPE x PCH (*Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) sobre diferentes espaçamentos e níveis de adubação, em um plantio experimental jovem disposto em delineamento tipo anel de Nelder em Dois Vizinhos, PR.



Material e métodos

A coleta dos dados foi realizada em um experimento em delineamento sistemático do tipo anel de Nelder (Figura 1), implantado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, localizado nas coordenadas 25°41'19"S e 53°05'43"W, com 513 m de altitude. A região encontra-se sob clima Cfa de Köppen, com temperatura média anual de 19 °C, variando entre -3 °C e 18 °C, além de precipitação pluviométrica anual de 1.900 mm, bem distribuída ao longo de todos os meses do ano (ALVARES et al., 2013). O solo da área, segundo Cabreira (2015), é do Nitossolo Vermelho.

O experimento conta com três repetições (três anéis), tendo em cada anel um total de 396 plantas e em cada tratamento 66 indivíduos. Cada anel é composto por 36 raios de 11 plantas cada, distribuídos com ângulos equidistantes de 10°.

A coleta dos dados foi realizada 27 meses após o plantio do híbrido (PEE X PCH), o qual ocorreu em novembro de 2015. As análises dos dados de tortuosidade do tronco foram realizadas com base na frequência relativa de sua ocorrência (presença ou ausência de tortuosidade do tronco, em todos as árvores plantadas)

em relação a cada espaçamento (1,07; 1,15; 1,47; 1,94; 3,31; 4,45; 6,87; 10,06; 14,78; 20,28 e 22,18 m² planta⁻¹ de espaço vital) e níveis de adubação, estes divididos em 6 tratamentos, definidos com base em análise de solo da área (a qual não determinou a necessidade de aplicação de N e K, somente P, para a qual foi usado o fertilizante fosfato natural reativo (27% P₂O₅), com recomendação para *Pinus* sp. baseada no Manual de Adubação e Calagem dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004), com 6 tratamentos de adubação (testemunha (sem adubação); 1 x a recomendação (119,1 g pl⁻¹); 2 x (238,2 g pl⁻¹); 4 x (476,4 g pl⁻¹); 6 x (714,6 g pl⁻¹); e 8 x (952,8 g pl⁻¹) a recomendação de adubação para *Pinus* sp.). O layout de distribuição dos tratamentos nos anéis pode ser observado na Figura 2.

A análise dos dados foi realizada através da tabulação dos mesmos, calculando-se as respectivas frequências relativas para cada repetição e tratamento (espaçamentos x adubação), obtendo-se os dados percentuais de ocorrência de tortuosidade do tronco. Após isso, foi calculada a correlação (Pearson, a 5% de probabilidade de erro) entre a variável dependente tortuosidade do tronco com as variáveis independentes espaçamento e adubação.

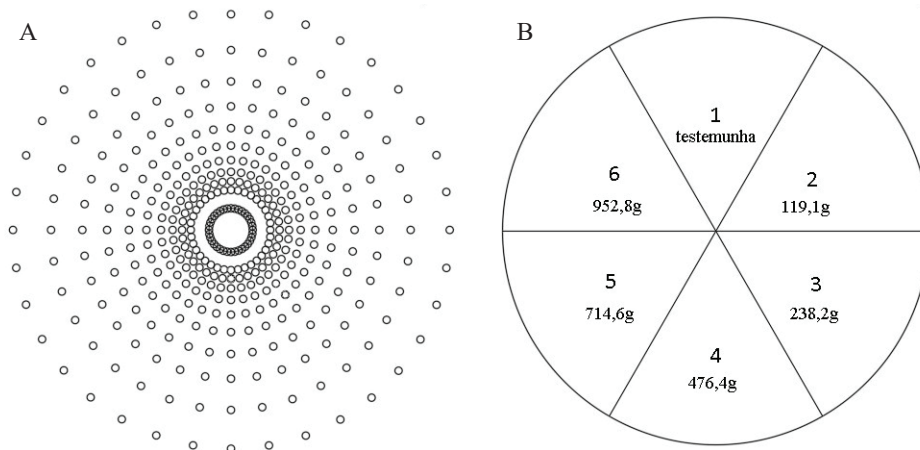


Figura 1. A) Distribuição da variação do espaçamento no plantio em delineamento anel de Nelder. B) exemplo da distribuição dos tratamentos de adubação na área e dosagem, variando a cada 6 raios.

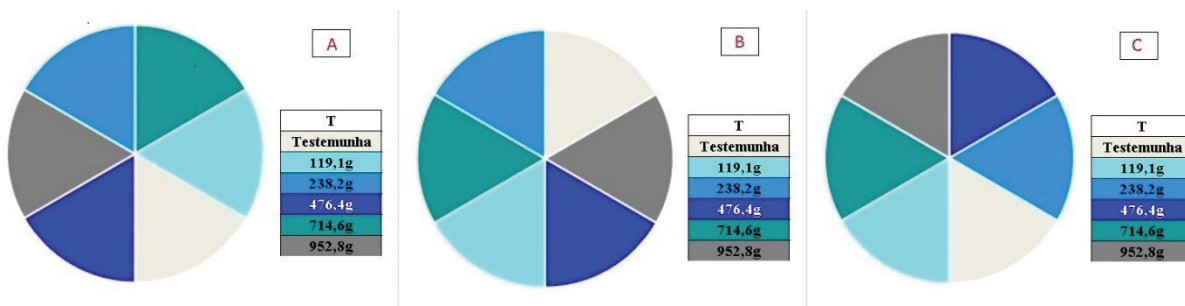


Figura 2.) A; B; C, distribuição dos tratamentos nas repetições dos anéis 1, 2 e 3, respectivamente. A legenda apresenta a dosagem de Fosfato Natural Reativo (27% de P₂O₅) aplicada a cada planta, para cada um dos 6 tratamentos.



Resultados e discussão

Inicialmente, foi analisada a interação entre os fatores espaçamento x adubação, a qual não foi significativa, demonstrando que os dois fatores de variação do experimento não apresentam interação em relação à sua influência na tortuosidade do tronco.

A influência do espaçamento na tortuosidade do tronco do híbrido PEE x PCH (Figura 3) mostrou que, nos espaçamentos crescentes do estudo, a tortuosidade do tronco varia de forma aleatória. A tortuosidade variou de 10,9% das plantas, no menor espaçamento, até 28,6% das plantas, no tratamento 4. Em média, entre os 11 tratamentos de espaçamentos aplicados, 20,7% das plantas apresentaram algum nível de tortuosidade do tronco.

A correlação de Pearson calculado indicou um valor de -0,021, muito próxima de zero, de constante de correlação para as variáveis, o que aponta, de acordo com a literatura, uma correlação desprezível, propondo que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra, podendo apresentar uma correlação, mas de forma mais intrincada, não linear. Até o presente momento, aos 27 meses de idade das plantas, percebe-se que a tortuosidade do tronco não apresenta relação com o espaço vital, o que poderá ocorrer, ainda, em idades posteriores, quando a concorrência entre as plantas aumentará e poderá influenciar a tortuosidade.

É possível notar, na Figura 3, que existe uma variação da tortuosidade ao longo dos espaçamentos, não

apresentando a mesma um padrão no quadro geral, diferentemente do relatado por Souza et al. (2010) que, em um trabalho com *Eucalyptus* spp., diz que com o aumento da área vital até certos limites, os indivíduos podem sofrer com a ação dos ventos, causando danos aos mesmos, entre eles o aumento da tortuosidade.

Num segundo momento, foi avaliada a interação entre dosagens de fosfato natural reativo e a tortuosidade dos troncos. Os resultados retratam a tortuosidade em porcentagem média para os seis diferentes tratamentos aplicado às plantas do experimento (Figura 4).

Na avaliação da influência da adubação fosfatada na tortuosidade dos troncos, o coeficiente de correlação de Pearson calculado foi igual a -0,51, indicando uma correlação linear negativa média. Tal resultado dá a entender que existe algum nível de influência da adubação na tortuosidade dos troncos das plantas, denotando que, em maiores doses de adubação, independentemente do espaço vital das plantas, a tortuosidade tende a diminuir.

Os tratamentos que apresentaram maior tortuosidade foram os tratamentos com menores níveis de adubação sendo eles a testemunha (tratamento 1) e a de menor dosagem (tratamento 2), podendo se dizer que com uma maior disponibilidade de nutrientes como no tratamento 6, para as plantas, as mesmas respondem num crescimento vertical mais retilíneo, logo diminuindo a ocorrência de tortuosidades em seu fuste.

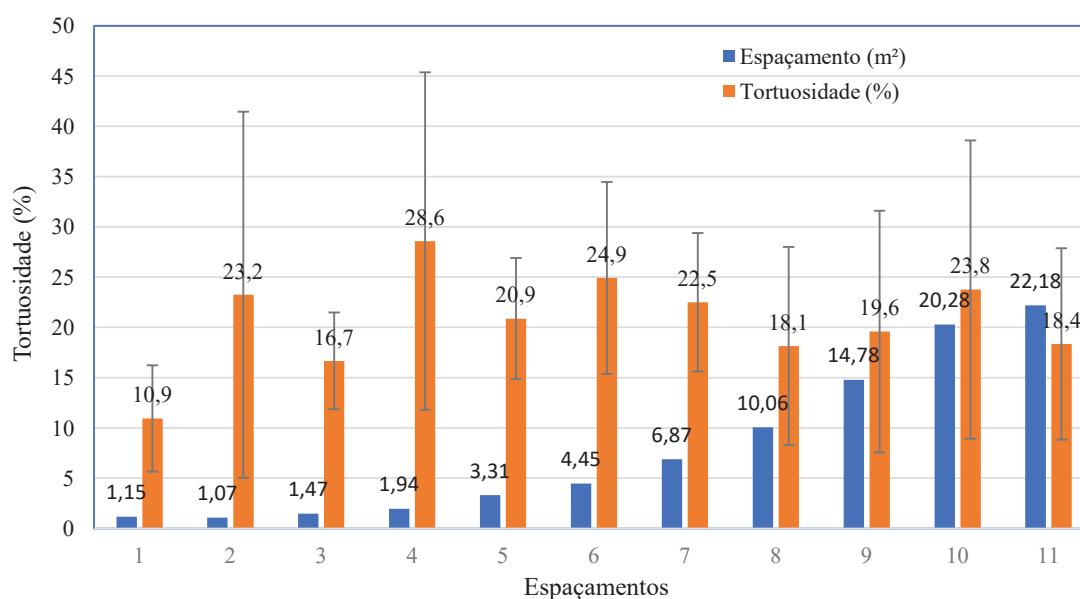


Figura 3. Variação da tortuosidade do tronco em relação a variação do espaçamento (espaço vital de cada planta).

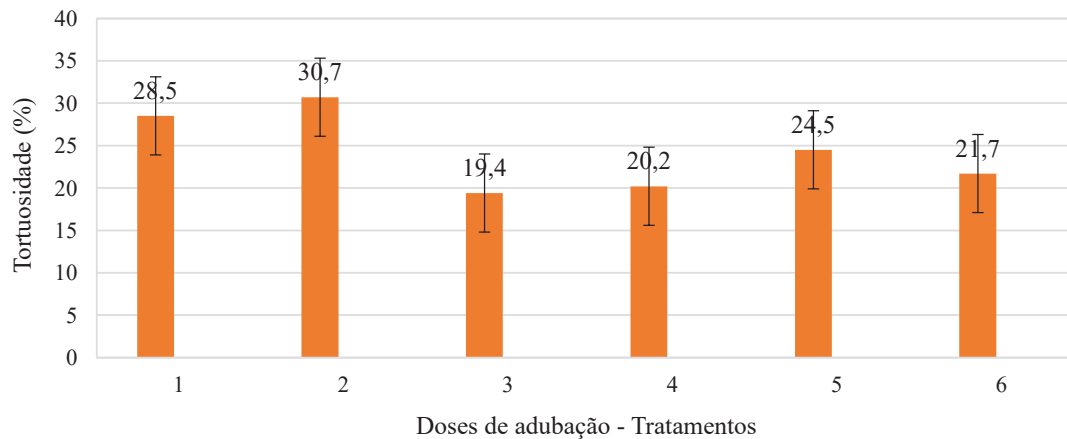


Figura 4. Variação da tortuosidade do tronco conforme a dose de adubação aplicada.

Conclusões

A ocorrência de tortuosidade variou entre 10,9% e 28,6% do número de plantas, porém não foi influenciada pelo espaço vital entre as mesmas.

A ocorrência de tortuosidade dos troncos apresentou correlação negativa média e significativa com as doses de adubação fosfatada, mostrando possível influência das maiores doses de adubação na diminuição da tortuosidade dos troncos.

É necessária a continuidade dos estudos com o híbrido (PEE X PCH), de forma a serem obtidas informações mais conclusivas.

Referências

ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. sob o efeito do espaçamento e da fertilização.** 2000. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

CABREIRA M. A. F. **Mapeamento das classes de solos da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos.** 2015. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 157 p.

PONCE, R. H. Produção de madeira de qualidade para processamento mecânico e utilização de madeiras de reflorestamento. *Revista Silvicultura*, v. 9, n. 34, p. 9-13, 1984.

ROCHA, M. P. **Técnicas e planejamento em serrarias.** Curitiba: UFPR, 2001. 105 p. (Série didática).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

SOUSA, G. C.; SILVA, J. V.; COSTA, C. C. Efeito dos tratamentos silviculturais na produtividade e na qualidade da madeira em plantações de *Eucalyptus* spp. *Revista Agrogeoambiental*, v. 2, n. 2, p. 35-44. 2010. DOI: 10.18406/2316-1817v2n22010271.



Atividade cambial em plantação de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* fertilizados com fontes alternativas ao cloreto de potássio

Ana Clara Cuco Giocondo Teixeira¹; José Leonardo de Moraes Gonçalves²; Alexandre de Vicente Ferraz³; Fábio Henrique Silva Floriano de Toledo⁴; Gabriela Gonçalves Moreira⁵

¹Engenheira Florestal, Esalq/USP, ana.clara.teixeira@usp.br, professor Dr. do Departamento de Ciências Florestais da Esalq/USP, lmgonca@usp.br; ²Doutor em Engenharia Florestal, coordenador do PTSM/Ipef alexandre@ipef.br; ³Doutor em Engenharia Florestal, professor substituto Ufla, fhtoledo07@gmail.com;

⁴Engenheira Florestal, International Paper, gabriela.moreira@ipaper.com

Resumo: Devido a elevada capacidade de adaptação das espécies de eucalipto, suas plantações têm expandido para regiões com solos distróficos e climas pouco favoráveis ao seu crescimento. O potássio possui papel de destaque no desenvolvimento do eucalipto, contribuindo para funções fisiológicas e alongamento celular das plantas. Atualmente, o Brasil importa cerca de 90% do cloreto de potássio (KCl) consumido no país, o que aumenta as expectativas sobre o uso de fontes alternativas como o NaCl e o pó da rocha fonolito ($\cong 8\%$ de K_2O e Na_2O total). Graças à rápida resposta em crescimento à fertilização e às condições climáticas, a avaliação da atividade cambial em experimentos florestais tem se destacado nos últimos anos. O objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento de uma plantação de *Eucalyptus* “urograndis” em resposta à fertilização com fonolito e NaCl, como fonte alternativa ao KCl. Foi delineado um experimento em blocos ao acaso com 4 repetições. A atividade cambial foi avaliada pelo método dinâmico (faixas dendrométricas) e estático (análise do tecido do câmbio). As árvores apresentaram incremento do diâmetro similar para todos os fertilizantes utilizados. Entretanto em relação à atividade cambial o tratamento com fonolito teve destaque. Conclui-se que a fertilização com fonolito e NaCl foram eficazes, podendo substituir o KCl.

Palavras chave: Eucalipto; Fertilização; Potássio.

Introdução e objetivos

Há mais de 40 anos, enormes recursos têm sido utilizados na importação, produção, distribuição e utilização de fertilizantes no Brasil (GOEDERT, 1981). Neste cenário, destaca-se o consumo de fertilizantes potássicos (ex. KCl), que coloca o Brasil em terceiro lugar no ranking mundial (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, 2011).

As rochas potássicas encontradas no Brasil (micas, feldspatos e silicatos de K) são estudadas como potenciais alternativas ao uso do KCl (ERNANI et al., 2007). Os teores de potássio e o grau de liberação do nutriente para o solo são muito variáveis nessas rochas. Os silicatos de K apresentam alumínio, potássio e sódio em sua composição, como ocorre no caso do fonolito, rocha silicática de origem vulcânica que apresenta cerca de 9% de K_2O e caráter fortemente alcalino ($Na_2O + K_2O > 3\%$) (MARTINS, 2013). A principal reserva de fonolito em operação no Brasil localiza-se em Poços de Caldas (MG), encontrando-se como uma alternativa de fertilizante de liberação lenta de potássio (MARTINS, 2013).

Outra alternativa para a substituição do KCl é o NaCl. Sabe-se que o Na pode substituir o K no ajuste osmótico e, possivelmente, em algumas reações enzimáticas (ANDRADE et al., 2014). Apesar de o fator de resistência a salinidade ser considerado como uma barreira para esta substituição sabe-se que o eucalipto é considerado moderadamente tolerante ao estresse salino (SUN; DICKINSON, 1993), não afetando o desenvolvimento das árvores.

Em plantações de eucalipto o potássio é um dos nutrientes de maior impacto sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, principalmente devido a sua reduzida quantidade disponível em solo (BARROS; NOVAIS, 1996; SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000). O teor de K trocável na camada superior do solo (até 20cm) da maioria dos solos florestais é muito baixa (inferior a $1 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ de K trocável) para atender a demanda das árvores (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000), sendo indispensável o fornecimento deste nutriente por meio de fertilização.

O potássio não é constituinte de nenhuma molécula orgânica no vegetal, não desempenhando função estrutural na planta (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000),



porém é indispensável para inúmeros processos fisiológicos como a fotossíntese, na formação de frutos, resistência à doenças (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000), resistência à secas e geadas, à translocação de assimilados, no controle osmótico regulando a abertura e fechamento de estômatos, ativação de enzimas (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997), absorção de nitrogênio, síntese proteica, para a manutenção da quantidade de água nas plantas e para transporte da sacarose e dos fotossintetizados das folhas para os órgãos de armazenamento (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000).

A qualidade e desenvolvimento da madeira estão diretamente relacionados com a atividade cambial, uma vez que é responsável pelo crescimento em diâmetro da árvore. Sabe-se que árvores sujeitas ao déficit hídrico severo mostram valores menores de incremento e que maiores valores ocorrem no verão (período chuvoso e temperatura favorável) (CASTRO, 2014).

O tecido do câmbio é uma camada cilíndrica de células situada entre a casca e o lenho, se estendendo por todo o tronco, raiz e suas ramificações. Neste tecido ocorre a divisão e diferenciação celular originando o floema (tecido condutor de seiva elaborada), o xilema (tecido condutor de seiva bruta) e os tecidos vasculares secundários. Através da atividade do câmbio ocorre uma constante renovação das células do xilema e floema o que resulta em um aumento do diâmetro da árvore (crescimento radial). A formação do lenho das árvores através das divisões do tecido do câmbio é bastante influenciada pela sazonalidade climática e por características do solo (MARCATI et al., 2001), como a disponibilidade de nutrientes.

Estudos apontam que a aplicação de potássio na plantação promove um aumento no potencial osmótico, acarretando na expansão celular e, conseqüentemente, no aumento da atividade cambial (SETTE JUNIOR et al., 2013). Sendo assim, este nutriente é essencial para o desenvolvimento de plantios florestais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento em diâmetro e a atividade cambial em plantação do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* após fertilização com pó da rocha fonolito e cloreto de sódio, em substituição a fertilização potássica com KCl.

Material e métodos

O experimento está localizado no município de Luiz Antônio (SP), nas coordenadas geográficas 21°38'48,9" e 47°41'35,9"W, a 665 metros de altitude. Foi realizado um plantio clonal do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* (clone IPB8) em 2013, com espaçamento 3 m x 2,5 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) de textura média, com baixa fertilidade natural e reduzido teor de potássio (Tabela 1). O clima da região é mesotérmico úmido (Cwa), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 22 °C e precipitação anual variando entre 1100 e 1700 mm, com chuvas concentradas no verão (outubro a março) (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi delineado em blocos ao acaso, com 16 árvores por parcela (120 m²), contendo quatro blocos e quatro tratamentos, sendo: 1- Controle, sem fertilização potássica; 2- fertilização com KCl; 3 – fertilização com pó da rocha fonolito; 4 – Fertilização com NaCl. Conforme a Tabela 2, a quantidade de cada insumo foi calculada com base no número de mols equivalentes de K aplicados em 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Os fertilizantes foram aplicados em três parcelas, sendo uma delas no momento do plantio e outras duas aos 30 e 90 dias pós-plantio, respectivamente.

Para a verificação do crescimento radial via método dinâmico, foram instaladas faixas dendrométricas (equipamento para acompanhamento do crescimento do tronco) a 1,3 m em relação ao solo. Foram selecionadas quatro árvores por parcela para serem instalados os dendrômetros, com base no inventário de 10 meses e de acordo com quatro classes diamétricas estabelecidas no povoamento de cada tratamento. As classes de diâmetro foram escolhidas com base na média (m) e desvio padrão (s), agrupando as árvores de dados da seguinte forma: m-2s, m-1s, m, m+1s e m+2s. Os dados obtidos foram coletados de setembro de 2014 até dezembro de 2016. Com base nas avaliações calculou-se o incremento corrente mensal da CAP por tratamento e o incremento acumulado (Figura 1).

Para a verificação do crescimento via método estático, baseando-se na metodologia utilizada por Castro (2014) e Marcati (2006), foram coletados cilindros de

Tabela 1. Fertilidade do solo em diferentes profundidades antes da implantação do experimento.

Profundidade cm	M.O.S. ⁽¹⁾ g dm ⁻³	pH ⁽²⁾ -	P ⁽³⁾ mg dm ⁻³	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	Al ⁽⁵⁾	Na ⁽⁶⁾	C.T.C.	H + Al
							mmol _c dm ⁻³			
0-20	16,0	4,3	8,5	0,5	8,3	3,3	4,5	0,2	53,4	41,3
20-40	14,5	4,3	6,5	0,2	4,5	2,5	5,3	0,1	41,6	34,3
40-60	11,8	4,3	6,0	0,2	3,5	2,0	6,3	0,1	36,8	31,0

M.O.S. = Matéria orgânica do solo; C.T.C. = Capacidade de troca de cátions; ⁽¹⁾oxidação com dicromato/colorimétrico; ⁽²⁾solução de CaCl₂ em 0,01 mol L⁻¹ (1:2,5); ⁽³⁾resina trocadora de íons; ⁽⁴⁾solução de CaCl₂ em 0,01 mol L⁻¹ (1:10); ⁽⁵⁾KCl (1 mol L⁻¹); ⁽⁶⁾Mehlich-I. Os valores de K, Ca, Mg, Al, Na, C.T.C e H + Al estão expressos em mmol_c dm⁻³.



Tabela 2. Tratamentos e doses utilizados no experimento (em kg/ha).

Tratamento	Fertilização de plantio					1ª Fertilização de cobertura				2ª Fertilização de cobertura		
	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	FTE	CAL	N	K ₂ O	B	Na ₂ O	K ₂ O	B	Na ₂ O
Controle	10	10	60	20	2000	50	-	1,7	-	-	3,3	-
KCl	10	10	60	20	2000	50	50	1,7	-	60	3,3	-
Fonolito	10	10	60	20	2000	50	50	1,7	43,75	60	3,3	52,5
NaCl	10	10	60	20	2000	50	-	1,7	50	-	3,3	60,0

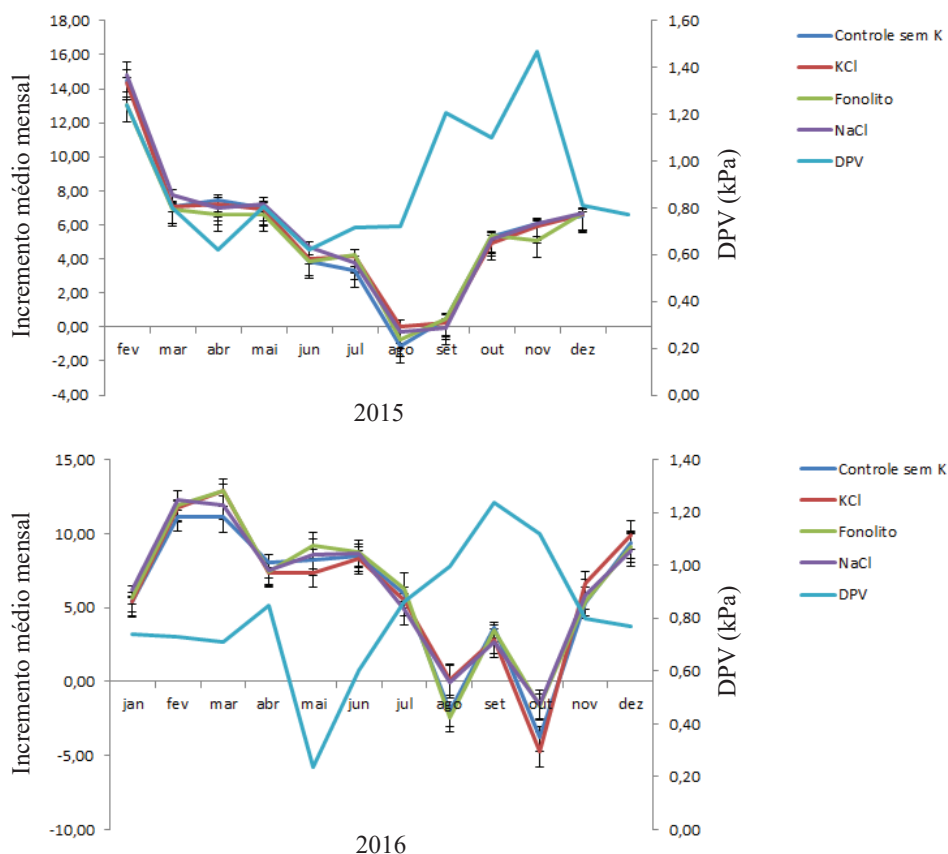


Figura 1. Incremento corrente mensal médio e déficit de pressão de vapor (DPV) para os anos de 2015 e 2016. As diferenças entre os tratamentos não foram significativas de acordo com o teste de Tukey ($p > 0,05$).

madeira de 2 cm de comprimento pela introdução de sonda Trepfor a 1,30 m de altura em relação ao solo). Foram coletadas amostras ao final do período chuvoso (18/03/2015) e seco (25/06/2015), que apresentaram, respectivamente, precipitação mensal total de 190 mm e 25 mm. Foram selecionadas as árvores médias em cada tratamento (utilizando-se agrupamento de dados de forma estatística: -1d e +1d). De cada árvore foram coletadas duas amostras de dois lados opostos do tronco. As amostras foram incluídas em solução constituída de formol, ácido acético glacial e álcool (FAA50%) (JOHANSEN, 1940) para conservação dos tecidos e posteriormente foram preparadas lâminas para análise do comprimento do tecido do câmbio.

Para a preparação das lâminas, as amostras contendo o tecido cambial foram colocadas em bomba de

vácuo por 2 dias, sendo o vácuo ligado 3 vezes por dia, durante 15 minutos, a fim de retirar o ar existente dentro dos tecidos. Após esta fase, a solução de FAA foi retirada e, em seu lugar, foi colocada solução álcool 50% e em seguida realizado procedimento de desidratação em série alcóolica nas proporções 60%, 70%, 80% e 95%.

Após esta etapa, as amostras foram colocadas em solução de historesina (Leica Historesin®) + álcool 95% (solução 1:1) por um dia. Então foram colocadas em solução 2:1 (um dia) e em solução pura (30 dias).

As amostras foram colocadas em forma de silicone em solução de infiltração (50 mL de historesina pura, 0,5 mL de ativador e 1 mL de endurecedor). As bandejas foram armazenadas em freezer por três dias e após em geladeira por uma semana. Após endurecidas, as



amostras foram retiradas da forma, separadas e coladas em suporte de madeira, para que fosse possível o encaixe das amostras no micrótomo.

Os cortes foram realizados em micrótomo rotativo (Leyca Biosystems®). Foram efetuados cortes de 8 µm, distendidos em lâminas de vidro com água destilada e colocados em estufa a 40 °C durante um dia. O material foi colorido com o corante “Azul de toluidina”. Após prontas, as lâminas foram fotografadas e digitalizadas para serem analisadas no programa ImageJ®. Foram mensuradas cinco fileiras de tecido do câmbio por amostra e então feito uma média de crescimento.

Os dados obtidos também foram correlacionados com dados de precipitação obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2017). Por não haver estação meteorológica no local do experimento, foram coletados dados de 3 estações próximas e estimada a precipitação na área por triangulação.

Resultados e discussão

A partir da análise dos dados obtidos pelas faixas dendrométricas têm-se os gráficos das Figuras 1 e 2.

Observou-se que todos os tratamentos apresentaram um incremento mensal médio similar em todos os períodos. O incremento acumulado foi pouco maior no tratamento com KCl em comparação ao fonolito.

É notável que o tratamento Controle (sem K) obteve crescimento similar aos tratamentos com fertilização potássica e, em alguns meses, até crescimento superior. O tratamento com NaCl foi o que apresentou maior incremento de maneira geral.

Em 2016 o tratamento sem fertilização potássica apresentou menor crescimento, chegando a ser 13% inferior ao tratamento com fonolito. Os tratamentos com fonolito e KCl, em alguns períodos de menor intensidade de chuva, apresentaram incremento negativo, o que pode ocorrer devido a uma estagnação do crescimento pela baixa disponibilidade de água e, conseqüentemente, altos déficits de pressão de vapor (DPV). Isso pode ocorrer também devido à uma perda de água muito intensa sofrida pela casca das árvores, ocasionando contração da circunferência dos indivíduos (CHITRA-TARAK et al., 2015). A maior variação do crescimento dos indivíduos em 2016 pode estar relacionada à falta de homogeneidade na distribuição das chuvas, conforme Figura 3. Nota-se que os períodos de maior crescimento coincidem com os períodos de maior precipitação.

Um tecido do câmbio ativo apresenta maior comprimento (MARCATI et al., 2006). Assim, a partir dos valores obtidos foi possível comparar o tamanho deste tecido por tratamento e por estação do ano (Figura 4).

Nota-se que o tecido do câmbio apresentou maior comprimento no verão, com destaque ao tratamento

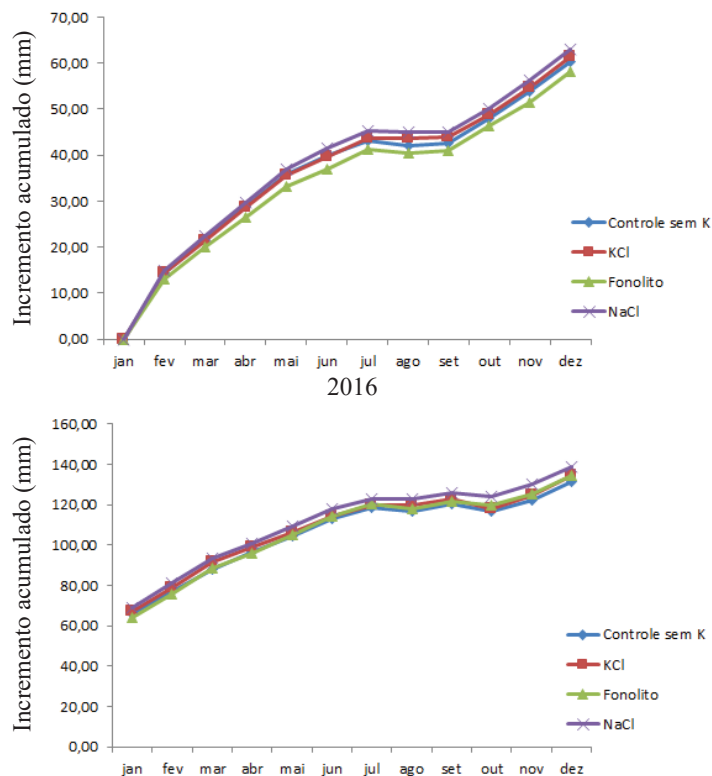


Figura 2. Incremento acumulado mensal ao longo de 2015 e 2016. As diferenças entre os tratamentos não foram significativas de acordo com o teste de Tukey ($p > 0,05$).

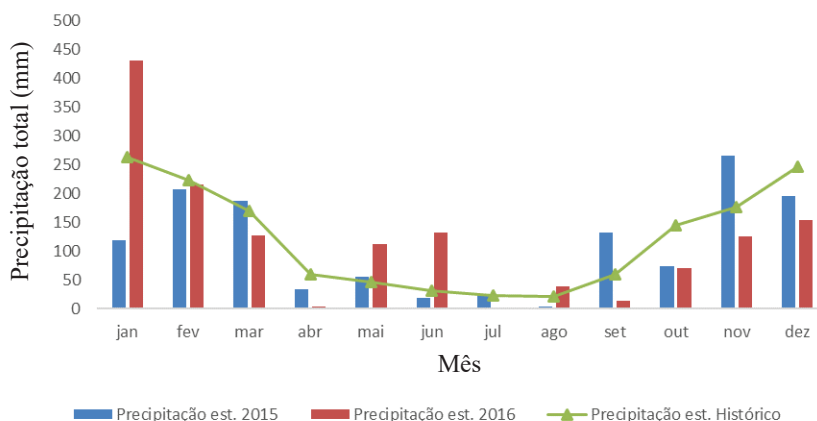


Figura 3. Precipitação total (mm) dos anos de 2015, 2016 e média histórica (ALVARES et al., 2013). Fonte: Dados da rede do INMET.

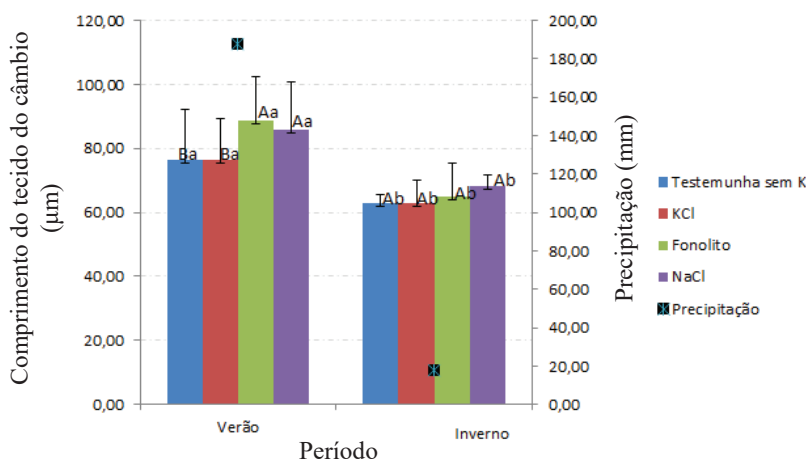


Figura 4. Comprimento do tecido do câmbio (µm) para cada tratamento no verão e no inverno. Para cada estação do ano, médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Para cada tratamento, médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dados de precipitação do mês de coleta das amostras. As barras de erro mostram os valores de erro padrão da média.

com a aplicação do fonolito. Entretanto, no período seco, a espessura do tecido cambial foi similar entre todos os tratamentos, uma vez que o fator limitante provavelmente foi a disponibilidade de água ao invés da oferta de potássio para as plantas. A formação do tecido do câmbio é fortemente influenciada pela sazonalidade climática (variações na quantidade de chuvas, temperatura e exposição à luz solar) (MARCATI et al., 2001). Sabe-se também que o tecido do câmbio apresenta um período ativo e um período dormente durante o ano, sendo que o ativo coincide com a estação chuvosa.

KCl, com base nos dados até os 4 anos de pós plantio. De maneira geral, a resposta das árvores à fertilização com potássio e sódio foram maiores nos períodos chuvosos (verão) (período de maior atividade do tecido do câmbio) quando comparadas aos períodos de maior escassez de água e temperaturas mais amenas.

A redução na precipitação apresentou-se como fator limitante para o desenvolvimento do tecido do câmbio e; por isso, o K não foi o principal fator limitante para a diferenciação do tecido do câmbio. Por outro lado, o Na influenciou no comprimento do tecido do câmbio no período do verão.

Conclusões

A fertilização de plantações de eucalipto com fonolito ou NaCl pode favorecer o incremento da circunferência do tronco à altura do peito, permitindo a substituição parcial ou total da fertilização com

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil**. Stuttgart: Gebru"der Borntraeger, 2013.



ANDRADE, C. A. O.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, A. C.; SANTOS, A. C. M.; SILVA, R. R. Substituição parcial do potássio por sódio na adubação do capim Mombaça em ciclos de pastejo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 95-101, 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. 2011. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: ATTIWILL, P. M.; ADAMS, M. A. (Ed.). **Nutrition of eucalypts**. Collingwood: CSIRO Publishing, 1996. p. 335-355.

CAMARGO, E. L. O. **Influência do nitrogênio na formação e qualidade da madeira de eucalipto**. 2013. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CASTRO, V. R. de. **Efeito do potássio, sódio e da disponibilidade hídrica no crescimento e qualidade do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. 2014. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CHITRA-TARAK, R.; RUIZ, L.; PULLA, S.; DATTARAJA, H. S.; SURESH, H. S.; SUKUMAR, R. And yet it shrinks: a novel method for correcting bias in forest tree growth estimates caused by water-induced fluctuations. **Forest Ecology and Management**, v. 336, p. 129-136, 2015. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.10.007.

DEMATTÊ, J. A. M. **Levantamento semi-detalhado dos solos da Champion Papel e celulose**. Mogi Guaçu: Champion Papel e Celulose, 2000. 85 p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Ed.). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 2010. p. 61-88.

FAHN, A.; WERKER, E.; BAAS, P. **Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions**. Jerusalém: The Israel Academy of Sciences and Humanities, 1986.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de solos**. 2 ed. São José: IICA, 1987. 420 p.

GOEDERT, W. J. **Consumo e produção de fertilizantes no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA-DID, 1981. 12 p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 2).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 maio 2017.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw Hill, 1940.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **The physiology of trees**. New York, McGraw Hill, 1960.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARCATI, C. R.; ANGYLOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 311-320, 2001. DOI: 10.1590/S0100-84042001000300010.

MARCATI, C. R.; ANGYLOSSY, V.; EVERT, R. F. Seasonal variation in wood formation of *Cedrela fissilis* (Meliaceae). **IAWA Journal**, v. 27, n. 2, p. 199-211, 2006. DOI: 10.1163/22941932-90000149.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 888 p.

MARTINS, V. **Solubilização de fontes de potássio e seu efeito em atributos do solo e no crescimento e nutrição do capim-marandu**. 2013. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SCOT CONSULTORIA. 2011. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/22000/skype:scotconsultoria>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

SETTE JUNIOR, C. R.; LACLAU, J. P.; TOMAZELLO FILHO, M.; MOREIRA, R. M.; BOUILLET, J-P.; RANGER, J.; ALMEIDA, J. C. R. Source-driven remobilizations of nutrients within stem wood in *Eucalyptus grandis* plantations. **Trees: Structure and Function**, v. 27, n. 4, p.827-839, 2013. DOI: 10.1007/s00468-012-0837-x.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. **Informações Agronômicas**, n. 91, 2000. Encarte técnico.

SUN, D.; DICKINSON, G. Responses to salt stress of 16 *Eucalyptus* species, *Grevillea robusta*, *Lophostemon confertus* and *pinus caribaea* var. hondurensis. **Forest Ecology and Management**, v. 60, p. 1-14, 1993.

TAVARES, M. F. F.; HARBELI, C. **O mercado de fertilizantes no Brasil e as influências mundiais**. 2011. Disponível em: <http://www2.espm.br/sites/default/files/o_mercado_de_fertilizantes_no_brasil_e_as_influencias_mundiais_1.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.



Sombreamento nos renques em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em Porto Velho, Rondônia

Ana Karina Dias Salman^{1,6*}; Henrique Nery Cipriani^{2,6}; Nislene Molina Guerreiro e Paula³;
Pedro Gomes Cruz^{4,6}; Abadio Hermes Vieira^{5,6}

¹Doutora em Zootecnia; ²Mestre em Solos e Nutrição de Plantas; ³Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente; ⁴Doutor em Ciência Animal e Pastagens; ⁵Mestre em Ciências Florestais; ⁶Pesquisador(a) da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, Brasil; *ana.salman@embrapa.br

Resumo: Avaliou-se o sombreamento de dois clones de eucalipto (GG100 e VM01) plantados sob dois espaçamentos (3,5 m x 2,0 m e 3,5 m x 3,0 m) em renques de uma área de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com um analisador de dossel e com um luxímetro. A interceptação luminosa não foi diferente entre os espaçamentos e quando foi medida com o luxímetro a média observada para o VM01 foi maior (78,78%) em relação ao GG100 (69,18%). Concluiu-se que o aparelho utilizado influencia na avaliação do sombreamento e que o clone VM01 proporciona maior sombreamento nos renques.

Palavras-chave: *Eucalyptus*; Sistemas agrossilvipastoris; Agricultura sustentável.

Introdução e objetivos

O objetivo deste trabalho foi avaliar o sombreamento por dois clones de eucalipto plantados em dois espaçamentos utilizando dois equipamentos de medição de interceptação de luz em uma área de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma tecnologia que combina a utilização da atividade agrícola, pecuária e florestal numa mesma área. Em muitas propriedades rurais amazônicas, a ILPF vem sendo adotada com uso de diversas espécies forrageiras e arbóreas. Esta tecnologia é aplicada para melhor aproveitar o solo, diversificar a produção agrícola, recuperar a qualidade do solo e das pastagens e, contribuir com a bovinocultura, por favorecer bem-estar animal para que os mesmos não sofram com o estresse calórico (ALMEIDA et al., 2014). Por outro lado, a presença da árvore pode impor, a partir de determinado estágio de desenvolvimento, condições restritivas de luminosidade para o crescimento das espécies forrageiras estabelecidas no sistema (BERNARDINO; GARCIA, 2009). Com a inclusão das árvores há uma diminuição progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque (ALMEIDA et al., 2015), o que influencia a produtividade do pasto (REIS et al., 2013). Mas, em condições de sombreamento moderado, algumas gramíneas, que apresentam tolerância mediana a esse tipo de ambiente, podem manter sua produção semelhante à do cultivo ao pleno sol ou mesmo aumentar (PACIULLO et al., 2008). Por isso, algumas

variáveis importantes que influenciam a disponibilidade de luz no sub-bosque devem ser consideradas para obtenção de sombra moderada. Dentre estas, podem ser citadas a densidade, a disposição das árvores na área de pastagem e a arquitetura de copa que podem exercer maior ou menor interceptação da radiação solar (ANDRADE et al., 2012).

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.) é uma espécie arbórea a qual tem sido amplamente utilizada em sistemas integrados de produção com forrageiras e espécies agrícolas devido seu rápido crescimento, arquitetura de copa rala, elevado rendimento econômico e que proporciona usos múltiplos com a produção de multi-produtos madeireiros e não madeireiros, além de suas características tecnológicas e de sua grande plasticidade ambiental (MACEDO et al., 2010).

Material e Métodos

O estudo foi realizado de junho a setembro de 2016 no campo experimental da Embrapa em Porto Velho, Rondônia, Brasil (8°48'03,89"S e 63°50'53,08"O), onde o clima é Am de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), caracterizado por estação chuvosa de novembro a abril e estação seca de maio a setembro. A média anual da temperatura do ar é 25,5 °C e da precipitação é 2.400 mm (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES, 2011). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico



plintossólico (VALENTE et al., 1998; SANTOS et al., 2013) com atributos químicos determinados no Laboratório de Solos da Embrapa Rondônia em amostras retiradas no segundo semestre de 2015 (Tabela 1).

O sistema ILPF estava sombreado por seis renques de 250 m de comprimento com três espaçamentos entre si: 18,30 m e 42 m, sendo três renques do clone VM01 e três do clone. O plantio dos renques ocorreu em março de 2013. Os renques possuíam quatro linhas de árvores cada, com dois espaçamentos, sendo metade dos renques (125 m) com 3,5 m x 2 m e a outra metade com 3,5 m x 3 m. As linhas de plantio tinham orientação nordeste-sudoeste, com azimute de 31°. No início do período experimental as árvores apresentavam, em média, diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) de 11,9cm, altura total de 13,8m e cobertura de copa de 65%.

As medições de interceptação luminosa foram feitas com o analisador de dossel LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, NE, EUA) e com um luxímetro portátil digital. As medições de interceptação luminosa foram realizadas em pontos distantes 30 m um do outro distribuídos ao longo dos seis renques, no período da manhã e da tarde, totalizando 12 leituras por renque (seis a pleno sol e seis na sombra do renque), para cada aparelho. Assim, foram realizadas 72 leituras, 36 a pleno sol e 36 à sombra. As leituras com os dois aparelhos foram feitas simultaneamente. O sombreamento (ou interceptação luminosa) foi calculado dividindo-se o valor do ponto abaixo do renque sobre o valor a pleno sol, multiplicando-se por 100 para obter o valor em porcentagem.

As médias dos três valores de sombreamento obtidos para cada uma das 12 parcelas (dois clones de eucalipto x dois espaçamentos x três repetições) foram submetidas à ANOVA, considerando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 2x2 (dois clones de eucalipto e dois espaçamentos) pelo programa de análise estatística Sisvar (FERREIRA, 2011), ao nível de 1% de significância. Foram realizados o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste de homogeneidade de variâncias de Cochran previamente à análise. Analisaram-se os dados de cada aparelho separadamente.

Resultados e discussão

A interceptação luminosa, medida tanto pelo LAI quanto pelo Luxímetro, não foi diferente entre os espaçamentos, sendo as médias observadas de 60,42% (LAI) e 73,98% (Luxímetro). Não foram observadas diferenças entre clones quando a interceptação luminosa foi medida com o LAI. Porém, quando medida com o Luxímetro, foi possível observar diferenças entre clones, sendo a maior média de interceptação observada para o VM01 em relação ao GG100 (Tabela 1). Este resultado pode ser devido ao maior crescimento e sobrevivência do VM01 em comparação ao GG100 (CIPRIANI et al., 2015), proporcionando maior cobertura do solo. Também é possível que diferenças na morfologia da copa, como tamanho, cor e formato das folhas, o número e a altura dos galhos, tenham influenciado no resultado (PRETZSCH, 2014). Talvez o

Tabela 1. Atributos químicos do solo determinados em laboratório.

Profundidade (cm)	pH H ₂ O	MO ¹ g kg ⁻¹	P ² mg dm ⁻³	K ²	Ca ³	Mg ³ cmolc dm ⁻³	H+Al	Al ³	CTC ⁴	m ⁵ %	V ⁶
0-10	5,5	35,0	12,2	0,3	3,5	2,6	8,4	1,0	14,9	17,5	43,1
10-20	5,1	29,0	5,8	0,2	2,3	1,7	9,8	1,9	14,0	36,4	29,2

¹Matéria orgânica por digestão úmida; ²Método Mehlich; ³Extração de bases por KCl 1 mol; ⁴Capacidade de Troca Catiônica; ⁵Saturação por alumínio; ⁶Saturação por bases.

Tabela 2. Médias da percentagem de interceptação luminosa medida com analisador de dossel (LAI) ou Luxímetro sob a copa de clones de eucalipto (VM01 e GG100) plantados em dois espaçamentos.

Espaçamentos	LAI		Luxímetro	
	GG100	VM01	GG100	VM01
3,5 m x 2,0 m	54,18 aA	67,16 aA	69,56 aB	79,93 aA
3,5 m x 3,0 m	58,49 aA	61,86 aA	68,81 aB	77,63 aA
Média geral		60,42		73,98
CV(%)		12,30		3,70

Médias seguidas pela mesma letra (minúscula na coluna ou maiúscula na linha), não diferem entre si ao nível de 1% de significância.



luxímetro seja mais sensível a variações de interceptação luminosa que o LAI. Porém, essa variação pode não ter efeito no crescimento da forrageira, por exemplo. Mais estudos comparando-se ambos os aparelhos são necessários para confirmar essa hipótese.

A definição do espaçamento entre árvores nos renques deve ser feita de forma que, em condições satisfatórias de nutrientes e água no solo, o fator luminosidade não interfira na produtividade das plantas forrageiras. Segundo Oliveira et al. (2003), no arranjo com linhas duplas, os espaçamentos 2 m x 3 m ou 3 m x 3 m dentro da faixa de plantio são os mais usuais, podendo variar de 10 m a 50 m entre os renques.

Destaca-se que, quanto maior o espaçamento entre linhas, maior será a penetração de radiação solar no sub-bosque, o que irá favorecer o acúmulo de biomassa. Contudo, o espaçamento entre os renques não pode ser excessivo a ponto de comprometer a produção e a qualidade do produto florestal por área e a cobertura arbórea desejada para a proteção dos animais e da pastagem (RADOMSKI; RIBASKI, 2010).

Conclusões

Em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), o sombreamento proporcionado pelo clone de eucalipto VM01 é maior do que pelo GG100 para espaçamentos de plantio 3,5 m x 2 m ou 3,5 m x 3 m. Estes espaçamentos proporcionam sombreamento similar. Os resultados podem ser influenciados pelo instrumento utilizado na medição do sombreamento.

Referências

- ANDRADE, C. M.; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. (Ed.). **Guia arbopasto**: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 342 p.
- ALMEIDA, A. L. C.; MORAES, K. K. S.; CIPRIANI, H. N.; PASSOS, A. M. A. dos; CRUZ, P. G.; SALMAN, A. K. D.; VARGAS, L. Relationship between the light intensity and the distance from eucalyptus strips in pasture. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Towards sustainable intensification**: proceedings. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126957/1/APME.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2018.
- ALMEIDA, R. G.; RANGEL, J. H. A.; RODRIGUES, A. C. C.; ALVES, F. V. Sistemas silvipastoris: produção animal com benefícios ambientais. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 2014. Ilhéus. **Produção animal**: novas diretrizes; trabalhos apresentados. Ilhéus: SNPA, 2014. 3 f.
- Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121659/1/aac-Sistemas.pdf>>. Acesso em: 28 abril 2016.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; de MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, nesp, p. 77-87, 2009.
- CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Rondônia. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; PASSOS, A. M. A. dos; MORAES, K. K. S.; ALMEIDA, A. L. C.; REIS, M. C. dos. Initial growth of eucalypt clones in different spacings within strips. In: Proceedings..., Brasília, DF. Anais... In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126951/1/AKGD.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: Ed. da UFLA, 2010. 331 p.
- PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.
- PRETZSCH, H. Canopy space filling and tree crown morphology in mixed-species stands compared with monocultures. **Forest Ecology and Management**, v. 327, p. 251-264, 2014. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.04.027.
- RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. **Excentricidade da medula em *Grevilea robusta* e *Corymbia citriodora* cultivados em sistema silvipastoril**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 248).
- REIS, G. L.; LANA, A. M. Q.; EMERENCIANO NETO, J. V.; LEMOS FILHO, J. P. de; BORGES, I.; LONGO, R. M. Produção e composição bromatológica do capim-marandu, sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 29, sup. 1, p. 1606-1615, 2013.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; VILELA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- VALENTE, M. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. da; SANTOS, P. L. dos. **Levantamento semidetalhado dos solos do campo experimental de Porto Velho, RO**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998.



Avaliação econômica de parcelas de produção de erva-mate em sistemas agroflorestais no Estado de Itapúa, Paraguai

Ana Patricia Cubas Báez¹; Maria Laura Quevedo Fernandez²; Elizabeth Monges Zalazar³; William Tomaz Folmann⁴

¹Engenheira Florestal, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, ana.cubas1995@gmail.com; ²M Sc. Engenheira Florestal, professora-pesquisadora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ³M Sc. Engenheira Florestal, professora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, lizamonges@gmail.com; ⁴Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: Erva-mate é uma espécie de endêmica na América do Sul. No Paraguai, sua produção é favorecida por ser dentro da sua área natural, onde existem condições agroecológicas ideais para seu cultivo. Além de ser um dos principais produtores, o Paraguai é também um dos maiores consumidores globais. Devido à alta demanda para a espécie, é necessário desenvolver métodos mais eficientes de produção, otimizar recursos e reduzir custos.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; Rentabilidade econômica; Custos.

Introdução e objetivos

No Paraguai, a erva-mate tem grande importância social, ambiental, cultural e econômica. Também é chamado o “ouro verde”, um legado do povo Guarani, é um alimento tradicional das famílias paraguaias e seu consumo representa a unidade família e comunidade através do mate e o Tererê.

Nos últimos anos, a superfície das plantações de erva-mate tem aumentado consideravelmente. Com a crescente demanda global por produtos com maior valor nutricional e a descoberta de novos produtos derivados desta espécie, cresce também o interesse em seu cultivo (ZERBIELLI, 2016). Com este cenário favorável, os sistemas produtivos da erva-mate devem ser capazes de satisfazer sua demanda, atendendo ao mesmo tempo, os critérios de sustentabilidade, competitividade e qualidade.

Neste contexto, uma das principais preocupações do setor ervateiro, é aumentar a produtividade das plantações existentes. Para conseguir isso, é necessário desenvolver métodos mais eficientes de produção, otimizar recursos e reduzir custos, sem alterar a qualidade do produto. Aspectos de caracterização e avaliação econômica nos processos de planejamento e de tomada de decisões são essenciais. Estes permitem comparar sistemas de produção de fluxos econômicos, propor e combinar as diferentes possibilidades de gestão e desta forma, identificar as melhores alternativas de produção e rentabilidade da erva mate. Conhecer mais sobre o sistema que gera maior produtividade a um menor

custo, é uma das principais chaves para o sucesso da produção.

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a produtividade e rentabilidade da produção de erva-mate de Matelândia S.R.L. Os objetivos específicos foram: caracterizar a produção de erva-mate; analisar a produtividade dos lotes de produção e determinar a rentabilidade.

Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada na empresa Matelândia S.R.L, localizada em Capitão Meza, estado de Itapua, Paraguai. A coleta de dados foi realizada em três propriedades da empresa. Para os fins desta pesquisa, um lote de produção é considerado uma área de terra com uma plantação de erva-mate estabelecida sob características semelhantes de idade, distribuição, manejo e espécies florestais associadas. As parcelas foram definidas tendo em conta, principalmente, as variáveis: ano de implantação, densidade de plantio e espécie associada à floresta.

Para a caracterização das parcelas, foram utilizados formulários de campo, onde foram registrados dados como: ano do estabelecimento, área, densidade de plantação, desempenho, manejo e colheita; obtidos por meio de entrevistas com proprietários e administradores da empresa.

Para facilitar a compreensão dos principais elementos das parcelas, estas foram agrupados por faixas



etárias, usando a fórmula de Sturges (1921). Por um lado, os intervalos de 6 a 20, 21-35, 36-50; 51-65 e 66-80 anos; para a análise da produtividade e o cálculo da margem bruta. Por outro lado, varia de 0-6, 0-20, 0-35, 0-50, 0-65, 0-80 para o cálculo dos indicadores econômicos.

Para o cálculo dos custos de produção, foi utilizado o “método do custeio baseado em atividade”, que foram registrados em um formulário, os custos que compõem as atividades produtivas e a quantidade anual utilizada por hectare (RODIGHERI et al., 1995; DOSSA et al., 2000; PENTEADO JUNIOR et al., 2009). Segundo estes autores, as atividades podem ser divididas em dois grupos: fornecimentos e serviços, tendo em conta os recursos utilizados, seu custo unitário e a quantidade utilizada por hectare e por ano.

Entre os fatores de produção, os custos de manutenção (herbicidas, inseticidas, fertilizantes, combustível e lubrificantes, roçadeira, pulverizador costal) e colheita (serrote de poda, tesouras eletrônicas, malha, quebradora). Os custos de alguns insumos utilizados para o manejo e a colheita (roçadeira, pulverizador, tesoura eletrônica, serrote de poda e quebradora), foram utilizados no cálculo da depreciação.

Para os serviços, estão os custos de mão de obra para a limpeza, aplicação de produtos (herbicidas, inseticidas, fertilizantes), colheita e transporte de mercadorias. A unidade usada para medir a quantidade de trabalho foram os salários diários.

Nesta metodologia, os custos referem-se àqueles que são utilizados exclusivamente na produção de erva-mate, ou seja, investimentos que produzem benefícios incrementais. Excluindo o custo da terra ou o valor dos custos administrativos.

Com os dados de desempenho, obteve-se a produtividade (quilograma de folha verde/hectare/ano) para cada uma das parcelas da produção e posteriormente, a produtividade de ganho média por idade. As receitas foram calculadas entre o preço de varejo das folhas verdes e produtividade média por período.

Os dados de custos e receitas, foram estruturados em planilhas no Microsoft Excel, o fluxo de caixas para cada faixa etária. A análise econômica foi realizada considerando o indicador margem bruta, no período de um ano. Além disso, determinou-se indicadores econômicos: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e Relação benefício custo (R b/c). Os resultados foram analisados e comparados para determinar a faixa etária mais rentável economicamente.

Para o cálculo de depreciação, foi utilizado o método de linha reta, proposto por Afonso (s.d.):

$$\text{Depreciação anual} = \frac{\text{Custo} - \text{Valor residual}}{\text{Nº de períodos de vida útil estimada}}$$

Em que: *Custo* = representa o preço de compra do bem; valor residual: relação entre o preço de compra e o número de períodos de vida do produto; *Nº de períodos de vida útil estimada* (em anos) = é próprio de cada bem.

Foi utilizada a seguinte fórmula para o cálculo da margem bruta:

$$\text{Margem bruta} = \text{Receita bruta} - \text{Custos diretos}$$

Para o cálculo dos indicadores econômicos VAN, TIR, R B/C, são usadas as seguintes fórmulas:

$$VAN = \sum_{j=0}^n I_j(1+i)^j - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j$$

$$TIR = \sum_{j=0}^n I_j(1+i)^j - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j$$

$$RB/C = \frac{\sum_{j=0}^n I_j(1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j}$$

Em que: *i* = taxa de juros, *j* = renda no ano, *j* = período de ocorrência da renda ou custo, *C_j* = custo no ano e *n* = duração do projeto, nos anos.

Resultados e discussões

As 21 parcelas de produção estudadas apresentaram variações de superfície, ano de criação, plantação de densidade e, portanto, variações no desempenho. As superfícies destes estão entre 0,2 hectares e 5,2 hectares. Plantio de densidades que variam de 833 até 4.167 plantas por hectare. Mais amplamente utilizado pela empresa espaçamento (encontrado em 5 parcelas) é 4,0 m. x 2,0 m. (1.250 plantas/ha).

Para a criação de lotes de produção, é limpar a área com roçadeira e motosserra. As mudas são compradas de viveiros locais. Na época de plantio, é aplicado adubo natural (húmus de minhoca, 100 gramas por planta) e as mudas são protegidas com pranchas de madeira.

Atualmente, todas as parcelas de produção da empresa são baseadas em plantações de erva-mate com densidades variadas, com cobertura de solo e associações com espécies florestais (implantado ou remanescentes da floresta). As principais espécies encontradas foram: cedro (*Cedrela fissilis*), peterevy (*Cordia trichotoma*), guatambu (*Balfourodendron riedelianum*), kurupa'y ra (*Parapiptadenia rigida*), kurupa'y kuru (*Anadenanthera colubrina*), paraíso (*Melia azedarach*), yvyra pyta (*Peltophorum dubium*)).



Erva-mate é uma espécie florestal melhor adaptada às associações e sistemas agroflorestais, que apresentam aspectos ambientais, económicos e sociais altamente positivos, e possibilitam minimizar os custos da implementação do erval, diversificar a produção e as receitas. Além disso, as árvores fornecem boa proteção de erva-mate do calor intenso e geada, contribuam para conservar e melhorar características e a fertilidade do solo, assim gerando um maior ciclo de nutrientes e promover inter-relações nutricionais. O sistema agroflorestal aumenta a diversidade, a qualidade e o desempenho das espécies que a compõem (MAZUCHOWSKI, 2004; SANTOS et al., 2009; WESTPHALEN, 2016).

Todas as parcelas são limpas três vezes por ano ou quando necessário. Esta tarefa é executada usando ferramentas básicas tais como facões, enxadas, foices e roçadeiras. Também aplica-se herbicida químico (glifosato), inseticidas (abamectina, imidacloprid e piretroide). A adubação anual com vermicomposto também é praticada (aproximadamente 1.000 kg/ha) e ureia (aproximadamente 200 kg/ha). As plantações foram cobertas no solo com serragem, madeira, casca de arroz, casca de restos de tung; bem como adubos verdes (cannavalia) de verão e inverno (nabos, aveia, azevém).

As podas de formação foram feitas a partir do segundo ou terceiro ano após o plantio, e as colheitas iniciam a partir do terceiro ano. Daniel (2009) diz que estas podas fornecem indivíduos pequeno porte, permitindo uma melhor distribuição das plantas por unidade de área por unidade de área e facilitando as culturas, fertilização e outros tratamentos silviculturais.

Na colheita, deixa-se aproximadamente 35% das folhas e ramos da planta. A colheita é realizada anualmente pelo funcionários da empresa, utilizando as seguintes ferramentas: tesoura eletrônica, serrote de

podas e quebradora. Uma equipe de três pessoas colhem em média, 6.000 kg de folhas por dia. O material colhido é transportado com o caminhão da empresa, que é vendido para as cooperativas Colônias Unidas, a um custo de Guarani 1.790 kg de folhas verdes.

A continuação apresenta-se os dados mais relevantes por lotes de produção estudados.

A maior produtividade média (10.400 kg/ha/ano) foi registrada nas parcelas entre 6 a 20 anos (Tabela 1). Este grupo também encontrou-se a parcela com maior produtividade da empresa, correspondente a 25.000 kg/ha/ano. Verificou-se também que a produtividade média é inversamente proporcional à idade dos terrenos, motivo pelo qual o valor mais baixo corresponde ao intervalo de 66-80 anos.

Na Tabela 2 são apresentados por custos de faixa de idade e renda anual, bem como a margem bruta.

Em termos de custos e receitas, observou-se que há um aumento dos custos e receitas anuais na faixa de 6 a 20 anos (tabela 2). Isto ocorre principalmente devido ao custo de muitos suprimentos e serviços que aumentam proporcionalmente o kg de material colhido. O maior valor da margem bruta também foi gravado nesse grupo, com um valor de 5.163 R\$ / ha/ano.

A Figura 1 apresenta os valores de VPL por intervalos de idades.

Tendo em indicadores económicos conta VPL, TIR e R b/c, o projeto mostrado viável em todos os cenários elaborados. Valor máximo de VPL foi de R\$ 40.225/ha, na faixa de 0-65 anos (Figura 1). Há uma sequência crescente de VAN até escala 0-65 e uma diminuição do mesmo considerando o intervalo de 0-80, mas com valores que são viáveis para o projeto.

Dossa et al. (2000) obtiveram um valor de VPL R\$6.976/ha no ano 21. Cabbage et al. (2011) obtiveram um VPL de R\$2168/ha para uma plantação homogênea de 9 anos.

Tabela 1. Características mais relevantes por lotes de produção.

Categoria (anos)	Nº de parcelas de produção	Superfície (ha)	Densidade (nº de plantas/ha)	Produtividade média (kg/ha/ano)
06-20	10	0,201 - 4,229	1.667 - 3.333	10.400
21-35	6	0,340 - 5,168	833 - 4.167	9.500
36-50	3	0,230 - 4.,166	1.250	8.333
51-65	1	2,113	1.250	8.000
66-80	1	0,292	1.250	3.000

Tabela 2. Custos, receita e margem bruta por faixa etária.

	06-20 anos	21-35 anos	36-50 anos	51-65 anos	66-80 anos
Custo anual (R\$)	5.951	5.726	5.403	5.311	3.925
Receita anual (R\$)	11.114	10.152	8.905	8.549	3.206
Margem bruta (R\$/ha/ano)	5.163	4.426	3.502	3.239	-719

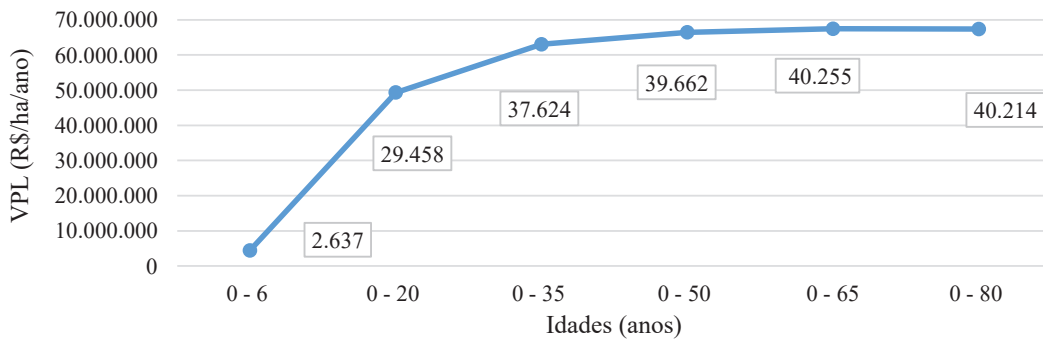


Figura 1. Valor Presente Líquido por intervalo de idade.

Considerando que a TIR, na figura a seguir observa-se que produziu um resultado de 32% em quase todos os casos, exceto na faixa de 0-6 anos (Figura 2).

Em uma pesquisa realizada por Dossa et al. (2000), a TIR obtida foi de 28%. Rodigheri et al. (1995), analisaram a viabilidade econômica da erva-mate na região de Guarapuava, estado do Paraná. Obtidos valores de TIR de 60,81% e 66,87%; com e sem o custo de terra, respectivamente (horizonte de 9 anos). Cubbage et al. (2011) obtiveram um valor de 16,2%.

No que se refere a R b/c valor foi 1.569; na faixa de 0-50 anos (Figura 3)

Dossa et al. (2000) determinaram um valor de

custo/benefício de 1,64. Por sua parte, Cubbage et al. (2011) mostraram um valor de 1,27. Na pesquisa de Rodigheri et al. (1995), a relação tornou-se positiva apenas a partir do 5º ano, com um valor de 1,65.

Conclusão

Os resultados e indicadores da avaliação econômica demonstram que as parcelas de produção de erva-mate usadas em Matelândia s.r.l. são uma atividade economicamente atrativa, especialmente aquelas que estão nos intervalos de 0-6 e 6-20 anos.

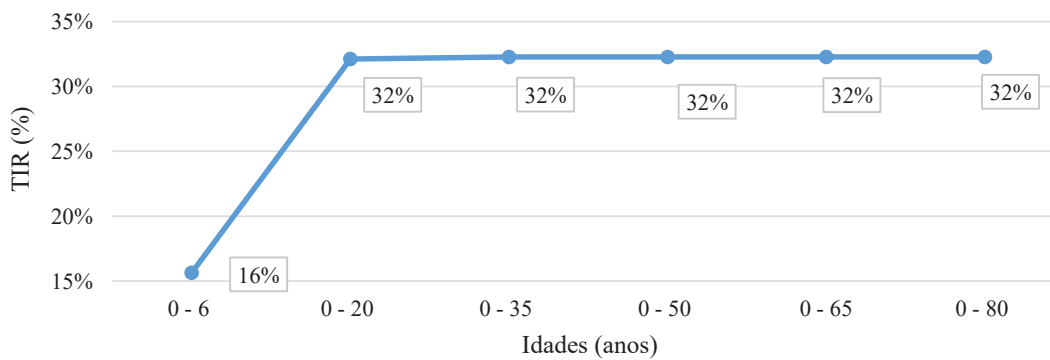


Figura 2. Taxa interna de retorno por intervalo de idade.

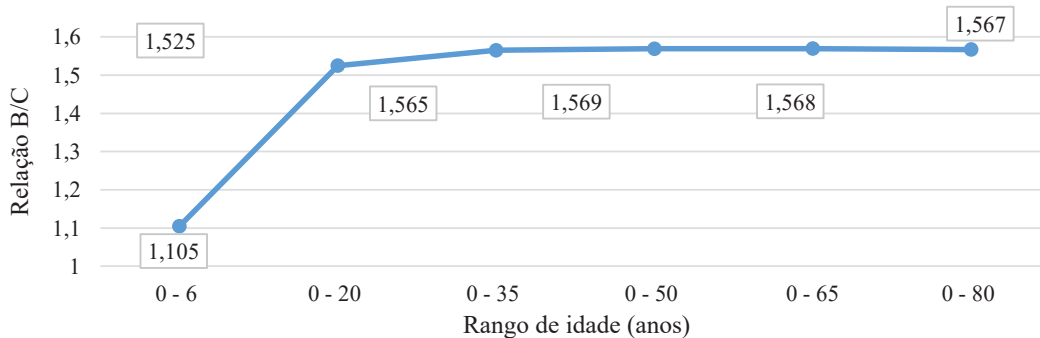


Figura 3. Relação benefício/custo por rango de idade.



Referências

AFONSO CELSO, B. T. **Como calcular e projetar a depreciação pelo método da linha reta com o auxílio de Excel**. São Paulo: Cavalcante Consultores, s.d. Disponível em: <<http://www.cavalcanteassociados.com.br/utd/UpToDate314.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2017.

CUBBAGE, F. W.; DAVIS, R. R.; FREY G. E. **Guía para la evaluación económica y financiera de proyectos forestales comunitarios en México**. [S. l.]: PROFOR, 2011. Disponível em: <http://www.ccmss.org.mx/descargas/Guia_para_la_evaluacion_economica_y_financiera_de_proyectos_forestales_comunitarios_en_Mexico.pdf>. Acesso em: 29 oct. 2017.

DANIEL, O. **Erva-mate**: sistema de produção e processamento industrial. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2009. 288 f.

DOSSA, D.; CONTO, A. J. de; RODIGHERI, H.; HOEFLICH, V. A. **Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 56 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 39).

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Influência de níveis de sombreamento e de nitrogênio na produção de massa foliar da erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hil.** 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em

Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; MAY DE MIO, L. L.; RODIGHERI, H. R. Avaliação dos custos em pomares de pessegueiro conduzidos nos sistemas integrado e convencional, nos municípios de Araucária e Lapa, Paraná. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 15-21, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000168.

RODIGHERI, H. R.; PENTEADO JUNIOR, J.; BUSATTA, L. A.; FERRON, R. M.; MOSELE, S. H. Rentabilidade econômica do consórcio erva-mate, milho na Região de Erechim-RS. **Perspectiva**, v. 19, n. 66, p. 25-48, 1995.

SANTOS, R. C.; WOICIECHOWSKI, T.; LOMBARDI, K. C. Estudo preliminar dos efeitos do sombreamento de eucalipto (*Eucalyptus dunnii* maiden) em plantio de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) nas propriedades químicas do solo. **Synergismus Scientifica**, v. 4, n. 1, p. 10-13, 2009.

WESTPHALEN, D. J. **Produção, qualidade e viabilidade econômica da erva-mate em sistema agroflorestal no terceiro planalto paranaense**. 2016. 190 f. Tese (Doutor em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ZERBIELLI, L. C. **Produtividade, luminosidade, composição química e qualidade da erva-mate**. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava.



Efeito de carvão vegetal em substratos para a produção de mudas de eucalipto

Anne Luize Sass¹; Débora Evelyn Christo dos Santos²; Shizuo Maeda³;
Claudia Maria Branco de Freitas Maia⁴

¹Engenheira Agrônoma, Msc em Ciência do Solo, autônoma, Curitiba, PR; ²Acadêmica de Engenharia Florestal da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR; ³Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, shizuo.maeda@embrapa.br; ⁴Engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Resumo: Foi avaliado o efeito do carvão vegetal como componente de substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. Substratos compostos pela mistura de fibra de coco (fc), casca de pinus (cp), carvão vegetal, vermiculita (ver) e dois substratos comerciais, fertilizados ou não, foram estudados. Mudas produzidas em substratos compostos por cp+fc (50v+50v), cp + fc + ver (40v+40v+20v) e cp + ver (80v+20v), fertilizados com macro e micronutrientes apresentaram as melhores características de qualidade. O carvão vegetal não contribuiu para a melhoria da qualidade das mudas obtidas.

Palavras-chave: *Eucalyptus dunnii*; Qualidade de mudas; Viveiro.

Introdução

Para o êxito de um plantio florestal, a qualidade das mudas utilizadas é fundamental. Além da capacidade de sobreviverem às condições adversas no campo, as mudas devem se desenvolver produzindo árvores com volume de madeira que seja economicamente viável. Para a obtenção de mudas de boa qualidade vários fatores devem ser adequados, como tipo e tamanho do recipiente, qualidade das sementes e disponibilidades de luz, água e temperatura adequadas (PEZZUTTI et al., 1999; SMIDERLE; MINAMI, 2001; GOMES et al., 2002; BARROS JÚNIOR et al., 2008) e as propriedades físico-químicas dos substratos.

O substrato é o meio de crescimento que deve proporcionar a sustentação das mudas e disponibilizar água, oxigênio e nutrientes em quantidades para o máximo desenvolvimento das mudas. Diversos materiais são utilizados na composição de substratos na busca de uma mistura que resulte em composição uniforme, baixa densidade, altas capacidades de troca catiônica e de retenção de água, adequada aeração e drenagem e disponibilidade de nutrientes, fatores que proporcionam ambiente ideal para a germinação, crescimento e desenvolvimento de mudas.

Para a produção de mudas florestais tem se usado mistura vermiculita, moínha de carvão, areia, composto orgânico, esterco bovino, terra de subsolo, casca de árvores, composto de lixo, terra de mato, serragem, bagaço de cana, acículas de pinus e turfa (FONSECA, 1988; OLIVEIRA et al., 2014), além de resíduos

industriais como lodo de tratamento de efluentes de indústrias de celulose, lodos urbanos e outros. A capacidade de troca catiônica e altas porosidade e superfície específica do carvão vegetal indicam, em condições favoráveis, para absorção de compostos orgânicos solúveis e a possibilidade desse material contribuir na qualidade de substrato (MADARI et al., 2006).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial do carvão vegetal como componente de substrato para a produção de mudas de eucalipto.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no viveiro para produção de mudas da Embrapa Florestas, no período entre 13 de abril e 3 de julho de 2013. O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é Clima temperado propriamente dito (Cfb), com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C (mesotérmico), com verões frescos, com temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2016).

Os resultados analíticos dos substratos estudados são apresentados na Tabela 1. O carvão vegetal utilizado foi obtido pela carbonização parcial de madeira de *Eucalyptus* sp., sendo mesmo peneirado em malha 0,5 cm. A casca de pinus foi triturada e compostada por um ano. A fibra de coco foi adquirida no comércio local. Dois substratos comerciais também foram estudados (tec e agr dos tratamentos 14, 15 e 16). Todos



os tratamentos receberam a adubação com micronutrientes (FTE BR12, 150 g m⁻³ de substrato), calcário dolomítico (1.000 g m⁻³ de substrato), uréia e cloreto de potássio em aplicações semanais em cobertura. Nos tratamentos 1, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12 foram aplicados adicionalmente NPK (4 Kg m⁻³ de substrato da fórmula 18-05-09) na forma de produto de liberação lenta. Após a preparação os substratos foram alojados em tubetes cônicos de polipropileno de 55 mL.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta por 20 tubetes. Após o enchimento dos tubetes foi feita a semeadura utilizando cinco sementes de *Eucalyptus dunnii* por tubete. Após a germinação foi feito um desbaste deixando uma plântula por tubete. A irrigação foi feita por aspersão automatizada numa frequência de três vezes ao dia.

Aos 81 dias após a semeadura foi realizada a avaliação do ensaio por meio da medição da altura (H), diâmetro a altura do colo (DC) e do número de folhas das mudas. Em seguida foi realizada a avaliação da agregação das raízes com os substratos (KRATZ et al., 2013), após o que foi realizada a limpeza das raízes e da parte aérea seguida da secagem das mesmas para mensuração das matérias secas da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST). Em seguida, foram calculadas as razões das relações entre H/DC e H/MSPA e o índice de qualidade de Dickson (IQD), com base na fórmula: $IQD = MST / ((H/DC) + (MSPA/MSR))$ (DICKSON et al., 1960).

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (5% de significância).

Resultados e discussão

Variáveis de fácil mensuração e não destrutivas em sua obtenção devem ser preferidas em relação àquelas em que há necessidade de destruir as mudas e processar o material obtido para a avaliação da qualidade das mesmas, uma vez que, além do tempo dispendido na avaliação, há necessidade de equipamentos para realizar a avaliação. Nesse sentido, a altura e o diâmetro à altura do colo das mudas são variáveis de fácil obtenção e têm sido, na prática, as mais utilizadas na avaliação da qualidade das mudas. É importante que as mesmas sejam correlacionadas com outras variáveis de qualidade, o que confere maior robustez na avaliação da qualidade das mudas.

Nos tratamentos 2, 4, 5, 6 e 8, compostos, respectivamente por 20cv+80cp, 20cv+80fc+os, 20cv+80fc, 100fc e 20cv+40cp+40fc, as mudas não sobreviveram, indicando que, as condições físicas e/ou químicas dos

substratos não eram adequadas para o desenvolvimento das mesmas. Nos demais tratamentos, em todas as variáveis, houve efeito significativo dos tratamentos estudados (Tabela 1).

• Altura

A altura é um dos parâmetros mais importantes para a classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981), apresentando uma contribuição relativa importante. Por ser de fácil medição e não haver necessidade de destruir a amostra (MEXAL; LANDS, 1990), a altura é utilizada rotineiramente para estimar a qualidade de mudas nos viveiros (GOMES et al., 2002), sendo também um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento no campo (MEXAL; LANDIS, 1990; REIS et al., 1991). A altura das mudas variou de 22,9 a 34,6 cm e os tratamentos 9, 10, 12 e 15 proporcionaram os maiores valores para essa variável (Tabela 1). Por ser não destrutiva, a altura é um bom descritor da qualidade de mudas, embora, isoladamente, apresente limitações uma vez que outras características precisam estar presentes, como a rigidez do caule. Wendling e Dutra (2010) consideraram 15 cm como altura mínima para mudas de eucalipto serem transplantadas no campo. De acordo com esse critério, todos os tratamentos proporcionaram valores de altura adequados para o plantio. Ao se considerar 15 cm como a altura ideal de plantio das mudas, é provável que o tempo para atingir esta altura tenha sido menor nos tratamentos com maior altura das mudas, visto que estas se desenvolveram mais rapidamente. Sendo assim, pode-se reduzir o tempo de formação das mudas, com consequente redução do custo de produção.

• Diâmetro à altura do colo

No que se refere ao diâmetro à altura do colo (DC), os tratamentos 7, 9, 10 e 12 apresentaram valores superiores, seguidos pelos tratamentos 1, 3, 13, 14 e 15 num nível intermediário e pelo tratamento 11 que apresentou o menor diâmetro (Tabela 1). O diâmetro de colo, isoladamente ou combinado com a altura, é uma das melhores características para avaliar a qualidade da muda. Quanto maior o diâmetro, melhor será o equilíbrio com a parte aérea, o que resulta em melhor resistência a danos físicos, maior sobrevivência e crescimento inicial das mudas em condições de campo (GOMES; PAIVA, 2004 citado por KRATZ, 2011), provavelmente pelo maior acúmulo de reservas. Todos os tratamentos apresentaram DC adequado para uma muda de boa qualidade, de acordo com Wendling e Dutra (2010), para os quais o DC mínimo para uma muda de boa qualidade para eucalipto seria de 2 mm.



Tabela 1. Médias dos valores de altura (H), diâmetro a altura do colo (DC), agregação (AGR), número de folhas (NF), matérias secas de parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST), da relação entre altura/dc, índice de qualidade de Dickson (IQD) e da relação entre a altura e MSPA (alt/MSPA) de mudas de *Eucalyptus dunnii* obtidos em substratos compostos por carvão vegetal (cv), casca de pinus (cp), fibra de coco (fc), vermiculita (verm), além de dois substratos comerciais (tec e agr) fertilizados com enxofre, micronutrientes e calcário e na presença e ausência de NPK encapsulado (NPKos).

Tratamento	H - cm	DC - mm	AGR	NF	MSPA - g	MSR - g	MST - g	H/DC	IQD	H/MSPA
1 - 20cv+80cp+NPKos	31,60 b	2,21 b	3,94 b	10,69 a	5,33 b	0,79 b	6,13 b	14,31 a	0,29 b	5,96
2 - 20cv+80cp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 - 100cp+NPKos	32,50 b	2,30 b	4,12 b	10,31 a	5,84 b	0,80 b	6,71 b	14,11 a	0,32 b	5,60
4 - 20cv+80fc+NPKos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 - 20cv+80fc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 - 100fc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 - 20cv+40cp+40fc+NPKos	30,50 b	2,60 a	6,19 a	10,37 a	7,38 a	1,23 a	8,62 a	11,76 b	0,48 a	4,14
8 - 20cv+40cp+40fc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 - 50cp+50fc+NPKos	34,60 a	2,54 a	6,50 a	11,00 a	6,89 a	1,23 a	8,12 a	13,61 a	0,42 a	5,06
10 - 40cp+40fc+20ver+NPKos	33,30 a	2,58 a	5,56 a	10,56 a	6,78 a	1,09 a	7,86 a	12,94 a	0,41 a	5,08
11 - 80fc+20verm+NPKos	22,90 d	2,00 c	5,62 a	8,56 c	4,23 c	0,84 b	5,07 b	11,45 b	0,31 b	6,18
12 - 80cp+20verm+NPKos	33,80 a	2,54 a	5,69 a	10,69 a	6,75 a	1,05 a	7,80 a	13,30 a	0,40 a	5,05
13 - 100tec	31,30 b	2,37 b	6,00 a	9,62 b	7,80 a	1,22 a	9,01 a	13,26 a	0,46 a	4,02
14 - 100agr	27,70 c	2,36 b	5,31 a	9,56 b	5,96 b	0,95 b	6,91 b	11,80 b	0,38 a	4,66
15 - 20cv+80agr	33,70 a	2,38 b	5,50 a	11,00 a	6,93 a	0,95 b	7,88 a	14,19 a	0,37 b	4,89
Probabilidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12
CV - %	5,98	6,3	7,29	5,67	13,66	14,75	13,36	5,81	13,7	20,8

Valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; células com “-” indicam que as plantas não sobreviveram



- **Agregação**

No que se refere à agregação do substrato às raízes, os valores mais elevados foram observados nos tratamentos 7 a 15 (excluindo o 8) e os menores valores nos tratamentos 1 e 3. A agregação das raízes ao substrato está diretamente relacionada com o enraizamento, conforme observado por Trigueiro e Guerrini (2003), onde mudas de *Eucalyptus grandis*, com enraizamento mais vigoroso apresentaram torrões mais firmes, em função do maior desenvolvimento das raízes laterais. Se não adequadamente agregado, quando a embalagem for retirada para o plantio, as raízes serão expostas ao ressecamento dificultando a sobrevivência das mudas. Por outro lado, se o substrato for muito coeso haverá dificuldade na retirada da muda da embalagem, podendo ocorrer danos às raízes, comprometendo a sobrevivência e o crescimento das mudas. Os valores observados nos melhores tratamentos se situaram num nível intermediário da escala de avaliação adotada, que varia de 0 a 10, sendo 0 para situação de total desagregação e 10 para altamente agregado (KRATZ, 2011).

- **Número de folhas**

Os tratamentos 1, 3, 7, 9, 10, 12 e 15 apresentaram os maiores números de folhas, seguidos pelos tratamentos 13 e 14 e com menor número de folhas o tratamento 11.

- **Massas secas**

Os maiores valores para a massa seca da parte aérea foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12, 13 e 15, seguidos pelos tratamentos 1, 3 e 14 e por fim pelo tratamento 11. Para a massa seca de raiz, os maiores valores foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12 e 13, seguidos pelos tratamentos 1, 3, 11, 14 e 15. Por fim, para a massa seca total, os maiores valores foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12, 13 e 15, seguidos pelos tratamentos 1, 3, 11 e 14.

Os coeficientes de correlação de Pearson entre as matérias secas da parte aérea, da raiz e total e as características químicas dos substratos indicaram valores significativos para os teores de cálcio e manganês com as matérias secas da parte aérea e total. Mudanças com maior biomassa seca apresentam maior rusticidade, o que promove maior capacidade de sobrevivência e crescimento inicial no campo, notadamente a biomassa seca de raízes, evitando a necessidade de replantios das mudas (GOMES et al., 2002; GOMES; PAIVA, 2004). Fonseca et al. (2002), estudando a qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, afirmam que o índice de qualidade de Dickson é altamente

correlacionado com todos os parâmetros morfológicos da planta. Obviamente, as relações entre o índice de qualidade de Dickson e as massas já eram esperadas, devido a estas serem utilizadas na fórmula de cálculo daquele, sendo também variáveis com risco no indicativo da qualidade de muda, também devido à característica de perdas das mudas ao se avaliarem tais variáveis.

- **Altura das mudas/Diâmetro à altura do colo**

Os tratamentos 1, 3, 9, 10, 12, 13 e 15 apresentaram valores para a razão da relação entre a altura das mudas (H) e o seu DC superiores, seguidos pelos tratamentos 7, 11 e 14. A faixa ideal para a razão da relação H/DC, sugerida por Toledo et al. (2015), é de 10 a 15. Assim, todos os tratamentos proporcionaram valores adequados para essa variável, enquanto que, pela faixa sugerida por Kratz et al. (2013) e Trigueiro e Guerrini (2003), que varia de 5,4 a 8,1, apenas os tratamentos que proporcionaram os menores valores para a razão da relação se ajustaram à faixa sugerida por esses autores (11,88 a 12,19). A razão da relação H/DC ressalta o equilíbrio no crescimento das mudas por considerar a relação entre duas variáveis em um índice, minimizando equívocos na avaliação da qualidade das mudas (CARNEIRO, 1991). Deve-se ressaltar a praticidade na obtenção dessa variável, além do fato de ser uma avaliação não destrutiva.

- **Índice de qualidade de Dickson (IQD)**

Os maiores valores para os IQD foram observados nos tratamentos 7, 9, 10, 12, 13 e 14. Esse índice, segundo Gomes e Paiva (2004), é um bom indicador de qualidade das mudas, pois considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, uma vez que introduz em sua estimativa as massas secas da parte aérea, da raiz e total e a altura de diâmetro de colo, o que pondera variáveis consideradas importantes para a qualidade da muda. Pode se considerar que quanto maior o seu valor, melhor será a qualidade da muda. Para sua determinação é necessário a destruição da amostra, o que é uma desvantagem para o uso dessa variável. Os valores para essa variável encontrados nesse trabalho foram superiores aos observados por Toledo et al. (2015) e Kratz et al. (2013), provavelmente por diferenças nas espécies estudadas.

Nenhuma variável, isoladamente, é adequada para a escolha da melhor muda. No conjunto das variáveis avaliadas os tratamentos 9, 10 e 12 apresentaram os melhores resultados nas nove variáveis, seguidos pelo tratamento 7, superior em sete variáveis, e 13 e 15 superiores em cinco das variáveis avaliadas. Os tratamentos 1, 3, 11 e 14 apresentaram desempenho inferior.



Conclusões

Mudas *Eucalyptus dunnii* produzidas em substrato composto por casca de pinus+fibra de coco (50v+50v); casca de pinus + fibra de coco + vermiculita (40v+40v+20v) e casca de pinus + vermiculita (80v+20v), fertilizados com macro e micronutrientes, apresentaram as melhores características de qualidade.

A presença de carvão vegetal na composição dos substratos estudados não contribuiu para a melhoria da qualidade das mudas obtidas.

Referências

- BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J. T.; BARROS, N. M. S. Utilização de compostos orgânicos no crescimento de mudas de pimentão. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 126-130, 2008.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1991. 451 p.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, p. 10-13, 1960.
- FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "win-strip"**. 1988. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, p. 515-523, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000400015.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000600002.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná**. 2016. Disponível em <<http://www.iapar.br/pagina-597.html>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. de. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 607-621, 2013. DOI: 10.5902/1980509812345.
- MADARI, B. E.; COSTA, A. R. da; CASTRO, L. M. de; SANTOS, J. L. S.; BENITES, V. de M.; ROCHA, A. de O.; MACHADO, P. L. O. de A. **Carvão vegetal como condicionador de solo para arroz de terras altas (cultivar Primavera): um estudo prospectivo**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 6 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 125).
- MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.
- OLIVEIRA, L. dos R.; LIMA, S. dos R.; LIMA, A. L. L. Crescimento de cedro rosa em diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 79, p. 187-195, 2014. DOI: 10.4336/2014.pfb.34.79.605.
- PARVIANEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.
- PEZZUTTI, R. V.; SCNUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 117-125, 1999. DOI: 10.5902/19805098389.
- REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; REGAZZI, A. J.; LELES, P. S. S. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-dabáhia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, v. 15, n. 1, p. 23-34, 1991.
- SMIDERLE, O. J.; MINAMI, K. Emergência e vigor de plântulas de goiaba em diferentes substratos. **Revista Ciência Rural**, v. 6, n. 1, p. 38-45, 2001.
- TOLEDO, F. H. S. de; VENTURIN, N.; CARLOS, L.; DIAS, B. A. S.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. G. Compostos de resíduos da fabricação de papel e celulose na produção de mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 17, p. 711-716, 2015. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n17p711-716.
- TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 64, p. 150-162, 2003.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (Ed.). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. p. 13-47.



Análise da aplicação de gesso em plantio de mogno-africano

Antonio Carlos Ferraz Filho¹; Andressa Ribeiro²; Gabriel Oliveira Chagas³; Henrique Faria de Oliveira⁴

¹Doutor em Ciências Florestais, professor adjunto na Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, acferrazfilho@ufpi.edu.br; ²Doutora em Ciências Florestais, professora adjunta na Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI; ³Gabriel Oliveira Chagas, graduando em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG; ⁴Henrique Faria de Oliveira, mestrando em Ciências Florestais na Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

Resumo: O mogno-africano é recente no país e estudos sobre adubação e o impacto no crescimento são importantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de gesso no crescimento das variáveis diâmetro, altura, altura dominante, área basal e volume medidas sucessivamente em um plantio aos 3,4 e 4,4 anos de idade. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com 6 tratamentos/doses de gesso (2, 5, 8, 11, 14, 28 t/ha), divididos em 4 blocos. Os resultados não indicaram diferenças significativas para nenhuma das variáveis dendrométricas avaliadas.

Palavras-chave: Química do solo; Crescimento e produção; *Khaya ivorensis*.

Introdução e objetivos

A exigência nutricional das espécies florestais é variável, sendo de suma importância que decisões sobre o manejo se baseiem em análises químicas do solo, realizadas antes e durante as fases do plantio. Tais análises irão definir na necessidade de correção via calcário e gesso no solo (MORETTI et al., 2014). O desenvolvimento de espécies varia entre diferentes ambientes, e, as características dos solos e das plantas desempenham um importante papel na determinação de diferenças na adaptação dessas plantas. Informações em relação aos nutrientes encontrados no solo e as exigências nutricionais das plantas são importantes para a definição de estratégias para manutenção da sustentabilidade florestal (SANTANA et al., 2008).

A maior parte do território nacional situa-se na região tropical, na qual os fatores de formação dos solos, principalmente chuvas e temperatura, atuam de maneira intensa. Dessa forma, é comum a presença de solos intemperizados, os quais possuem, entre outras características, baixos teores de nutrientes, alta capacidade de adsorção de fosfatos e alto índice de acidez. Tais características são indesejáveis para o desenvolvimento satisfatório de culturas florestais. Sendo então importante um adequado manejo químico do solo, a fim de se garantir a produtividade e o retorno econômico almejado.

Após a calagem, é comum a aplicação de gesso agrícola, também denominada gessagem. A aplicação de gesso no solo traz benefícios como: i) redução da toxidez do alumínio em subsuperfície, promovendo o aprofundamento do sistema radicular; ii) fornecimento

de cálcio e enxofre às plantas; iii) carregamento de bases para as camadas mais profundas do solo; iv) floculação da argila, promovendo melhoria das características físicas do solo (ROCHA et al., 2015).

A correção do solo é um fator muitas vezes determinante no desenvolvimento das plantas. Assim, a determinação da dose correta na correção do solo é primordial no plantio, principalmente de culturas florestais com alto valor de implantação e venda, como o mogno-africano. Por ser ainda uma cultura em fase inicial de desenvolvimento no país, e longe da rotação final na maioria dos locais (RIBEIRO et al., 2017), informações quanto à correção do solo adequada para a espécie são pouco divulgadas. Ressaltando a necessidade de pesquisas referentes ao requerimento nutricional de espécies florestais, a fim de melhorar o manejo para a garantia da qualidade física e química do solo. Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar o efeito da dosagem de gesso nas variáveis diâmetro, altura, altura dominante (valores médios por parcela), área basal e volume (valores por hectare) de um plantio de mogno-africano, como forma de aprimoramento das técnicas silviculturais para a espécie.

Material e métodos

O experimento foi implantado em junho de 2015 (plantio com 2,4 anos de idade) na fazenda Taquaril, propriedade da Florestas da Canastra Ltda., localizada no município de São Roque de Minas, no sudoeste de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). O clima da região é do tipo Cwb, de acordo com a classificação de Köppen



Fotos: Antonio Carlos Ferraz Filho

Figura 1. Mapa de localização e ilustração fotográfica do plantio e experimento de estudo.

(ALVARES et al., 2013). Este clima é caracterizado como tropical de altitude, com temperaturas médias anuais amenas (18,8 °C) e precipitação (1628 mm/ano) concentrada no período de verão.

O plantio está localizado a 834 metros de altitude, nos coordenadas -20,12° de latitude e -46,45° de longitude. O espaçamento entre as plantas é de 6 m x 6 m, senda a área total do experimento de 5,82 hectares. Antes do plantio, o solo da área foi tratado com 1,5 t/ha de calcário (36% CaO e 14% MgO, com PRNT 100%), 2 t/ha de gesso agrícola e 150 kg/ha de adubo na formulação 08:00:30.

A área foi então dividida em 4 blocos com 6 tratamentos cada, aplicando as seguintes doses de gesso: 2 (dosagem padrão da fazenda), 5, 8, 11, 14 e 28 toneladas por hectare. Cada parcela é composta por 15 plantas em linha, sendo as 5 árvores centrais mensuradas para coleta de dados e as restantes serviram de bordadura, resultando em uma área por parcela de 180 m². As parcelas foram medidas duas vezes, aos 3,4 e 4,4 anos de idade, nos meses de junho de 2016 e 2017, respectivamente. Em cada época de avaliação foi medido a altura total (h) e a circunferência a 1,3 m de altura do solo (CAP) de todas as árvores componentes do experimento. Posteriormente, a CAP foi transformada em diâmetro (d). Para medição da altura utilizou-se o hipsômetro Vertex III e fita métrica para medição da CAP.

As variáveis diâmetro, altura, altura dominante (valores médios por parcela), área basal e volume

(valores por hectare) foram acessadas para avaliar o efeito da variação da dose de gesso na produção do plantio. Estas características dendrométricas foram avaliadas independentemente por idade utilizando a formulação de delineamento em blocos casualizados por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017). Para o cálculo do volume das árvores individuais (v) utilizou-se a equação,

$$\ln(v) = -9,09353 + 0,88027 \times \ln(d^2 \times h),$$

obtida em Oliveira (2017). Para o cálculo da altura dominante foi considerado a altura média das 30 árvores mais grossas por hectare para cada parcela, de acordo com Ribeiro et al. (2016).

Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância (Anava) não acusaram diferença estatística significativa para todas as variáveis avaliadas nas duas idades de medição (Tabela 1). Os valores de probabilidade dos tratamentos de gesso da Anava variaram de 0,09 a 0,63 para volume por hectare e altura dominante, respectivamente, na idade 3,4 anos. E de 0,16 a 0,89 para área basal e altura, respectivamente, na idade de 4,4 anos.

A Tabela 2 mostra os valores das características dendrométricas avaliadas separadas por idade e e

Tabela 1. Valor da estatística F e valor de probabilidade (entre parênteses) para as fontes de variação (FV) bloco e tratamentos de gesso da Anava realizada para duas épocas de medição no delineamento de blocos casualizados.

Idade	FV	d (cm)	h (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	hdom (m)
3,4	Bloco	3,0 (0,05)	0,2 (0,88)	3,5 (0,04)	1,8 (0,19)	0,7 (0,55)
3,4	Gesso	1,8 (0,17)	1,7 (0,19)	1,9 (0,15)	2,3 (0,09)	0,7 (0,63)
4,4	Bloco	1,1 (0,38)	0,4 (0,76)	1,0 (0,41)	0,9 (0,48)	0,3 (0,82)
4,4	Gesso	1,5 (0,18)	0,3 (0,90)	1,9 (0,16)	1,1 (0,42)	0,6 (0,68)

Em que: d = diâmetro a altura do peito, h = altura total, G = área basal, V = volume por hectare e hdom = altura dominante.



Tabela 2. Características dendrométricas de mogno-africano cultivados em diferentes doses de gesso (tratamento, em t/ha) em duas idades de medição.

Idade	Tratamento	d (cm)	h (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	hdom (m)
3,4	2	12,7 (0,4)	8,6 (0,8)	3,6 (0,2)	18,5 (2,1)	10,2 (1,3)
	5	13,5 (0,8)	9,2 (0,4)	4,1 (0,5)	22,1 (3,2)	9,9 (1,2)
	8	13,7 (0,5)	9,6 (0,7)	4,1 (0,3)	23,1 (2,2)	10,1 (0,9)
	11	13,9 (0,5)	10,0 (0,5)	4,3 (0,3)	24,7 (2,0)	11,3 (1,5)
	14	13,3 (1,0)	9,5 (0,9)	3,9 (0,5)	22,2 (3,9)	9,9 (1,3)
	28	13,2 (0,8)	9,4 (0,6)	3,8 (0,5)	21,5 (3,1)	10,1 (1,1)
Média 3,4 anos		13,4	9,4	4,0	22,0	10,2
4,4	2	15,5 (0,5)	11,5 (0,9)	5,3 (0,3)	33,7 (3,2)	12,6 (1,0)
	5	16,7 (1,1)	12,2 (0,3)	6,1 (0,8)	40,6 (5,4)	12,6 (1,6)
	8	16,6 (0,8)	12,0 (0,3)	6,1 (0,6)	39,8 (3,1)	12,8 (0,7)
	11	17,3 (0,9)	11,7 (1,0)	6,6 (0,7)	41,6 (6,6)	12,4 (0,6)
	14	16,0 (1,2)	12,2 (1,6)	5,7 (0,8)	38,3 (8,2)	13,7 (1,7)
	28	16,3 (1,0)	12,1 (1,3)	5,8 (0,7)	38,3 (6,6)	13,7 (1,9)
Média 4,4 anos		16,4	11,9	5,9	38,7	12,9
IMA 4,4		3,7	2,7	1,3	8,8	2,9

Onde d = diâmetro a altura do peito, h = altura total, G = área basal, V = volume por hectare e hdom = altura dominante. Valores entre parênteses representam os desvios padrões.

tratamento. Os dados dendrométricos apresentados nesta Tabela indicam que o plantio possui produtividade média, quando comparado a outros plantios de mogno-africano plantados em espaçamentos semelhantes. A aplicação da altura dominante média (12,6 m aos 4,4 anos) na equação de projeção de altura dominante presente em Ribeiro et al. (2016) retorna um valor de 26,2 m aos 15 anos de idade. Classificando o experimento como de média produtividade, com valor de incremento médio anual em diâmetro de 3,7 cm/ano, acima do incremento médio para o sítio reportado por Ribeiro et al. (2016), igual a 3,4 cm/ano.

Até a idade avaliada (4,4 anos de idade) as diferentes doses de gesso aplicadas no momento de plantio não influenciaram significativamente o desenvolvimento de plantas de mogno-africano. Porém, nota-se a superioridade no crescimento das variáveis para o tratamento de 11 t/ha. Como se trata de um cultivo de longa data, o experimento deverá ser monitorado continuamente para averiguar se este resultado se manterá até a idade de corte esperada para produção de madeira de alta qualidade, próximo de 20 anos (FERRAZ FILHO et al., 2014).

Os resultados obtidos neste experimento servem para balizar futuros ensaios de correção de solos para a espécie. Especificamente, novos tratamentos com doses inferiores à menor dose testada neste estudo, como por exemplo 1 t/ha e controle (sem aplicação de gesso), servirão para avaliar a necessidade da aplicação deste corretivo nas áreas de plantio. É importante salientar que a aplicação ou não de gesso em plantios

de mogno-africano devem ser lastreados nos resultados das análises químicas do solo, estas exclusivas para cada tipo de plantio. A recomendação da quantidade de gesso a ser aplicada depende de qual objetivo se quer alcançar com o uso deste produto (ROCHA et al., 2015).

Conclusão

Tanto as características médias da parcela (DAP, altura total e altura dominante), bem como as características do povoamento (área basal e volume) não foram estatisticamente distintas em função das doses de gesso aplicadas no plantio. Porém, a dosagem de 11 t/ha retornou maiores valores das variáveis analisadas.

Agradecimento

À Equipe Técnica das Florestas da Canastra.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- FERRAZ FILHO, A. C.; MOLA-YUDEGO, B.; SCOLFORO, J. R. S. The coppice-with-standards silvicultural system as applied to



Eucalyptus plantations - a review. **Journal of Forestry Research**, v. 25, p. 237-248, 2014.

MORETTI, B. S.; OLIVEIRA, R. B.; FURTINI NETO, A. E. Gessagem e calagem para floresta é fundamental para altas produtividades. **Revista Campo e Negócios**, 2014. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/gessagem-e-calagem-para-floresta-e-fundamental-para-altas-produtividades/>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

OLIVEIRA, X. M. **Equações volumétricas e de afilamento para mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) nos estados de Minas Gerais e Pará, Brasil**. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

Acesso em: 5 mar. 2018.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento Da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-11, 2017.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; TOMÉ, M.; SCOLFORO, J. R. S. Site quality curves for African mahogany plantations in Brazil. **Cerne**, v. 22, p. 439-448, 2016.

ROCHA, J. H. T.; GOMÇALVES, J. L. M.; GODINHO, T. O.; SOUZA FILHO, L. F. S. Nutrição e fertilização com enxofre e uso de gesso em plantações de eucalipto. **Circular técnica IPEF**, n. 208, p. 1-14, 2015.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LEITE, H. G. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2723-2733, 2008.



Disponibilidade de Zn e Cu no solo após calagem e fertilização mineral em plantação de eucalipto

Antonio Leite Florentino¹; José Leonardo de Moraes Gonçalves²; Alexandre de Vicente Ferraz³; Liamara Santos Masullo⁴; Lucas Boff Buch Pastoriza⁵

¹Eng. Florestal, doutorando do Programa de Pós-graduação em Recursos Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, Universidade de São Paulo, antonio.florentino@usp.br; ²Prof. Titular do Departamento de Ciências Florestais, Esalq/USP, Piracicaba, SP; ³Eng. Florestal, doutor em Recursos Florestais e Coordenador Técnico do Programa Cooperativo de Silvicultura e Manejo, Piracicaba, SP; ⁴Eng. Florestal, doutoranda do PPGRF-Esalq/USP; ⁵Graduando em Eng. Florestal, Esalq/USP

Resumo: No Brasil, as plantações de eucalipto encontram-se predominantemente em solos distróficos. A disponibilidade de elementos catiônicos em solo de carga variável ou pH-dependentes, principalmente de íons metálicos, como Zn e Cu, é fortemente influenciada pela aplicação de corretivos agrícolas. Objetivou-se avaliar o efeito da calagem, com calcário dolomítico (Cal), e da fertilização mineral de Zn e Cu (Fm) no teor disponível destes micronutrientes e nos atributos químicos do solo, sob plantação de eucalipto. O estudo foi realizado em Itatinga – SP (a 23°03’S e 48°37’W), em delineamento com blocos casualizados, em esquema fatorial 3 (três níveis de Cal) x 2 (dois níveis de Fm), em quatro blocos. Avaliou-se as concentrações disponíveis de Zn e Cu e dos atributos químicos, aos seis meses após a aplicação da Fm e Cal no solo. Os efeitos de interação destes mesmos fatores não foram observados para os teores de Zn e Cu ($p > 0,05$), porém para algumas propriedades químicas houve diferença ($p < 0,05$). O efeito isolado da Fm e Cal não foi significativo para os teores Zn, mas para Cu foi observado efeito somente da Cal, também ocorreu efeito da Fm e/ou Cal para outros atributos químicos ($p < 0,05$). Os teores de Zn, Cu e das variáveis que apresentaram efeito isolado ou de interação da Fm e Cal ($p < 0,05$), foram explicados com 92% da variância total pela análise de componentes principais, onde o componente 1 representou o efeito da Cal, explicando 82%, e o componente 2 representou os efeitos da Cal e Fm, com 10% de explicação. Conclui-se, de modo geral, que a calagem e fertilização com Zn e Cu exerce influência negativa ou positiva, dependendo da variável do solo, e o efeito da calagem diminuiu os teores de Cu, não ocorrendo o mesmo para Zn.

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*; Atributos químicos do solo; Micronutrientes.

Introdução e objetivos

O comportamento e mobilidade dos nutrientes são dependentes do pH, da capacidade de troca catiônica, textura, matéria orgânica, hidróxidos (sobretudo de Fe, Mn e Al) e da atividade microbiana (KABATA-PENDIAS, 2011). Em solos com carga variável, o pH atua diretamente sobre a disponibilidade de nutrientes na solução, seja por intermédio de reações de dissolução/precipitação ou por sua ação sobre a CTC do solo. O Zn e o Cu, por exemplo, podem ter sua disponibilidade reduzida na solução do solo a medida que o pH aumenta (HAVLIN et al., 2013). A aplicação de doses elevadas de corretivos agrícolas pode alcalinizar o solo, provocando sintomas de deficiência de Zn e Cu nas plantas. As empresas florestais no Brasil têm utilizado com frequência a prática da calagem, porém o objetivo

principal tem sido fornecer cálcio e magnésio para as plantas (SMETHURST, 2010).

A expansão dos plantios florestais para áreas de cerrado e uso de materiais genéticos mais produtivos e exigentes por maior demanda de nutrientes têm aumentado o aparecimento de sintomas de deficiência de micronutrientes nas plantações, principalmente de boro. Mais recentemente, deficiências de Zn e Cu, sobretudo em áreas de cerrado, também estão sendo observadas (RODRIGUES et al., 2012). Outra razão, deve-se a migração dos plantios de eucalipto sob áreas cultivadas com culturas agrícolas, e ao seu alto pH, que poderiam ocasionar deficiência de micronutrientes as plantas, principalmente os catiônicos metálicos, como Zn e Cu. As recomendações para a fertilização de micronutrientes em plantações de eucalipto não são ainda consolidadas, em especial para Zn e Cu. Na



prática, aplicam-se os micronutrientes, principalmente o B e em menor quantidade o Zn, em mistura com fertilizantes de NPK, obtidas de fontes de baixa à moderada solubilidade, como ulexita e colemanita, com a dose de B variando de 2-5 g planta⁻¹ e a de Zn de 1-2 g planta⁻¹ (GONÇALVES, 2010).

Há carência de estudos envolvidos com a prática da calagem e fertilização com Zn e Cu, sob plantações florestais. Objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de calcário dolomítico e da fertilização mineral de Zn e Cu (Fm) no teor disponível destes micronutrientes e nos atributos químicos do solo, cultivado com *Eucalyptus grandis*.

Material e métodos

O estudo foi realizado em Itatinga-SP, a 23°03'S e 48°37'W, cujo solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), textura média. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro blocos, em esquema fatorial 3 x 2, sendo: três níveis de calagem (Cal): ausente (CA), sem aplicação de calcário dolomítico; convencional (CC), com aplicação de 1600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (baseada no cálculo: 20-[Ca+Mg]/10 em t ha⁻¹) e; superior (CS), com aplicação de 3700 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (baseada no método da saturação por bases - elevar V a 60%); e dois níveis de fertilização mineral (Fm): sem aplicação de Zn e Cu (-Zn-Cu) e com aplicação 1,5 e 0,5 kg ha⁻¹ de Zn e Cu (+Zn+Cu), respectivamente.

Antes da instalação do experimento, realizou-se coleta de solo na camada de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m e foram analisadas as propriedades químicas (pH em CaCl₂, MO - matéria orgânica, fósforo resina - P, potássio trocável - K, cálcio trocável - Ca, magnésio trocável - Mg, Alumínio trocável - Al, boro - B, cobre - Cu, ferro - Fe, manganês - Mn, zinco - Zn e indiretamente foram calculados: soma de base - SB, acidez total - HAl, capacidade de troca de cátions efetiva - CTCef; CTC a pH 7 - CTC_{pH7}, saturação por alumínio - m e saturação por base - V), pelo método de Raij et al (2001) e a textura das classes de argila, silte e areia, pelo método densímetro (BOYOUCOS, 1936).

O experimento foi implantado em julho de 2016, com o plantio de mudas seminais de uma monopro-gênie de *Eucalyptus grandis*, no espaçamento de 3 m x 2 m e a área útil da parcela, local onde realizou-se a coleta de solo, foi representada por 5 x 5 plantas, envolta de bordadura dupla. O calcário dolomítico (40 % de CaO, 10% de MgO e PRNT 85%) foi aplicado uma única vez a lanço, em uma faixa de aproximadamente 1 m, sobre a linha de plantio. Após a aplicação, o calcário foi incorporado a camada de 0,2 m do solo,

duas semanas antes do plantio das mudas de eucalipto. A fertilização com Zn e Cu ocorreu em coveta lateral, na ocasião do plantio, cerca de 0,15 m distante da muda e 0,15 m de profundidade. Todas as plantas do experimento foram fertilizadas com 60 kg ha⁻¹ de N e P, 140 kg ha⁻¹ de K e 5 kg ha⁻¹ de B. A aplicação dos fertilizantes foi realizada da seguinte forma: o P em coveta lateral na ocasião do plantio; o B a lanço na projeção da copa, na primeira adubação de cobertura, aos quatro meses; e o N e K foram parceladas na adubação de plantio (10 kg ha⁻¹ de N e K, em coveta), primeira de cobertura (20 e 50 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente, a lanço na projeção da copa, aos quatro meses) e segunda de cobertura (30 e 80 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente, de forma semelhante a primeira de cobertura, aos seis meses).

Após seis meses da aplicação da calagem e fertilização mineral, foram coletadas amostras de solo na camada de 0,0-0,2 m, com auxílio de um trado tipo holandês, em nove pontos distribuídos sistematicamente dentro da área útil de cada parcela. Os teores disponíveis de Zn e Cu, bem como outros atributos químicos do solo, foram analisados pelo método proposto por Raij et al. (2001). Os dados foram submetidos à análise de variância - teste *F* (anova) e as médias foram comparadas pelo teste LSD (*p* < 0,05). Os teores de Zn, Cu e dos atributos químicos que apresentaram diferença (*p* < 0,05) foram analisados pela análise multivariada, através da análise de componentes principais (PCA), para caracterizar os fatores "fertilização mineral - Fm" e "calagem - Cal", em seus níveis (variáveis classificatórias) em relação aos atributos químicos do solo (variáveis dependentes).

Resultados e discussão

De acordo com Raij et al. (1996), a acidez do solo antes da aplicação da Cal e Fm foi muito alta (pH < 4,3) e a saturação por base muito baixa (V < 25%). Para a matéria orgânica o teor foi médio (MO entre 15-30 g kg⁻¹), de P resina e K trocável muito baixo (P < 2 mg dm⁻³ e K < 0,5 mmolc dm⁻³), Ca e Mg trocável baixo (Ca < 4 e Mg < 2 mmolc dm⁻³), B médio (B entre 3-4 mg dm⁻³), Cu e Fe alto (Cu ≥ 0,9 e Fe 13 mg dm⁻³), Mn e Zn com teor baixo (Mn < 1,2 e Zn < 0,5 mg dm⁻³) (Tabela 1), de acordo com as classes de interpretação da fertilidade do solo para plantações de eucaliptos (GONÇALVES, 2010). A textura média na camada de 0,0-0,2 m foi de 14% de argila, 3% de silte e 83% de areia (Tabela 1). Estas características, principalmente, as propriedades químicas, quando são associadas a nutrição mineral das plantas, de modo geral, apresentam sérias limitações ao desenvolvimento vegetal, em decorrência principalmente da alta acidez, em que o Al



Tabela 1. Propriedades físicas e químicas do solo (Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico – LVAd, textura média), nas camadas antes do plantio das mudas de *Eucalyptus grandis*, em Itatinga-SP (média, n = 3).

Camada m	Argila	Silte	Areia	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	HA1
		%		-	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³		
0,0-0,1	14	3	83	3,5	26	1,6	0,48	2,48	1,9	15	67
0,1-0,2	15	2	83	3,6	16	0,7	0,43	1,59	1,4	13	44
0,0-0,2	14	3	83	3,6	21	1,2	0,46	2,04	1,6	14	56

Camada m	SB	CTC _{ef}	CTC _{pH7}	m	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		mmol _c dm ⁻³		%			mg dm ⁻³			
0,0-0,1	4,8	20	72	76	7	0,32	1,0	117	0,55	0,49
0,1-0,2	3,4	17	47	80	7	0,29	1,1	74	0,50	0,34
0,0-0,2	4,1	18	60	78	7	0,30	1,1	95	0,53	0,42

Análise física pelo método densímetro (BOYOUCOS, 1936) e química pelo método de Raij et al. (2001), onde: pH em CaCl₂ (0,01 mol L⁻¹); MO = matéria orgânica; SB = soma de base; HA1 = acidez total; CTC_{ef} = capacidade de troca de cátions efetiva; CTC_{pH7} = CTC pH 7; m = saturação por alumínio e V = saturação por base.

trocável está mais disponível na solução do solo, que ocasiona a redução da CTC_{ef} e em razão dos baixos teores de cátions de caráter básico, como Ca e Mg.

Após seis meses da aplicação da Fm e Cal no solo não houve efeito de interação para a disponibilidade de Zn e Cu ($p > 0,05$), porém observou-se apenas efeito da calagem sobre o teor de Cu no solo ($p < 0,05$) (Tabela 2). O efeito da calagem foi também observado para o pH do solo e de P, Ca, Mg, HA1, m, Fe e Mn; e o efeito

isolado da Fm foi encontrado para os teores disponíveis de P e Mn. A interação entre Fm e Cal ocorreu apenas para a disponibilidade de Al, SB, CTC_{ef} e V. Para a MO, K, CTC_{pH7}, B e Zn não foi observado efeito isolado da aplicação da fertilização mineral, bem como da calagem ($p > 0,05$) (Tabela 2). O teor médio de Zn foi de 0,48 mg dm⁻³, ao qual foi considerado baixo (Zn < 0,5 mg dm⁻³) e o teor da MO foi de 22 g kg⁻¹, sendo interpretado como de teor médio (15-30 g kg⁻¹),

Tabela 2. Análise de variância das propriedades químicas após seis meses da aplicação da calagem, com calcário dolomítico (Cal) e fertilização mineral de Zn e Cu (Fm), na camada de 0,0-0,2 m do solo (LVAd, textura média), sob plantação de *Eucalyptus grandis* (n = 3).

FV	p-Valor								
	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	HA1	SB
	-	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³			
Fm	0,5848	0,0789***	0,0134**	0,7604	0,7779	0,4967	0,0559***	0,9777	0,6843
Cal	0,0003*	0,2246	0,0022*	0,2652	0,0002*	<,0001*	<,0001*	<,0001*	<,0001*
Fm x Cal	0,9934	0,4646	0,0653***	0,6125	0,0677***	0,9108	0,0489**	0,514	0,0263**
Modelo	0,0071*	0,2755	0,0079*	0,2571	0,0011*	0,0005*	0,0004*	0,0004*	0,0003*
R ²	0,8003	0,5406	0,9422	0,5508	0,9365	0,8886	0,8934	0,8916	0,9707
CV (%)	6	13	14	65	31	36	21	14	22
Média	4,2	22	1,7	0,31	16	7,9	8,4	62	25

FV	p-Valor								
	CTC _{ef}	CTC _{pH7}	m	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mmol _c dm ⁻³		%			mg dm ⁻³			
Fm	0,8903	0,4486	0,3145	0,0239**	0,6841	0,164	0,8172	0,0464**	0,7902
Cal	<,0001*	0,5893	<,0001*	<,0001*	0,4823	0,0178**	0,0028*	0,0483**	0,514
Fm x Cal	0,0206**	0,5088	0,1068	0,0006*	0,2907	0,4087	0,3733	0,4897	0,5735
Modelo	0,0006*	0,6942	<,0001*	<,0001*	0,5041	0,0777	0,0189**	0,1035	0,7578
R ²	0,9644	0,4394	0,9910	0,9844	0,4616	0,6512	0,8474	0,6249	0,2891
CV (%)	14	14	12	16	52	7	25	20	31
Média	34	87	41	33	0,45	1,1	112	1,0	0,48

FV = fonte de variação; CV = coeficiente de variação; * $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ e *** $p < 0,10$. Análise química pelo método de Raij et al. (2001), onde: pH em CaCl₂ (0,01 mol L⁻¹); MO = matéria orgânica; SB = soma de base; HA1 = acidez total; CTC_{ef} = capacidade de troca de cátions efetiva; CTC_{pH7} = CTC pH 7; m = saturação por alumínio e V = saturação por base.



conforme as classes de interpretação para plantações de eucaliptos (GONÇALVES, 2010).

Os teores disponíveis de P e Mn foram maiores na Fm de +Zn+Cu (Tabela 3). A calagem CS reduziu os teores de Cu, bem como de P, HAl, m, Fe e Mn, em relação a CA; a CS em comparação com a calagem CC apresentou menores quantidades de Cu, P, HAl e m; a CC apresentou menores valores de HAl, m, Fe e Mn em relação a CA; a aplicação da CC e CS também evidenciou aumento do pH e de teores de Ca e Mg trocável em comparação a CA, com maiores valores destas mesmas variáveis na presença da calagem CS em relação a CC (Tabela 4).

O efeito de interação da Fm dentro de Cal (Fm d. Cal), mostrou que entre os níveis de Fm houve diferença para os teores de Al na calagem CA; de SB e CTC_{ef} na CC; e de V na presença da calagem CC e CS, aos quais foram interação de inversão, ou seja, ocorre alternância de valores destes atributos entre os níveis de Fm d. Cal (Figura 1). Para estas mesmas propriedades químicas, o efeito de interação da Cal dentro da Fm (Cal d. Fm) foram de potencialização, ou seja, foi diretamente proporcional a quantidade de calcário aplicada no solo, exceto para V. Este efeito (Cal d. Fm), diminuiu os teores de Al e aumentou de SB, CTC_{ef} e V, em que ocorreu diferença do teor de Al, SB, CTC_{ef} e V nos níveis CC ou CS em relação ao nível de CA, independente da Fm (-Zn-Cu ou +Zn+Cu). Ainda,

Tabela 3. Efeito isolado da fertilização de Zn e Cu (Fm) nos teores de P e Mn na camada de 0,0-0,2 m, após seis meses da aplicação no solo (LVAd), sob plantação de *Eucalyptus grandis* (média ± desvio padrão, n = 3).

Fm	P		Mn	
	mg dm ⁻³		mg dm ⁻³	
-Zn-Cu	1,4 ± 0,3 b		0,88 ± 0,20 b	
+Zn+Cu	1,9 ± 0,2 a		1,09 ± 0,17 a	
p-valor	0,0134		0,0464	

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste lsd ($p < 0,05$). Análise de P - método da resina e Mn - DTPA (RAIJ et al., 2001). Fm: -Zn-Cu=sem Zn e Cu e +Zn+Cu=com Zn (1,5 kg ha⁻¹) e Cu (0,5 kg ha⁻¹).

Tabela 4. Efeito isolado da calagem (Cal) nas propriedades químicas da camada de 0,0-0,2 m, após seis meses da aplicação no solo (LVAd, textura média), sob plantação de *Eucalyptus grandis* (média ± desvio padrão, n = 3).

Cal	pH	P		Ca		Mg		HAl	m	Cu	Fe	Mn
		mg dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³						
CA	3,7±0,1 c	2,2±0,1 a	0,7±0,2 c	0,6±0,3 c	87±9 a	89±3 a	1,14±0,10 a	167±40 a	1,17±0,19 a			
CC	4,2±0,1 b	1,9±0,4 a	16,3±4,4 b	7,8±1,4 b	55±10 b	24±5 b	1,09±0,03 a	88±23 b	0,88±0,11 b			
CS	4,7±0,4 a	1,0±0,2 b	30,2±5,3 a	15,3±4,4 a	43±6 c	11±2 c	0,98±0,08 b	75±18 b	0,89±0,25 b			
p-valor	0,0003	0,0022	0,0002	<,0001	<,0001	<,0001	0,0178	0,0028	0,0483			

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste lsd ($p < 0,05$). Análise química pelo método de Raij et al. (2001), onde: pH em CaCl₂ (0,01 mol L⁻¹); HAl = acidez total e m = saturação por alumínio. Cal: CA = ausente, CC = convencional (baseada pelo cálculo: 20-[Ca+Mg]/10 em t ha⁻¹) e CS = superior (método da V – elevar V a 60 %), na quantidade de 0, 1600 e 3700 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, respectivamente.

considerando Cal d. Fm, encontrou-se que dentre os níveis de calagem CC e CS não houve diferença entre os teores de Al, SB e CTC_{ef}, exceto para V, na presença da Fm de +Zn+Cu, enquanto no nível -Zn-Cu os teores de Al diminuíram e os de SB, CTC_{ef} e V aumentaram na calagem CS, em relação a CC (Figura 1).

O aumento do pH, decorrente da Cal, pode ter ocasionado a redução da CTC_{ef}, provavelmente pela protonação de elementos de cargas variáveis (pH-dependentes) e retenção de Al trocável, através do aumento dos teores de Ca e Mg trocável e diminuição de Al, Cu e Fe. As taxas médias de Al trocável na CTC_{ef} foi de 85 % na calagem CA, 22 % na CC e 9 % na CS. Isso ocorreu, porque o aumento do pH proporciona a dissociação de íons H⁺ ligados a grupos OH da MO e de óxidos de Fe e Al, que vai influenciar no aumento de cargas negativas e maior adsorção de elementos catiônicos metálicos, por exemplo de Zn e Cu (ALLEONI et al., 2005; HAVLIN et al., 2013).

O efeito isolado da Cal ou Fm não observado para Zn, possivelmente, foi devido a maior afinidade de adsorção do Cu em comparação ao Zn, por causa do Cu ter mais influência no controle da solubilização, em razão de sua maior afinidade com a matéria orgânica e óxidos amorfos, que proporciona o maior seletividade nas superfícies coloidais, resultando em alta energia de ligação e estabilidade pela formação de complexos de esfera interna (KABATA-PENDIAS, 2011; JORIS et al., 2012).

A diminuição dos teores de Cu, na presença de calagem, pode ter sido decorrente do aumento do pH e dos óxidos de Fe e Mn, e possivelmente de ligações com grupos OH⁻ da matéria orgânica, em que neste estudo encontrou-se com teores médios. A matéria orgânica está muito ligada aos micronutrientes do solo, em que ocorre troca iônica de H⁺ de grupos funcionais e íons micronutrientes, mesmo assim, o alto grau de seletividade de substâncias húmicas por certos micronutrientes tem revelado que eles coordenam diretamente com aqueles grupos funcionais, ocasionando a formação de complexos de esfera interna, em que uma sequência típica de seletividade, tende a ocorrer da

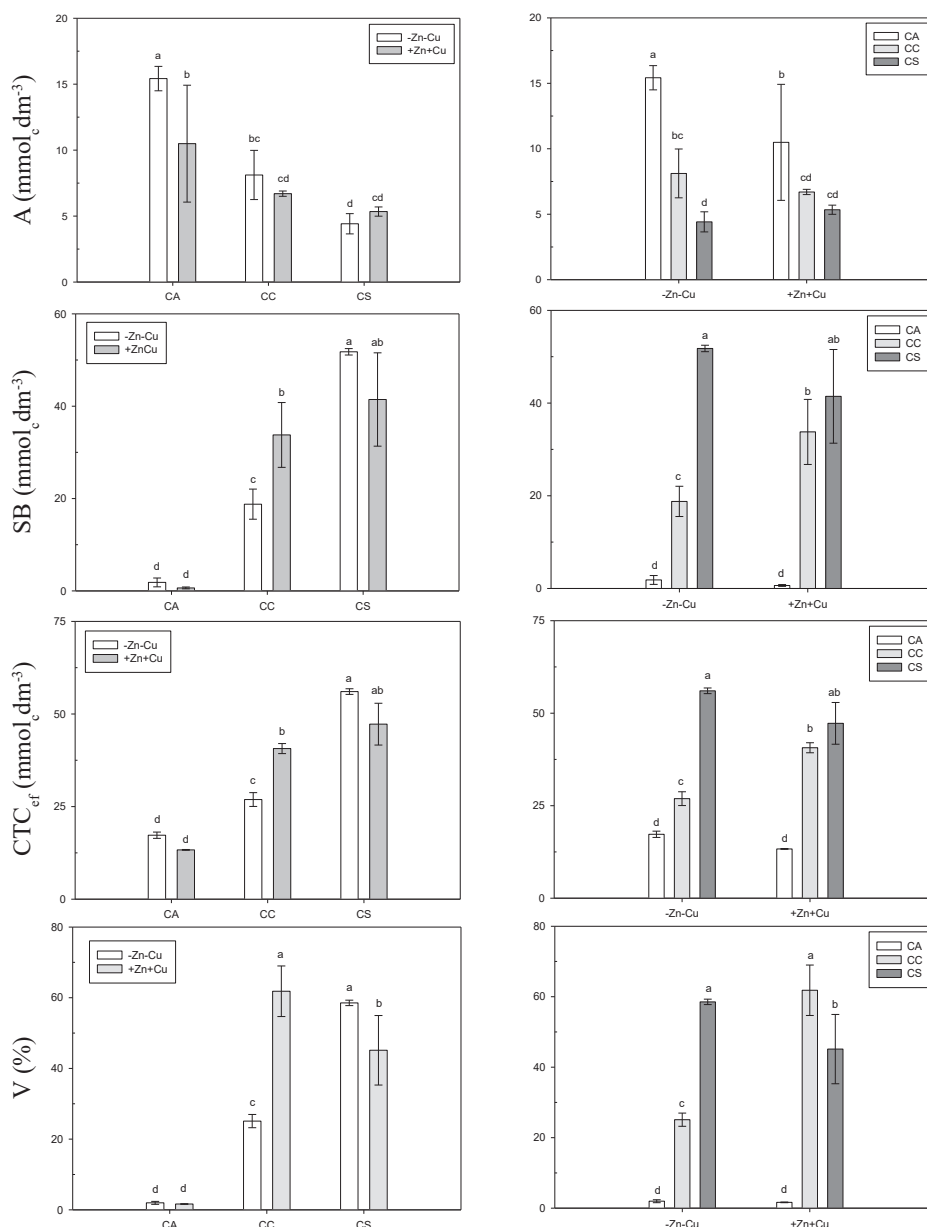


Figura 1. Efeito de interação da fertilização de Zn e Cu (Fm) na presença de calagem (Cal) (esq.) e de Cal na presença de Fm (dir.) para Al, SB - soma de bases, CTC_{ef} - CTC efetiva e V - saturação por base, da camada de 0,0-0,2 m, seis meses após à aplicação de Fm e Cal no solo (LVAd), sob plantação de *E.grandis*. Análise química pelo método de Raij et al. (2001) e médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste lsd ($p < 0,05$) (barra vertical = desvio padrão, $n = 3$). Fm: -Zn-Cu = sem Zn e Cu e +Zn+Cu = com Zn ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$) e Cu ($0,5 \text{ kg ha}^{-1}$) e Cal: CA = ausente, CC = convencional (baseada pelo cálculo: $20 \cdot [\text{Ca} + \text{Mg}] / 10$ em t ha^{-1}) e CS = superior (método da V – elevar V a 60 %), na quantidade de 0, 1600 e 3700 kg ha^{-1} de calcário dolomítico, respectivamente.

seguinte forma, em ordem decrescente: $\text{Cu} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn}$ (ABREU et al., 2007).

A análise de componentes principais é utilizada para encontrar os autovalores (λ_k) e autovetores (e_k), em que o autovalor de um componente principal indica o quanto de variância ele possui da variância total (MANLY, 2008), assim, observou-se que os dois primeiros componentes principais explicaram 92% ($\lambda_1 = 12,9$) da variância total ($\lambda_k = 14$). O componente 1 representou o efeito da calagem, explicando 82% (λ_1

= 11,5) e o componente 2 representou os efeitos da calagem e fertilização mineral de Zn e Cu, explicando 10% ($\lambda_2 = 1,4$) da variância dos dados (Figura 2).

O componente 1 foi caracterizado por apresentar poder médio de pH, Ca, Mg, SB, CTC_{ef} e V, que entre si possuíam forte correlações positivamente (representado principalmente pelo efeito positivo da calagem CS e negativo da CA) e correlacionados negativamente ao Al, HAl, m, Cu e Fe, com poder médio e, com exceção do Cu, possuíam fortes correlações positiva

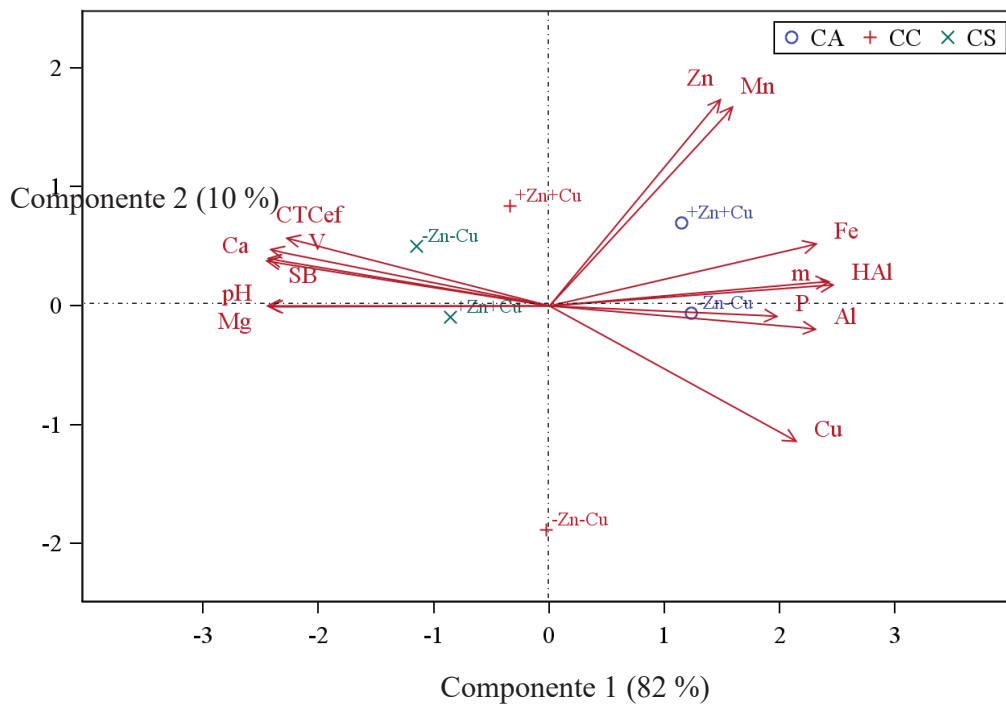


Figura 2. Biplot da caracterização da Fm (-Zn-Cu e +Zn+Cu) e Cal (CA, CC e CS) em relação as variáveis dependentes (pH – CaCl_2 , P, Ca, Mg, Al, HAl – acidez total, SB – soma de bases, CTC_{ef} – capacidade de troca de cátions efetiva, m – saturação por alumínio, V – saturação por bases, Cu, Fe, Mn e Zn), da camada de 0,0-0,2 m, seis meses após à aplicação de Fm e Cal no solo (LVAd), sob plantação de *Eucalyptus grandis*. Análise química pelo método de Raij et al. (2001). Fm: -Zn-Cu = sem Zn e Cu e +Zn+Cu = com Zn ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$) e Cu ($0,5 \text{ kg ha}^{-1}$) e Cal: CA = ausente, CC = convencional (baseada pelo cálculo: $20 \cdot [\text{Ca} + \text{Mg}] / 10 \text{ em t ha}^{-1}$) e CS = superior (método da V – elevar V a 60%), na quantidade de 0, 1600 e 3700 kg ha^{-1} de calcário dolomítico, respectivamente.

(representado principalmente pelo efeito negativo da calagem CS e positivo da CA). O teor de Cu no componente 1 foi mais correlacionado ao efeito negativo da calagem CS e CC e efeito positivo da calagem CA. Ainda, neste componente, o teor de Zn foi mais correlacionado ao efeito negativo da calagem CS e positivo da CA, e possuindo fortes correlações positivas com o Mn.

O componente 2 foi caracterizado por apresentar peso alto para Cu, Zn e Mn, com Zn e Mn, sendo mais explicado pelo efeito positivo da calagem CA, na presença da Fm de +Zn+Cu. O teor de Cu foi mais correlacionado ao efeito negativo da calagem CS e CC, sendo que a Fm de +Zn+Cu teve peso mais alto para evitar tal efeito em relação a Fm de -Zn-Cu, e efeito positivo da calagem CA, pouco explicado pela Fm de +Zn+Cu.

Conclusões

A calagem, com calcário dolomítico, aumentou o pH e os teores de Ca e Mg trocável, e diminuiu os teores de P, Al, Fe e Mn no solo.

O teor disponível de Cu diminuiu com a elevação do pH e com o aumento dos teores de Ca e Mg trocável no solo.

O teor disponível de Zn foi fortemente correlacionado ao de Mn, e suas concentrações foram afetadas positivamente pela fertilização mineral com Zn e Cu e negativamente com a prática da calagem.

Referências

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-736.
- ALLEONI, L. R. F.; IGLESIAS, C. S. M.; MELLO, S. D. C.; CAMARGO, O. A. de; CASAGRANDE, J. C.; LAVORENTI, N. A. Atributos do solo relacionados à adsorção de cádmio e cobre em solos tropicais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 729-737, 2005. DOI: 10.4025/actasciagron.v27i4.1348.
- BOYOUCOS, G. J. Directions for making mechanical analyses of soils by the hydrometer method. **Soil Science**, v. 42, p. 225-229, 1936.
- GONÇALVES, J. L. de M. Eucalipto. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. **Boas práticas para uso eficientes de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. v. 3. cap. 8.
- HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient**



management. 8th ed. New Jersey: Prentice Hall. 2013. 528 p.

JORIS, H. H. A. W.; FONSECA, A. da; DA FONSECA, A. F.; ASAMI, V. Y.; BRIEDIS, C.; BORSZOWSKI, P. R.; GARBUIO, F. J. Adsorção de metais pesados após calagem superficial em um Latossolo Vermelho sob sistema de plantio direto. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 43, n. 1, p. 1-10, 2012. DOI: 10.1590/S1806-66902012000100001.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soils and plants**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

MANLY, Bryan J. F. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SMETHURST, P. J. Forest fertilization: Trends in knowledge and practice compared to agriculture. **Plant and Soil**, v. 335, n. 1, p. 83-100, 2010. DOI: 10.1007/s11104-010-0316-3.



Production of firewood and biomass of invasive *Acacia farnesiana* trees on grassland of Mexico

Artemio Carrillo-Parra^{1*}; Sandy Juliana Hernández Mata²; Fortunato Garza-Ocañas²;
José Rodolfo Goche-Tellez³; José Guadalupe Rutiaga-Quiñones⁴

¹PhD in Wood Biology and Wood Technology, Universidad Juárez del Estado de Durango, Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Durango, México, acarrilloparra@ujed.mx; ²Forest engineer and PhD in Micology, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México, fortunatofgo@gmail.com; ³Dr. on Forestry and agriculture, Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, Durango, Durango, México, jgoche@ujed.mx; ⁴PhD. Wood Chemistry, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Madera, Morelia, Michoacán, México, jrutiaga@yahoo.com.mx

Abstracts: Trees of *Acacia farnesiana* are typical of the northeast of Mexico; they were introduced during the early years of the Spanish colonization and are distributed from the southwest of the United States to South America. It is currently present in all continents between latitudes 30° N and 40° S, it is commonly called “huizache” and constitutes an important part of Mexico national flora. In Mexico, the growth of this species in areas under different types of management has caused a great proliferation of individuals in many cases. It is considered as a problem for the feeding of livestock. This problem has not received the attention by both handlers as researchers; there is little available information that determines its forestry production, properties of the firewood and its quality as a biofuel. This research work was conducted in order to determine the number of trees, volume and biomass production and present management alternatives. The study area was located in Linares, Nuevo León, México, the volume and biomass production was determined by forest inventories in plots of 2 m x 50 m. Results shows firewood production of *A. farnesiana* trees from 1.9 to 4.7 m³/ha and the biomass production from 944 to 4,816 kg/ha, regarding to the results, this species is considered as alternative for firewood and biomass production with ecological criteria in the areas of grasslands in the northeast of Mexico.

Key words: Invasive trees; Management; Silviculture.

Introduction

Invasions of trees increased on the last decades because of missives species introductions for horticulture, forestry, agriculture and agroforestry (RICHARDSON; REJMÁNEK, 2011; RICHARDSON et al., 2014). Alien species are introduced or spread outside their natural distribution, however not all aliens species are invasive, some of them can provide economical benefits (DICKIE et al., 2014; van WILGEN; RICHARDSON, 2014; SITZIA et al., 2016).

In Mexico as in other parts of world some forest areas were modified to cattle production, however because of extensive activities the areas are invaded for shrubs and trees species. The species *Acacia farnesiana* is an invasive tree on grassland areas; produce some economic and ecological problems to forest managers. The most common problems are the reduction of

feed for livestock, so effective solutions to reduce the presence of this species are an important topic.

This research looks for a silvicultural and sustainable uses of this invasive species that decrease their presence in grasslands and at the same time generate economic gains to users. The main objectives of this research were: to determine the number of trees per hectare at each category, to determine the volume and biomass production and suggest to *A. farnesiana* trees species management alternatives considering aspects of production and ecological to the grasslands of the northeast of Mexico.

Materials and methods

The study area was in the Autonomous University of Nuevo Leon in the geographical coordinates 24°47'



37N and 99°32'26. The altitude of the area is 376 m. The climate according to the Köppen classification modified by (GARCÍA, 1973) is (A) C (x') (w ') to (e) corresponding to an extreme warm sub-humid climate basically due to the geographical position in the subtropical area of high pressure, with influence from the moist trade winds and cold winds from the North during the winter.

The invaded area by *A. farnesiana* trees was subdivided in three sites; in each site ten plot of 2 m x 50 m (100 m²) were established. The number of trees was counted and heights and diameters of all trees were measured.

Three trees of each diametric category (5, 10, 15 and 20 cm) were selected and cut on branches and small logs. The firewood volume was determined applying the formula of Shmalian in all logs and branches of each tree (Equation 1). The total firewood volume per site and diametric category was determined relating the number of trees by each diametric category and volume of trees.

$$V = \frac{\pi}{4[D_1^2 + D_2^2]} \quad (\text{Equation 1})$$

Where: V = volume

D_1 = Diameter 1

D_2 = Diameter 2

L = log large

Small wood samples (20 x 20 x 20 mm) were cut, volume and weighed on green and oven dry condition were determined and data per diametric category and hectare were calculated. The data were also analyzed using one-way analysis of variance with a random

arrangement. (STEEL; TORRIE, 1960). Once statistical differences ($p < 0.05$) were found between groups, Tukey tests were developed. Tukey's honestly significant difference (HSD) tests were considered statistically significant at $p < 0.05$ for all pair-wise comparisons (STEEL; TORRIE, 1960).

Results and discussions

Figure 1 shows the trees/ha found on each category per site. There were statistical differences ($p < 0.05$) on number of tree per category diametric. The smallest category showed the more trees per hectare and the bigger the lowest amount of trees. In a study developed by Foroughbakhch et al. (2014) they comprised the volume production between plantation and natural regeneration and found a volume production of 0.013705 m³/tree (35.22 m³/ha) of *Acacia farnesiana* and 0.010103 m³/tree (11.22 m³/ha) of *Acacia wrightii*.

Category 10 cm showed the highest volume per hectare by both branches (2.86 m³/ha) and logs (1.76 m³/ha). Total volume was showed 4.66 m³/ha (Figure 2).

Branches in all categories produced more biomass; the highest amount was produced at category 10. The lowest production was in the category 5. In logs greater biomass production was at category 20 and the lowest on category 5 (Figure 3). In a similar research Thapa (2017) found lower production of green biomass of *Acacia auriculiformis* (30.01 kg/tree) and *Acacia catechu*. In the same line are the findings of Tesfaye et al. (2015) they produced 8 to 76 kg/tree for *Acacia saligna* and 6 to 41 kg/tree for *A. decurrens*.

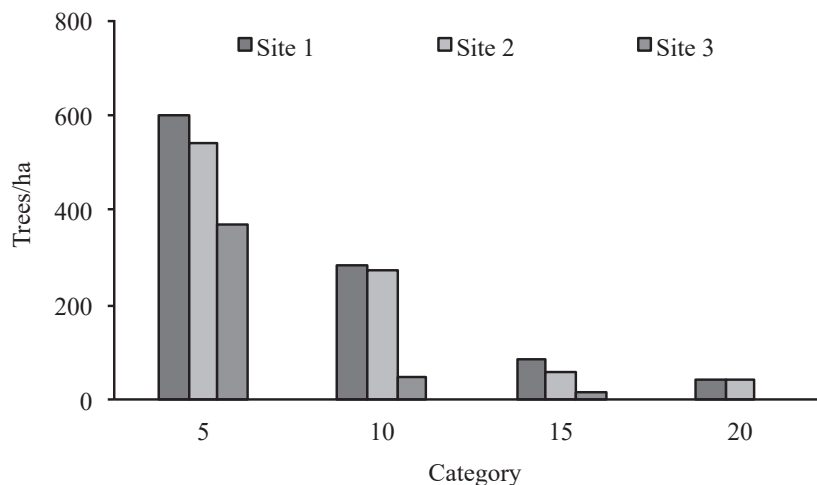


Figure 1. Number of trees/ha of invasive *Acacia farnesiana* on grassland of Mexico.

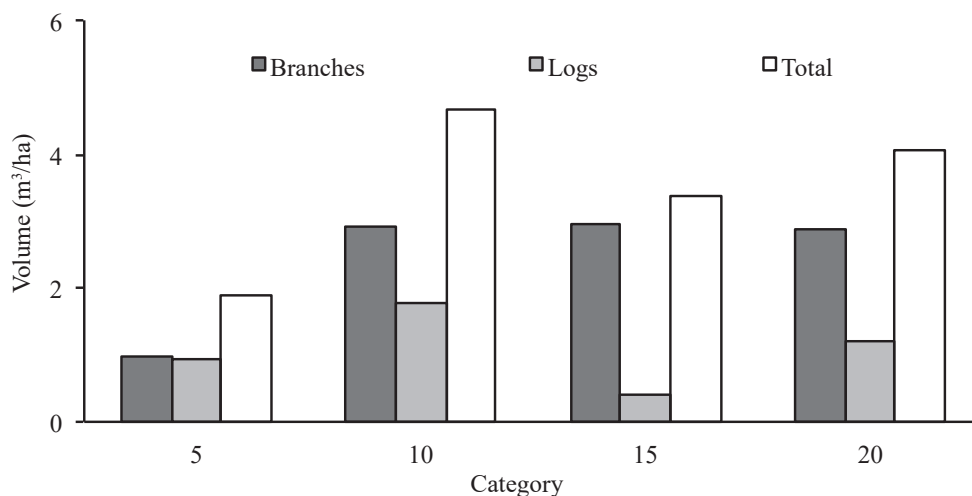


Figure 2. Firewood volume per kind and category of product of invasive trees of *Acacia farnesiana* on grassland of Mexico.

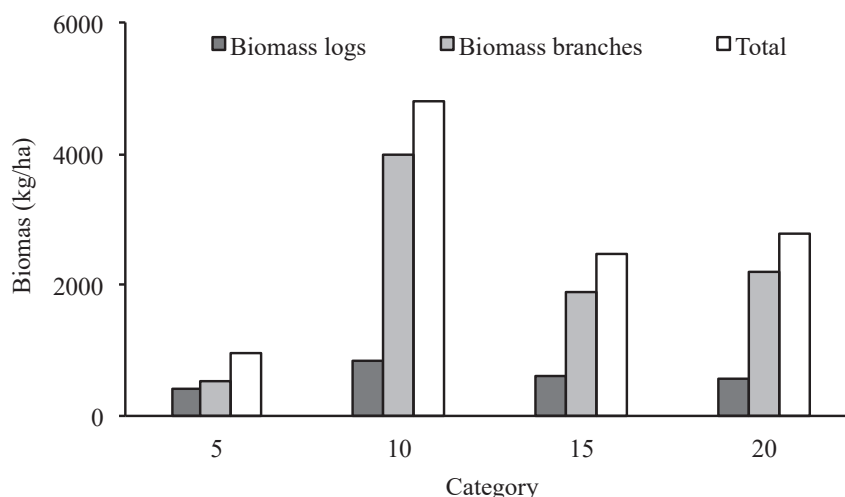


Figure 3. Biomass production per kind and category of invasive trees of *Acacia farnesiana* on grassland of Mexico.

Conclusions

The species of *Acacia farnesiana* invasive of areas under cattle management in the northeast of Mexico produces greater volume of firewood. The same was by the amount of biomass, both characteristic are important in order to develop a silvicultural management of this kind of areas.

Acknowledges

The authors thank Fondo de Sustentabilidad Energética project SENER CONACYT 2014 246911 and Clúster de Biocombustibles Sólidos para la Generación Térmica y Eléctrica project 166444 CONACYT to support the realization of this work of research.

References

DICKIE, I. A.; BENNETT, B. M.; BURROWS, L. E.; NUÑEZ, M. A.; PELTZER D. A.; PORTÉ, A.; RICHARDSON, D. M.; REJMÁNEK, M.; RUNDEL, P. W.; VAN WILGEN B. W. Conflicting values: ecosystem services and invasive tree management. **Biological Invasions**, v. 16, n. 3, p. 705-719, 2014.

FOROUGHBAKHCH, R.; HERNÁNDEZ-PIÑERO, J. L.; CARRILLO-PARRA, A. Adaptability, growth and firewood volume yield of multipurpose tree species in semiarid regions of northeastern Mexico. **International Journal of Agricultural Policy and Research**, v. 2, n. 12, p. 444-453, 2014.

GARCÍA, E. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)**. Mexico, DF: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1973.

RICHARDSON, D. M.; HUI, C.; NUNEZ, M. A.; PAUCHARD, A.



Tree invasions: patterns, processes, challenges and opportunities. **Biological Invasions**, v. 16, n. 3, p. 473-481, 2014. DOI: 10.1007/s10530-013-0606-9.

RICHARDSON, D. M.; REJMÁNEK, M. Trees and shrubs as invasive alien species—a global review. **Diversity and Distributions**, v. 17, n. 5, p. 788-809, 2016. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2011.00782.x.

SITZIA, T.; CAMPAGNARO, T.; KOWARIK, I.; TRENTANOVI, G. Using forest management to control invasive alien species: helping implement the new european regulation on invasive alien species. **Biological Invasions**, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2016. DOI: 10.1007/s10530-015-0999-8.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of**

statistics. London: McGraw-Hill, 1960.

TESFAYE, M. A.; BRAVO, A.-B.; BRAVO, F.; KIDANE, B.; BEKELE, K.; SERTSE, D. Selection of tree species and soil management for simultaneous fuelwood production and soil rehabilitation in the ethiopian central highlands. **Land Degradation & Development**, v. 26, n. 7, p. 665-679, 2015. DOI: 10.1002/ldr.2268.

THAPA, H. B. Biomass estimation of some fast growing trees in the eastern Terai, Nepal. **Banko Janakari**, v. 10, n. 2, p. 15-20, 2017. DOI: 10.3126/banko.v10i2.17597.

WILGEN, B. W. van; RICHARDSON, D. M. Challenges and trade-offs in the management of invasive alien trees. **Biological Invasions**, v. 16, n. 3, p. 721-734, 2014.



Influência da taxa Selic na área destinada ao plantio de eucalipto em Minas Gerais, Brasil

Cássia Conceição Rodrigues¹; Tamires Mousslech Andrade Penido²; Bruno Oliveira Lafeta³; Reynaldo Campos Santana⁴; Gilciano Saraiva Nogueira⁴

¹Discente de graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG, cassiacr08@gmail.com; ²Mestre em Ciência Florestal, discente de doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG, penidotma@gmail.com; ³Mestre em Ciência Florestal, professor no Instituto Federal de Minas Gerais, MG, bruno.lafeta@ifmg.edu.br; ⁴Doutor em Engenharia Florestal, professor na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG, reynaldo.santana@ufvjm.edu.br; ⁴Doutor em Engenharia Florestal, professor na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG, nogueirags@gmail.com

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da taxa Selic ao longo de 12 anos no plantio de eucalipto em Minas Gerais e no Brasil. Os dados utilizados foram provenientes do Relatório 2017 da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), do Anuário estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF), ano base 2009 e do Banco Central do Brasil. Os dados foram submetidos à análise de regressão. A normalidade, homocedasticidade de variâncias e independência de resíduos foram verificadas. Todos os modelos tiveram F significativo. Conclui-se que a taxa Selic afeta a inclusão de novas áreas de plantio em Minas Gerais e no Brasil.

Palavras-chave: Eucalipto; Análise econômica; Taxa de atratividade.

Introdução e objetivos

Originário da Austrália, o gênero *Eucalyptus* atualmente é a árvore mais plantada no Brasil, ocupando cerca de 5,7 milhões de hectares, na qual 24% estão localizados no estado de Minas Gerais. Devido à sua grande plasticidade em território brasileiro, esse gênero apresenta franco crescimento, sendo responsável pelo aumento da área total de árvores plantadas no Brasil, mesmo o país apresentando cenários macroeconômicos instáveis (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017).

A adversidade econômica brasileira afetou diversos setores, apresentando redução considerável no desempenho do agronegócio, da indústria e o setor de serviços, que contribuiu para o aumento do desemprego. Embora o setor florestal apresente cenário otimista quanto a demanda por madeira para as próximas décadas, há uma influência direta de indicadores econômicos sobre a área plantada com a cultura do eucalipto no Brasil (JANOSELLI et al., 2016)

A taxa Selic, taxa básica de juros adotada para financiamento de operações diárias com títulos públicos federais como garantia, é um importante indicador do mercado financeiro que serve de referência para os bancos brasileiros balizarem suas taxas de juros (CASAGRANDE; PRADO, 2017).

A variação da taxa Selic no tempo afeta a maneira como os investidores empregam seus recursos. Sendo

assim, elevadas taxas contribuem para a desaceleração da economia, ao passo que, taxas baixas estimulam a realização de investimentos (LIMA; ANJOS, 2017).

Diante destes aspectos, surge a problemática de verificar qual a relação da Taxa Selic com o setor florestal mineiro e brasileiro ao longo de 12 anos, demonstrando como a variação da taxa Selic afeta a área plantada de eucalipto no âmbito nacional e regional. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da taxa Selic ao longo dos anos na área destinada ao plantio de eucalipto em Minas Gerais e no Brasil.

Material e métodos

Os dados de área plantada com eucalipto em Minas Gerais e no Brasil utilizados neste trabalho foram provenientes do Relatório 2017 da indústria brasileira de árvores (ibá) e do Anuário estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (Abraf), ano base 2009 (ANUÁRIO..., 2010; INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017). As taxas Selic utilizadas foram provenientes dos valores oficiais divulgados pelo Banco Central, oficializada do primeiro dia útil do mês de janeiro de cada ano estudado (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2018).

Os dados foram submetidos à análise de regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO). Testaram-se modelos de regressão polinomial



de primeiro e segundo grau para a estimação da área de plantio, empregando a taxa Selic e o ano como variáveis preditoras. A normalidade de resíduos foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, a homocedasticidade da variância por Breusch-Pagan e a autocorrelação por Durbin-Watson.

A seleção dos melhores modelos para as análises gráficas subsequentes se embasou na significância dos parâmetros pelo teste *t*, teste de aderência segundo Kolmogorov-Smirnov e menores valores da raiz quadrada do erro médio (RQEM), da média absoluta dos erros (MAE) e do critério de informação de Akaike (AIC). Calculou-se o coeficiente de determinação ajustado (\bar{R}^2).

Para diagnóstico de efeito estatístico, empregou 5% de significância em todas as análises. Estas foram efetuadas com auxílio do software R versão 3.3 (R CORE TEAM, 2017).

Resultados e discussão

A normalidade, homocedasticidade de variâncias e independência de resíduos foram verificadas em

todos ajustes. Todos os modelos ajustados tiveram *F* significativo ($p < 0,05$) ou regressão. A significância desta estatística *F* demonstrou que as equações geradas podem explicar elevadas proporções da variabilidade da área de plantio ($\bar{R}^2 > 0,85$). Entretanto, observou-se indícios de multicolinearidade no ajuste do modelo polinomial de segundo grau para estimar a área de plantio em Minas Gerais (Tabela 1); elevado coeficiente de determinação e presença de parâmetros não significativos (GUJARATI, 2000).

As equações obtidas com o ajuste dos modelos de primeiro grau para Minas Gerais e de segundo grau para o Brasil apresentaram melhor desempenho para estimar a área de plantio, com menores desvios (menores valores de RQEM, MAE e AIC). Esses ajustes apresentaram aderência pelo teste Kolmogorov Smirnov e suas equações, selecionadas para as análises gráficas subsequentes (Figura 1).

Pela análise de superfície de resposta, constatou-se uma tendência de aumentar a área de plantio em Minas Gerais. Esse aumento pode variar de acordo com a taxa Selic; taxas menores podem estimular novas plantações. Por outro lado, foi obtida uma tendência quadrática para o Brasil, reduzindo a quantidade de novas áreas

Tabela 1. Estatísticas da análise de regressão para estimar a área de plantio em Minas Gerais e Brasil em função da taxa Selic e do ano, utilizando modelos polinomiais de primeiro e segundo grau.

β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	RQEM	MAE	AIC
Minas Gerais							
-3,755.10 ^{7*}	-1,368.10 ^{4*}	1,942.10 ^{4*}	-	-	24918	23181	285
-1,499.10 ^{13*}	-1,213.10 ^{7ns}	1,489.10 ^{10*}	4,223.10 ^{5ns}	-3,696.10 ^{6*}	13981	11155	275
Brasil							
-3,704.10 ^{8*}	-4,925.10 ^{4*}	1,869.10 ^{5*}	-	-	76337	64678	312
-5,160.10 ^{10*}	-9,546.10 ^{4*}	5,113.10 ^{7*}	3,498.10 ^{3*}	-1,266.10 ^{4*}	35098	27738	297

* , ns significativo e não significativo pelo teste *t* a 5% de probabilidade, respectivamente.

$Y = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 A$ e $Y = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 A + \beta_3 S^2 + \beta_4 A^2$ são os modelos polinomiais de primeiro e segundo grau, respectivamente, em que: *Y* = área de plantio (ha), *S* = taxa Selic (%) e *A* = ano.

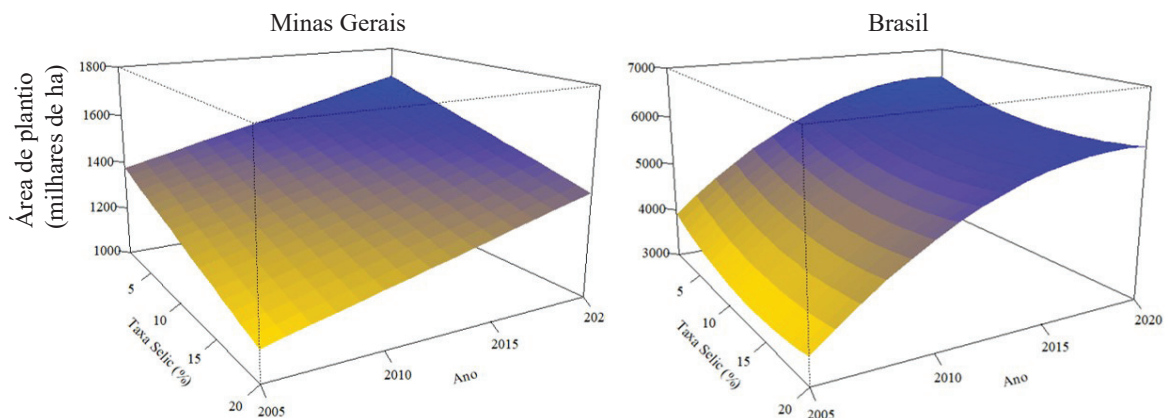


Figura 1. Representações gráficas com superfícies de resposta da área de plantio (eixo z) em Minas Gerais e Brasil em função da taxa Selic (eixo x) e ano (eixo y).



plantadas ao longo dos anos, de 2005 a 2020. O efeito da taxa Selic na área de plantio se diferenciou entre estado e país. No Brasil, cuja extensão do território é de 8.514.876 km², é provável que a taxa Selic tenha influencia distinta nos demais estados, dificultando a realização de inferências sobre seu real efeito na área de plantio.

A elevação da taxa Selic afeta diretamente os investimentos prejudicando o crescimento da economia brasileira. Neste contexto ocorre o encarecimento dos financiamentos e aumento dos juros cobrados. Assim, a Selic alta desestimula o consumo, reduzindo a venda de mercadorias e serviços, prejudicando as empresas brasileiras e os consumidores (LIMA; ANJOS, 2017). Tal fato corrobora com os resultados obtidos em ambas localidades, seja no âmbito nacional ou local, onde percebe-se um decréscimo da área plantada em função do aumento da taxa Selic.

Com a elevação da taxa Selic ocorrerá para os cenários de 2020 uma redução da taxa de crescimento da área destinada a plantios de eucalipto, uma vez que as elevadas taxas de juros aplicadas pelo crédito rural tornam o investimento pouco lucrativo, aumentando os riscos de perda financeira dentro do extenso horizonte de planejamento (BASSO, 2014). Além disso, o país atravessa uma instabilidade econômica o que faz com que os investidores brasileiros não arrisquem devido à preocupação com a desvalorização da moeda, que pode alterar o cenário econômico de modo significativo, influenciando de modo negativo o preço de venda estimado durante a etapa de planejamento (SILVA; CORDEIRO, 2014).

Conclusões

A taxa Selic afeta a inclusão de novas áreas de plantio em Minas Gerais e no Brasil.

Espera-se que em Minas Gerais ocorra o aumento da área de plantio em Minas Gerais até 2020.

O Brasil tenderá a reduzir a taxa de expansão do eucalipto em novas áreas de plantio até 2020.

Referências

- ANUÁRIO Estatístico da ABRAF 2010: ano base 2009. Brasília, DF, 2010. 140 p.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/https/selic/selicdiarios.asp>>. Acesso em: 15 fev. 2018.
- BASSO, M. **Análise econômica da produção de eucalipto do programa produtor florestal no estado do Espírito Santo**. 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.
- CASAGRANDE, M.; PRADO, E. V. Mercado financeiro: um estudo da evolução do nível do investimento na BM&F Bovespa e a taxa Selic de 2011 a 2015. *Universitas*, v. 11, n. 21, p. 65-90, 2017
- GUJARATI, D, N. **Econometria básica**. 3 ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000. 846 p.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBA 2017**. Brasília, DF, 2017. 80 p. Relatório Iba 2017.
- JANOSELLI, H. R. D.; HARBS, R.; MENDES, F. L. Viabilidade econômica da produção de eucalipto no interior de São Paulo. *Revista iPecege*, v. 2, n. 2, p. 24-45, 2016.
- LIMA, K. P.; ANJOS, N. L. Alterações da taxa Selic no período de 2004-2015 e sua influência no cenário econômico do setor privado. *Essentia*, v. 18, n. 1, p. 110-121, 2017.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2017.
- SILVA, M. L.; CORDEIRO, S. A. Evolução dos estudos econômicos relacionados à eucaliptocultura. In: VALE, A. B. do; MACHADO, C. C.; PIRES, J. M. M.; VILAR, M. B.; COSTA, C. B.; NACIF, A. P. (Org.). **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa: Ed. SIF, 2014. p. 413-429.



Caracterização de atividades de silvicultura e colheita em plantações de *Eucalyptus* spp. na região Oriental do Paraguai

Cesar Ernesto Paredes Bogarin¹; Tobias Marcelo Ybañez Roman²; Elias Jose Roman Lozantos³; Maria Laura Quevedo Fernandez⁴; William Tomaz Folmann⁵

¹Graduando em Engenharia Florestal, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, cesar.epb@gmail.com; ²Graduando em Engenharia Florestal, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, Tobias.ybanhez@gmail.com; ³Graduando em Engenharia Florestal, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, eliasroman194@gmail.com; ⁴M Sc. Engenheira Florestal, Professora Pesquisadora da Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ⁵Dr. Engenheiro Florestal, Pesquisador Independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: O sucesso de qualquer plantação vem da boa preparação do solo; uma vez estabelecida, com espaçamento adequado e crescendo ativamente, inicia a fase de manutenção e, em seguida, a gestão da mesma, sem descuidar as atividades de proteção. As condições, técnicas e custos com que são realizadas as diferentes atividades até a colheita, estão intimamente relacionadas com sua rentabilidade. Este trabalho buscou caracterizar atividades silviculturais, manejo e colheita de plantações florestais com *Eucalyptus* em quatro estados da região Oriental do Paraguai.

Palavras-chave: Plantação florestal; Produção florestal; Eucalipto.

Introdução e objetivos

O Paraguai tem grande potencial para o estabelecimento de plantações florestais para as condições de solo, clima, mercados, mão de obra, incentivos fiscais e meios para a exportação dos produtos gerados. A produção florestal representa o terceiro setor da produção, desempenha um papel fundamental na economia de empresas, indústrias e residências.

No País, de acordo com a FAO (2010), as plantações florestais ocupam uma área de 40.000 hectares, dos quais 90% correspondem a espécies introduzidas. Quando se pensa em rápido crescimento de árvores e produção de madeira, o eucalipto é apresentado com grande potencial, por sua alta capacidade de produção e de adaptação a diferentes ambientes, climas e solos. Plantações florestais com eucalipto ocupam grandes áreas ao redor do mundo, onde, normalmente solos de baixa fertilidade são destinados para o mesmo (FERREIRA; SILVA, 2008).

A adubação visa acelerar o crescimento das mudas e obter alta produtividade de madeira. O cálculo da quantidade do fertilizante a ser utilizado, a definição do tipo de formulação mais adequada e o tempo de aplicação estão relacionados com a produtividade esperada (CASTRO, 2011). Como todas as espécies de plantas, o eucalipto pode ser afetado por diferentes organismos, alguns dos quais podem ser pragas de insetos e patógenos causadores de doenças (OSPINA et al., 2006).

Com o objetivo de melhorar a produção de madeira de qualidade, são feitos desrames de árvores que visam à produção de madeira livre de nós, característica altamente desejável, quando se pretende produzir toras para serraria (PAIVA et al., 2011)

Outra atividade específica para fins de produção de madeira é o desbaste que, de acordo com Castro (2011), são cortes parciais em povoamento jovem, com o objetivo de estimular o crescimento das árvores remanescentes e aumentar a produção de madeira de melhor qualidade. Os desbastes são executados por vários motivos: aumentar a produção de madeira, melhorar a qualidade do produto, aumentar a rentabilidade da plantação.

Finalmente, a colheita florestal é uma operação realizada no talhão, cujos objetivos são a preparação e extração de madeira para transporte, fazendo uso de técnicas e normas específicas. A colheita é a parte mais importante do ponto de vista econômico (MACHADO, 2011).

Este trabalho pretende caracterizar as atividades silviculturais, de manejo e colheita de plantações florestais com *Eucalyptus* em quatro estados da região Oriental do Paraguai.

Material e métodos

O estudo foi realizado nos estados de Caaguazú, Paraguari, Caazapá e San Pedro, pertencentes à região



Oriental do Paraguai. Na Tabela 1, observa-se a área de plantações florestais nos estados estudados e a área que abrange o estudo.

Na Tabela 1 observa-se que o estudo abarcou 27,5% das áreas plantadas nestes estados. Foram coletados dados de cinco empresas que possuem plantações de *Eucalyptus* com diferentes finalidades, como madeira sólida, madeira com fins energéticos y sistemas silvipastoril (Tabela 2).

A coleta de dados foi realizada através de um questionário, ele foi desenhado e socializado com atores-chave no setor florestal e validados através de testes de campo.

A estrutura do questionário contém as seguintes seções: informações sobre a localização e identificação da empresa, caracterização das plantações, área de superfície total da empresa, área plantada e materiais genéticos utilizados. Os dados técnicos das plantações incluem as atividades realizadas na limpeza antes da preparação do terreno, construção de dutos, controle de formigas, plantio, plantio anual, meses de plantio, irrigação, replantio, uso de hidrogel, análise de solo,

tamanho dos talhões, calagem, adubação, controle de ervas daninhas, poda, desbaste e colheita.

Resultados e discussão

• Limpeza de terreno e preparo do solo.

Das cinco empresas entrevistadas, três realizam limpeza com queimadas controladas antes do preparo do solo, uma opta pela realização limpeza mecânica com roçadeira e grade pesada, enquanto uma das empresas não realiza nenhum tipo de limpeza.

Das cinco empresas visitadas todas executam o preparo do solo em área total, utilizando entre 50 a 100 dias do ano para as operações (as restrições principais são a acessibilidade e as condições de terreno em temporadas chuvosas). Na Tabela 3, são apresentados os implementos utilizados no preparo de solo e os diferentes números de passadas por implemento.

Conforme se observa na Tabela 3, os implementos utilizados no preparo de terreno são a grade pesada, a grade bedding, o subsolador monohaste, o subsolador

Tabela 1. Área de estudo e superfície de plantações florestais

Estados	Área com plantações florestais (INFONA, 2015) (ha)	Área estudada (ha)
Caaguazú	10.029,30	487
Caazapá	31.009,84	11.800
Paraguari	3.160,45	340
San Pedro	13.841,25	581
Total	48.030,84	13.208

Tabela 2. Empresas, localização, superfícies de florestas plantadas e finalidade da plantação.

Número de empresa	Estado	Superfície (ha)	Tipo da plantação
1	Caazapá	9.800	Madeira sólida, madeira com fins energéticos y sistemas silvipastoril
2	Caazapá	2000	Silvipastoril
3	Paraguari	340	Silvipastoril
4	Caaguazú	487	Madeira sólida
5	San Pedro	581	Madeira com fins energéticos

Tabela 3. Implemento utilizado e número de passadas por implemento.

	Nº de passadas					
	Grade pesada	Grade bedding	Subsolador monohaste	Subsolador com sulcador para camalhão	Sulcador para camalhão	Escarificador com subsolador
Empresa 1	2 a 3	1		1		
Empresa 2	2 a 3	2	1		1	
Empresa 3	2		1			1
Empresa 4	2	2	1		1	
Empresa 5	2 a 3	1	1			



monohaste com sulcador para camalhão, o sulcador para camalhão e o escarificador com subsolador. Todas as empresas utilizam a grade pesada e o subsolador monohaste, seja este subsolador monohaste com ou sem sulcador para camalhão. Na Tabela 4 são apresentados os meses em que a preparação de atividades de campo são realizadas.

As cinco empresas entrevistadas não realizam atividades de preparação do solo nos meses de maio, junho e dezembro.

Dados extraídos das cinco empresas entrevistadas indicam que apenas uma delas executa canalização de acordo com os critérios da elevação do terreno e campos com problemas de drenagem. O custo fornecido pela empresa para realizar tal atividade é 150 a 170 dólares por hectare.

• Controle de formigas

Todas as empresas visitadas usam o produto Fipronil, líquido ou isca, uma empresa utiliza nebulizador.

Para realizar o controle de formigas com suas respectivas doses, observa-se que as empresas diferem entre si no que diz respeito a sua aplicação.

• Plantação e reposição

Todas as empresas realizam plantio manual, sendo

os meses mais usuais de plantação de março a maio e de setembro a novembro. A área mínima anual plantada entre as empresas é 50 hectares e o máximo de 1.000 hectares. De acordo com os dados obtidos observou-se que nenhuma das cinco empresas visitadas realizam irrigação, no entanto três empresas fazem uso de hidrogel, aplicando diretamente na cova.

O percentual de reposição das cinco empresas é entre 5 a 10% e com um período de 7 a 60 dias após o plantio.

• Fertilização

Observou-se que, de todas as empresas pesquisadas, quatro realizam análise do solo antes da plantação. Todas as empresas fazem fertilização manualmente, após o plantio aplicam, entre 50 g a 150 g por planta. Tabela 6 apresenta a formulação de fertilizantes de N, P, K aplicada as empresas.

A empresa 1 aplica 08-20-10 de N-P-K, com adição de cálcio e boro, a empresa 2 só usa N-P-K, 08-30-10, a empresa 3 aplica em duas etapas 11-52-0 e 12-12-17 N-P-K com adição de magnésio, boro, matéria orgânica e cálcio. Enquanto a empresa 4 e 5 aplicam 10-30-10 de N-P-K.

• Controle de plantas daninhas

Tabela 4. Meses em que são realizadas a preparo do solo.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dec
Empresa 1	x	x	x					x	x		x	
Empresa 2	x	x	x				x	x	x			
Empresa 3									x	x	x	
Empresa 4		x	x	x			x	x				
Empresa 5			x	x					x	x		

Tabela 5. Dosagens para controlar as formigas.

Empresa	Líquido	Isca	Termonebulizador
Empresa 1	30 cc/ ha	1,5 kg/ha	
Empresa 2	90 cc/600 lts	1 kg/ha	
Empresa 3	5 cc/20 lts	10 g/formiguero	
Empresa 4	20 ml/ha	40 kg/ha	
Empresa 5	1 a 2 l/ha	4 kg/ha	1 a 2 l/ha

Tabela 6. Formulação das aplicações de fertilizantes.

Empresa	Formulação
1	08 - 20 - 10 + Ca + b
2	08 - 30 - 10
3	11 - 52 - 0 e 12 - 12 - 17 + Mg + B + MO + Ca
4	10 -30-10
5	10 - 30 - 10



Tabela 9. Parâmetros utilizados pelas empresas entrevistadas para definição do desbaste.

Parâmetros de desbaste	Número de empresas
Idade	4
Inventário	2
Relação DAP/Altura	2
Mercado	1

Tabela 10. Usos dos produtos obtidos a partir do desbaste.

Usos	Número de empresas
Chip	2
Lenha	2
Lâminas	2
Postes	1
Balancines	1

Tabela 11. Anos de realização dos desbastes.

Empresa	Anos de realização dos desbastes
Empresa 1	3º e 8º ano
Empresa 2	3º e 5º ano
Empresa 3	4º e 7º ano
Empresa 4	3º e 5º ano

Os métodos de colheita utilizados pelas empresas entrevistadas são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Método de colheita.

Empresa	Número de empresas
Semi-mecanizada	4
Mecanizada	1

Das cinco empresas visitadas, quatro fazem a atividade de colheita semi mecanizada e uma realiza colheita mecanizada. Geralmente, o trabalho de colheita é realizado durante todo o ano. Uma empresa não executa a colheita durante o inverno. Das cinco empresas apenas uma colhe 7.000 metros cúbicos de madeira, enquanto as outras, não têm volume de colheita médio anual regular.

Conclusões

Os tipos de atividades silviculturais têm critérios, parâmetros e seleções variadas, dependendo de cada empresa, em algumas atividades observa-se que a totalidade das empresas possuem os mesmos critérios. No caso do preparo do solo, o uso da grade pesada é o escolhido por cem por cento das empresas,

com um número de passagens que variam de duas a três vezes.

Para o controle de formigas, líquidos e iscas são os métodos utilizados pelas quatro empresas, no plantio. Todas as empresas optam por método manual. Na aplicação de fertilizantes cinco empresas optam por diferentes doses de aplicação. Para o controle de ervas daninha, quatro das cinco empresas usam os mesmos produtos, variando a taxa de aplicação. A realização de desbaste segue dois parâmetros, um de acordo com os meses de plantio e o outro critério é baseado na altura.

O parâmetro para a realização do desbaste mais comumente usado é a idade, adotado por todas as empresas entrevistadas. Os outros parâmetros mais amplamente utilizados são o inventário e a relação entre DAP e altura. O tipo de desbaste mais adotado pelas empresas é o seletivo, usado por quatro empresas entrevistadas. Apenas a empresa 5 não realiza desbaste por ter plantações para fins energéticos. Os usos mais comuns para os produtos obtidos a partir do desbaste das empresas pesquisadas são chips, lenha e folhas. Nos desbastes, a maneira mais difundida foi fazer o primeiro aos três, sendo adotado para três das quatro empresas, e a realização do segundo desbaste, aos 5 anos, sendo esta atividade adotada por duas das quatro empresas. Métodos de colheita entre as empresas entrevistadas é o semi-mecanizado, adotado por quatro das cinco empresas.

Referência

- CASTRO, J. **Eucalipto**: manual prático do fazendeiro florestal produzindo madeira com qualidade. 3 ed. [S.l]: Arka, 2011. 110 p.
- FAO. **Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina**. 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 20 jan. 2017.
- FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. **Formação de povoamento florestais**. Colombo: Embrapa Floresta, 2008. 109 p.
- INSTITUTO FORESTAL NACIONAL. **Manual de plantaciones forestales técnicas de implantación y manejo**. San Lorenzo, 2013. 14 p.
- MACHADO, C. **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2011. 444 p.
- PAIVA, H.; JACOVINE, L.; TRINDADE, C.; RIBEIRO, G. **Cultivo de eucalipto**: implantação e manejo. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2011. 353 p.
- OSPINA, C.; HERNANDEZ, R.; RODAS, C.; URREGO, J.; GODOY, J.; ARISTISABAL, F.; OSORIO, O.; RIAÑO, N. **El eucalipto**: guías silviculturales. Colombia: Cenicafe, 2006. 53 p.
- SOTOMAYOR, A.; HELMKE, E.; GARCIA, E. **Manejo y manutención de plantaciones forestales**. [S.l]: Lomediciones, Chile, 2002. 56 p. Disponível em: <<https://es.slideshare.net>>. Acesso em: 15 jan. 2018.



Avaliação silvicultural de mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) em plantio consorciado com braquiária no norte de Mato Grosso

Charlotte Wink¹; Rafaella de Angeli Curto¹; Nelson da Silva Castro Junior²

¹Doutora em Engenharia Florestal, professora na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, Sinop, MT, charlotte.wink@gmail.com; ²Engenheiro Agrônomo, Agroverde, Sorriso, MT

Resumo: O Brasil possui uma extensa cobertura florestal nativa e é considerado o segundo produtor mundial de plantios florestais exóticos. Dentre as espécies cultivadas em plantios monoespecíficos estão o eucalipto, o pinus. Em menor percentual estão outras espécies potenciais, como o mogno-africano, esse especialmente em plantios consorciados. Esses plantios estão em expansão motivado pela implementação de políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento de sistemas produtivos mais sustentáveis. Objetivou-se avaliar o crescimento e qualidade silvicultural do mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.), em sistema de integração com braquiária, no Norte de Mato Grosso. Realizou-se o inventário quali e quantitativo do plantio de mogno-africano com 4,75 anos, consorciado com braquiária, localizado em Nova Ubiratã, no norte de Mato Grosso. O levantamento em área fixa pelo processo sistemático envolveu a avaliação qualitativa fitossanitária e de fuste e o levantamento quantitativo, pela avaliação do diâmetro a altura do peito e da altura total das árvores. Registrou-se uma taxa de sobrevivência de 92,1%, contudo o plantio apresentou heterogeneidade na qualidade silvicultural quando considerado a qualidade de fuste e o estado fitossanitária das árvores, bem como a heterogeneidade no crescimento do mogno-africano entre os talhões. Sugere-se desse modo, o acompanhamento contínuo da espécie, a fim de identificar e acompanhar as condições que influenciam o seu crescimento, em diferentes condições do solo e material genético, no norte de Mato Grosso.

Palavras-chave: Qualidade de fuste; Sistema silvipastoril; Sistema de integração.

Introdução e objetivos

O Brasil possui uma extensa cobertura com floresta nativa totalizando 478 milhões de ha (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2008) e 7,8 milhões de ha de florestas plantadas, em que 94% dessa área é cultivada com espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*. O restante é formado por outras espécies exóticas e algumas poucas nativas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2016). O cultivo de espécies florestais de rápido crescimento no Brasil aumentou nos últimos anos (PAIXÃO et al., 2006), motivado pela demanda do mercado de produtos madeireiros. Segundo Ransolin (2015), o consumo por madeira proveniente de reflorestamento tem aumentando nos últimos anos, e isto vem se consolidando, fortalecendo e solidificando esse segmento florestal, em comparação ao uso comercial das florestas nativas.

No Mato Grosso, entre as espécies mais cultivadas estão a teca (*Tectona grandis*), o eucalipto e o mogno-africano. O mogno-africano (*K. ivorensis* A. Chev.) se destaca pela facilidade de adaptação e boa produtividade. Para Falesi e Baena (1999), o incremento da

espécie está em torno de 40 m³.ha⁻¹.ano. Com origem na África Ocidental, Costa do Marfim, Gana, Togo, Benin, Nigéria e Sul de Camarões, sua madeira é utilizada na construção civil, naval, móveis e instrumentos musicais (CONDE, 2006). A espécie tem sido cultivada tanto em plantios homogêneos como em plantios consorciados, sistemas esses com potencial de produção de múltiplos produtos, aliando a conservação do solo e do ambiente. Segundo a Embrapa (ILPF..., 2016), a adoção dos sistemas de consórcio tem expandido no Brasil, e a expectativa até 2030, é de que esse totalize 20,6 milhões de hectares.

A implantação de consórcios de espécies florestais e agrícolas, comparado aos monocultivos, podem ser mais eficientes no que tange no uso dos recursos naturais. Segundo Macedo et al. (2010), a introdução de árvores ao cultivo além de produzir bens, como madeira, lenha, frutos, resina e etc, geram benefícios de ordem ambiental como melhoria da qualidade do solo, ar e dos recursos hídricos, além de melhorar o caráter visual das paisagens.

É oportuno destacar os inúmeros resultados de pesquisas já publicados relacionados ao crescimento,



produção de biomassa e ao aporte de serapilheira de espécies exóticas especialmente do eucalipto em sistemas de cultivo homogêneo, mas poucos são esses resultados em sistemas de produção integrada de qualquer natureza, assim como escassos resultados sobre o assunto envolvendo a espécie *K. ivorensis* nesses mesmos tipos de cultivo, justificados pela ampla magnitude de combinações possíveis de arranjo espacial e temporal possíveis de serem implantados.

O crescimento das árvores é dependente de uma interação de fatores, como as características do próprio indivíduo, as condições do ambiente e do solo e o resultado das interações ecológicas com outros indivíduos no mesmo nicho. Além disso, o desempenho silvicultural durante o ciclo de produção das espécies florestais é influenciado pela qualidade do solo, expressa por seus indicadores físicos e químicos, relacionado ao preparo empregado na implantação do plantio florestal e ao crescimento das raízes, bem como pelas mudanças no aporte de material orgânico no solo, no aporte e na decomposição da serapilheira. Para Correia e Andrade (2008), o aporte e a quantidade de resíduos da parte aérea das plantas são dependentes do clima, do solo, das características da planta, da idade e da densidade de plantas.

Restritos são os estudos que buscam conhecer sobre o ritmo e os modelos de crescimento de espécies em plantio misto ou sistema agroflorestal quando comparado aos sistemas monoespecíficos, e a sua simples adaptação não é válida uma vez que a ordem e o grau de interações entre as espécies nesses sistemas de cultivo são diferentes. Essas interações podem ser de ordem positiva ou negativa, intra ou interespecífica, entretanto as mesmas não devem ser minimizadas a fim de promover a melhor eficiência no uso dos recursos do sítio, como água, luz ou nutrientes, influenciando assim no crescimento e na produtividade de cada uma das espécies do consórcio. O conhecimento das características silviculturais e sua relação ao comportamento de crescimento das espécies em sistemas integrados torna-se importante subsídio na orientação e proposição de práticas de manejo e intervenção, objetivando mais produtividade dos sistemas de cultivo. Segundo a Organización para Estudios Tropicales (OTAS) e Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (SISTEMAS..., 1986), o objetivo do manejo é recuperar e manter os níveis de produtividade do sistema a longo prazo, promovendo a conservação dos recursos disponíveis, uma vez que ele visa manter o balanço de nutrientes e o fornecimento de água aos cultivos, garantindo o crescimento das espécies.

Objetivou-se avaliar o crescimento e qualidade silvicultural do mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.), em sistema de integração com braquiária, no Norte de Mato Grosso.

Material e métodos

O estudo foi realizado em plantio de mogno-africano cultivado em consórcio com braquiária, localizado em Nova Ubiratã, no Mato Grosso. O clima da região é tropical quente e úmido do tipo Am conforme classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 25° C, precipitação média anual de 1.800 mm a 1.900 mm com um período seco entre abril a outubro (SOUZA et al., 2013) e o relevo é plano à suavemente ondulado.

O plantio de 132 ha de mogno-africano foi implantado em dezembro de 2012, sob espaçamento 7 m x 6 m, utilizando mudas de origem seminal. O preparo do solo envolveu a subsolagem na linha de plantio. Foram aplicados 2 ton ha⁻¹ de calcário Filler e 330 gr cova⁻¹ de Yoorin®. Em fevereiro e outubro de 2013, foram realizadas adubações de cobertura de 200 gr.planta⁻¹ de NPK 20-00-20 a cada aplicação. A terceira adubação de cobertura foi feita em outubro de 2014, sendo aplicados 200 gr.planta⁻¹ de NPK 20-00-20 e a quarta e última adubação de cobertura foi realizada em janeiro de 2016 com 300 gr.planta⁻¹ da formulação de NPK 00-30-10. Aplicou-se glifosato a 1,5 metros de ambos os lados das linhas de plantio e o uso de roçadeira na entrelinha.

Foi alocado em mapa georeferenciado, segundo o método de amostragem de área fixa, parcelas com dimensões de 30 m x 42 m, contemplando 30 árvores por parcela. O inventário florestal foi realizado em torno de 3% da área total do plantio, representada na amostragem por 24 parcelas, distribuídas igualmente em três talhões, utilizando o processo de amostragem sistemático. O inventário das árvores foi realizado aos 4,75 anos do plantio, e medições também aos 3,5 anos somente nas parcelas pertencentes ao talhão 1. As árvores avaliadas presentes nas parcelas foram marcadas com tinta spray, sendo medidas a circunferência a altura do peito (CAP) tomada a 1,30m de altura do solo com o auxílio de fita métrica e a altura total (HT) utilizando Vertex IV. Avaliou-se ainda a qualidade fitossanitária (sadia, morta, replantio e regeneração) e a qualidade de fuste (bifurcação ou trifurcação) das árvores amostradas. O CAP foi transformado para diâmetro a altura do peito (DAP), pela divisão dos valores por π (3,1416...) e as árvores bi e trifurcadas tiveram o DAP recalculado para um valor único, utilizando a área basal da respectiva árvore-amostral.

A análise dos dados envolveu o percentual de árvores por classe de qualidade silvicultural (fitossanitária e de fuste), além da média, desvio padrão (DP) e do coeficiente de variação (CV) do DAP e da altura total. Para as árvores sadias foi avaliado o incremento médio anual (IMA) e o incremento corrente anual (ICA) do DAP e da altura total, esse último avaliado somente nas parcelas do talhão 1. Para tal considerou-se a correção



dos valores do ICA uma vez que a diferença entre os períodos de avaliação foi de 1,25 ano.

Resultados e discussão

O inventário florestal (720 árvores) do plantio de mogno-africano aos 4,75 anos, apresentou uma taxa de sobrevivência de 92,1%. O percentual de mortalidade, de 7,9%, é similar ao registrado por Siqueira et al. (2002) em plantio de *K. ivorensis* (9%). Caso o percentual de falha do plantio atingisse valores superiores a 10%, seria recomendado a prática silvicultural do replantio, que consiste na substituição de plantas suprimidas, danificadas ou mortas.

Em termos de qualidade fitossanitária e de fuste, o plantio apresentou 87,4% de árvores sadias com fuste reto, 2,5% de árvores bifurcadas, 0,1% de árvores trifurcadas, 1,9% de árvores de replantio, 0,1% de quebradas e 7,9% de árvores mortas. Segundo Tonini et al. (2006), árvores com crescimento simpodial e troncos múltiplos são indesejáveis para postes, produtos serrados e laminados, podendo ser apenas utilizadas para energia.

As árvores categorizadas como vivas (sadias, bifurcadas, trifurcadas e replantio) apresentaram um DAP_{médio} de 7,5 cm (DP: 2,9 cm; CV: 35,6%) e altura total_{média} de 5,3 m (DP: 2,0 m; CV: 37,5%). Considerando somente as árvores sadias, essas apresentaram um DAP_{médio} de 7,6 cm (DP: 2,6 cm; CV: 34,21%) e uma altura total_{média} de 5,4 m (DP: 1,9 m; CV: 35,19%). As árvores bifurcadas apresentaram um DAP_{médio} de 10,8 cm (DP: 2,57 cm; CV: 23,80%) e uma altura total_{média} de 4,1 m (DP: 1,02 m; CV: 24,88%). As demais categorias de qualidade fitossanitária e de fuste não foram avaliadas pela limitação do número de indivíduos ou pelos valores das variáveis apresentadas serem zero (Figura 1).

Já considerando a média por talhão, observou-se um maior DAP_{médio} no talhão 3 e o menor valor no talhão 1. Para a HT_{média} o maior valor foi identificado no talhão

2 e o menor valor no talhão 1 (Figura 1). Esses valores são inferiores ao registrado por Ribeiro et al. (2014), em plantios de mogno-africano com 3,3 anos, em Minas Gerais, cultivados em Latossolo, Cambissolo e Argissolo, onde a espécie apresentou um incremento de 0,4 m por ano.

Ribeiro et al. (2014), registraram o menor DAP_{médio} (11,4 cm) e altura total média (7,8 metros) no espaçamento de 5 m x 7 m, aos 38 meses em plantio seminal e clonal de mogno-africano (*Khaya ivorensis*), em Minas Gerais. Isso pode estar associado a qualidade de sítio, procedências das mudas, condições climáticas ou a erros cometidos na implantação. Para Gomes (2010), o mogno-africano com seis anos de idade apresentou um DAP_{médio} de 21,5 cm e altura média de 11,24 m em Igarapé, Pará, demonstrando-se potencial promissor da espécie.

Contudo, os resultados do presente trabalho podem ser considerados superiores aos registrados por Ofori et al. (2007), para a espécie cultivada em Ghana, África ocidental, em que o DAP foi de 3,42 cm e altura de 0,169 m, aos 30 meses. Porém, apesar do plantio ser clonal, o mesmo foi atacado pela *Hypsipyla robusta*. Já Aminah et al. (2005) registrou um DAP de 15,8 cm e altura total de 15,8 m em plantio da espécie aos sete anos, cultivado em espaçamento de 3x3m com mudas provenientes de estaquia, na Malásia.

O IMA, para os três talhões conjuntamente, para o DAP aos 4,75 anos, foi de 1,60 cm.ano⁻¹ (DP: 0,55) e em altura total o IMA foi de 1,14 m.ano⁻¹ (DP: 0,4). Em relação ao IMA por talhão, pode-se observar que o maior incremento médio anual em DAP ocorreu no talhão 3 e o menor no talhão 1. Já para a altura total, o maior incremento foi observado no talhão 2 e o menor no talhão 1. Isso reflete a premissa da qualidade e produtividade dos talhões, representada pelo crescimento das árvores (Tabela 1).

Apesar da variabilidade observada nos talhões, Silva et al. (2016), avaliando o incremento médio anual, afirma que o mogno-africano tem potencial técnico elevado para o estabelecimento em plantios.

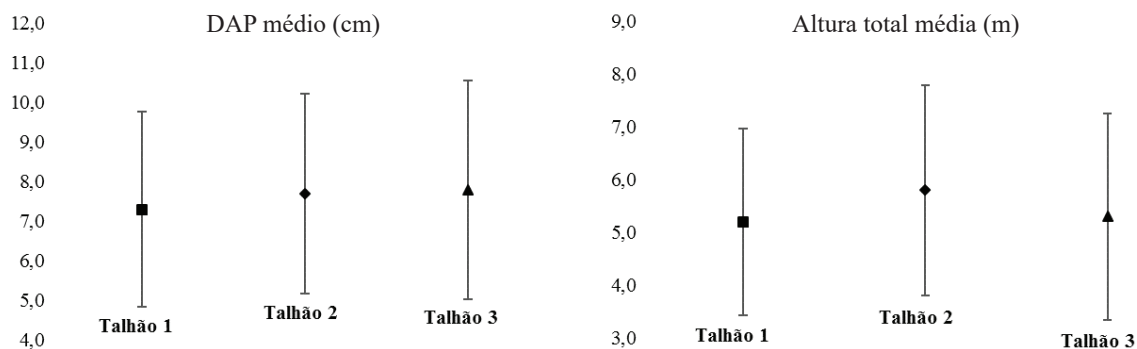


Figura 1. Diâmetro a altura do peito (DAP, cm) e altura total (m) médio por talhão do plantio de mogno-africano com 4,75 anos, em Nova Ubiratã, Mato Grosso.



Tabela 1. Incremento médio anual (IMA) e desvio padrão (DP) do diâmetro a altura do peito (DAP) (cm.ano^{-1}) e da altura total (HT) (m.ano^{-1}) do mogno-africano com 4,75 anos, em Nova Ubiratã, Mato Grosso.

Talhão	IMA DAP	DP IMA DAP	IMA HT	DP IMA HT
1	1,55	0,52	1,10	0,37
2	1,62	0,53	1,21	0,42
3	1,63	0,58	1,12	0,41

Em relação ao incremento corrente anual (ICA) avaliado entre os 3,5 anos e 4,75 anos somente no talhão 1, registrou-se um valor médio de 1,71 cm (DP: 1,08 cm) com variação geral de 1,15 cm (parcela 91) a 2,54 cm (parcela 253) e com desvio padrão médio de 0,51 cm (parcela 253) a 1,75 cm (parcela 2). Já para a altura total (m), o ICA médio foi de 0,81 m (DP: 0,87 m), com variação de 0,57 m (parcela 91) a 1,38 m (parcela 259), com desvio padrão médio de 0,54 m (parcela 253) a 1,08 m (parcela 2).

Conclusões

Conclui-se existir heterogeneidade na qualidade silvicultural quando considerado a qualidade de fuste e fitossanitária das árvores, bem como a heterogeneidade no crescimento do mogno-africano entre os talhões. Isso sugere o desenvolvimento de acompanhamento contínuo da espécie, a fim de identificar e acompanhar as condições que influenciam o seu crescimento, em diferentes condições do solo e material genético, no norte de Mato Grosso.

Referências

AMINAH, H.; INTAN, Z. B.; ROSDI, K.; ROZIHAWATI, Z.; AHMAD FAUZI, M. S.; HAMZAH, M. Growth performance of some dipterocarps and non-dipterocarps planted from rooted cuttings. In: PROCEEDINGS of the 8th Round-Table Conference on Dipterocarps, 2005, Ho Chi Min City, Vietnam. Kepong: Forest Research Institute Malaysia, 2005.

CONDE, R. A. R. **Controle silvicultural e mecânico da broca do mogno *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1948) (Lepdoptera; Pyralidae) em sistema agroflorestal.** 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 137-158.

FALES, I. C.; BAENA, A. R. **Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 52 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 4).

GOMES, D. M. **Análise de viabilidade técnica, econômico-financeiro para implantação da cultura do mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) na região oeste de Minas Gerais.** 2010. 69 f. Monografia (Especialização em Gestão Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

IBGE. **SIDRA.** Rio de Janeiro, [2014]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=5930&z=p&o=30&i=P>>. Acesso em: 11 mar. 2014.

ILPF em números. Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril, 2016. 12 p. Folder. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158636/1/2016-cpamt-ilpf-em-numeros.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2015.** Brasília, DF, 2016. 100 p. Relatório anual 2015.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURINI, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais.** Lavras: UFLA, 2010. 331 p.

OFORI, D. A.; OPUNI-FRIMPONG, E.; COBBINAH, J. R. Provenance variation in *Khaya* species for growth and resistance to shoot borer *Hypsipyla robusta*. **Forest Ecology and Management**, v. 242, n. 2-3, p. 438-443, 2007. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.01.090.

PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 411-420, 2006. DOI: 10.1590/S0100-67622006000300011.

RANSOLIN, D. S. **Estudos dendrocronológicos e da qualidade da madeira de árvores de *Khaya ivorensis* A. Chev.** 2015. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.

RIBEIRO, A.; FILHO, A. C. F.; SCOLFORO, J. R. S. Inventário florestal contínuo de plantios de mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) no estado de Minas Gerais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MENSURAÇÃO FLORESTAL, 2., 2014, Curitiba. **Atualidades em mensuração florestal.** Curitiba, 2014. p. 187-191. e-PUB.

SILVA, F. S.; FERREIRA, G. L.; SANTOS, A. C. A.; LEITE, H. G.; SILVA, M. L. Equações hipsométricas, volumétricas e de crescimento para *Khaya ivorensis* plantada em Pirapora. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, 2016. DOI: 10.1590/2179-8087.130715.

SIQUEIRA, E. R.; RIBEIRO, E. F.; CARVALHO, P. E. R.; DRUMOND, M. A. Comportamento inicial de espécies florestais exóticas na região da Mata Atlântica de Sergipe. **Revista Árvore**, v. 26, p. 13-17, 2002.



SISTEMAS Agroflorestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San Jose: OTAS; CATIE, 1986. 735 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil Florestal**. São Paulo, 2008. 93 p.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.;

ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D.; MOURÃO, M. Avaliação de espécies florestais em área de mata no estado de Roraima. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 8-18, 2006.



Effects of Density and Structure on Production in the communal forests of the Mexican Sierra Madre Occidental

Corral-Rivas José Javier^{1*}; Hernández Díaz José Ciro¹; González Elizondo Maria Socorro²;
Lujan-Soto José Encarnación³, Klaus von Gadow⁴

¹Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango; ²Instituto Politécnico Nacional; ³Instituto Tecnológico de El Salto, Mesa del Tecnológico; ⁴Burkhardt Institute, Göttingen University, Göttingen, Germany; *Corresponding author: jcorral@ujed.mx

Abstract: The Sierra Madre Occidental in the Mexican State of Durango, is home to about five million ha of species-rich forest ecosystems. Local communities depend on these forests for their livelihood. The preservation of the species richness and productivity of this unique resource requires improved understanding of the effects of forest structure and density on production. The community structure was analysed for three species groups (all species; 12 species of *Pinus*; 16 species of *Quercus*). Based on data gathered in 580 re-measured observational field plots, the main results of this study are: i) Density (expressed as basal area per ha) and PGPine (the percentage contribution to the total basal area of all pine species) have a significant effect on forest production (expressed as volume increment per ha per year); ii) Potential production is surprisingly high (in excess of 20 m³/ha/year for some stands) in these forests, but the high potential cannot be realized in many areas because of reduced basal areas caused by overharvesting; iii) The available evidence does not confirm the findings of a recent study published in the journal *Science* which suggests a continuous increase in production with increasing richness. Our observations show that production reaches a potential maximum at intermediate levels of richness (between 7 to 9 species per 0.25 ha) and declines with further increases in species richness. This study represents a comprehensive analysis of the effects of density and structure on the community forests of the Sierra Madre Occidental based on a large set of permanent field plots where all trees have been mapped.

Key words: Biodiversity; Forest ecosystems; Community structure.

Introduction and objectives

Natural forests represent complex ecosystems and the amount of information which is required to describe their structure and dynamics is a measure of their complexity. Managed multi-species forest communities are a particular challenge. They need to be described for managers, in ways that are easy to comprehend, yet sufficiently detailed and comprehensive to facilitate sustainable use. Sustainable use of a natural forest is essential for providing a variety of products and services, especially to the local communities. This requires a focus on several system attributes, including forest density, structure and diversity.

The Mexican State of Durango includes about five million ha of (mostly managed) natural forests with 20 pine and 43 oak species and often include species of *Arbutus*, *Fraxinus*, *Cupressus*, *Juniperus*, and occasionally even *Pseudotsuga* and a rare species of *Picea* (GONZÁLEZ-ELIZONDO et al., 2007; CORRAL-RIVAS et al., 2012). More than 85 percent

of the forest area of Durango is owned by rural communities known as *Ejidotes* and *Comunidades* who manage their land with some level of governmental control. Many people live in or near the forested areas and depend on the forests for their livelihood. Thus, these natural resources are very important for the social, economic and environmental development of Durango. The Sierra Madre Occidental is of major ecological and economical importance as it includes about two thirds of the standing timber in Mexico, boasts some of the richest diversity of habitats and species in North America, and is the source of environmental services for a large area in northern Mexico (GONZÁLEZ-ELIZONDO et al., 2017).

This study was conducted in the forests of Durango, which occupy about 23% of the area of Sierra Madre Occidental. The altitude above sea level of the study area varies between 1,400 and 3,000 m. The prevailing climate is temperate: the annual precipitation ranges between 800 and 1,100 mm and the mean annual temperature varies between 8°C in the highest elevations



and 24 °C in the lowest elevations (CORRAL-RIVAS et al., 2012). The predominant forest types are uneven-aged forests dominated by pine and oak species. The most important commercial species because of the physical and mechanical characteristics of their timber, their distribution and the usable volume are, in order of importance: *Pinus cooperi* var. *ornelasi* (Martínez) C.E. Blanco, *Pinus durangensis* Martínez, *Pinus arizonica* Engelm., *Pinus leiophylla* Sch. et Cham., *Pinus engelmannii* Carr., *Pinus teocote* Schl. et Cham., *Pinus herrerae* Martínez and some species of the genus *Quercus*.

Structure and density include a range of phenomena that determine the heterogeneity and productivity within a forest community. An analysis of their effect on the dynamics of the forests of the Sierra Madre Occidental will contribute to a more sustainable and effective use of this unique natural resource. Accordingly, the objectives of this study are: a) to estimate the potential forest density and structure at plot level, and c) to evaluate the effects of selected structural characteristics on forest production.

Material and Methods

• The Durango Forest Observational Study

The observations used in the study were obtained from a network of 429 permanent sample plots used to monitor the dynamics of Durango's forests (CORRAL-RIVAS et al., 2012). Altogether 145 remeasured plots were available for this study. The plots were established between 2007 and 2010, and were re-measured between 2012-2015, after a five-year interval. They cover the main forest types and the current diameter distributions of commercial forests in Durango. The plots are 50x50m in size and are distributed systematically (with some exceptions), with a variable grid ranging from 3 to 5

kilometres, depending on the size of the Ejidos. Among other variables, tag number, species code, breast height diameter (d , cm, 1.3 m above ground level), total tree height (h , m), height to the live crown (m), azimuth (°) and radius (m) from the centre of the plot of all trees equal or greater than 7.5 cm in diameter were recorded. Currently, the database includes remeasurement data for 26,152 trees. For this study each of the 50 m x 50 m field plots was subdivided into four subplots measuring 25 m x 25 m each. This was done because there is a greater chance of finding very high densities in smaller subplots, and thus obtaining better estimates of maximum density. Big plots tend to include gaps which reduces the chance of identifying areas of very high density and the associated production. The basic description of the stand variables of the 580 subplots for the two forest inventories are summarized in Table 1.

• Estimating Maximum Density

A different approach is needed for evaluating maximum densities in a natural forest where density patterns are the result of gaps created by natural or human disturbances, and the subsequent successional rebuilding of the gaps (BROKAW, 1985). High density in some subplots may decline as a result of natural mortality or local disturbance. Low density subplots may become increasingly dense as a result of tree growth and regeneration. The density patterns in a natural forest are not static, but subject to constant change. Each local "gap" will reach a maximum density at one stage in its local development, and a naturally regenerated forest represents a spatial mosaic of areas of high and low densities (ZHANG et al., 2015). The objective is to observe density patterns, to identify the highest densities, and to derive some limiting relationship which represents a maximum density. In this study, we are using percentile regression to

Table 1. Summary statistics of the 580 plots which were used in this study. The second inventory was carried out 5 years after the first inventory.

Stand variable	First inventory				Second inventory			
	Mean	Max	Min	Std	Mean	Max	Min	Std
N	617.70	2096.00	48.00	336.48	648.01	2096.00	32.00	335.94
G	20.13	77.75	1.37	10.12	24.06	85.37	1.74	11.34
dg	21.55	60.82	7.35	6.02	22.67	63.65	8.85	5.97
V	171.65	1026.47	2.98	124.09	215.59	1169.60	4.12	146.22
H ₀	16.71	34.98	3.30	5.12	18.04	36.27	3.77	5.35
S	5	11	1	2	5	11	1	2
ΔV					8.79	28.63	0.23	4.96

Where N (trees ha⁻¹), number of trees per hectare; G (m²ha⁻¹), stand basal area; dg (cm), quadratic mean diameter; H₀ (m), dominant height (calculated from the proportion of the 100 thickest trees per hectare).



estimate Reineke's Limiting Relationship (REINEKE, 1933) and Nilson's Sparsity (NILSON, 2006).

• **Effects of Forest Density and Structure on Production**

Six variables are used to describe the density and structure of a community in each of the 25 m x 25 m field plots. These six variables, which are evaluated in relation to plot volume growth, are described as follows: 1. Density (BA): the measure of plot density used in this study is the sum of the cross-sectional areas of all trees per unit area. This quantity is known as the basal area and expressed in m² per ha; 2. Crowding (N): this variable refers to the number of trees per ha; 3. Richness (S): richness refers to the number of tree species per field plot; 4. Skewness (Sk): in this study skewness describes the asymmetry of the probability distribution of tree diameters about the mean. A negative skewness value (representing a left-skewed or left-tailed distribution) is characterized by an extended left tail while the mass of the observations is concentrated to the right of the mean value. A positive skewness value indicates a distribution with an extended right tail; 5. Size Variation (CV): refers to the coefficient of variation of tree diameters (dbh's) which is equal to the standard deviation of dbh's divided by the mean of the dbh distribution and; 6. Pine Percentage (PGPine): refers the percentage contribution to the total basal area of all pine species at the first enumeration. All variables and their combinations were tested to evaluate the effect on production.

• **Measuring production**

"Increment" and "growth" are used to express an increase in the size of individual trees, but these terms have also been used to quantify total production of a forest community per unit area. These are two different perspectives, and the difference becomes more obvious when a forest community consists of multiple species, tree dimensions and spatial arrangements. For this reason, it appears more logical to use the term "production" for the increase of total tree biomass for a given area and time period. As total volume is often used as a surrogate for biomass, it appears justified to use the term "production" also for the increase of total tree volume per unit area (usually per hectare).

A preliminary analysis revealed that there is no simple relation between species richness and production in our data, as proposed by LIANG et al. (2016). Therefore, it was decided to discard the original idea of establishing a direct relationship between richness and production, and instead to use a 99% percentile regression to estimate the envelope of maximum production (iVmax) for different levels of richness (S) (KOENKER AND BASSETT, 1978). This

approach has already been applied to other problems in the aquatic sciences (e.g. the study maximum growth rates of marine phytoplankton from temperature carried out by BISSINGER et al. (2008)).

Results and discussion

• **Maximum Density**

As mentioned in the Methods section, percentile regression was used to estimate Reineke's Limiting Relationship and Nilsson's Sparsity. The results of the percentile regression estimates are presented graphically in Figure 1, based on the following equations:

$$\ln(N_{\max}) = 11.48 - 1.388 \times \ln(Dq)$$

$$L_{\min} = 1.241 + 0.0778 \times Dq$$

All four coefficients are highly significant ($\alpha < 0.01$). The maximum density in terms of basal area depends on the quadratic mean *dbh*. For example, Reineke's Limiting Relationship, for $Dq = 20$, the maximum number of trees per ha is estimated at 1504, and accordingly the estimate of maximum basal area is 47.7 m² ha⁻¹. For $Dq = 33$, the maximum number of trees per ha is estimated at 751, and maximum basal area is estimated at 64.7 m² ha⁻¹.

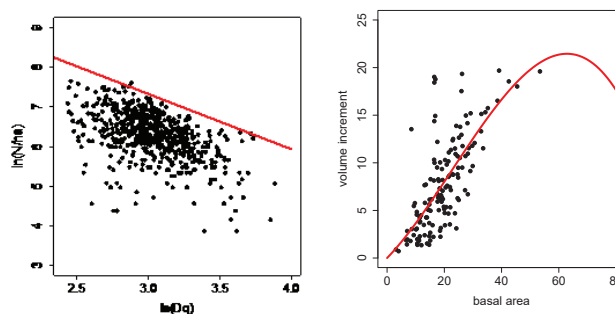


Figure 1. Estimates of maximum density based on Reineke's limiting line (left) and Nilson's Sparsity (right) using linear percentile regression; the observations represent 25 m x 25 m subplots. Dq is the quadratic mean diameter; N/ha is the number of trees per hectare; L is average distance between the trees (Nilsson's stand sparsity) and \ln is the natural logarithm.

Regarding the estimates of Nilson's Sparsity, for $Dq = 20$, the minimum average distance between trees is estimated at 2.8 m which gives a crowding value 1278 trees per ha and an estimated maximum basal area of 40.2 m² ha⁻¹, about 16 percent less than the estimate based on the Reineke line. For $Dq = 33$, the average spacing is estimated at 3.8 m, the crowding at 689 trees



per ha, and the maximum basal area is estimated at 58.9 m² ha⁻¹, nine percent less than the Reineke model estimate.

Thus, Nilson's sparsity appears to be the preferred model if a conservative estimate of maximum density is preferred. Many plots are located in areas with extremely low densities, and a greater number of samples from very dense areas are needed to improve the estimates of the potential density.

• Structuring the Forest Community

Table 2 presents a summary of the results of the community structuring approach. The mean individual tree basal area increment (cm² year⁻¹) and the mean of the 10 percent biggest diameter trees (cm) are available for 38 species that are represented by at least 25 individuals.

The five species with the biggest dimensions are *Picea chihuahuana* (dbhmax = 86.37 cm; hmax = 49.40 m); *Cupressus lusitanica* (dbhmax = 71.10 cm; hmax = 39.10 m); *Pseudotsuga menziesii* (dbhmax = 64.84 cm; hmax = 45.90 m); *Pinus douglasiana* (dbhmax = 64.04 cm; hmax = 27.00 m) and *Quercus crassifolia* (dbhmax = 61.50 cm; hmax = 35.10 m). The five species with the highest average dbh growth rates are *Pinus cooperi* (0.51 cm/year); *Alnus firmifolia* (0.48 cm/year); *Alnus jorullensis* (0.41 cm/year); *Pinus engelmannii* (0.41 cm/year); and *Quercus viminea* (0.40 cm/year).

There is a group of six dominant species which have the largest maximum dimensions and a narrow range of dbh growth rates; these are *Picea chihuahuana*; *Cupressus lusitanica*; *Pseudotsuga menziesii*; *Quercus crassifolia*; *Abies durangensis*; *Quercus durifolia*. The remaining 30 species exhibit a wide range of growth

Table 2. Summary for the 38 species that are represented by at least 25 individuals in the database, and including only trees with a dbh increment > 0. Acronym = Acronym of the species name; iba = mean basal area increment (cm² year⁻¹); id = average dbh increment (cm year⁻¹); maxD = mean dbh of the 10 percent biggest dbh trees (cm); maxH = mean height of the 10 percent tallest trees (m); N = number of observations available.

Species	Acronym	iba	id	maxD	maxH	N
<i>Abies durangensis</i>	Adu	12.05	0.27	57.47	39.40	65
<i>Alnus firmifolia</i>	Afi	11.88	0.48	33.09	24.30	194
<i>Alnus jorullensis</i>	Ajo	10.95	0.41	42.91	23.40	68
<i>Arbutus arizonica</i>	Aar	11.73	0.39	43.71	22.50	167
<i>Arbutus bicolor</i>	Abi	9.73	0.36	34.78	16.40	407
<i>Arbutus madrensis</i>	Ama	11.27	0.39	36.21	17.00	265
<i>Arbutus tessellata</i>	Ate	9.37	0.35	37.11	18.50	240
<i>Arbutus xalapensis</i>	Axa	8.61	0.34	31.95	20.50	262
<i>Cupressus lusitanica</i>	Clu	15.55	0.32	71.10	39.10	294
<i>Juniperus deppeana</i>	Jde	9.11	0.36	33.87	24.50	1191
<i>Juniperus durangensis</i>	Jdu	9.19	0.38	31.67	9.70	54
<i>Picea chihuahuana</i>	Pci	23.52	0.34	86.37	49.40	25
<i>Pinus arizonica</i>	Par	9.17	0.27	40.90	31.20	503
<i>Pinus cooperi</i>	Pco	16.65	0.51	44.64	37.30	2629
<i>Pinus douglasiana</i>	Pdo	9.50	0.30	64.04	27.00	34
<i>Pinus durangensis</i>	Pdu	11.37	0.36	42.54	39.20	7002
<i>Pinus engelmannii</i>	Pen	15.02	0.41	46.97	30.70	313
<i>Pinus herrerae</i>	Phe	13.62	0.37	51.73	36.60	612
<i>Pinus leiophylla</i>	Ple	13.70	0.39	41.81	35.00	1103
<i>Pinus lumholtzii</i>	Plu	7.91	0.29	34.40	30.70	623
<i>Pinus strobiformis</i>	Pst	11.45	0.40	37.36	37.20	1222
<i>Pinus teocote</i>	Pte	11.34	0.38	40.23	43.30	2590
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pme	17.23	0.36	64.84	45.90	168
<i>Quercus arizonica</i>	Qar	7.22	0.24	35.25	26.20	175
<i>Quercus conzattii</i>	Qco	7.24	0.30	28.64	13.94	102

to be continued...



Table 2. continuation...

Species	Acronym	iba	id	maxD	maxH	N
<i>Quercus crassifolia</i>	Qcr	13.04	0.35	61.50	35.10	281
<i>Quercus durifolia</i>	Qdu	10.62	0.32	52.23	26.50	110
<i>Quercus viminea</i>	Qvi	14.78	0.40	38.12	17.30	50
<i>Quercus fulva</i>	Qfu	9.73	0.31	37.85	25.60	245
<i>Quercus jonesii</i>	Qjo	11.39	0.34	37.71	27.50	87
<i>Quercus laeta</i>	Qla	10.64	0.30	46.50	29.10	118
<i>Quercus mcvaughii</i>	Qmc	5.77	0.24	29.57	17.10	584
<i>Quercus obtusata</i>	Qob	7.04	0.25	31.58	14.80	92
<i>Quercus radiata</i>	Qra	8.99	0.31	38.02	20.50	161
<i>Quercus rugosa</i>	Qru	11.86	0.35	49.26	26.90	679
<i>Quercus scytophylla</i>	Qsc	11.68	0.31	45.04	23.80	32
<i>Quercus sideroxylla</i>	Qsi	12.43	0.37	49.90	33.20	3433
<i>Quercus urbanii</i>	Qur	12.13	0.39	37.41	11.10	120

rates between 0.25 cm year⁻¹ (*Quercus obtusata*) and 0.60 cm year⁻¹ (*Pinus herrerae*).

• **Effects of Forest Density and Structure on Production**

Species richness has no obvious direct effect of production (volume increment per ha per year), but it seems that there is an optimum level of richness (between 5 and 10 species per 1/4 ha) which is associated with maximum production (Figure 2). As mentioned above, a 99% percentile regression was used to estimate the envelope of maximum production (iVmax) for different levels of richness (S). This relationship is estimated by the following equation:

$$iV_{max} = e^{(0.4324 + 2.8512 \times \log(S) - 0.4125 \times S)}$$

The relation between density (BA m² ha⁻¹) and production (iV, m³ per ha per year) was estimated by the following cubic polynomial:

$$iV = 0.3091 \times BA + 0.006462 \times BA^2 - 0.00009467 \times BA^3$$

with R² = 0.87. The shape of the relationship is substantiated only for initial densities not exceeding about 50 m² ha⁻¹. High density plots are needed to verify or reject the assumptions for basal areas in excess of 50 m² ha⁻¹.

After evaluating different combinations of variables, the following relation was selected for estimating the annual volume production per ha:

$$iV = 5.529 + 0.4569 \times BA + 0.06951 \times PGPine$$

Two of the selected variables, initial density (BA) and proportion of pine basal area (PGPine) are highly

significant and have the greatest effect regarding their impact on production in the 25 m x 25 m plots. The residual standard error is 3.1 on 141 degrees of freedom, and the multiple R² is 0.59. Somewhat unexpectedly, skewness, crowding, richness and diameter coefficient of variation are not significant.

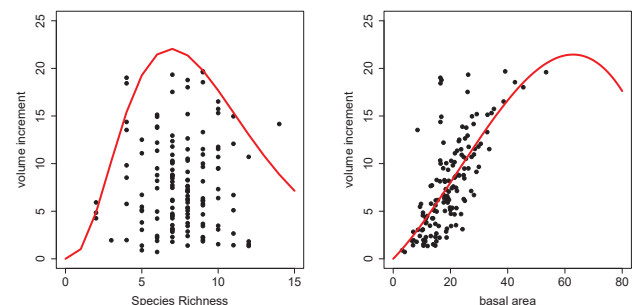


Figure 2. Graph of a 99% percentile regression used to estimate the envelope of maximum production (volume increment m³ per ha per year) for different levels of initial richness (number of species per 0.25 ha). The graph on the right shows a cubic polynomial equation to estimate the relation between density (basal area m² ha⁻¹) and volume increment (m³ ha⁻¹ year⁻¹).

Numerous studies have explored the relationship between diversity and productivity (LIANG et al., 2016), but it has not been possible to establish patterns and principles that are valid for the forest communities on the Sierra Madre Occidental. Particular interspecific interactions, known as facilitation, are often responsible for positive relationships between diversity and productivity (MOUQUET et al., 2002; LAMBERS et al., 2004). However, positive as well as negative relationships have been documented involving the effects of diversity on forest productivity (PFISTERER;



SCHMID, 2002; WITMAN et al., 2008). The prevailing viewpoint seems to be that the relation is unimodal, which means that productivity peaks at intermediate levels of diversity (GOLDBERG; MILLER, 1990).

Conclusions

This study presents first results regarding the distribution of forest density and structure and their effects on tree growth and per unit area volume production on the Mexican Sierra Madre Occidental, based on successive measurements in a newly established large observational network. The available data suggest that high productivity is associated with intermediate levels of diversity. Further studies are required, however, to evaluate the effects of density/richness interactions, of changes in site quality and of particular species combinations. As mentioned above, our data show that a high proportion of pine species increases community productivity. The proportion of fast- or slow-growing species and its effect on productivity requires further study.

References

- BISSINGER, J. E.; MONTAGNES D. J. S.; SHARPLES, J.; ATKINSON, D. Predicting marine phytoplankton maximum growth rates from temperature: Improving on the Eppley curve using quantile regression. *Limnology and Oceanography*, v. 53, p. 487-493, 2008. DOI: 10.4319/lo.2008.53.2.0487.
- BROKAW, N. Gap phase regeneration in a tropical forest. *Ecology*, v. 66, p. 682-687, 1985.
- CORRAL-RIVAS, J. J.; REYES, R. I.; WEHENKEL, C.; AGUIRRE-CALDERÓN, O. A. GADOW K. V. A Network of forest observational studies in Durango (Mexico). In: ZHAO XIUHAI, Z. C. Y.; KLAUS, V. G. (Ed.). **Forest observational studies: Proceedings of an International Workshop at Beijing Forestry University**, 2012. Beijing: Beijing Forestry University, 2012. p. 125-138.
- GOLDBERG, D. E.; MILLER, T. E. Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. *Ecology*, v. 71, p. 213-225, 1990.
- GONZÁLEZ-ELIZONDO, M. S.; GONZÁLEZ-ELIZONDO, M., MÁRQUEZ, L. M. A. **Vegetación y ecorregiones de Durango**. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. México, D.F.: CIIDIR-IPN, 2007. 219 p.
- KOENKER, R.; BASSETT, G. Regression quantiles. *Econometrica*, v. 46, p. 33-50, 1978.
- LAMBERS, J. H. R.; HARPOLE, W. S.; TILMAN, D., KNOPS, J.; REICH, P. B. Mechanisms responsible for the positive diversity-productivity relationship in Minnesota grasslands. *Ecology Letters*, v. 7, n. 8, p. 661-668, 2004. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00623.x.
- LIANG, J.; CROWTHER, T. W.; PICARD, N.; WISER, S.; ZHOU, M.; ALBERTI, G.; SCHULZE, E.-D.; MCGUIRE, A. D. Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science*, v. 354, n. 6309, p. 6309, 2016. DOI: 10.1126/science.aaf8957.
- MOUQUET, N.; MOORE J. L.; LOREAU, M. Plant species richness and community productivity: why the mechanism that promotes coexistence matters. *Ecology Letter*, v. 5, p. 56-65, 2002.
- NILSON, A. Modeling dependence between the number of trees and mean tree diameter of stands, stand density and stand sparsity. In: CIESZEWSKI, C. J., STRUB, M. (Ed.). **Second International Conference on Forest Measurement and Quantitative Methods and Management & the 2004 Southern Mensurationists Meeting 15–18 June 2004**. Arkansas: Hot Springs, 2004. p. 74-94.
- PFISTERER, A. B.; SCHMID, B. Diversity-dependent production can decrease the stability of ecosystem functioning. *Nature*, v. 416, p. 84-86, 2002. DOI: 10.1038/416084a.
- REINEKE, L. H. Perfecting a Stand Density Index for Even-Aged Forests. *Journal of Agricultural Research*, v. 46, n. 7, p. 627-638, 1933.
- WITMAN, J. D.; CUSSON, M.; ARCHAMBAULT, P.; PERSHING, A. J.; MIESZKOWSKA, N. The relation between productivity and species diversity in temperate-Arctic marine ecosystems. *Ecology*, v. 89, n. sp11, p. 66-80, 2008. DOI: 10.1890/07-1201.1.
- ZHANG, C. Y.; ZHAO, X. H.; GADOW K. V. Maximum density patterns in two natural forests: an analysis based on large observational field studies in China. *Forest Ecology and Management*, v. 346, p. 98-105, 2015. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.03.001.



Growth phytotoxic effect of four herbicides on forest plantations of *Eucalyptus urophylla*

Diego Ernesto Lira González¹; Juan Carlos Ordaz Hernandez²; Ángel Leyva Ovalle³; Tomás Pineda Ojeda⁴; Styv de Jesús Calva⁵

¹Master Science on Agricultural and Natural Resources Economy, Researcher-Professor at Universidad Autónoma Chapingo, Mexico, diego.lira@productosforestales.com; ²Doctor on Agroindustrial Economic Problems, Researcher-Professor at Universidad Autónoma Chapingo, Mexico, jcyoordazh@gmail.com; ³Doctor on Forestry Science, Researcher-Professor at Universidad Autónoma Chapingo, Mexico, aleyvaovalle@gmail.com; ⁴Master Science on Agricultural and Natural Resources Economy, Researcher at Inifap, Mexico, pineda.tomas@inifap.gob.mx; ⁵Forest Engineer, Thesis Student at Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Mexico, sdjc.forestal@gmail.com

Abstract: One trial of four active ingredients of herbicide were run on forestry plantations of *Eucalyptus urophylla*, those a.i. was glyphosate, gluphosinate, picloram and metsulfuron-methyl, in four commercial formulation, taking base the operative doses of plantations company and others more higher and lower doses, with the objective of evaluate the performance on growth and safety of operational risk at accidental intoxication. The results show that glyphosate has negative increases in diameter and height from lower doses, visual and several effects like mortality are shown nearest at operative doses, but when glyphosate is mixed with metsulfuron-methyl the effects are reduced significantly and when glyphosate is mixed with picloram and metsulfuron-methyl, the reduction of negative effects are better. But in case of gluphosinate the negative effects in growth aren't shown, even mortality, results in the better performance on *Eucalyptus urophylla* in possible intoxication risk by herbicide.

Key-words: Weed control; Forestry plantations; Probit regression.

Introduction and Objectives

Minogue and Osiecka (2015), tested herbicides on *Eucalyptus urograndis* to evaluate the effects on PRE and POS applications, with better results on PRE on weed control and tree growth, but this research, care the herbicide contact with trees. In some other works just analyzing the effect of herbicides on soil and microbiome composition, but don't the growth of trees (SILVA et al., 2014). For the other hand the information about herbicides are focused on weed species control and doses (LORENZI, 2014).

Works on herbicide were running in Mexico, but was oriented at weed control and growth answer, but it doesn't evaluate possible phytotoxic effects (RIVAS et al., 2009). The main form to analyze the phytotoxic effect of herbicides are by qualitative evaluation over the plants and use a foliar effects percentage quantification (FERREIRA et al., 2010) or using EWRS scale (TASISTRO, 2000), but in forestry the height and diameter are the main variables to analyze.

The main objective of this research work was to know the phytotoxic effect of the four main herbicides used on forestry plantations of *Eucalyptus urophylla*

in the South of Mexico, with active ingredients of Gluphosinate, glyphosate, metsulfuron methyl and picloram, to get more knowledges about of possible risks intoxication effects in plant growth, if the operator doesn't care the trees and does a full cover application. This is the first work of this type in Mexico and born by inquiry of the few knowledges about use, management and effects of herbicides in mexican forestry plantations.

Material and Methods

The trial was established on operational forestry plantations of three months of *Eucalyptus urophylla* in the South of Mexico by a systematic sample with five repetitions, with a tree like experimental unit.

Treatments were defined by standard application (X) from plantation company, using the main dose and different doses based on this, to evaluate possible herbicide intoxication by uncaring application from operators. The treatments used was: 2X, 1.5X, 1X, 0.5X, 0.25X, 0.10X, 0.5X and 0.01X, the specific doses and concentrations are described on Table 1.



Table 1. Doses used and concentration, taken base a 200 l water volume.

Herbicide	Glyphosate 363 g a.i./l (Faena®)		Gluphosinate 150 g a.i./l (Finale®)		Glyphosate 363 g a.i./l + Metsulfuron-Methyl 600g a.i./kg (Faena® + Ally®)		Glyphosate 363 g a.i./l + Metsulfuron-Methyl 600g a.i./kg + Picloram 240 g i.a. / l (Faena® + Combo®)	
	Equivalent dose	Solution Concentration	Equivalent dose	Solution Concentration	Equivalent dose	Solution Concentration	Equivalent dose	Solution Concentration
2.00X	4.00 l/ha	2.00%	4.00 l/ha	2.00%	4.00 l + 40 g/ha	2.00% + 0.020%	4.00 l + 40 g + 540 ml/ha	2.00% + 0.020% + 0.27%
1.50X	3.00 l/ha	1.50%	3.00 l/ha	1.50%	3.00 l + 30 g/ha	1.50% + 0.015%	3.00 l + 30 g + 405 ml/ha	1.50% + 0.015% + 0.2025%
1.00X	2.00 l/ha	1.00%	2.00 l/ha	1.00%	2.00 l + 20 g/ha	1.00% + 0.010%	2.00 l + 20 g + 270 ml/ha	1.00% + 0.010% + 0.135%
0.50X	1.00 l/ha	0.50%	1.00 l/ha	0.50%	1.00 l + 10 g/ha	0.50% + 0.005%	1.00 l + 10 g + 135 ml/ha	0.50% + 0.005% + 0.0675%
0.25X	0.50 l/ha	0.25%	0.50 l/ha	0.25%	0.50 l + 5 g/ha	0.25% + 0.0025%	0.50 l + 5 g + 72.5 ml/ha	0.25% + 0.0025% + 0.0338%
0.10X	0.20 l/ha	0.10%	0.20 l/ha	0.10%	0.20 l + 2 g/ha	0.10% + 0.001%	0.20 l + 2 g + 27 ml/ha	0.10% + 0.001% + 0.135%
0.05X	0.10 l/ha	0.05%	0.10 l/ha	0.05%	0.10 l + 1 g/ha	0.05% + 0.0005%	0.10 l + 1 g + 13.5 ml/ha	0.05% + 0.0005% + 0.0068%
0.01X	0.02 l/ha	0.01%	0.02 l/ha	0.01%	0.02 l + 0.2 g/ha	0.01% + 0.0001%	0.02 l + 0.2 g + 2.7 ml/ha	0.01% + 0.0001% + 0.0014%
Control	-	-	-	-	-	-	-	-

The application of treatments was by a Solo sprayer backpack with Teejet nozzle TJ 11003 at 45 PSI and a full cover all foliage tree application. The herbicides tested were Glyphosate (Faena®), Gluphosinate (Finale®), Glyphosate + Metsulfuron-Methyl (Faena® + Ally®) and Glyphosate + Metsulfuron-Methyl + Picloram (Faena® + Combo®), additional a control treatment eas considerate without application, in all the cases a handily weed control was applied.

The total height assesses was taken at 0, 15 and 30 DAT and base tree diameter at 0 and 30 DAT, as respond variable of phytotoxic effect. A Duncan test were run on SAS System to verify the differences between treatments. To analyze the magnitudes was necessary a trigonometric transformation of percentages of increment diameter and height. Survival was evaluated at 0 and 30 DAT and to define the rate of safety a Probit regression was run on SAS system, with this variable.

Results and Discussions

Elevated doses of glyphosate, nearest to standard application (1X) gives negative effects on visual growth in *Eucalyptus urophylla*, because the diameter and height have a significative less increase, even has a elevate mortality (Table 2). But when the doses reduce at quarter of standard (0.25X) the visual phytotoxic

effect isn't significative, however the increase in diameter and height is significative affected in the must cases, due glyphosate has negative effects in growth even low doses. At the same time, the possibility of mortality increases over of 10% is at doses over of 0.5X (Chart 1), this means that the risk of intoxication by operational oversight on weed management using Glyphosate is significative and has consequences on growth and mortality.

In the mix doses between Glyphosate and Metsulfuron-methyl the effects on mortality are less than the use of Glyphosate alone, and only when is used the high dose present a significative mortality, but in growth apparently doesn't have significative effects (Table 3), however in increase of diameter has a negative significative response even at lower doses like 0.10X. For this situation this herbicide must be manage with careful because, by one side reduce the mortality, while for the other side reduce the increase on diameter, but in general is better use a mix of this herbicides, additional at probability superior of 10% (Chart 1) is located at standard dose (1.0X).

Similar effects are showed when mix Glyphosate, Metsulfuron-methyl and Picloram, but the reduction of mortality is higher than both last treatments and the probability of mortality superior of 10% presents at doses little over of standard at 1.25X (Chart 1), however doesn't present significative effects on

**Table 2.** Increase of trees of *Eucalyptus urophylla* at treatment of Glyphosate (Faena®).

Treatment	Diameter at 0 DAT (mm)	Diameter at 30 DAT (mm)	Height at 0 DAT (cm)	Height at 15 DAT (cm)	Height at 30 DAT (cm)	Height increase at 30 DAT	Diameter increase at 30 DAT	Survival at 30 DAT
Control	23.0 a	30.6 ab	254.8 ab	260.0 abc	284.2 ab	12.0% abcd	33.3% ab	100% a
2.00X	19.2 a	19.1 c	197.8 b	186.6 c	188.4 c	-5.2% cd	-3.2% d	40% b
1.50X	22.6 a	22.5 abc	223.0 ab	213.4 bc	216.6 bc	-3.1% cd	-1.2% d	40% b
1.00X	25.4 a	25.5 bc	283.0 a	265.8 abc	268.8 abc	-6.2% d	0.3% d	80% ab
0.50X	24.2 a	21.5 abc	241.8 ab	248.4 abc	251.4 abc	7.0% abcd	-8.5% d	80% ab
0.25X	24.4 a	26.1 abc	258.0 ab	253.8 abc	257.8 abc	-0.3% bcd	7.6% cd	100% a
0.10X	21.4 a	25.0 abc	253.0 ab	247.0 abc	251.4 abc	-0.6% bcd	18.1% bc	100% a
0.05X	23.0 a	27.9 abc	269.6 ab	262.2 abc	266.0 abc	-1.5% bcd	22.4% bc	100% a
0.01X	27.4 a	33.0 a	258.8 ab	283.4 ab	311.2 a	20.4% ab	21.1% bc	100% a

Table 3. Increase of trees of *Eucalyptus urophylla* at treatment of Glyphosate + Metsulfuron-Ethyl (Faena® + Ally®).

Treatment	Diameter at 0 DAT (mm)	Diameter at 30 DAT (mm)	Height at 0 DAT (cm)	Height at 15 DAT (cm)	Height at 30 DAT (cm)	Height increase at 30 DAT	Diameter increase at 30 DAT	Survival at 30 DAT
Control	23.0 a	30.6 ab	254.8 a	260.0 a	284.2 a	12.0% ab	33.3% a	100% a
2.00X	30.8 a	31.0 ab	321.2 a	303.2 a	309.0 a	-3.3% b	0.7% d	40% b
1.50X	30.0 a	29.0 ab	292.4 a	278.6 a	277.0 a	-5.1% b	-2.0% d	100% a
1.00X	27.6 a	27.5 b	272.4 a	285.4 a	289.0 a	5.2% ab	-0.2% d	80% a
0.50X	26.4 a	26.6 b	275.6 a	272.4 a	294.8 a	7.6% ab	2.1% d	100% a
0.25X	26.2 a	28.5 ab	276.0 a	269.6 a	260.0 a	-5.8% b	8.4% cd	100% a
0.10X	23.0 a	26.8 b	244.4 a	241.0 a	262.0 a	7.8% ab	15.9% bc	100% a
0.05X	24.4 a	30.7 ab	264.6 a	272.8 a	295.0 a	11.1% ab	27.2% ab	100% a
0.01X	25.8 a	32.8 ab	272.2 a	296.6 a	302.2 a	11.3% ab	27.2% ab	100% a

Table 4. Increase of trees of *Eucalyptus urophylla* at treatment of Glyphosate + Metsulfuron-Ethyl + Picloram (Faena® + Combo®).

Treatment	Diameter at 0 DAT (mm)	Diameter at 30 DAT (mm)	Height at 0 DAT (cm)	Height at 15 DAT (cm)	Height at 30 DAT (cm)	Height increase at 30 DAT	Diameter increase at 30 DAT	Survival at 30 DAT
Control	23.0 a	30.6 a	254.8 a	260.0 a	284.2 a	12.0% ab	33.3% a	100% a
2.00X	30.0 a	29.2 a	272.6 a	275.2 a	265.0 a	-2.9% b	-2.3% e	100% a
1.50X	28.4 a	28.7 a	266.2 a	265.0 a	269.0 a	1.2% ab	1.2% e	80% a
1.00X	27.2 a	27.4 a	270.2 a	273.6 a	261.0 a	-3.0% b	0.9% e	80% a
0.50X	24.2 a	26.4 a	225.0 a	240.6 a	244.8 a	9.8% ab	7.8% cde	100% a
0.25X	26.0 a	27.0 a	251.2 a	248.6 a	267.2 a	6.6% ab	4.0% de	100% a
0.10X	23.2 a	27.0 a	241.6 a	243.2 a	241.4 a	0.0% b	17.6% bc	100% a
0.05X	26.8 a	32.4 a	242.8 a	243.2 a	251.6 a	3.5% ab	20.4% abc	100% a
0.01X	25.0 a	32.7 a	246.6 a	263.8 a	288.0 a	17.0% a	32.1% a	100% a



Table 5. Increase of trees of *Eucalyptus urophylla* at treatment of Gluphosinate (Finale®).

Treatment	Diameter at 0 DAT (mm)	Diameter at 30 DAT (mm)	Height at 0 DAT (cm)	Height at 15 DAT (cm)	Height at 30 DAT (cm)	Height increase at 30 DAT	Diameter increase at 30 DAT	Survival at 30 DAT
Control	23.0 a	30.6 b	254.8 a	260.0 a	284.2 a	12.0% ab	33.3% ab	100% a
2.00X	31.4 a	34.5 ab	320.6 a	336.0 a	332.8 a	4.3% b	10.4% b	100% a
1.50X	29.0 a	33.0 b	300.8 a	279.2 a	301.2 a	-0.3% b	18.2% b	100% a
1.00X	29.6 a	35.6 ab	295.8 a	301.0 a	297.0 a	0.7% b	20.3% b	100% a
0.50X	29.4 a	33.3 b	296.8 a	298.0 a	317.0 a	7.9% ab	16.1% b	100% a
0.25X	27.2 a	38.6 ab	277.2 a	318.0 a	338.0 a	22.8% a	43.1% ab	100% a
0.10X	31.4 a	37.7 ab	309.2 a	326.6 a	330.0 a	7.5% ab	19.7% b	100% a
0.05X	32.2 a	46.0 a	318.0 a	309.0 a	351.0 a	11.4% ab	46.9% ab	100% a
0.01X	31.4 a	41.1 ab	313.4 a	333.0 a	359.0 a	15.7% ab	32.1% ab	100% a

Probit regression of herbicide doses in *Eucalyptus urophylla*

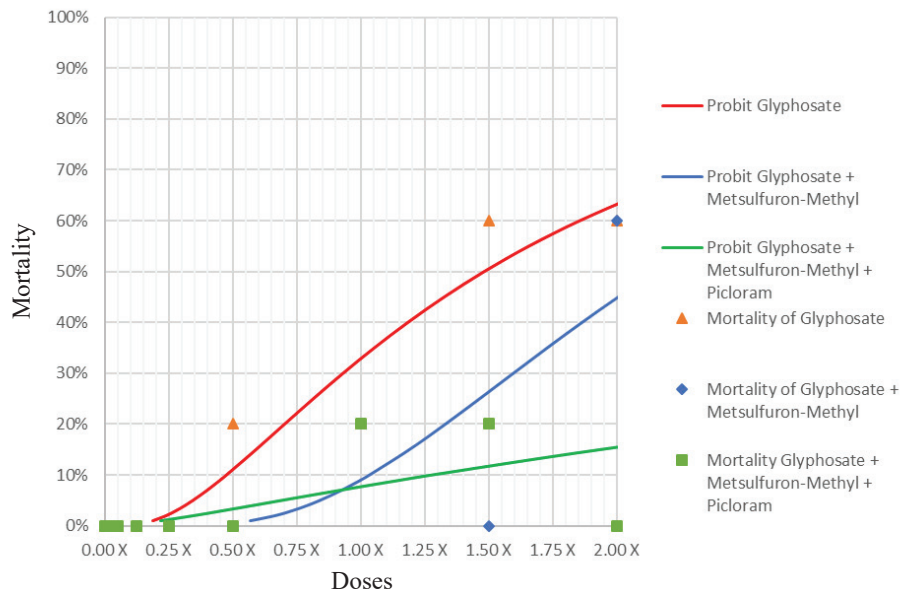


Chart 1. Probit regression of mortality at diferent treatments of herbicide on *Eucalyptus urophylla*.

mortality in these herbicides. But the effects on growth aren't apparently visual, so in the case of diameter increase, this was affected at lower doses like 0.10X, similar at mix of Glyphosate + Metsulfuron-Methyl, for this situation the mixed herbicide request a carefully manage because apparently phytotoxic effects are not visual but the increase in diameter is several affected.

In the case of herbicide of Gluphosinate (Finale®), isn't showed any phytotoxic effect in growth of diameter and height or increase of both variables, even in mortality. By this situation the Probit regression doesn't generate, because at these doses the trees are resistant, thus means that this has the better performance on caring trees of *Eucalyptus urophylla*.

Conclusions

Glyphosate herbicide has the worst effect on visual growth and increase, even in mortality of trees of *Eucalyptus urophylla*, but when this is mixed with other herbicides the effects are reduced, contrary to what might expect, this means that the metsulfuron-methyl and picloram get a protective effect in mix with glyphosate. In the case of gluphosinate, this herbicide gets the better performance, because at doses tested doesn't seen negative effects on growth in any variable analyzed.

If the forestry plantations companies get problems with carefully application is recommendable use



Glufosinate to reduce the risk of accidental intoxication trees of *Eucalyptus urophylla*.

References and citations

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2000. 140 p.

LORENZI, H. (Coord.). **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 379 p.

MINOGUE, P. J.; OSIECKA, A. Selective herbicides for cultivation of *Eucalyptus urograndis* clones. **International**

Journal of Forestry Research, v. 2015, 12 p. 2015. DOI: 10.1155/2015/341314.

RIVAS PANTOJA, F.; DÍAZ MALDONADO, E.; CASTILLO HUCHIM, J.; ORTEGA REYES, L. **Control de maleza en plantaciones de cedro y caoba**. [S. l.]: INIFAP, 2009. 70 p. (Technical brochure, 2).

SILVA, G. S.; MELO, C. A. D.; FIALHO, C. M. T.; SANTOS, L. D. T.; COSTA, M. D.; SILVA, A. A. Impact of sulfentrazone, isoxaflutole and oxyfluorfen on the microorganisms of two forest soils. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 292-299, 2014. DOI: 10.1590/1678-4499.0061.

TASISTRO SOUTO, A. Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas. **Revista Mexicana de la Ciencias de la Maleza**, nesp, p. 25-35, 2000.



Viabilidade econômica da aplicação de Potássio em plantações iniciais de clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake x *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Diego Fernando Sosa Giménez¹; Anita Cantero Amarilla²; Maria Laura Quevedo Fernandez³;
Maura Isabel Diaz Lezcano⁴; William Tomaz Folmann⁵

¹Engenheiro Florestal, Universidade Nacional de Assunção, San Lorenzo, Paraguai, diegofsosa@gmail.com; ²Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Nacional de Assunção, San Lorenzo, Paraguai, cantero439@gmail.com; ³M Sc. professora-pesquisadora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Assunção, San Lorenzo, Paraguai, lauraqbp@gmail.com; ⁴Dra. Engenheira Florestal, professora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Assunção, San Lorenzo, Paraguai, maura.diaz@agr.una.py; ⁵Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: O consumo de biomassa representa 27% do total da matriz energética paraguaia; o que colabora negativamente para a sustentabilidade das florestas nativas. Por outro lado, cultivos florestais são essenciais para reverter este quadro, provendo a demanda necessária para fins energéticos. Os principais fatores que interferem na produtividade florestal estão relacionados com o material genético e as condições de solo; geralmente são utilizados solos de baixa fertilidade natural, sendo necessária sua correção com fertilizantes.

Palavras chave: Fertilização; Economia florestal; Eucaliptos.

Introdução e objetivos

Quando se pensa em árvores de rápido crescimento, como alternativa de produção de madeira, o eucalipto é considerado com elevado potencial, dada sua alta capacidade produtiva e de adaptação a diversos ambientes, climas e solos. As plantações florestais com eucalipto ocupam extensas áreas em todo o mundo, sendo estes em sua maioria solos de baixa fertilidade (FERREIRA; SILVA, 2008).

Segundo Arruda e Malavolta (2001) o principal elemento limitante na produtividade de eucalipto é o potássio (K); uma pesquisa realizada no Estado de São Paulo demonstrou que todas as plantações de *Eucalyptus* spp. apresentam deficiência de K, independentemente do material genético. Neste contexto, busca-se dentro do planejamento de um projeto de eucalipto selecionar variedades adequadas às condições nutricionais do solo assim como a determinação da dose de potássio mais econômica.

Estudos sobre dosagem e manejo de fertilizantes em plantações florestais paraguaias são escassos. Em conjunto a isso a comercialização de fertilizantes florestais no mercado local é deficiente e limita aos silvicultores locais a utilização de fertilizantes agrícolas (BATE, 2016).

Para Silva et al. (2008) o custo da fertilização é um dos que mais pesam na etapa de implantação de um projeto florestal, sendo de vital importância para determinar o melhor nível de aplicação. Dado isto o presente trabalho tem como objetivo geral estimar a viabilidade econômica da aplicação de diferentes doses de potássio em plantações de clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, incorporando análise de risco e de sensibilidade.

Material e métodos

O experimento foi instalado na fazenda “Jerovia de la Agroganadera R5 S.A.” localizado em Paraguari, no Estado de Paraguari, Paraguai. A amostragem realizou-se em uma parcela da empresa, determinada pelas coordenadas de referência 21J 483553 m O 7171465 m S.

Com antecedente pecuário, o projeto florestal foi implantado em novembro de 2015, com finalidade de produção de biomassa, utilizando clones de *E. urograndis*. A densidade de plantio foi de 1.250 árvores por hectare oriundo de um espaçamento 4,0 m x 2,0 m. As unidades experimentais consistiram em parcelas de forma retangular de 12 m de largura x 24 m de



comprimento, com 288 m² de superfície. Instalaram-se um total de 15 unidades experimentais em três blocos ao acaso que possuíam 36 plantas.

Foram realizadas três aplicações de fertilizantes, sendo a primeira logo após a implantação das mudas, a segunda aos três meses e a terceira aos seis meses. A incorporação do fertilizante no solo deu-se em os lados de cada planta entre 10 a 15 centímetros de distância como de profundidade. Os tratamentos consistiram em 0, 30, 60, 90, 120 kg ha⁻¹ de potássio. As variáveis medidas aos 12 meses da plantação foram diâmetro à altura do peito e altura total, medições com as quais estimou-se a área basal e o volume. A área basal foi utilizada para a estimação do volume final por meio do programa SisEucalipto para os anos 5, 10 e 15 de rotações, dados que foram posteriormente utilizados para o cálculo de VPL.

Foram considerados os custos desde o ano 0 até o corte raso nos anos 5, 10 e 15. Estes custos são relacionados à atividade de preparo de solo, compra de mudas, custos de plantação, manutenção, fertilizantes, calagem, condução de rebrota, controle de formigas, salários, controle de plantas invasoras, entre outros. Para determinar as receitas de cada ciclo, foi estimada a produção por meio do software SisEucalipto e o preço de venda foi obtido junto a empresa.

Para o cálculo do VPL foi utilizada a diferença entre as receitas e os custos atualizados do fluxo de caixa. Na análise de sensibilidade considerou-se uma variação de $\pm 20\%$ nas variáveis preço de venda, taxa de juros e Incremento Médio Anual (IMA) como se observa na 0.

Na Tabela 1 observa-se o cenário base onde é empregado um preço de venda de 23 US\$/m³ disponibilizado pela empresa em questão, uma taxa de juros de 7,95% a.a. disposta pelo Banco de Fomento e um IMA

Tabela 1. Variáveis utilizadas na análise de sensibilidade.

Variável	-20%	Base	+20%
Preço de venda	18,4 US\$ m ³	23 US\$ m ³	27,6 US\$ m ³
Taxa de juros	6,32 %	7,9 %	9,48 %
IMA	24 m ³	30 m ³	36 m ³

de 30m³. Para a análise de risco, utilizou-se o método probabilístico de MonteCarlo para avaliar uma função com variáveis aleatórias múltiplas.

Resultados e discussão

A continuação, na Figura 1 observa-se os resultados da análise de sensibilidade para o tratamento 1, de acordo com o VPL; são apresentados considerando as variações no preço de venda do produto final, IMA e a taxa de juros.

Na Figura 1 a variável que mais afeta o indicador VPL é o preço. Para o ano 5, tanto o cenário base como o pessimista apresentam-se inviáveis. Nos anos 10 e 15 o aumento da taxa de juros e uma redução no preço de venda leva a inviabilidade do projeto.

Na Tabela 2 observa-se os dados da análise de sensibilidade para os demais tratamentos, os valores negativos encontrados são apresentas em negrito.

Na Tabela 2 observa-se a inviabilidade do projeto no cenário pessimista e base aos 5 anos e para o cenário otimista a viabilidade ocorre somente com o aumento do preço de venda e do IMA. Para o período de 10 anos, a viabilidade se dá nos cenários base e otimista assim como a taxa de juros proposta pelo cenário pessimista para os tratamentos 3,4 e 5. Aos 15 anos todos apresentam viabilidade, exceto para o cenário

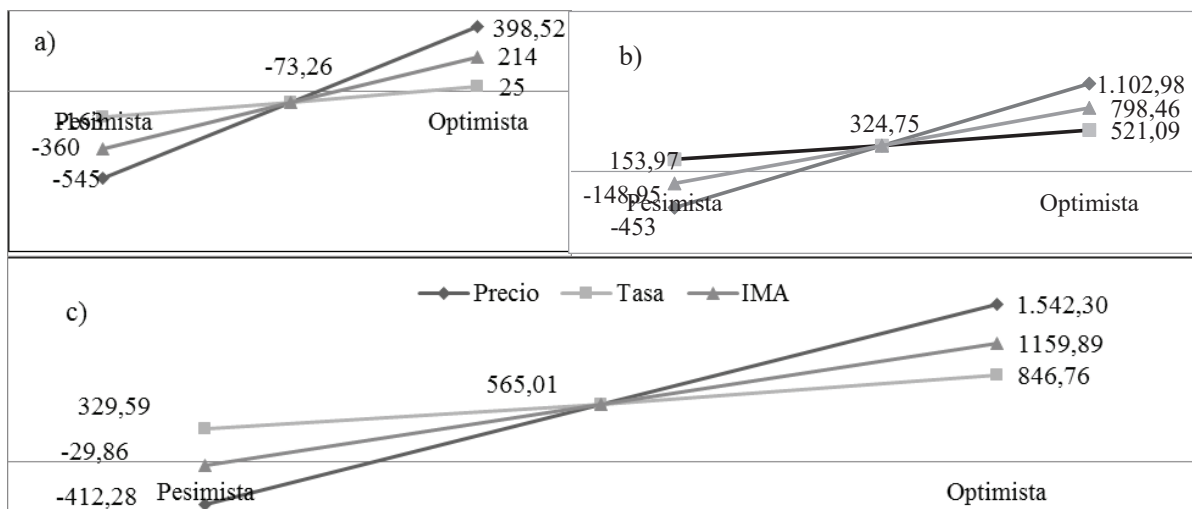


Figura 1. Análise de sensibilidade. Legenda: a) Tratamento 1 – Ano 5; b) Tratamento 1 – Ano 10; c) Tratamento 1 – Ano 15.

**Tabela 2.** Análise de sensibilidade para os tratamentos 2 ao 5.

Indicadores	Variáveis	Pessimista	Cenário base	Otimista	
..... Tratamento 2					
VPL	Ano 15	Preço	-581,10	332,99	1247,08
		Taxa	119,92	332,99	588,35
		IMA	-156,78	332,99	989,33
	Ano 10	Preço	-595,99	131,91	859,82
		Taxa	-24,20	131,91	311,56
		IMA	-258,10	131,91	654,57
	Ano 5	Preço	-647,06	-205,79	235,48
		Taxa	-288,58	-205,79	-115,02
		IMA	-442,23	-205,79	111,06
..... Tratamento 3					
VPL	Ano 15	Preço	-475,95	499,39	1474,72
		Taxa	264,66	499,39	780,32
		IMA	-105,40	499,39	1076,41
	Ano 10	Preço	-516,33	260,34	1037,02
		Taxa	90,02	260,34	456,16
		IMA	-221,26	260,34	719,84
	Ano 5	Preço	-606,65	-135,81	335,03
		Taxa	-224,91	-135,81	-38,16
		IMA	-427,77	-135,81	142,75
..... Tratamento 4					
VPL	Ano 15	Preço	-459,67	533,91	1.527,48
		Taxa	292,73	533,91	822,46
		IMA	-102,60	533,91	1091,10
	Ano 10	Preço	-507,65	283,56	1074,76
		Taxa	108,99	283,56	484,20
		IMA	-223,31	283,56	727,26
	Ano 5	Preço	-609,65	-130,01	349,64
		Taxa	-220,98	-130,01	-30,30
		IMA	-437,28	-130,01	138,98
..... Tratamento 5					
VPL	Ano 15	Preço	-520,94	452,44	1.425,82
		Taxa	218,40	452,44	732,55
		IMA	-162,26	452,44	1011,62
	Ano 10	Preço	-560,51	214,61	989,72
		Taxa	44,73	214,61	409,91
		IMA	-274,89	214,61	659,89
	Ano 5	Preço	-649,58	-179,68	290,21
		Taxa	-268,58	-179,68	-82,25
		IMA	-476,43	-179,68	90,26



pessimista quando ocorre a redução preço de venda e do IMA.

• Análise de risco

A continuação, observa-se os resultados através do método de MonteCarlo do VPL para todos os tratamentos do ano 5.

Observa-se na Figura 2 que o tratamento com menor porcentagem de risco é o tratamento 1 com 49,82% de probabilidade de que o projeto seja inviável ou 50,18% que seja viável. A probabilidade que os tratamentos 2, 3, 4 e 5 sejam inviáveis no ano 5 é de 53,50, 53,38, 53,06 e 56,78%, respectivamente.

Ainda na Figura 2, observa-se os resultados através do método de MonteCarlo do VPL para todos os

tratamentos do ano 10.

Na Figura 3, observa-se que o tratamento 1 apresenta risco de 18,88% de que o projeto seja inviável, o que resulta em uma probabilidade de 81,12% de que seja viável. As probabilidades de que os tratamentos 2, 3, 4 e 5 sejam inviáveis são de 27,02, 24,60, 23,90 e 26,24%, respectivamente.

Observa-se na Figura 3 os resultados através do método de MonteCarlo do VPL para todos os tratamentos do ano 15.

Na Figura 4, observa-se que o tratamento 1 mostrou ser o mais viável com uma probabilidade de 90,22% e inviabilidade de 9,78%. Já os tratamentos 2, 3, 4 e 5 apresentam probabilidades de inviabilidade entre 12,64 e 14,54%.

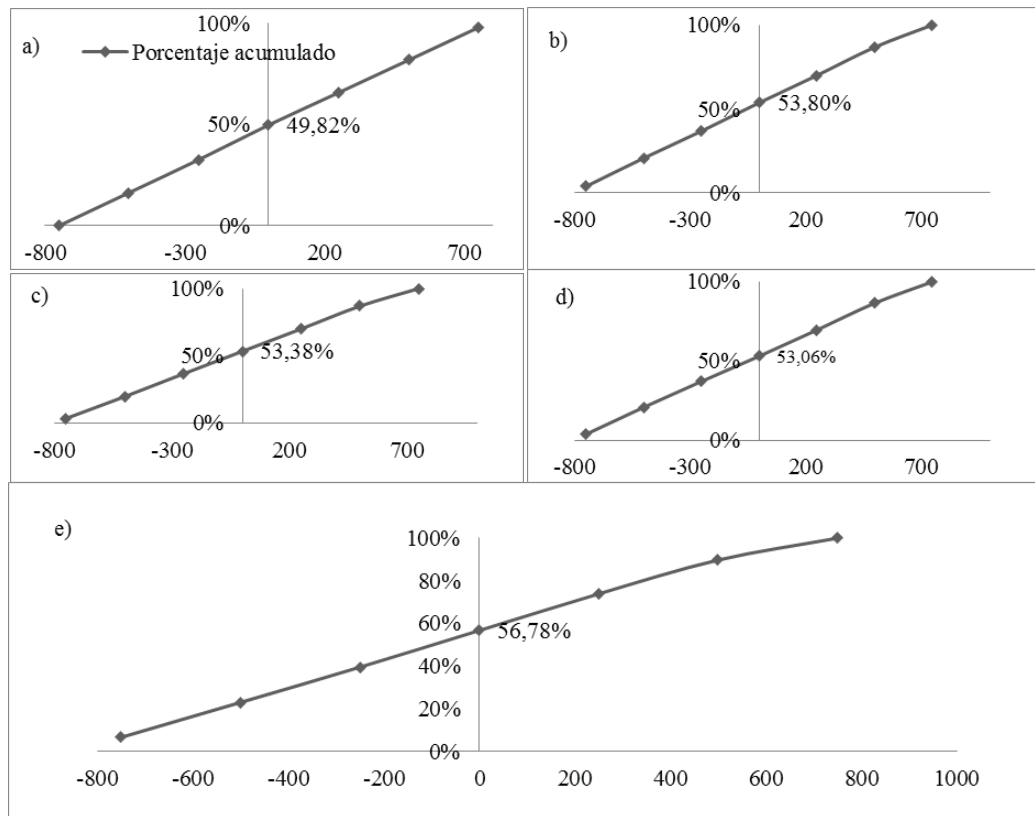


Figura 2. Análise de risco do ano 5. Legenda: a) Tratamento 1; b) Tratamento 2; c) Tratamento 3; d) Tratamento 4; e) Tratamento 5.

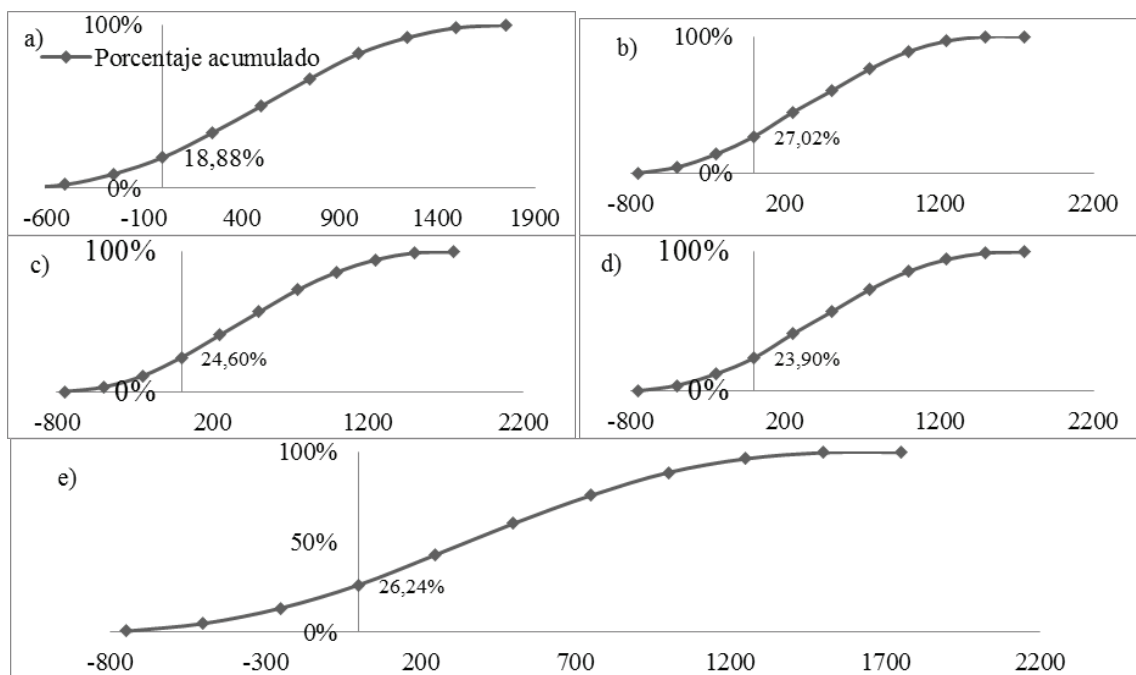


Figura 3. Análise de risco para o ano 10. Legenda: a) Tratamento 1; b) Tratamento 2; c) Tratamento 3; d) Tratamento 4; e) Tratamento 5.

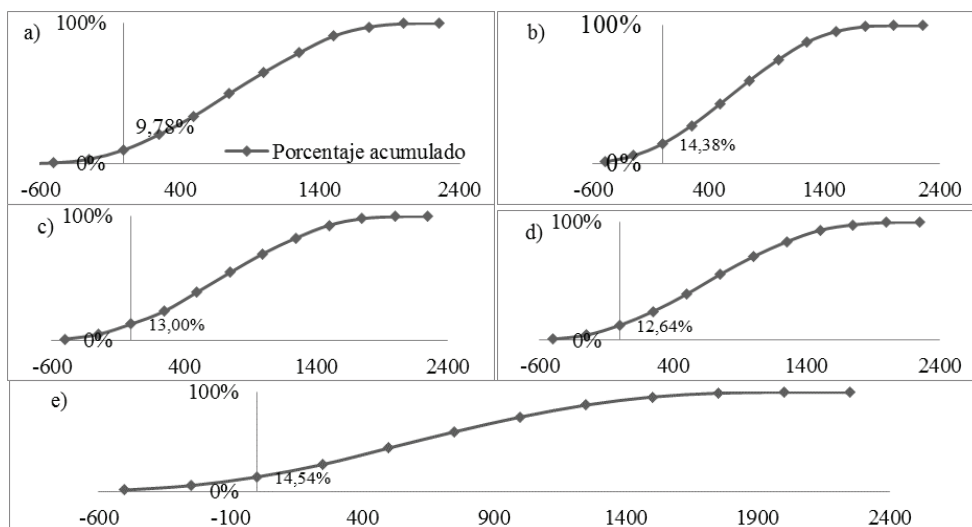


Figura 4. Análise de risco do ano 15. Legenda: a) Tratamento 1; b) Tratamento 2; c) Tratamento 3; d) Tratamento 4; e) Tratamento 5.

Conclusões

Pela análise de sensibilidade observa-se que a variável mais sensível é o preço de venda dos produtos florestais. Tanto o cenário base como o cenário pessimista inviabiliza o projeto aos 5 anos. A análise de risco do VPL permite concluir que a probabilidade de inviabilidade do projeto diminui do ano 5 para o ano 10 e do ano 10 para o ano 15. Para o ano 5, a probabilidade em inviabilidade está entre 49,82 e 56,78. Para o ano 10, esta probabilidade é de 18,88 a 26,26 e para o ano 15 os valores são de 9,78% a 14,54%.

Referencias

ARRUDA, S. R.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. **Informações Agronômicas**: Encarte Técnico, v. 91, p. 1-10, 2001.

BARRERA, S. **Fertilización en plantaciones en el trópico**. Bogotá: Universidad del Valle, [19--]. Disponível em: <<http://ecosistemas-sa.com/ecosistemas/wp-content/uploads/2013/09/fertilizacion.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

BATE, M. **Efecto de dosis de potasio sobre plantaciones de clones de híbridos de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake x *E. grandis* Hill ex Maiden en el departamento de Paraguari,**



Paraguay. 2016. 71 f. Tesis (Ingeniería Forestal) - Universidad Nacional de Asunción, Asunción.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da. **Formação de povoamento**

florestais. Colombo: Embrapa Floresta, 2008. 109 p.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L.; VALVERDE, S. **Economia florestal.** 2 ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2008. 178 p.



Substratos para o enraizamento de estacas de *Eucalyptus dunnii*

Diego Maicon Scheis¹; Eleandro José Brun²; Laudete Maria Sartoretto³

¹Engenheiro Florestal, mestrando em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, florestaldiego@hotmail.com; ²Engenheiro Florestal, dr. professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Dois Vizinhos, PR, eleandrobrun.utfpr@gmail.com; ³Eng. Agrônoma, dra. em Ciências Biológicas, professora da Faculdade Concórdia, Concórdia, SC, sartoretolau@yahoo.com.br

Resumo: Testaram-se diferentes substratos no enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus dunnii* em viveiro, obtidas de mudas produzidas em tubetes, as quais foram preparadas tendo sua base mergulhada em AIB (3000 ppm), plantadas em tubetes com os substratos, em delineamento blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições. A avaliação foi realizada 50 dias após o plantio. O tempo de avaliação não foi suficiente para a formação de calos e raízes em nenhum tratamento. A cinza não influenciou na sobrevivência das estacas, pois o tratamento controle apresentou o melhor resultado.

Palavras-chave: Eucalipto; Floresta plantada; Produção de mudas.

Introdução e objetivos

O gênero *Eucalyptus* spp. pertence à família Myrtaceae e possui mais de 700 espécies catalogadas, adaptando-se praticamente a todas as condições climáticas (LIMA, 1993). Os primeiros plantios foram no início do século XVIII, na Europa, na Ásia e na África. Já no século XIX começou a ser plantada em países como Espanha, Índia, Brasil e Portugal.

Quando se pensa em árvores de rápido crescimento, como alternativa para a produção de madeira, o eucalipto se apresenta como um gênero com grande potencial, não somente por sua capacidade produtiva e adaptação aos mais diversos ambientes de clima e solo, mas, principalmente, pela grande diversidade de espécies, tornando possível atender aos requisitos tecnológicos dos mais diferentes segmentos da atividade industrial (lenha, carvão, celulose, painéis, postes, construções, móveis, embalagens e muitos outros usos) (SILVA, 2008).

Sob o ponto de vista do melhoramento genético, a clonagem permite ainda explorar efeitos genéticos não aditivos, oriundos da recombinação ente genitores e a realização de testes mais confiáveis, uma vez que, é possível obter várias cópias idênticas geneticamente de um mesmo indivíduo. O processo de clonagem envolve as fases de seleção, resgate e ampliação do material genético, testes clonais, plantios-piloto e multiplicação comercial de matrizes superiores, seja por estaquia convencional (macroestaquia), ou por miniestaquia (ALFENAS et al., 2004).

Para o enraizamento, o substrato apresenta três funções de grande importância, de sustentar as estacas durante o período de enraizamento, proporcionar umidade e permitir aeração em sua base, pois o oxigênio é muito importante para atender a respiração resultante dos processos de calejamento e emissão de raízes (PAIVA; GOMES, 2005).

O objetivo do trabalho consistiu em testar diferentes substratos na sobrevivência, formação de calos e enraizamento de estacas de *E. dunnii* para a qualificação da produção de mudas em viveiro.

Material e métodos

O experimento foi realizado no viveiro florestal da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc) Campus I, Xanxerê, SC. O material vegetal utilizado foram estacas das espécies de *Eucalyptus dunnii*, obtidas do viveiro Dacko, localizado no município de Erval Grande-RS. As estacas utilizadas foram obtidas de mudas produzidas em tubetes, com aproximadamente 150 dias. As mudas foram trazidas até o viveiro em forma de rocambole.

As estacas, após terem sido cortadas, foram acondicionadas em vasilhames contendo água até o momento do plantio. Este procedimento foi realizado para evitar o estresse pela desidratação. As mesmas foram cortadas com tesoura de poda, deixando-as com aproximadamente 15 cm de comprimento, mantendo de 3 a 4 gemas e preservando um par de folhas apicais. As



folhas mantidas foram cortadas pela metade. Após preparadas, a base das estacas foi mergulhada no fitorregulador AIB (Ácido Indolbutírico) na concentração de 3000 ppm. Após essa etapa, as estacas foram plantadas nos tubetes contendo os diferentes substratos.

Para o preparo do fitorregulador foi necessário AIB (auxina sintética), Acetona PA (700 ml por kg de fitorregulador preparado), fungicida sistêmico (Benlate, 0,7 g por kg de fitorregulador preparado), Talco inerte (farmacêutico, peso restante para completar 1 kg), Proveta de 250 ml, Balança analítica de precisão, Becker (500 ml), Bastão de vidro, máscara facial (feltro); espátula com ponta agulha e papel alumínio.

A concentração padrão de AIB é dada em ppm (parte por milhão, atualmente também chamada de mg kg⁻¹, com a mesma dimensão), a qual foi preparado uma quantidade de 250 gramas de fitorregulador (0,25 kg de AIB 3000 ppm). Para o cálculo da quantidade de AIB (3000 ppm) foi utilizada o seguinte procedimento:

$$\begin{aligned} &3000 \text{ ppm em } 1 \text{ kg da solução total} \\ &X \text{ em } 0,25 \text{ kg} \\ &X = 750 \text{ mg} = 0,750 \text{ g} \end{aligned}$$

Foi necessário 0,750 g de AIB puro para a concentração de AIB a 3000 ppm para preparar 250 g de fitorregulador. Assim, calculou-se proporcionalmente para a quantidade de fitorregulador necessária para o estudo.

Para o preparo do fitorregulador, pesaram-se todos os componentes separadamente. Após colocou-se o talco no Becker de 500 ml, acrescentou-se o AIB já pesado com o talco no Becker, colocando, pouco a pouco os 700 ml de acetona (PA) e misturou-se com um bastão de vidro. Mexeu-se a mistura até formar uma pasta homogênea. Depois, colocou-se o preparo em repouso, dentro da Câmara de Fluxo Laminar até a acetona evaporar completamente (aproximadamente 5 dias, mexendo diariamente). Após evaporação total da acetona, a mistura contida no Becker foi passada em uma peneira fina para eliminar grânulos maiores.

Os tratamentos testados no experimento foram: T1 = 15% de cinza + 85% de substrato comercial; T2 = 30% de cinza + 70% de substrato comercial; T3 = 45% de cinza + 55% de substrato comercial; T4 = 60% de

cinza + 40% de substrato comercial; T5 = controle = 100% substrato comercial (Turfa fértil).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos. Cada tratamento foi composto de cinco repetições, sendo cada repetição composta de 10 unidades experimentais (um tubete com uma estaca). A avaliação da sobrevivência das estacas, da formação de calos e do enraizamento foi realizada 50 dias após o plantio das estacas e a comparação entre as médias dos tratamentos foi efetuada pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Aos 50 dias após a implantação do experimento, somente foi possível a avaliação da sobrevivência das estacas, uma vez que a formação de calos e enraizamento não ocorreram até o momento da avaliação do estudo. A tabela 1 mostra o percentual de sobrevivência de estacas dos diferentes tratamentos que foram utilizados no estudo para o *E. dunnii*. O teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, comparou as médias dos tratamentos.

De acordo com a Tabela 1, o tratamento T5 (100% de turfa fértil) foi o que apresentou o melhor resultado, com maior taxa de sobrevivência, embora o mesmo não tenha diferido significativamente do T4 (60% de cinza + 40% de substrato comercial) e do T1 (15% de cinza + 85% de substrato comercial). Por outro lado, os tratamentos T2 e T3 com (30% de cinza + 70% de substrato comercial) e (45% de cinza + 55% de substrato comercial), respectivamente, foram os que tiveram as menores taxas de sobrevivência.

Comparativamente, de acordo com Freitas et al. (2009), em estudo sobre enraizamento de miniestacas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* utilizando diferentes tempos de irrigação, mostrou que os substratos influenciaram de forma diferenciada o percentual de miniestacas enraizadas. A percentagem de enraizamento foi pouco influenciada pela lâmina de água fornecida quando se utilizou o substrato BT (bagaço de cana + torta de filtro), ocorrendo diferença apenas nas mudas que permaneceram por 21 dias, onde a irrigação com 100% da capacidade de campo diminuiu a percentagem de miniestacas enraizadas.

Tabela 1. Número médio de estacas sobreviventes de *E. dunnii* nos diferentes tratamentos testados.

Tratamentos	Sobrevivência (%)	Teste de Tukey 5%
T1 = 15% de cinza + 85% de substrato comercial	34,0	ab
T2 = 30% de cinza + 70% de substrato comercial;	20,0	b
T3 = 45% de cinza + 55% de substrato comercial;	18,0	b
T4 = 60% de cinza + 40% de substrato comercial	40,0	ab
T5 = 100% substrato comercial (Turfa fértil) (controle)	52,0	a

¹ Médias com a mesma letra não diferem entre si a um nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



No estudo de Silva, Simões e Silva, (2012) foi testado qual a melhor mistura de substrato para se obter uma boa qualidade de mudas clonais de *E. urophylla* x *E. grandis*. Os autores, a partir dos materiais vermiculita granulometria fina, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, formularam nove substratos, S1 vermiculita, S2 casca de arroz carbonizada, S3 fibra de coco, S4 vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1:1), S5 vermiculita + casca de arroz carbonizada (1:1) S6 vermiculita + fibra de coco (1:1), S7 casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1) S8 vermiculita + casca de arroz carbonizada (3,5:1,5), S9 vermiculita + fibra de coco (3,5:1,5), após 90 dias foram analisados qual mistura obterá a melhor qualidade das estacas, conforme dados dos autores, os substratos recomendados para uso de enraizamentos são: compostos por casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1; vermiculita + fibra de coco 1:1; fibra de coco pura; casca de arroz carbonizada pura; e vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1:1. Os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular o que resulta, em consequência, mudas com maior diâmetro.

Por outro lado, Alfenas et al. (2004) testaram em seu estudo, como substrato de enraizamento, uma mistura de composto de casca de eucalipto, casca de arroz carbonizada, vermiculita (50:25:25), enriquecida com 3 kg/m³ de osmocote (19:06:10) e a mesma quantidade de superfosfato simples. Após, avaliaram o melhor tempo para o enraizamento de clones de *E. grandis* e *E. urophylla*. Os autores constataram que o tempo ideal foi de 20 e 30 dias, enquanto pelo critério de máxima velocidade de enraizamento os valores foram de 15 e 22 dias, respectivamente.

Nesse sentido, é perceptível que os substratos que são capazes de manter um nível adequado de umidade e aeração equilibrada podem proporcionar melhor enraizamento das estacas. Neste estudo, apesar de não ter ocorrido, em tempo da avaliação, a formação de calos e enraizamento, a maior sobrevivência das estacas no substrato comercial mostrou que o mesmo apresenta as condições

mais adequadas para tal e que a presença de cinza pode ser prejudicial à sobrevivência das miniestacas.

Conclusões

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que para a variável sobrevivência de estacas provenientes de *E. dunnii*, o tratamento que se mostrou mais efetivo foi o formado por 100% de substrato comercial. Novos estudos e com maior tempo de duração, em viveiro, com *E. dunnii* serão necessários, uma vez que se supõe que o pouco tempo em cultivo tenha influenciado nos resultados obtidos.

Referências

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2004.
- FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M. Manejo de miniestacas de eucalipto no setor de enraizamento para a produção em sistema de blocos. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 483-490, 2009.
- LIMA, W. de P. **O impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1993. 302 p.
- PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2005. 46 p.
- SILVA, J. de C. **Manual prático do fazendeiro florestal: produzindo madeira com qualidade**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 72 p.
- SILVA, R. B. G. da; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. da. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012000300010.



Substratos para o enraizamento de estacas de *Eucalyptus grandis*

Diego Maicon Scheis¹; Eleandro José Brun²; Laudete Maria Sartoretto³; Solon Jonas Longhi⁴

¹Engenheiro Florestal, mestrando em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, florestaldiego@hotmail.com; ²Engenheiro Florestal, Dr., professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, eleandrobrun.utfpr@gmail.com; ³Engenheira Agrônoma, Dra., professora da Faculdade Concórdia, Concórdia, SC, sartoretolau@yahoo.com.br; ⁴Engenheiro Florestal, Dr. professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, longhi.solon@gmail.com

Resumo: Testaram-se substratos para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus grandis* em viveiro, as quais foram obtidas de mudas produzidas em tubetes e preparadas, tendo sua base mergulhada em AIB (3000 ppm) e plantadas em tubetes com diferentes substratos, em delineamento blocos casualizados com 5 tratamentos e 5 repetições, avaliados após 50 dias. A sobrevivência das miniestacas não se diferenciou entre os substratos. A cinza não influenciou na formação de calos e enraizamento, pois o substrato comercial puro obteve maior rendimento em relação aos demais.

Palavras-chave: Eucalipto; Estaquia; Mudas.

Introdução e objetivos

O *Eucalyptus grandis* é originário da Austrália, composto por árvores perenifólias, alcançando de 20 a 40 m de altura, com tronco retilíneo, casca pulverulenta, desprendendo-se em tiras longas deixando aparecer em baixo uma superfície lisa de cor branca, acinzentada, esverdeada ou salmão, algumas vezes persistente na base.

As mudas podem ser produzidas de duas formas: através de sementes (material reprodutivo) ou através de material vegetativo, principalmente estacas. Porém, deve-se tomar muito cuidado quanto à procedência do material genético propagativo, procurando sempre que possível empresas e instituições idôneas e já conhecidas no mercado, pois o sucesso do empreendimento depende da qualidade das mudas (SILVA, 2008).

Estaquia é uma técnica que consiste em promover o enraizamento de partes da planta, podendo ser ramos, raízes e folhas. Os autores consideram que a técnica apresenta diversas vantagens, como na pesquisa, onde a estaquia permite definição direta de diversos parâmetros genéticos, estudos nutricionais e fenológicos, além de contribuir para o entendimento da competição, uma vez que pela homogeneidade de genótipos é possível fazer-se um manejo mais preciso do plantio. Outra vantagem é na formação de florestas clonais, onde a produção comercial de plantas por estaquia assegura maior ganho genético e permite uma produção ilimitada de plantas selecionadas que podem ser adaptadas para fins muito especializados dentro do programa de

melhoramento (FERRARI et al., 2004).

A expansão dos plantios nos últimos anos tem buscado suprir a crescente demanda de matéria-prima para a produção de celulose e papel, carvão vegetal, óleos essenciais, madeira sólida para serraria, postes e eletricidade, mourões de cerca e para construção civil, entre outros. Mais recentemente, o setor privado demonstrou interesse pelo uso das florestas de eucalipto para fixação de carbono, visando diminuir a concentração do dióxido de carbono na atmosfera. Os investimentos dos setores públicos e, principalmente, privados, no país, vêm contribuindo significativamente para o desenvolvimento dos programas de melhoramento genético e da clonagem em escala comercial. Esta garante a obtenção de ganhos genéticos mediante a pronta multiplicação de matrizes superiores em cada geração de cruzamento (ALFENAS et al., 2004).

A principal função do substrato é sustentar a planta e fornecer-lhe água e nutrientes. O substrato é composto de uma fase sólida, constituída de partículas minerais e orgânicas, uma líquida, constituída pela água na qual se encontram os nutrientes, sendo denominada solução do solo ou do substrato, e também uma gasosa, constituída pelo ar. O substrato deve apresentar boas características físicas e químicas, as físicas são mais importantes, uma vez que a parte química pode ser mais facilmente manuseada pelo técnico (GOMES; PAIVA, 2004).

O objetivo da pesquisa foi testar diferentes substratos no enraizamento e sobrevivência de miniestacas da espécie *Eucalyptus grandis* para a produção de mudas em viveiro.



Material e métodos

O experimento foi realizado no viveiro da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc) Campus I, Xanxerê, SC. O material vegetal utilizado foram estacas das espécies de *Eucalyptus grandis*, obtidas do viveiro Dacko, localizado no município de Eral Grande-RS. As estacas utilizadas foram obtidas de mudas produzidas em tubetes, com aproximadamente 150 dias. As mudas foram trazidas até o viveiro em forma de rocambole.

As miniestacas, após terem sido cortadas, foram acondicionadas em vasilhames contendo água até o momento do plantio, de forma a evitar o estresse pela desidratação das mesmas. As mesmas foram cortadas com tesoura de poda, deixando-as com aproximadamente 15 cm de comprimento, mantendo de 3 a 4 gemas e preservando um par de folhas apicais. As folhas mantidas foram cortadas pela metade. Após preparadas, a base das estacas foi mergulhada no fitorregulador AIB (Ácido Indolbutírico) na concentração de 3000 ppm (mg kg^{-1}). Após essa etapa, as estacas foram plantadas nos tubetes contendo os diferentes substratos.

Para o preparo do fitorregulador foi necessário: AIB (auxina sintética); Acetona PA (700 ml por kg de fitorregulador preparado); fungicida sistêmico (Benlate, 0,7 g por kg de fitorregulador preparado); Talco inerte (farmacêutico, peso restante para completar 1 kg); Proveta de 250 mL; balança analítica de precisão; Becker (500 mL); Bastão de vidro; máscara facial (feltro); espátula com ponta agulha e papel alumínio.

A concentração padrão de AIB é dada em ppm (parte por milhão, atualmente também chamada de mg kg^{-1}), a qual foi preparado uma quantidade de 250 g de fitorregulador (0,25 kg de AIB 3000 ppm). Para o cálculo da quantidade de AIB (3000 ppm) foi utilizada o seguinte procedimento:

$$\begin{aligned} 3000 \text{ ppm em } 1 \text{ kg da solução total} \\ X \text{ em } 0,25 \text{ kg da solução total} \\ X = 750 \text{ mg} = 0,750 \text{ g} \end{aligned}$$

Desta forma, foi necessário 0,750 g de AIB puro para a concentração de AIB a 3000 ppm para preparar 250 g de fitorregulador. Assim, calculou-se proporcionalmente para a quantidade de fitorregulador necessária para o estudo.

Para o preparo do fitorregulador, pesaram-se todos os componentes separadamente. Após colocou-se o talco no Becker de 500 ml, acrescentou-se o AIB já pesado com o talco no Becker, colocando, pouco a pouco os 700 ml de acetona (PA) e misturou-se com um bastão de vidro. Mexeu-se a mistura até formar uma pasta homogênea. Depois, colocou-se o preparo em repouso, dentro da Câmara de Fluxo Laminar até a acetona evaporar completamente (aproximadamente 5 dias, mexendo diariamente). Após evaporação total da acetona, a mistura contida no Becker foi passada o em uma peneira fina para eliminar grânulos maiores.

Os tratamentos testados no experimento foram: T1 = 15% de cinza + 85% de substrato comercial; T2 = 30% de cinza + 70% de substrato comercial; T3 = 45% de cinza + 55% de substrato comercial; T4 = 60% de cinza + 40% de substrato comercial; T5 = controle = 100% substrato comercial (Turfa fértil).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos. Cada tratamento foi composto de cinco repetições, sendo cada repetição composta de 10 unidades experimentais (um tubete com uma miniestaca). A avaliação do enraizamento foi realizada 50 dias após o plantio das miniestacas e a comparação entre as médias dos tratamentos foi efetuada pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Os dados analisados foram: o número de miniestacas que sobreviveram em cada tratamento, o número de miniestacas que formaram calos e o número de miniestacas enraizadas nos diferentes substratos.

Resultados e discussão

A Tabela 1 mostram a percentagem de miniestacas sobreviventes nos diferentes tratamentos que foram utilizados no estudo para *Eucalyptus grandis*. O teste

Tabela 1. Percentagem de miniestacas sobreviventes de *E. grandis* nos diferentes substratos.

Tratamentos	% de sobrevivência	Teste de Tukey 5%
T1 = 15% de cinza + 85% de substrato comercial	66,0	a
T2 = 30% de cinza + 70% de substrato comercial	64,0	a
T3 = 45% de cinza + 55% de substrato comercial	74,0	a
T4 = 60% de cinza + 40% de substrato comercial	58,0	a
T5 = controle = 100% substrato comercial (Turfa fértil)	74,0	a

As médias com a mesma letra não diferem entre si a um nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, comparou as médias dos tratamentos.

De acordo com os dados mostrados na tabela 01, não houve diferença significativa nos tratamentos referente ao substrato e a quantidade de cinza utilizada. Supõe-se que a sobrevivência das miniestacas não foi influenciada pela cinza, uma vez que o mesmo resultado foi obtido no controle, T5.

Resultados similares foram observados por Ferreira et al. (2009), que estudaram o enraizamento de mudas de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) e observaram que as melhores respostas de enraizamento não ocorreram em substratos contendo calcário e cinza.

Sperandio et al. (2011), em estudo com substrato em uma mistura padrão utilizada pela empresa Fibria Celulose, (T1) fibra de coco, vermiculita e casca de arroz carbonizada, na proporção 30:35:35, respectivamente; e no substrato comercial Carolina Soil. Ambos os substratos receberam fertilização com Osmocote 19-06-10, na proporção de 2,0 kg/m³ para o enraizamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, com respostas muito satisfatórias à produção de mudas de eucalipto, contudo não apresentaram diferença no desenvolvimento das mudas entre os tratamentos.

Lana et al. (2008) testaram diferentes porcentagens de ácido AIB nas concentrações 2.000, 5.000 e 8.000 mg L⁻¹, duas formas de aplicação (pasta e pó) e três épocas de avaliação (30, 45 e 60 dias) com três repetições. Cada parcela experimental foi constituída por 100 miniestacas. O AIB resultou em maior enraizamento e crescimento das mudas não havendo diferença estatística quanto à forma (pó ou pasta), do hormônio aplicado. A época de avaliação apresentou resposta significativa na altura das plantas, sendo que aos 60 dias as mudas apresentaram o maior crescimento.

Ao que tudo indica, ambos os substratos foram capazes de manter um nível similar de condições de umidade e aeração coerente com as necessidades das mudas, mantendo cerca de 2/3 das mesmas (67,2%) vivas e com potencial de emissão de calos e raízes.

Os resultados da Tabela 2 mostram que o T5 (100% substrato comercial), mostrou-se mais eficaz na formação de calos em miniestacas do *E. grandis*. Os demais tratamentos não diferiram suas médias entre si, com

rendimento inferior quando comparados à testemunha.

Apesar da ocorrência de sobrevivência em níveis similares entre as espécies (Tabela 1), a formação de calos foi favorecida no substrato comercial, o qual apresenta maior concentração de material orgânico em sua composição, conseqüentemente um maior equilíbrio entre saturação de água e aeração, o que possivelmente não ocorreu nos substratos com presença de cinza, onde a saturação de umidade, pela menor granulometria do material, dificulta as trocas entre ar e água nestes substratos. Apesar disso, não houve proporcionalidade entre teores de cinza nos substratos e o percentual de formação de calos.

Miniestacas de *E. grandis* apresentando formação de calos e primórdios radiculares puderam ser visualizadas no tratamento T5, já nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, o teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, revelou que não houve diferença significativa entre os quatro tratamentos para a variável em estudo, com pequeno percentual de formação de calos (3%, na média).

De acordo com Silva et al. (2012) foi testado qual a melhor mistura de substrato para se obter uma boa qualidade de mudas clonais de *E. urophylla* x *E. grandis*. Os autores, a partir dos materiais vermiculita granulometria fina, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, nove substratos foram formulados, S1 vermiculita, S2 casca de arroz carbonizada, S3 fibra de coco, S4 vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1:1), S5 vermiculita + casca de arroz carbonizada (1:1) S6 vermiculita + fibra de coco (1:1), S7 casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1) S8 vermiculita + casca de arroz carbonizada (3,5:1,5), S9 vermiculita + fibra de coco (3,5:1,5), após 90 dias foram analisados qual mistura obteria a melhor qualidade das estacas, conforme dados dos autores, os substratos recomendados para uso de enraizamentos são: compostos por casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1; vermiculita + fibra de coco 1:1; fibra de coco pura; casca de arroz carbonizada pura; e vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco 1:1:1. Os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular o que resulta, em consequência, mudas com maior diâmetro.

Tabela 2. Percentagem média de raízes com formação de calos em miniestacas de *E. grandis*.

Tratamentos	% miniestacas com calos	Teste de Tukey 5%
T1 = 15% de cinza + 85% de substrato comercial	2,0	b
T2 = 30% de cinza + 70% de substrato comercial	4,0	b
T3 = 45% de cinza + 55% de substrato comercial	2,0	b
T4 = 60% de cinza + 40% de substrato comercial	4,0	b
T5 = 100% substrato comercial (Turfa fértil) (controle)	20,0	a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



Rossal e Kersten (1997) verificaram que tratamentos utilizando cinza de casca de arroz e areia média lavada, com dois tipos de miniestacas, triangulares e cilíndricas e cinco concentrações de AIB (0; 1500; 3000; 4500; 6000) ppm na espécie de *Citrus sinensis* não estimularam significativamente a formação de raízes em miniestacas. E que a formação de calos foi independente dos tratamentos realizados. Observaram ainda que o tipo de miniestaca e a época de coleta exerceram influência na formação de calos e que a areia se mostrou mais efetiva que a cinza para a indução de calos das miniestacas.

Zani Filho e Balloni (1988) utilizaram em seu estudo sobre enraizamento de miniestacas de eucalipto com diferentes substratos: 100% de produto comercial, 100% de composto orgânico, 100% de “cinza”, 75% de composto orgânico mais 25% de “cinza”, 50% de composto orgânico mais 50% de “cinza” e 25% de composto orgânico mais 75% de “cinza”. O uso do composto orgânico e “cinza” da caldeira de biomassa e suas combinações como substrato superou os resultados de enraizamento obtido com o produto comercial. Os substratos que apresentaram o maior número de mudas aproveitáveis para o plantio foram os que continham os maiores teores de composto orgânico. As mudas formadas em substrato com maior concentração de casca apresentaram-se mais vigorosas em comparação com as mudas formadas nos demais substratos.

A Tabela 3 mostra que o tratamento (T5), 100% substrato comercial, apresentou um melhor

desempenho na formação de raízes em miniestacas do *E. grandis*, comparado aos outros tratamentos, assim como ocorreu com a formação de calos.

Supõe-se que a baixa taxa de formação de raízes obtidas neste estudo esteja relacionada ao tipo de miniestaca (miniestaca de muda com possível baixo status nutricional), pouco tempo das mesmas em cultivo e estação do ano (outono), uma vez que neste período as temperaturas são mais baixas, reduzindo com isso as atividades metabólicas nas miniestacas e, conseqüentemente, demandando maior tempo em cultivo, antes da análise.

Por outro lado, Alfenas et al. (2004) testaram, em seu estudo, como substrato de enraizamento, uma mistura de composto de casca de eucalipto, casca de arroz carbonizada, vermiculita (50:25:25), enriquecida com 3 kg/m³ de osmocote (19:06:10) e a mesma quantidade de superfosfato simples e avaliaram o melhor tempo para o enraizamento de miniestacas do clone de *E. grandis* e *E. urophylla*. Os autores constataram que o tempo ideal foi de 20 e 30 dias, enquanto pelo critério de máxima velocidade de enraizamento os valores foram de 15 e 22 dias, respectivamente.

Ao que tudo indica, substratos que conseguem equilibrar as relações entre retenção de água e drenagem são os mais apropriados ao enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus grandis*, por permitirem a adequada troca gasosa nos poros do mesmo, facilitando os processos fisiológicos que desencadeiam a formação de calos e enraizamento.

Tabela 3. Percentagem média da formação de raízes em miniestacas de *E. grandis* em diferentes substratos.

Tratamentos	% de miniestacas com formação de raízes	Teste de Tukey 5%
T1 = 15% de cinza + 85% de substrato comercial	4,0	b
T2 = 30% de cinza + 70% de substrato comercial	6,0	b
T3 = 45% de cinza + 55% de substrato comercial	2,0	b
T4 = 60% de cinza + 40% de substrato comercial	0,0	b
T5 = 100% substrato comercial (Turfa fértil) (controle)	22,0	a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



Conclusões

A sobrevivência das miniestacas não se diferenciou entre os tratamentos, porém o substrato 100% comercial foi mais efetivo na formação de calos e de raízes das miniestacas de *E. grandis*. Recomendam-se novos estudos em viveiro com a espécie, uma vez que a época do plantio foi no outono onde as plantas tendem a diminuir o seu metabolismo e crescimento, além do pouco tempo em cultivo e tipo de miniestaca utilizada.

Referências

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2004.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2004. 116 p.
- LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; BARREIRA, S.; MORAIS, T. R.; FARIA, M. V. Doses do Ácido Indolbutírico no enraizamento e crescimento de estacas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). **Bioscience Journal**, v. 24, n. 3, p. 13-18, 2008.
- LIMA, W. de P. **O impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Edusp. 1993. 302 p.
- ROSSAL, P. A. L.; KERSTEN, E. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de laranjeira cv. valência (*Citrus sinensis* (L.) osbeck) sob condições intermitentes de nebulização. **Scientia Agricola**, v. 54, n. 1/2, p. 9-13, 1997.
- SILVA, J. de C. **Manual prático do fazendeiro florestal: produzindo madeira com qualidade**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2008. 72 p.
- SILVA, R. B. G. da; SIMÕES, D; SILVA, M. R. da. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012. DOI: 10.1590/S1415-43662012000300010.
- SPERANDIO, H. V.; CALDEIRA, M. V. W.; GOMES, D. R.; SILVA, A. G.; GONÇALVES, E. O. Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes substratos. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 214-221, 2011.
- ZANI FILHO, J.; BALLONI, E. A. Enraizamento de estacas de *Eucalyptus*: efeitos do substrato e do horário de coleta do material vegetativo. **IPEF**, n. 40, p. 39-42. 1988.



Produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* a partir de miniestacas com folhas inteiras

Dulcinéia Rejane da Silva Queiróz¹; Estela Maria Gonçalves²; Márcia Aparecida Novaes Gomes³

¹Tecnóloga em Silvicultura, Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, SP; ²Doutora em Biologia Celular, docente da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, SP; ³Doutora em Biologia Vegetal, docente da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, SP, marcia.angomes@fatec.sp.gov.br

Resumo: A clonagem de eucalipto via miniestaquia possibilitou a maximização dos plantios no Brasil em escala comercial, entretanto, pela demanda existente, faz-se necessário estudos visando maximizar a produção (rendimento por funcionário) e que garantam o mesmo vigor de qualidade das mudas. O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a influência de dois padrões de miniestacas na produção e expedição de mudas clonais do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. Foram confeccionados dois padrões de miniestacas: folhas cortadas, com o par apical inteiras e as folhas subapicais e basais reduzidas pela metade do seu tamanho; e folhas inteiras, com todas as folhas inteiras e intactas. As miniestacas foram plantadas em tubetes com 56 cm³ contendo substrato composto por mistura de turfa, casca de arroz carbonizada, vermiculita e gesso (33%:33%:33%:1%). O enraizamento foi conduzido em casa de vegetação com temperatura variando entre 20 e 30 °C e umidade relativa entre 75% e 95%, com permanência de 20 dias. Após esse período, as mudas foram transferidas para casa de sombra, com sombrite de 50% de redução da luminosidade, onde permaneceram por 11 dias; finalmente, foram transferidas para área a pleno sol até completarem 60 dias, quando foram selecionadas para a expedição. A produção das mudas ao longo do ano, para cada tipo de miniestacas, foi acima da meta esperada. Ocorreu uma diferença superior na produção e na expedição das mudas formadas a partir de folhas inteiras. Os resultados indicam que miniestacas com folhas inteiras e intactas para a produção de mudas do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* testado é a ideal, pelo maior número de estaqueamento resultante por mês e da taxa média de expedição obtida a partir de tais miniestacas.

Palavras-chave: Clonagem; Eucalipto; Silvicultura.

Introdução e objetivos

O Brasil é destaque mundial em florestas plantadas do gênero *Eucalyptus*, com mais de 5,56 milhões de hectares, o que se deve às condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo e por apresentar estudos avançados em melhoramento genético e na área tecnológica, e do conhecimento da propagação vegetativa do gênero, o que asseguram a alta produtividade em relação a outros países (ANUÁRIO..., 2016).

As diferentes espécies do gênero têm sido utilizadas como principal fonte de matéria-prima para a indústria de celulose e papel (34,0%), seguida por produtores independentes e fomentados (26,8%) e pela indústria siderúrgica à carvão vegetal (15,2%). Os demais plantios pertencem aos investidores financeiros (10,2%), às indústrias de painéis reconstituídos (6,8%), e aos segmentos de serrados, móveis (3,6%) e

outros usos (3,4%) (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2016).

O híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* constitui a base da expansão de plantios comerciais, responsável por 80% dos plantios clonais de eucaliptos no País (SANTOS; PALUDZYSZYN FILHO, 2014). Cultivado desde a década de 1980, foi desenvolvido no Brasil com o objetivo de obter plantas com um bom crescimento, característica do *E. grandis*, e um leve aumento na densidade da madeira e melhorias no rendimento e propriedades físicas da celulose, características do *E. urophylla*, além de sua rusticidade, propriedades da madeira e resistência ao déficit hídrico (PALUDZYSZYN FILHO; SANTOS, 2011).

Para o estabelecimento de plantios florestais com o híbrido é usada a propagação clonal, um processo de reprodução assexuada que implica na seleção de genótipos superiores e melhorados, e posterior



produção de mudas em larga escala, o que resulta em um conjunto geneticamente uniforme de indivíduos (BORÉM; SANTOS, 2008). É amplamente aplicada no Melhoramento Florestal, por resultar em maior produtividade com os ganhos genéticos por meio da seleção de indivíduos-elite e propagação em massa (PEREIRA; PERES, 2016).

Na clonagem de *Eucalyptus*, a técnica da miniestaquia foi determinante para o avanço da eucaliptocultura no Brasil, por utilizar material vegetativo com grau de juvenildade e vigor fisiológico adequado ao enraizamento das miniestacas e, assim, a produção de mudas em escalas comerciais superiores às obtidas com a estaquia (PEREIRA; PERES, 2016). A técnica também permitiu a formação de diversos viveiros independentes das empresas florestais, que passaram a disponibilizar no mercado milhões de mudas clonais de *Eucalyptus* por ano (BATISTA et al., 2014).

Na produção das miniestacas, um dos fatores relevante é a perda de água pela transpiração, o que pode interferir no enraizamento, uma vez que para a divisão celular é necessário que as células do tecido estejam túrgidas (NORBERTO et al., 2001). Entretanto, a presença de folhas e gemas nas estacas é importante por disponibilizar auxinas, carboidratos e outras substâncias importantes para o enraizamento e é recomendado manter nas miniestacas de duas a quatro gemas com as folhas, essas reduzidas em 50%, padrão utilizado nos viveiros florestais BATISTA et al., 2014).

Com o propósito de promover uma melhor rizogênese e formação das raízes adventícias e, assim, a sobrevivência de miniestacas de *Eucalyptus*, outros padrões na confecção de miniestacas estão sendo avaliados, principalmente em relação ao número de folhas e da área foliar, como a análise de diferentes arquiteturas das miniestacas – manutenção das folhas inteiras e intactas, com todas as folhas reduzidas em 50% e miniestacas tipo “árvore de natal”, com 75% do limbo foliar seccionado das folhas apicais e subapicais, mantendo as folhas basais inteiras e intactas, realizado por Batista et al. (2014), com os tipos “árvore de natal” e folha inteira apresentando os melhores resultados.

Diante do exposto e considerando que na região do município de Capão Bonito estão instaladas diferentes empresas florestais e viveiros independentes, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de dois padrões de miniestacas na produção e expedição de mudas clonais do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis*, visando maximizar a produção (rendimento funcional), garantindo o mesmo vigor de qualidade das mudas.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido em um viveiro florestal no município de Capão Bonito, estado de São Paulo,

à latitude de 24°00'21"S, longitude de 48°20'58"W e altitude de 703 m. O clima da região é do tipo Cwa com características de Cwb, apresentando duas estações definidas: seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março), segundo a classificação climática de Köppen. O trabalho foi realizado no ano de 2015, com temperatura média máxima em janeiro de 28 °C e média mínima de 10,5 °C em julho.

As mudas de um clone do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* foram produzidas através da coleta de brotações de minicepas mantidas em minijardim clonal constituído por canaletas suspensas de alvenaria, preenchidas com brita nº 2 no fundo e areia lavada até a borda, instalado sob um sistema de cobertura retrátil, com irrigação e adubação efetuadas por um sistema automatizado de fertirrigação via gotejamento. As minicepas foram produzidas por meio do enraizamento de miniestacas, estas obtidas a partir de estacas do clone.

As brotações obtidas para a confecção das miniestacas apresentavam dimensões variando de 6 cm a 8 cm de tamanho e com 3 pares de folhas. Visando manter as condições de turgescência do material vegetal, as miniestacas foram acondicionadas em recipientes térmicos até o estaqueamento. Foram confeccionados dois padrões de miniestacas: folhas cortadas, com o par apical inteiras e as folhas subapicais e basais reduzidas pela metade do seu tamanho; e folhas inteiras, com todas as folhas inteiras e intactas.

As miniestacas foram plantadas em tubetes com 56 cm³ de capacidade, previamente desinfestados em água quente a 82 °C por um minuto, conforme recomendação de Alfenas et al. (2009), e contendo substrato composto por mistura de turfa, casca de arroz carbonizada, vermiculita e gesso (33%:33%:33%:1%), enriquecida com 3 kg m⁻³ de superfosfato simples, 1,0 kg m⁻³ de sulfato de amônio e 1 kg m⁻³ de osmocote (19:06:10), sem a aplicação de regulador de crescimento. Os tubetes foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 244 mudas.

O processo de enraizamento das miniestacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada (temperatura variando entre 20 °C e 30 °C e umidade relativa entre 75% e 95%), com permanência de 20 dias. Após esse período, as mudas foram transferidas para casa de sombra, com sombrite de 50% de redução da luminosidade, em que permaneceram por mais 11 dias; finalmente, foram transferidas para área a pleno sol até completarem 60 dias de idade, quando, então, foram selecionadas para a expedição. A irrigação e fertilização mineral foram efetuadas utilizando-se um sistema automatizado de fertirrigação por microaspersão, acionado de três a quatro vezes por dia, de acordo com a temperatura do dia.

A alocação dos recursos, número de funcionários, cepas disponíveis, e espaços na casa de vegetação, casa



de sombra as e área a pleno sol foram iguais para a produção de mudas a partir dos dois tipos de estacas, metade para folha inteira e a outra metade para folha cortada.

Foram avaliadas a produção de mudas a cada mês para os dois tipos de miniestacas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Também foram comparadas o número de miniestacas produzidas por mês, o número de miniestacas produzidas e as expedidas equivalentes de cada mês de produção e o número de expedidas para os dois tipos de padrões foliares, utilizando-se o teste t a 5% de significância.

Resultados e discussão

Para a confecção de miniestacas das diferentes espécies de *Eucalyptus*, convencionou-se reduzir as folhas pela metade de seu tamanho, prática tradicional realizada na produção de estacas visando diminuir a área de transpiração, considerada imprópria para o enraizamento por diminuir a turgescência das células das raízes e, assim, a divisão celular, bem como evitar o que o “efeito guarda-chuva”, uma barreira física formada pelas folhas das estacas impedindo a água da irrigação de chegar no substrato (ALFENAS et al., 2009). Entretanto, Santana et al. (2010) observaram que a manutenção das folhas inteiras nas miniestacas de *Eucalyptus urophylla* resultou em mudas com crescimento superior e a não ocorrência do efeito guarda-chuva. Resultados iguais foram obtidos no presente trabalho para o clone do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis*.

A produção das mudas, a partir de miniestacas com folhas cortadas e de folhas inteiras foi similar nos diferentes meses ao longo do ano, com menor

estaqueamento nos meses de junho a setembro, prática do operacional da empresa dentro da logística da expedição das mudas para o campo (Figura 1). Em ambos tipos de estacas a produção foi maior que a meta desejada.

Em relação ao número de mudas produzidas e expedidas, para aquelas provenientes de miniestacas com folhas cortadas foi observada uma perda média de 17% (Figura 2) e para as de folhas inteiras de 12% (Figura 3).

A menor perda de mudas resultantes de miniestacas de folhas inteiras pode ser resultante de um melhor desenvolvimento dessas e diminuição de doenças, embora tais dados não tenham sido levantados. Segundo Alfenas et al. (2009), a manutenção das folhas intactas na produção de miniestacas pode resultar em enraizamento mais eficiente e no controle de doenças, uma vez que a não realização do ferimento das folhas espera-se a diminuição da infecção de patógenos.

Comparando-se o número de mudas expedidas, resultantes dos dois tipos de miniestacas, observou-se uma quantidade significativamente maior daquelas obtidas de folhas inteiras (Figura 4), o que se justifica pela maior produção e pela menor perda dessas para a expedição. A menor expedição nos meses de junho e julho faz parte do planejamento da empresa.

Os resultados indicam que a manutenção das folhas inteiras e intactas para o clone do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* testado é o procedimento ideal para a produção das mudas. Souza et al. (2013), encontraram o mesmo resultado para o híbrido e também observaram maiores valores de enraizamento nas mudas provenientes dessa miniestaca no momento da expedição.

Estudos com *Eucalyptus benthamii* mostraram que a redução da área foliar não influenciou a sobrevivência e o enraizamento das miniestacas para diferentes clones

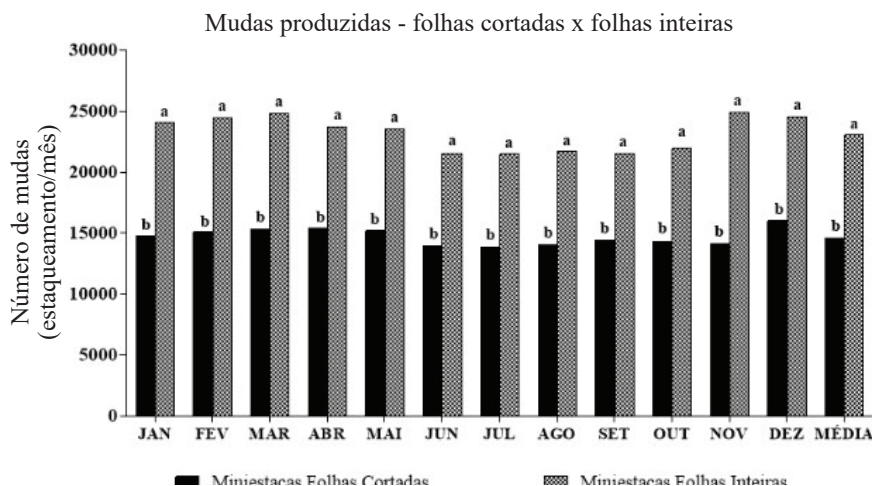


Figura 1. Comparativo entre produção de mudas a partir de miniestacas com as folhas cortadas e de folhas inteiras nos meses de 2015. Letras diferentes no mesmo mês indicam diferenças em 0,01% de significância.

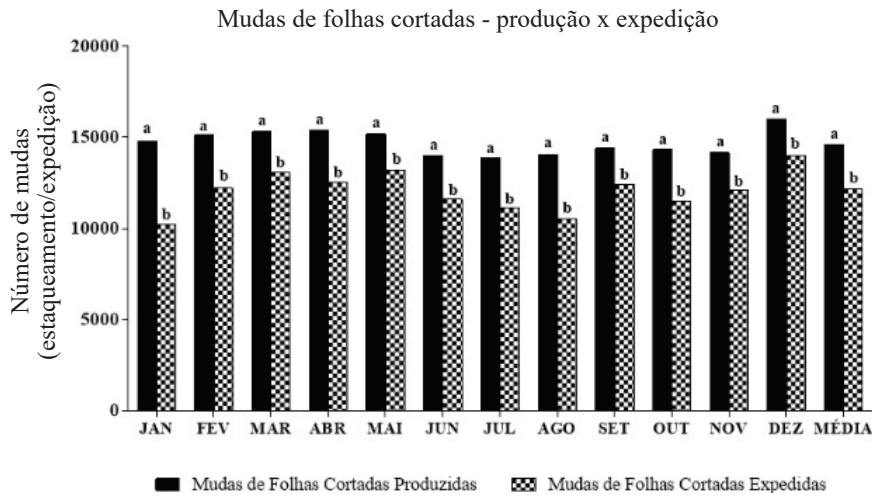


Figura 2. Comparativo entre produção de mudas a partir de miniestacas com as folhas cortadas e mudas expedidas equivalentes ao mês produzidas. Letras diferentes no mesmo mês indicam diferenças em 0,01% de significância.

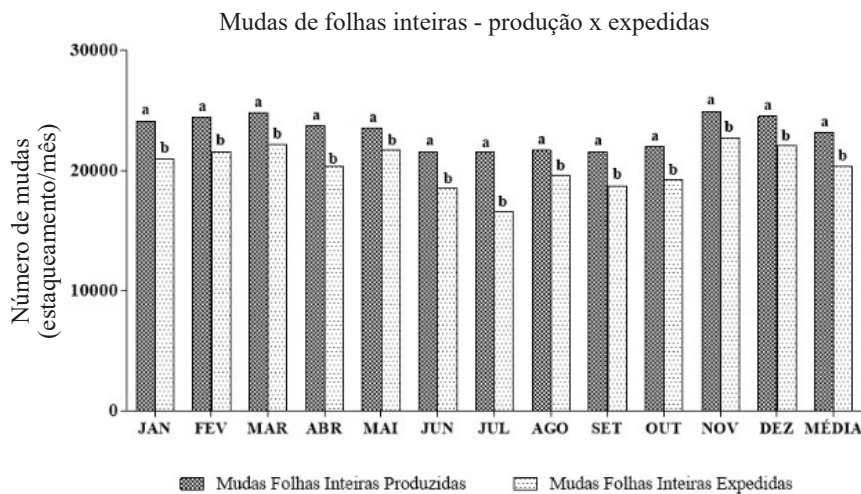


Figura 3. Comparativo entre produção de mudas a partir de miniestacas com as folhas inteiras e mudas expedidas equivalentes ao mês produzidas. Letras diferentes no mesmo mês indicam diferenças em 0,01% de significância.

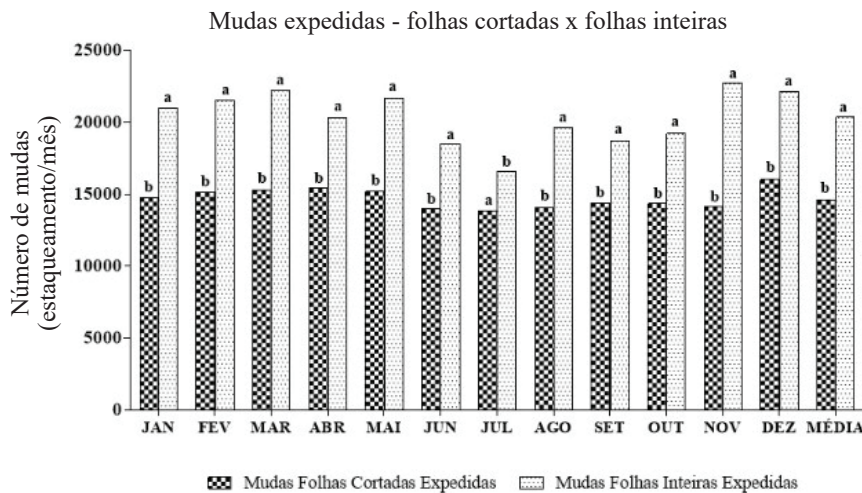


Figura 4. Comparativo entre expedição de mudas a partir de miniestacas com as folhas cortadas e mudas cortadas. Letras diferentes no mesmo mês indicam diferenças em 0,01% de significância.



avaliados, entretanto, a maior área foliar, proporcionada pelas folhas inteiras das miniestacas, resultou em maior vigor das mudas e no enraizamento (BENIN et al., 2011). Maiores produções foram também obtidas a partir de miniestacas confeccionadas com folhas inteiras por Batista et al. (2014) para quatro clones de *E. dunnii*, *E. saligna* e dois de *E. urophylla* x *E. globulus*; e por Correia et al. (2015) para os híbridos *E. urophylla* x *E. globulus* e *E. grandis* x *E. globulus*.

Segundo Hartmann et al. (2015), a manutenção das folhas inteiras ou de pelo menos parte delas é importante para o processo de enraizamento, pela produção de carboidratos resultantes da fotossíntese e de auxinas produzidas pelas folhas e gemas apicais, hormônios essenciais ao enraizamento.

Conclusões

O presente estudo evidenciou a importância do uso de miniestacas com folhas inteiras e intactas para a produção de mudas do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis*, pelo maior número de estaqueamento resultante por mês e da taxa média de expedição das mudas obtida a partir de tais miniestacas.

Referências

- ANUÁRIO Estatístico ACR 2016: ano base 2015. Lages: Associação Catarinense de Empresas Florestais, 2015. Disponível em: <http://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2017/03/ACR_Anuario-Estatistico-Florestal-ACR-2016.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2017.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 500 p.
- BATISTA, A. F.; SANTOS, G. A.; SILVA, L. D.; QUEVEDO, F. F.; ASSIS, T. F. Influência da arquitetura foliar de miniestacas na propagação clonal de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, 2014. DOI: 10.1590/S0100-67622014000500006.
- BENIN, C. C.; PERES, F. S. B.; SOUZA, A. L. S. Influência da área foliar na sobrevivência e enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii*. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 2011, Dois Vizinhos. **Anais...** Dois Vizinhos: UTFPR, 2011. p. 157-160.
- BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Entendendo a biotecnologia**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 342 p.
- CORREIA, A. C. G.; XAVIER, A.; DIAS, P. C.; TITON, M.; SANTANA, R. C. Redução foliar em miniestacas e microestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 295-304, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000200009.
- FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. **Condução de plantios de Eucalyptus em sistema de talhada**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 28 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 104)
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New York: Englewood Clippings, 2011. 900 p.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2016**. Brasília, DF, 2016. Relatório anual 2016. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf. Acesso em: 31 ago. 2017.
- NORBERTO, P. M.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R. D.; PEREIRA, G. E.; MOTA, J. H. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 533-541, 2001.
- PEREIRA, F. B.; PERES, F. S. B. Nutrição e enraizamento adventício de plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 319-326, 2016. DOI: 10.4336/2016.pfb.36.87.1146.
- PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 64 p. (Séries Documentos. 214). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/898045/1/Doc214.pdf>>. Acesso em: 24 ago 2017.
- SANTANA, R. C.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.; NOGUEIRA, G. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. Influence of leaf area reduction on clonal production of *Eucalyptus* seedlings. **Cerne**, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2010. DOI: 10.1590/S0104-77602010000300001.
- SANTOS, P. E. T.; PALUDZYSZYN FILHO, E. Critérios para escolha de eucaliptos para plantio. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J.F.; GOULART, I.G.R. (Ed.). **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 23-26. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TT-Eucalipto.pdf>>. Acesso em: 27set. 2017.
- SOUZA, C. C.; XAVIER, A.; LEITE, F. P.; SANTANA, R. C.; LEITE, H. G. Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill x *E. urophylla* ST Black. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000100008.



SisILPF – Software para simulação do crescimento, produção, metano e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Edilson Batista de Oliveira¹; Vanderley Porfírio-da-Silva²; Jorge Ribaski³

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR; edilson.oliveira@embrapa.br; ²Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR; ³Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

Resumo: Os SisILPF são softwares que dão suporte às atividades de planejamento, manejo e análise econômica do componente florestal dos ILPF. Eles possibilitam que os usuários testem, para cada condição de clima e solo, todas as opções de manejo do componente arbóreo dos sistemas ILPF. Geram tabelas de sortimento de madeira por classes de utilização industrial como laminação, serraria e energia, em função de diâmetros e comprimentos de toras que o próprio usuário indica. Calculam o carbono capturado pelas árvores e o equivalente em CO₂ e metano, e emitem gráficos com estimativas do número de animais que podem ter a emissão de metano compensada pelas árvores do ILPF.

Palavras-chave: Sistemas agrossilvipastoris; Carbono; Manejo florestal.

Introdução e objetivos

A Embrapa Florestas iniciou suas pesquisas com sistemas que integram árvores com culturas agrícolas e pecuária em 1980/81, por meio do projeto “*Otimização do uso do solo pela produção simultânea de produtos florestais e agropecuários*” (SCHREINER, 1994).

Em estudo sobre o crescimento, produção e captura de carbono em sistemas de ILPF, Oliveira et al. (2008), tendo por base dois experimentos com *Pinus elliottii* e dois com *Eucalyptus grandis*, instalados em Alegrete, RS, em áreas de pastagem natural, avaliaram que as tratamentos com fileiras triplas destas espécies, no espaçamento de 3,0 m x 1,5 m, tendo distância entre renques de 14 m e 34 m, apresentaram potencial para captura de carbono pela biomassa total das árvores (fuste, raízes, galhos e folhas) equivalente ao metano emitido por 3,59 a 4,00 vacas para o pinus e 4,05 a 4,55 para eucalipto, considerando valores potenciais para vacas holandesas preto e branco em lactação, em pastagens adubadas, conforme Primavesi et al. (2004). Para novilhas de Mestiça Leiteira Brasileira em pastagens não adubadas, a compensação foi 7,36 a 8,19 novilhas para o pinus e 8,33 a 9,30 para eucalipto.

Atualmente, os trabalhos com ILPF na Embrapa envolvem mais de vinte Unidades de Pesquisa em todos os biomas do País. Em 2012, foi criada a Rede de Fomento ILPF, uma parceria público-privada, composta pela Embrapa, Cocamar, Dow AgroSciences, John

Deere, Parker e Syngenta. A parceria resultou na instalação de 107 Unidades de Referência Tecnológica (URTs), destinadas à geração de informações técnico-científicas, treinamentos, dias de campo, visitas técnicas etc.

A Rede ILPF (www.embrapa.br/web/rede-ilpf/) destaca entre os principais benefícios da ILPF:

- Otimização e intensificação da ciclagem de nutrientes no solo.
- Melhoramento da qualidade e conservação das características produtivas do solo.
- Manutenção da biodiversidade e sustentabilidade da agropecuária.
- Melhoria do bem-estar animal em decorrência do conforto térmico e melhor ambiência.
- Diversificação da produção.
- Aumento da produção de grãos, fibras, carne, leite e produtos madeireiros e não madeireiros.
- Maior eficiência de utilização de recursos naturais.
- Redução na pressão pela abertura de novas áreas com vegetação nativa.
- Redução da sazonalidade do uso da mão de obra.
- Geração de empregos diretos e indiretos.
- Flexibilidade, que permite ser adaptado para diferentes realidades produtivas.

No que se refere à produção madeireira, o sistema de ILPF deve priorizar a obtenção de toras, para usos



mais nobres como: madeira serrada, laminação, componentes para móveis, produtos de maior valor agregado (portas, portais, janelas e móveis), postes, entre outros. No entanto, desbastes devem ser realizados durante o ciclo de condução do sistema, que gerarão madeira para usos mais comuns, como lenha, carvão, madeira para construções (escoras, postes de menor tamanho, mourões), madeira para a produção de aglomerados, chapas de fibra e celulose. (ALVES et al., 2015).

Os softwares geram tabelas e gráficos de prognose do crescimento e da produção das árvores nos ILPF, em função de dados do inventário do plantio. Eles indicam quanto de madeira será produzida, em qualquer idade, e possibilitam simular desbastes e testar qualquer regime de manejo que se deseja aplicar. Calculam o carbono armazenado pelas árvores e geram tabelas de sortimento de madeira por classes de utilização industrial como laminação, serraria e energia, em função de diâmetros e comprimentos de toras que o próprio usuário indica.

Os sistemas auxiliam as tomadas de decisões sobre quando, o quanto e como desbastar, e quando fazer o corte final. Assim, eles indicam o crescimento e produção da floresta, a produção por classes de diâmetro e o volume de madeira por tipo de utilização industrial.

Os SisILPF foram construídos utilizando a linguagem de programação Delphi. Estão concluídos para as principais espécies de pínus e eucalipto. Versões do sistema para cedro-australiano (*Toona ciliata*), mogno-africano (*Khaya ivorensis*) e teca (*Tectona grandis*) estão em fase de validação.

Os softwares estão disponibilizados no site da Embrapa Florestas (www.embrapa.br/florestas).

No presente trabalho, são apresentados detalhes dos softwares SisILPF, desenvolvidos para dar suporte às atividades de planejamento, manejo e análise econômica do componente florestal de sistemas de ILPF.

Material e métodos

Para descrição dos SisILPF será utilizada a versão para *Pinus taeda*. Como exemplo de aplicação (Exemplo 1), será considerado um sistema de ILPF com renques de três linhas de árvores. O espaçamento será de três metros entre linhas e dois metros entre árvores. A distância entre renques será de 24 m. O arranjo proposto resulta em 500 árvores plantadas por hectare. Será considerado um desbaste seletivo de 50% das menores árvores aos 10 anos de idade e colheita final aos 21 anos.

O SisILPF possui três opções de entrada de dados. No Exemplo 1 será utilizada a opção em que se informa apenas o arranjo de plantio, o número de árvores por hectare e o índice de sítio, no caso considerado de

23 m, dado pela altura dominante aos 15 anos. Esta alternativa utiliza o potencial produtivo da área. As outras duas opções de entrada de dados utilizam informações de parcelas de inventário em qualquer idade de plantio, o que possibilita resultados com maior precisão.

Para o sortimento da produção madeireira, as toras terão 2,5 m de comprimento com as seguintes classes de diâmetro: “Toras >18 cm”, “Toras 8 cm a 18 cm” e “< 8 cm”.

Resultados e discussão

A tela de abertura do SisILPF (Figura 1) apresenta o menu principal, contendo os botões e itens que dão acesso às operações do software. Nesta tela o usuário deve informar o índice de sítio. Este índice, dado pela altura dominante que a plantação florestal terá na idade índice (no caso presente, aos 15 anos), possibilita que o software trabalhe com o potencial produtivo do componente florestal no local avaliado.

O software solicita as seguintes informações sobre o ILPF: o número de linhas de árvores por renque, o espaçamento entre linhas no renque e a distância entre renques. Em seguida o usuário deverá informar o número de árvores por hectare no plantio ou na idade de um inventário, para sistemas já implantados. Neste caso, deve-se informar a área basal ou o diâmetro quadrático médio das árvores. Estas informações são mais detalhadas, o que resulta em prognoses com maior precisão e acurácia. Deve ser informado o “Nível de homogeneidade do plantio” (1 a 10), que pode ser baseado em medidas estatísticas (ex: variância e coeficiente de variação) ou alguma medida empírica, como notas de 1 a 10. (Figura 2).

A aplicação de desbastes (Figura 3) oferece três opções:

1. Desbaste Seletivo: colheita das menores árvores.
2. Desbaste Sistemático: colheita que não leva em consideração o tamanho das árvores. Pode ser ao acaso ou sistematizada, por exemplo, de uma árvore a cada três na linha.
3. Desbaste Sistemático seguido de Seletivo.

A indicação da Intensidade do desbaste pode ser pela Área Basal ou Número de Árvores por Hectare. Nos dois casos, indica-se o que deverá ficar remanescente após o desbaste e não o que será desbastado.

A coluna de cor branca na Figura 4 mostra o item “Equações”, subdividido em três subitens (Sítio, Volume e Sortimento). Estes subitens possuem equações básicas, que podem ser substituídas e salvas pelo usuário.

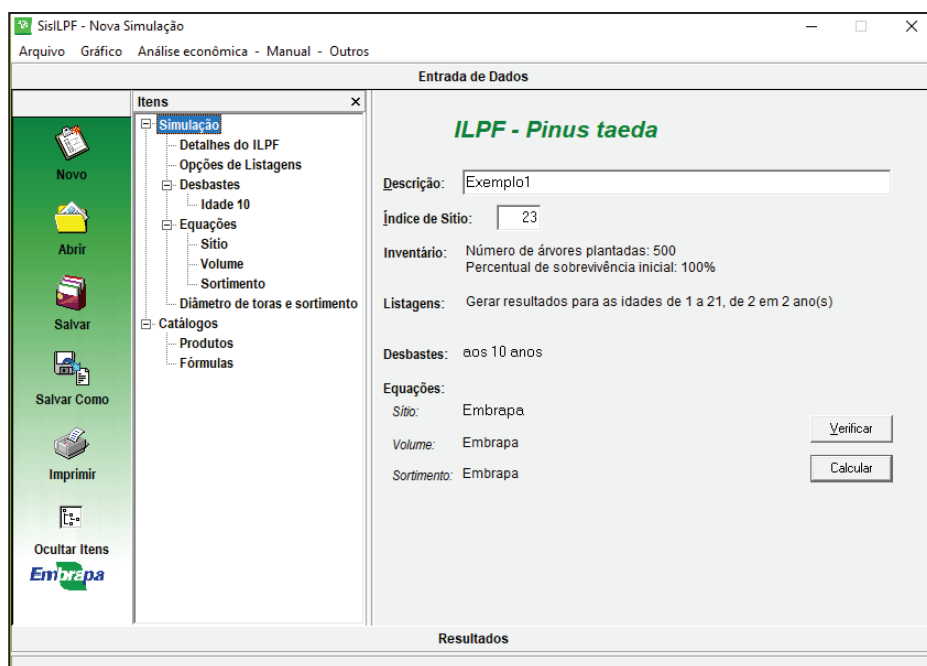


Figura 1. Tela inicial do SisILPF.

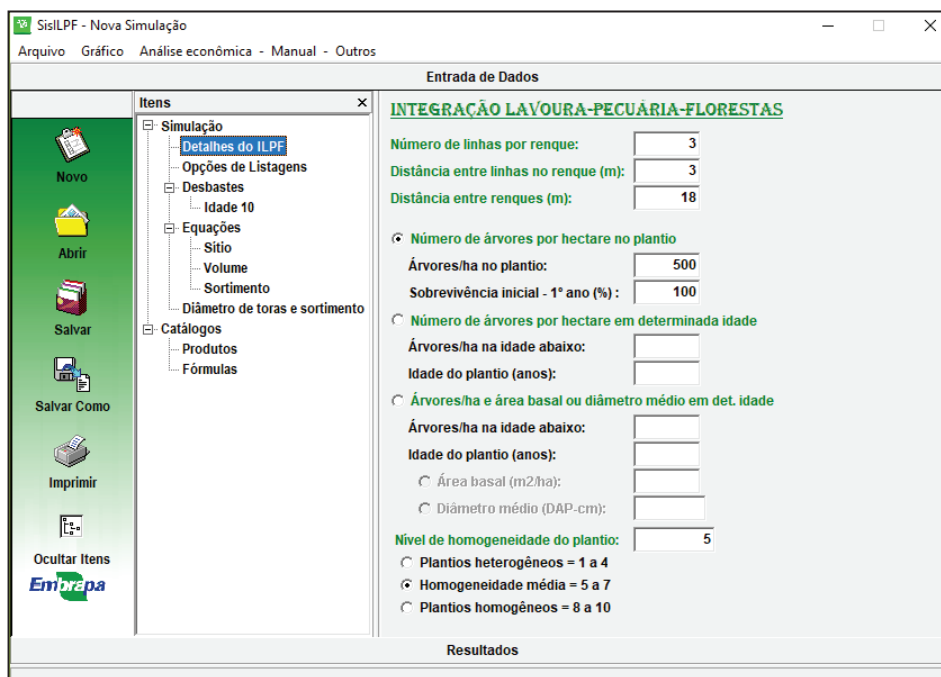


Figura 2. Tela com detalhes do sistema de ILPF do Exemplo 1.

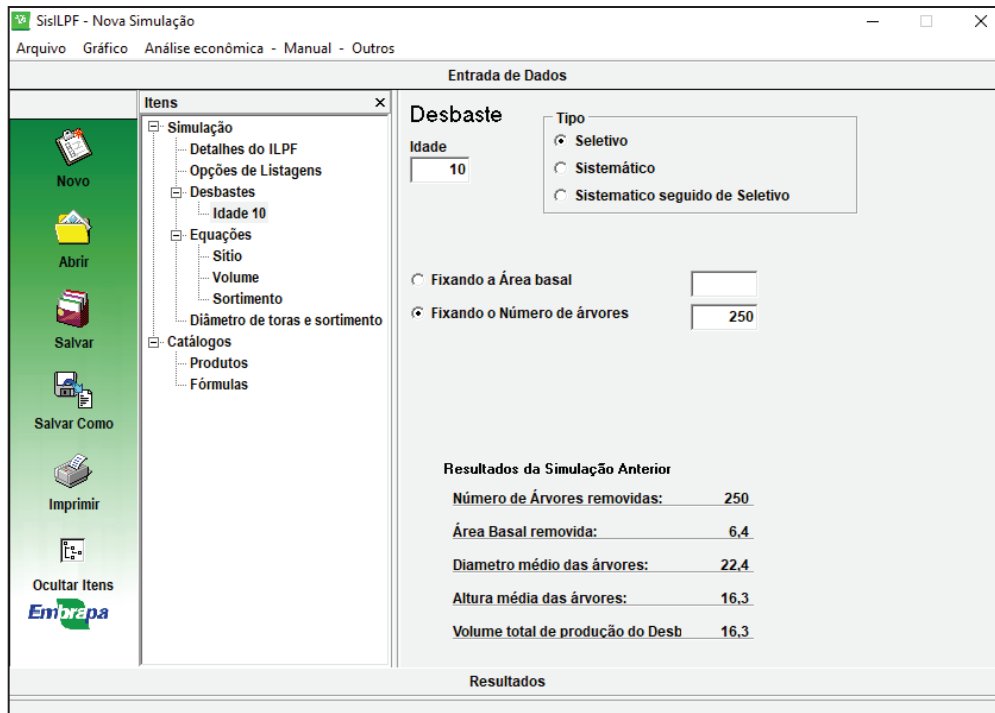


Figura 3. Tela com informações sobre desbaste (Exemplo 1).

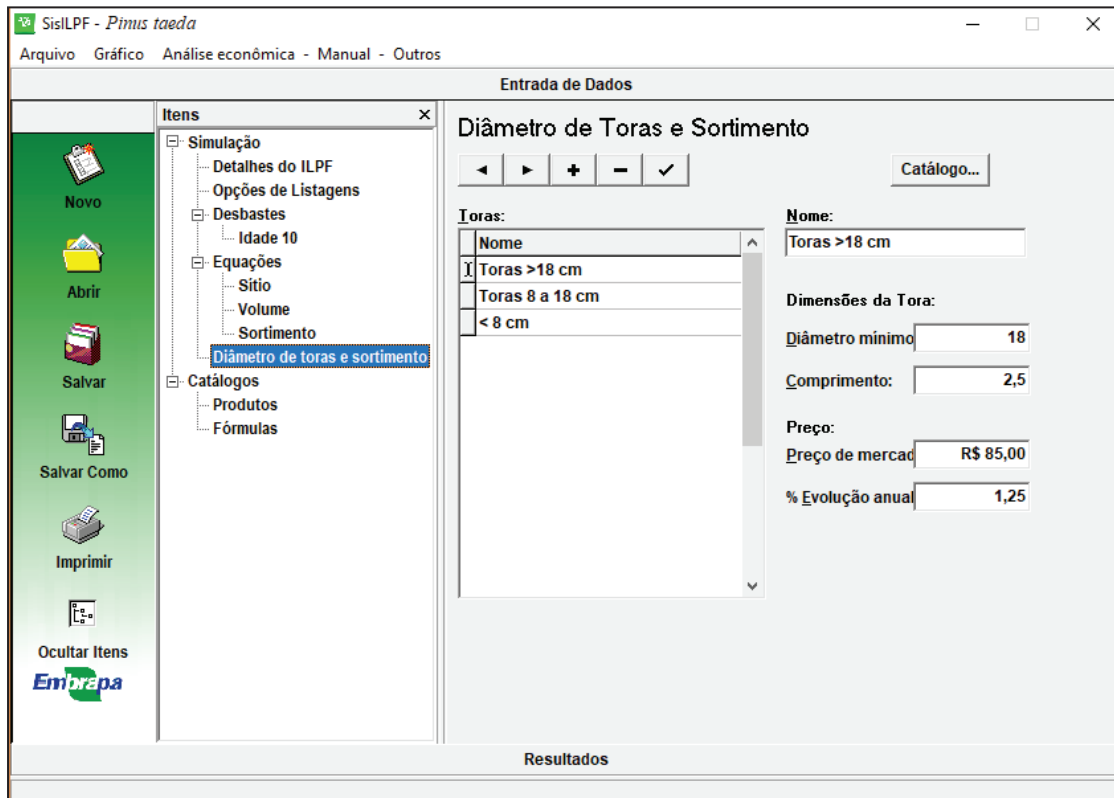


Figura 4. Tela com equação de volume (Exemplo 1).



Ainda na Figura 4 observa-se o item “Diâmetro de toras e sortimento”, pelo qual são informados os tipos de produto e respectivas dimensões das toras (ex: Serraria com diâmetro mínimo maior que 18 cm). Nos “Catálogos”, as opções “Produtos” e “Fórmulas” permitem armazenar alternativas para estes itens, que podem ser utilizados nas simulações em função de opções do usuário.

Os resultados descrevem a estrutura do componente florestal (Figura 7). Todos os valores apresentados para um hectare do Exemplo 1. Área basal refere-se à soma das áreas transversais de todas as árvores, considerando-se os DAP’s para os cálculos.

O CO₂ e metano se constituem no equivalente armazenado pelo fuste e demais componentes das árvores, como raízes, galhos e folhas, sendo que o CO₂

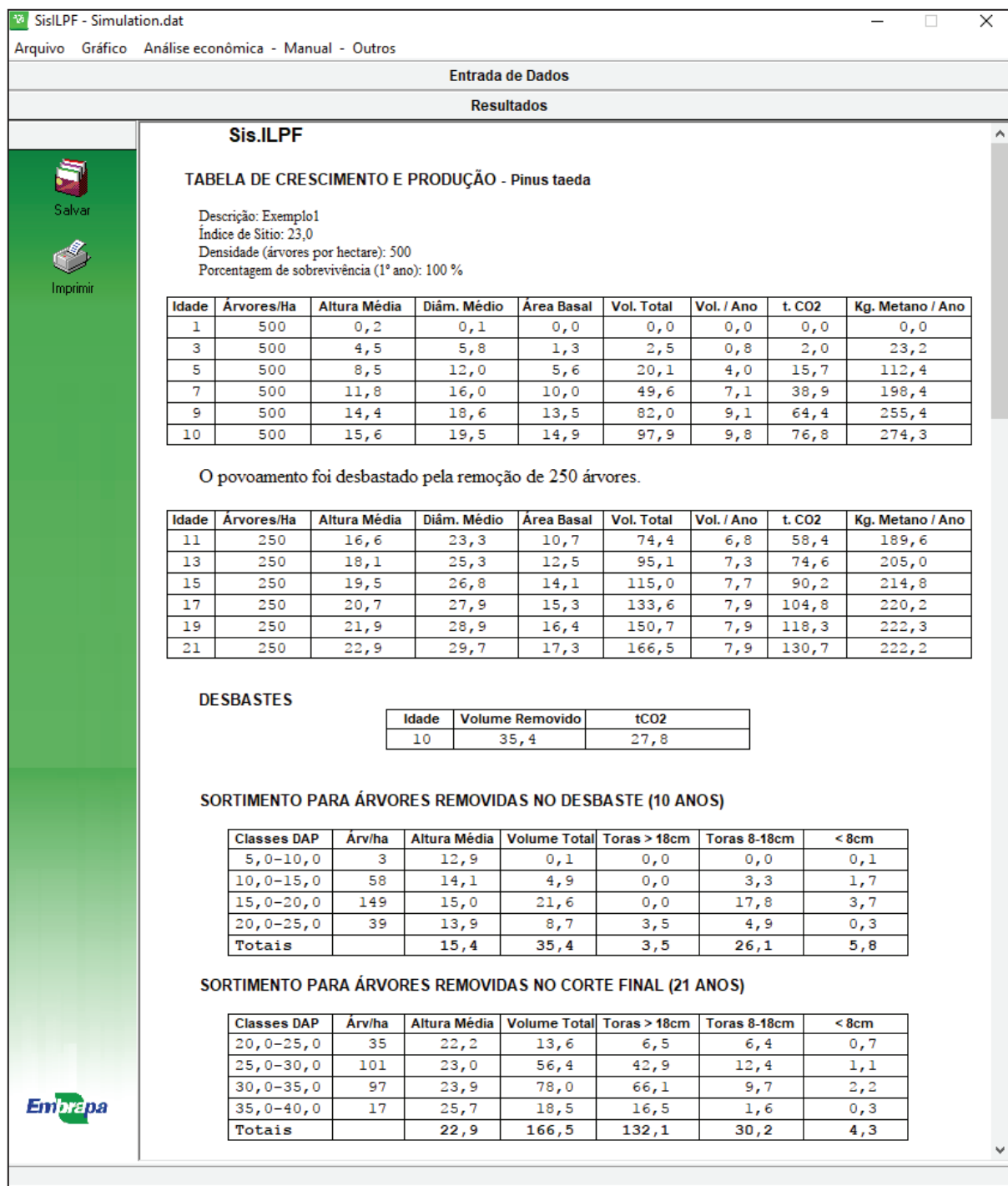


Figura 5. Tela com resultados do Exemplo 1.

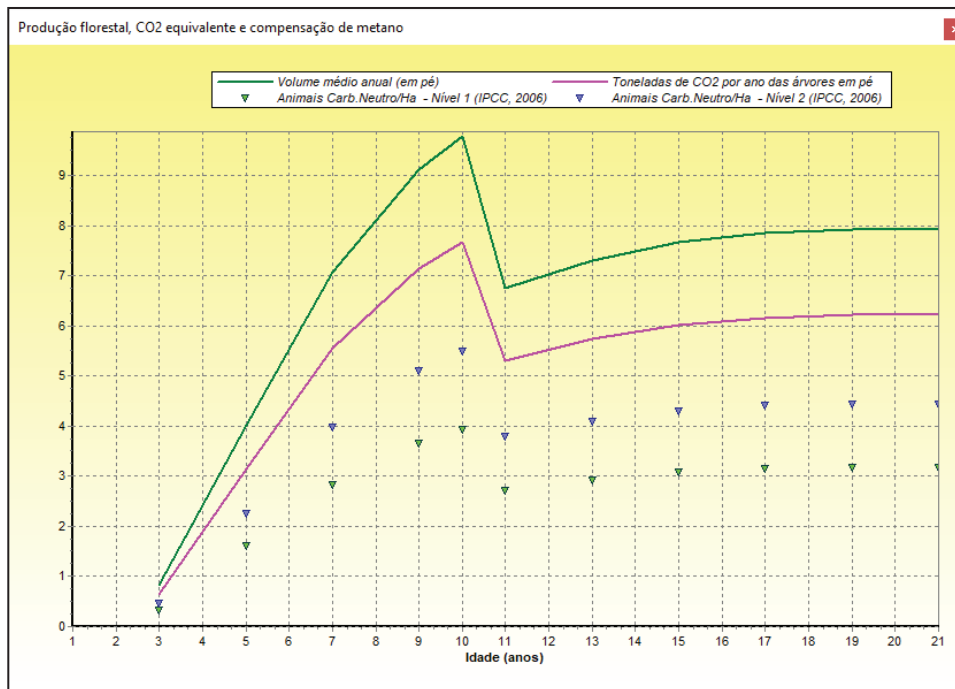


Figura 6. Gráfico com resultados do Exemplo 1: volume, carbono e animais com emissão compensada.

se trata do total equivalente das árvores existentes no sistema e o metano à média anual destas árvores.

O SisILPF possibilita a realização de vários desbastes, gerando uma tabela de sortimento correspondente a cada um deles.

A Figura 5 mostra, também, o sortimento das árvores removidas no desbaste e no corte final.

O SisILPF possibilita a realização de vários desbastes, gerando uma tabela de sortimento correspondente a cada um deles.

A parte superior das telas dá acesso ao software Planin (análise econômica), ao manual do software e à vídeos e publicações relacionadas ao manejo florestal e ILPF.

Clicando no item “Gráfico” o software apresentará a Figura 6, mostrando a evolução do volume de madeira e CO2 do Exemplo 1. O gráfico mostra ainda o número de animais que as árvores podem compensar a emissão de metano no ILPF.

Conforme Alves et al. (2017), duas metodologias são utilizadas no cálculo destes valores, Nível 1 e Nível 2 (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006). O valor de referência para emissões de metano entérico (Nível 1) é fixado para a América Latina em 56 kg CH₄/animal/ano. O Nível 2 para gado consumindo forragem com diferentes digestibilidades (55% a 65%), indicam um fator de emissão de metano em torno de 70 kg CH₄/animal/ano. Equação desenvolvida no âmbito da Rede PECUS da Embrapa por Medeiros et al. (2014) é mais recomendável por possibilitar maior confiabilidade com a realidade local. Com

sua aplicação, alguns estudos têm mostrado valores médios de 66 kgCH₄/animal/ano, ou seja, intermediários aos dos níveis 1 e 2 do IPCC. Entretanto, esta equação ainda não está inserida no gráfico.

Conclusões

Os softwares SisILPF visam dar suporte às atividades de manejo, análise econômica e planejamento do componente florestal em sistemas ILPF.

Os usuários podem testar pelos softwares, para cada condição de clima e solo, todas as opções de manejo do componente arbóreo da ILPF, fazer prognoses de produções presente e futura, efetuar análises econômicas e, decidir sobre a melhor alternativa para conduzir sua plantação.

Com a quantificação da madeira produzida por tipo de utilização industrial, o produtor poderá manejar suas florestas para a produção de madeira direcionada ao uso mais rentável

Referências

ALVES, F.V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A., PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MACEDO, M. C. M.; MEDEIROS, S. R.; FERREIRA, A. D.; GOMES, R. C.; ARAÚJO, A. R.; MONTAGNER, D. B.; BUNGENSTAB, D.; FEIJÓ, D. **Carbon neutral brazilian beef: a new concept for sustainable beef production in the tropics**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 243).



ALVES, F. V.; NICODEMO, M. L. F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Bem-estar animal em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 273-289. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **2006 IPCC: guidelines for national greenhouse gas inventories**. Japan: IGES, 2006. v. 4.

MEDEIROS, S. R.; BARIONI, L. G.; BERNDT, A.; FREUA, M. C.; ALBERTINI, T. Z.; COSTA JUNIOR, C.; FELTRIN, G. Modeling enteric methane emission from beef cattle in Brazil: a proposed equation performed by principal component analysis and mixed modeling multiple regression. In: LIVESTOCK, CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY CONFERENCE, 2014, Madri. **Proceedings...** Madri: Livestock, Climate Change and Food Security, 2014. p. 37.

OLIVEIRA, E. B.; RIBASKI, J.; ZANETTI, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F. Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 10, p. 45-56, 2008.

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Embrapa Floresta. Documentos, 216).

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. dos S.; LIMA, M. A. de; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 277- 283, 2004.

SCHREINER, H.G. Pesquisa em agrossilvicultura no sul do Brasil; resultados, perspectivas e problemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. v. 2, p. 387-398.



Série “Plus” de novos softwares da Embrapa para simulação simultânea de múltiplos regimes de manejo de florestas plantadas

Edilson Batista de Oliveira¹

¹Doutor em Engenharia Florestal, pesquisador na Embrapa Florestas, Colombo, PR, edilson.oliveira@embrapa.br

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo apresentar novos softwares da Embrapa que, tendo por base os softwares da série “Sis” (SisEucalipto, SisPinus etc), possibilitam a simulação de múltiplos regimes de manejo para diversos talhões, simultaneamente. Para descrição dos softwares, foi utilizado o SisPinus-Plus, simulando dezoito regimes de manejo em cinco povoamentos de *Pinus taeda*. Por se integrarem com Excel e Access, os simuladores “Plus” viabilizam a interação com banco de dados e possibilitam que se trabalhe com uma extensa gama de opções, especialmente tecnologias do manejo florestal de precisão, como pesquisa operacional e inteligência artificial.

Palavras-chave: Manejo florestal de precisão; Modelagem estatística; Distribuição probabilística.

Introdução e objetivos

O desenvolvimento de simuladores de crescimento e produção florestal na Embrapa Florestas teve início na década de 1980. Ao longo dos anos, com apoio de Empresas Florestais, diversos softwares foram criados, inicialmente em linguagem em Pascal e posteriormente em Delphi. Tais softwares foram denominados por “Sis” seguido pelo nome popular da espécie ou gênero (SisAraucaria, SisPinus, SisTeca, etc). Eles descrevem como a floresta cresce e produz, conforme os regimes de manejo que o próprio usuário indica. No conjunto, foi incluído o software Planin, para cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira dos regimes de manejo. Assim, eles auxiliam as tomadas de decisão sobre: quando, o quanto e como desbastar, e quando fazer o corte final do povoamento, e indica o crescimento e produção da floresta, a produção por classes de diâmetro e o volume de madeira por tipo de utilização industrial (OLIVEIRA, 2012).

Os softwares envolvem algoritmos que integram distribuições probabilísticas com diversos modelos ligados à estrutura das florestas como equações de sítio, de volume e de afilamento do tronco.

As distribuições probabilísticas utilizadas são a S_b e S_b bivariada (SCHREUDER; HAFLEY, 1977). A distribuição S_b descreve a distribuição marginal do variável Diâmetro ou Altura de árvores de um povoamento em diferentes idades e a S_{bb} descreve a distribuição conjunta destas variáveis (OLIVEIRA, 2012). Alguns dos softwares usam a distribuição de Weibull (WEIBULL, 1951), para descrever a distribuição de Diâmetros. A

modelagem de mortalidade das árvores sempre utiliza a distribuição Binomial Negativa Acumulada.

Os softwares geram tabelas de crescimento e produção baseadas em informações que o usuário indica, relacionadas a características do sítio e do povoamento florestal. Também geram gráficos com variáveis básicas para o manejo florestal de precisão, como Porcentagem da Densidade Máxima que pode ser atingida pelo povoamento (Modelo de Reineke) e Índice de Espaçamento Relativo (Índice de Hart-Becking).

Todos os softwares estão disponibilizados para baixar no site da Embrapa Florestas (www.embrapa.br/florestas). Existem versões para *Pinus* (*P. taeda*, *P. elliottii*, *P. caribaea* Hondurensis), *Eucalyptus* (*E. urograndis*, *E. saligna*, *E. dunnii*), teca (*Tectona grandis*), cedro-australiano (*Toona ciliata*), mogno-africano (*Khaya ivorensis*), araucária (*Araucária angustifolia*) e bracatinga (*Mimosa scabrella*). Também estão disponíveis simuladores para o componente florestal de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

O presente trabalho tem por objetivo apresentar novos softwares que, tendo por base os softwares da série “Sis”, possibilitam a simulação de múltiplos regimes de manejo para diversos talhões, simultaneamente.

Material e métodos

Cinco talhões de *Pinus taeda*, com índices de sítio variando de 19 a 23 metros e idades de um a seis anos, serão utilizados para descrição dos softwares (Exemplo



1). Será utilizado o SisPinus-Plus. Os talhões possuem 1380 a 2000 árvores por hectare. Para todos eles, serão considerados dois desbastes, sendo o primeiro aos oito anos (sistemático com remoção da quinta linha, seguido de seletivo deixando 900 árvores por hectare) e o segundo aos 12 anos (seletivo deixando 600 árvores por hectare). A colheita final ocorrerá dos 16 aos 21 anos de idade dos plantios.

Resultados e discussão

• Entrada de dados

Na planilha de entrada de dados (Inventário) do SisPinus-Plus (Figura 1), estão inseridos os dados do Exemplo 1. Considerou-se que os talhões 1 e 2 têm índice de homogeneidade 5; para o talhão 3 o valor é 6 e os para os talhões 4 e 5 o valor é 4.

Valores referentes ao “Tipo” de entrada de dados dos povoamentos aparecem automaticamente na respectiva coluna da planilha, após preenchimento dos demais itens. O sistema contempla três “Tipos” de entrada de dados: Tipo 1. Número de árvores por hectare no plantio; Tipo 2. Número de árvores por hectare na idade do inventário, para sistemas já implantados; e Tipo 3. Número de árvores por hectare na idade do inventário acrescido da informação do valor da área basal ou o diâmetro quadrático médio das árvores.

• Importação de planilha Excel

O Software permite que as informações dos inventários dos povoamentos sejam importadas de arquivo Microsoft Excel (Figura 2). Isto agiliza o processo de entrada de dados e facilita a integração com bases de dados das empresas.

• Regimes de manejo para simulação

A definição das opções de desbastes e idades para a colheita final é realizada por meio da tela “Regimes de Manejo” (Figura 3). Com estas informações o software irá gerar todas as combinações possíveis. No Exemplo 1, além dos regimes de manejo envolvendo os dois desbastes nas seis idades, outras opções também são testadas.

A informação “R18” no item “Identificação” mostra uma caixa com as características do 18º regime de manejo. Para o Exemplo 1, foram gerados 18 regimes de manejo pelas combinações da composição da grade de desbastes com as seis idades de colheita final. Estas combinações são compostas por: a) regimes de manejo com os dois desbastes, b) regimes de manejo com apenas o primeiro desbaste aos 8 anos; e c) regimes de manejo sem desbastes. As três opções multiplicadas pelas seis idades resultam no total de regimes gerados.

No item “Num. Ordem” na caixa superior, o usuário informa a ordem do desbaste. Caso fosse incluído no

Talhao	Idade	Índice de Sitio	Densidade	Area Basal	Diametro	% Sobrevivencia	Homogeneidade	Tipo	Erro
1	5	22	1667		12		5	3	
2	1	20	2000			99	5	1	
3	4	23	1450	16			6	3	
4	7	22	1380		11		4	3	
5	6	19	1470		10		4	3	

Figura 1. Tela de entrada de dados do SisPinus-Plus.



	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Talhao	Idade	IndiceSítio	Densidade	AreaBasal	Diametro	SobrevivencialInicial	GrauHomogeneidade	MsgEr
2	1	5	22				12		5
3	2	1	20					95	5
4	3	4	23		16,0				6
5	4	7	22		11,0				4
6	5	6	19		10,0				4
7									

Figura 2. Planilha Excel para entrada de dados dos povoamentos por importação pelo SisPinus-Plus.

Figura 3. Tela de definição dos regimes de manejo para simulação.

Exemplo 1 mais uma opção de primeiro desbaste, seriam gerados 102 regimes de manejo.

• **Equações de sítio e volume**

As equações de sítio e de volume podem ser inseridas pelo usuário (Figura 4). Um teste de validação pode ser realizado, digitando-se valores nas caixas específicas da tela.

• **Resultados**

Clicando no item “Simulação” será aberta a tela para geração dos resultados (Figura 5). A coluna “Tipo Intervenção” apresentará valores “1” para resultados de desbastes e “2” para resultados de colheita final. Os resultados são apresentados por classes de DAP. O intervalo de classes de diâmetro deverá ser informado e, caso o usuário queira alterar o valor, ou queira mudar



SisPinus Plus - Pinus taeda

Arquivo Ajuda

Inventário Regimes de Manejo Equações **Simulação**

Equação de Sítio

Expressão: ?

Variáveis

Índice de Sítio: S =

Idade: A =

Resultado:

Equação de Volume

Expressão:

Variáveis

Diâmetro: D =

Altura: H =

Frequência: Freq =

Resultado:

Embrapa Florestas

Figura 4. Tela de equações do SisPinus-Plus.

SisPinus Plus - Pinus taeda

Arquivo Ajuda

Inventário Regimes de Manejo Equações **Simulação**

Parametros

Intervalo de Classes de Diâmetro:

Resultado

Talhão	Regime	Idade	Tipo Intervenção	Diâmetro Médio	Altura	Frequência	Volume	Msg
5	R 17	20	2	28,5	20,4	174,5	102,37	
5	R 17	20	2	31,5	21,2	89,7	66,67	
5	R 17	20	2	34,5	22,1	14,0	13,04	
5	R 18	8	1	7,5	8,5	39,6	0,67	
5	R 18	8	1	10,5	9,5	255,1	9,49	
5	R 18	8	1	13,5	9,8	192,6	12,15	
5	R 18	8	1	16,5	11,2	77,1	8,31	
5	R 18	8	1	19,5	12,3	4,2	0,70	
5	R 18	12	1	13,5	13,1	5,7	0,48	
5	R 18	12	1	16,5	14,0	61,9	8,33	
5	R 18	12	1	19,5	14,7	119,8	23,62	
5	R 18	12	1	22,5	15,3	89,7	24,62	
5	R 18	12	1	25,5	16,1	20,4	7,57	
5	R 18	21	2	16,5	17,6	0,9	0,16	
5	R 18	21	2	19,5	18,6	21,3	5,35	
5	R 18	21	2	22,5	19,4	88,6	30,80	
5	R 18	21	2	25,5	20,1	165,7	76,65	
5	R 18	21	2	28,5	20,8	179,6	107,40	
5	R 18	21	2	31,5	21,6	108,8	82,38	
5	R 18	21	2	34,5	22,5	24,7	23,43	

Embrapa Florestas

Figura 5. Tela de resultados da simulação dos dezoito regimes de manejo pelo SisPinus-Plus.



de itens das telas anteriores, ele deverá antes clicar em “Limpar Resultado”.

Clicando sobre qualquer linha da planilha de resultados e, em seguida, no botão “Detalhes”, será apresentada a Figura 6, mostrando os dados do talhão correspondente, desde o inventário, regime de manejo, até os valores do resultado gerados.

• **Exportação de resultados para planilha Excel**

Clicando em “Exportar para Excel” na planilha de resultados, o software irá possibilitar a abertura de uma planilha Excel específica para receber os valores das simulações realizadas (Figura 7).

• **Geração de resultados em Microsoft Access**

Os resultados são automaticamente gerados em Access (Figura 8).

Incluído no pacote do Microsoft Office, o Access é um sistema de gerenciamento de banco de dados com uma ampla biblioteca de soluções prontas que facilitam a criação de programas que controlam bases de dados, possibilitando adicionar, alterar, excluir e navegar dados facilmente. Ele permite a realização de consultas e emissão de relatórios. A grande vantagem do Access é a sua facilidade de uso.

A partir do Access, o usuário terá facilidade em utilizar os resultados em uma extensa gama de opções baseadas em banco de dados, especialmente tecnologias do manejo florestal de precisão como pesquisa operacional e inteligência artificial.

Quando o número de regimes de manejo e de talhões é muito elevado, o processo de exportação para Excel torna-se lento para as configurações dos computadores mais utilizados atualmente. Assim, a utilização das planilhas Access agiliza as operações.

Talhão x

Tipo de Inventário

Idade Índice de Sítio

% Sobrevivencia Inicial Densidade

Grau de Homogeneidade Area Basal

Regime

Desbastes

Idade	Tipo	Linha Cortada	Quant Remanescente	Area Remanescente
12	Seletivo	0	600	0,0
8	Sistematico+Seletivo	5	900	0,0

Idade do Corte Final

Resultado

Idade	Intervenção	Diâmetro	Altura	Frequência	Volume	Msg
21	Corte Final	19,5	18,6	21,3	5,35	
21	Corte Final	22,5	19,4	88,6	30,80	
21	Corte Final	25,5	20,1	165,7	76,65	
21	Corte Final	28,5	20,8	179,6	107,40	
21	Corte Final	31,5	21,6	108,8	82,38	
21	Corte Final	34,5	22,5	24,7	23,43	

Figura 6. Tela de detalhes de um talhão, regime de manejo e resultados da simulação pelo SisPinus-Plus.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Regime	Talhao	Idade	TipoIntervenc	Diametro	Altura	Freqüencia	Volume
2	R 18	1	8	1	7,5	9,1	3	0,06
3	R 18	1	8	1	12,5	10,9	258	14,87
4	R 18	1	8	1	17,5	11,7	294	35,68
5	R 18	1	8	1	22,5	13,8	34	7,93
6	R 18	1	12	1	17,5	15,5	76	12,18
7	R 18	1	12	1	22,5	16,9	241	69,80
8	R 18	1	12	1	27,5	18,3	70	32,67
9	R 18	1	21	2	22,5	21,7	87	32,25
10	R 18	1	21	2	27,5	23,2	319	189,06
11	R 18	1	21	2	32,5	24,5	241	210,81
12	R 18	1	21	2	37,5	26,2	31	37,91
13								

Figura 7. Planilha de resultados exportados para Excel pelo SisPinus-Plus.

Personalizado	Resultado	Id	Inventarioid	Regimeid	Regime	Talhao	Idade	TipoIntervencao	Diametro	Altura	Freqüencia	Volume
Objetos sem Alocação		2805	79	98 R 1	1	20	20	2	12,5	15,0382039221552	4,31029949221499	0,3977263313
Desbaste		2806	79	98 R 1	1	20	20	2	17,5	18,8222243147316	207,3841950561	46,94437904
Equacoes		2807	79	98 R 1	1	20	20	2	22,5	21,3450443081394	709,744398327138	301,1791974
GradeCorteFinal		2808	79	98 R 1	1	20	20	2	27,5	23,5745619571749	563,076320784335	394,2186668
GradeDesbastes		2809	79	98 R 1	1	20	20	2	32,5	25,9969614443453	66,6876833804467	71,91108547
Inventario		2810	79	99 R 2	1	8	8	1	7,5	9,01904698630043	4,07184863977923	0,0811214497
Parametros		2811	79	99 R 2	1	8	8	1	12,5	10,9533691699962	384,572221629662	25,84678698
RegimeManejo		2812	79	99 R 2	1	8	8	1	17,5	12,35893685996067	1044,35184549872	155,2261731
Resultado		2813	79	99 R 2	1	20	20	2	22,5	13,9052405260513	102,437058280846	28,3179324
TipoDesbaste		2814	79	99 R 2	1	20	20	2	17,5	17,6502893261639	0,820172357667029	0,1740980695
Tipoinventario		2815	79	99 R 2	1	20	20	2	22,5	19,5704999055027	32,608871014364	12,68713671
LimparDesbastes		2816	79	99 R 2	1	20	20	2	27,5	21,1113025208302	174,960565055012	109,693650
LimparRegimes		2817	79	99 R 2	1	20	20	2	32,5	22,5868013810714	232,979093503993	218,2726438
		(Novo)	79	99 R 2	1	20	20	2	37,5	24,2538228301522	54,7117007347684	73,27972868

Figura 8. Planilha de resultados em Access gerada pelo SisPinus-Plus.

Conclusões

O presente trabalho apresentou os novos softwares da Embrapa que possibilitam que os simuladores da série “Sis” processem múltiplos regimes de manejo para diversos talhões, simultaneamente.

Integrando-se com banco de dados, os softwares “Plus”, permitem que os resultados possam ser aplicados a uma extensa gama de tecnologias de análise ligadas ao manejo florestal de precisão, especialmente dentro da pesquisa operacional e inteligência artificial.

Por se integrarem com Excel e Access, os simuladores “Plus” viabilizam a interação com bancos de dados e possibilitam a aplicação dos resultados a uma extensa gama de opções, principalmente tecnologias de análise ligadas ao manejo florestal de precisão, como pesquisa operacional e inteligência artificial

Os softwares da série “Sis” originais geram planilhas com sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos das árvores colhidas nos desbastes e no corte final. Este procedimento ainda está em

desenvolvimento para inserção na série “Plus”. Como os sortimentos se baseiam em funções relativamente simples, que utilizam DAP, Altura das Árvores e Freqüência (variáveis geradas pelos “Plus”), procedimentos com esta finalidade podem ser desenvolvidos paralelamente pelos próprios usuários em outros softwares e aplicados nas planilhas geradas simuladores “Plus”.

Referências

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

SCHREUDER, H. T.; HAFLEY, W. L. A useful bivariate distribution for describing stand structure of tree heights and diameter. **Biometrics**, v. 33, p. 471-7, 1977.

WEIBULL, W. A statistical distribution function of wide applicability. **Journal of Applied Mechanics**, v. 8, p. 293-297, 1951.



Biometria de sementes, germinação e crescimento inicial de mudas em viveiro de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

Eliana Turmina¹; Queli Cristina Lovatel¹; Tamara Gerber da Rosa²; Lilliane Schicora²; Marcio Carlos Navroski^{3*}

¹Mestranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, eliana_turmina@hotmail.com, queli.lovatel@edu.udesc.br; ²Aluna de graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, tamygerber@hotmail.com; lillianeschicora@yahoo.com.br; ³Doutor em Engenharia Florestal, professor na Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, marcio.navroski@udesc.br

Resumo: Estudos relacionados a biometria das sementes são de extrema importância para a conservação das espécies. O objetivo do estudo foi verificar a variação quanto a caracteres biométricos de sementes de diferentes matrizes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. e verificar se estas influenciam na porcentagem de germinação e crescimento das mudas. Na avaliação da biometria da espécie com diferentes matrizes observou-se que a biometria desta não influenciou na porcentagem de germinação e nem no crescimento inicial das mudas em viveiro.

Palavras-chave: Grápia; Variabilidade genética; Desenvolvimento de mudas.

Introdução e objetivos

Este trabalho objetivou verificar a variação quanto a caracteres biométricos de sementes de diferentes matrizes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. e verificar se estas influenciam na porcentagem de germinação e crescimento das mudas.

A espécie *Apuleia leiocarpa* é conhecida popularmente no sul do Brasil como grápia, sendo uma espécie arbórea encontrada em quatro domínios fitogeográficos do Brasil, Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Está espécie ocorre em praticamente todo o Brasil com exceção dos estados de Roraima e Amapá (FALCÃO JUNIOR; MANSANO, 2018)

Está é reconhecida pelo potencial apícola, paisagístico, por fornecer madeira de elevada qualidade sendo de grande importância para o setor madeireiro (LENCINA, 2016). A espécie também é recomendada para projetos de reposição de mata ciliar em locais sem inundação (CARVALHO, 1994) e em projetos de recuperação de áreas degradadas e enriquecimento de fragmentos em desenvolvimento (SILVA et al., 2003)

Por se tratar de uma espécie com elevado potencial madeireiro, importante para projetos de recuperação de áreas, ser amplamente distribuída e estar na lista das ameaçadas de extinção pela portaria nº 443 (BRASIL, 2014), se destaca a importância de estudos sobre a biometria das sementes. Pois os dados sobre a biometria de sementes são úteis para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico e para avaliar

a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie (VIEIRA; GUSMÃO, 2008). Apesar da grande variabilidade existente quanto ao tamanho das sementes, são escassos os estudos dessa natureza que poderiam dar suporte a programas de reflorestamento.

Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido com sementes de *Apuleia leiocarpa*. A coleta das sementes foi realizada quando com as vagens encontravam-se com coloração marrom ou vagens secas. As sementes foram coletadas de oito árvores matrizes (Tabela 1) localizadas no município de São José do Sul, RS, após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Sementes Florestais CAV/UEDESC. A demarcação das matrizes e coleta de sementes faz parte de projeto de compensação florestal referente ao licenciamento da Linha de Transmissão LT 525 kV Salto Santiago – Itá – Nova Santa Rita sob responsabilidade da empresa Geo consultores Engenharia e Meio Ambiente.

O beneficiamento consistiu na avaliação de viabilidade das sementes, em que frutos vazios e perfurados foram descartados. A extração das sementes dos frutos foi realizada manualmente. Posterior à extração as sementes foram avaliadas quanto à viabilidade novamente, onde sementes fungadas foram excluídas, resultando em sementes livre de impurezas.



A quebra da dormência foi realizada por meio da escarificação mecânica e posterior imersão em água quente e repouso por um período de 12 horas, sendo que a escarificação mecânica se apresenta como um método eficiente e alternativo a escarificação química (DE MARCO et al., 2012). Após a quebra da dormência as sementes foram destinadas ao Viveiro Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV/UEDESC. Em seguida realizou-se a semeadura das sementes em tubetes com volume de 220 cm³, utilizando substrato comercial MAXFERTIL® e vermiculita expandida em proporção de 1:1 e enriquecida com osmocote 6 g L⁻¹.

Para avaliar os dados biométricos foram determinadas as dimensões de comprimento, largura e espessura, com auxílio de paquímetro digital. A análise estatística desses dados foi realizada através de análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições de seis sementes (54 sementes por matriz) e a comparação de médias entre os tratamentos foi realizada pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a avaliação do crescimento das mudas, 130 e 205 dias pós plantio realizou a coleta das variáveis de altura e diâmetro do colo (DC) de cada muda com avaliação da análise de variância e a comparação de

médias entre os tratamentos foi realizada pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. O processamento dos dados foi realizado utilizando-se planilha eletrônica e o software Sisvar.

Resultados e discussões

Para variável biométrica de comprimento, as matrizes AL12 e AL17 obtiveram as maiores médias e não diferem entre si, diferindo de todas as demais significativamente, sendo que a matriz AL18 obteve a menor média, porém não diferindo significativamente das matrizes AL16, AL19 e AL30. Para a variável biométrica de espessura, a matriz AL23 obteve a maior média diferindo significativamente de todas as demais, a matriz AL30 obteve a menor média, porém não diferindo significativamente das matrizes AL16, AL18 e AL26. Já em relação a variável biométrica de largura, a matriz AL30 obteve a maior média, porém não diferindo significativamente das matrizes AL12, AL18, AL23 e AL26, a matriz AL17 teve a menor média não diferindo significativamente da matriz AL16 e diferindo das demais (Tabela 2).

Tabela 1. Informações referentes as matrizes de coordenadas, ht (altura total), CAP (circunferência altura do peito - a 1,30 m do solo) e local.

Espécie	Matriz	Coordenadas		ht (m)	CAP (cm)	Local
		Latitude	Longitude			
<i>A. leiocarpa</i>	AL12	454335	6728616	13	95	São José do Sul - RS
<i>A. leiocarpa</i>	AL16	454272	6728426	18	102	São José do Sul - RS
<i>A. leiocarpa</i>	AL17	453440	6728383	22	225	São José do Sul - RS
<i>A. leiocarpa</i>	AL19	453463	6728423	26	178	São José do Sul - RS
<i>A. leiocarpa</i>	AL23	453506	6728443	26	172	São José do Sul - RS
<i>A. leiocarpa</i>	AL26	453528	6728445	26	183	São José do Sul - RS
<i>A. leiocarpa</i>	AL30	453170	6728795	21	188	São José do Sul - RS
<i>A. leiocarpa</i>	AL18	453453	6728393	21	245	São José do Sul - RS

Tabela 2. Representação do resultado do teste de médias (Scott-Knott) para as variáveis de comprimento, espessura, largura e percentagem de germinação.

Matriz	Comprimento (mm)	Espessura (mm)	Largura (mm)	Germinação (%)
AL12	9,44 a*	6,92 b*	1,98 a*	11,11 b*
AL16	8,05 c	6,42 c	1,82 b	11,12 b
AL17	9,14 a	6,78 b	1,81 b	16,66 b
AL18	7,79 c	6,26 c	1,97 a	11,11 b
AL19	7,97 c	6,65 b	1,85 b	33,33 a
AL23	8,78 b	7,55 a	2,07 a	12,96 b
AL26	8,68 b	6,52 c	2,12 a	20,37 b
AL30	8,16 c	6,37 c	2,14 a	11,11 b

*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro (p<0,05).



A porcentagem de germinação foi maior (33,33%) para a matriz AL19, a qual diferiu significativamente de todas as demais matrizes (Tabela 2). Não houve interação entre os fatores biométricos avaliados e a porcentagem de germinação das sementes, ou seja, a dimensão/tamanho das sementes de *A. leiocarpa* não estão influenciando na porcentagem de germinação.

Outros autores em estudos na influência da biometria na porcentagem de germinação, também não encontraram interação da mesma. Como o caso de Silva e Carvalho (2008) em avaliação com a espécie de *Clitoria fairchildiana* R.A.Howard, Alves et al. (2005) em estudo com a espécie de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e Aguiar et al. (1979) que avaliou a capacidade de germinação de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, em que a capacidade de germinação não foi afetada pelo tamanho das sementes. Evidenciando que a germinação é influenciada principalmente por outros fatores não biométricos neste caso.

A germinação das sementes também é influenciada por fatores tanto externos (ambientais exemplos: luz, temperatura, disponibilidade de água e oxigênio) como internos (dormência, inibidores e promotores da germinação), além de ocorrer a interação entres esses e outros fatores, os quais no presente caso possivelmente estão atuando mais fortemente em relação a biometria (NASSIF et al., 1998).

As sementes que germinaram tiveram seu crescimento em altura e em diâmetro do colo (DC) avaliados 130 e 205 dias após a data de plantio. Com 130 dias a matriz AL12 apresentou a maior altura, como pode-se observar na Tabela 3, porém não houve diferença significativa com as demais matrizes. Para a variável de diâmetro do colo a matriz AL12 obteve a maior média não diferindo significativamente das matrizes AL16,

AL17, AL19, AL23 e AL30 e diferindo das demais. Na segunda avaliação do crescimento com 205 dias após o plantio, a variável de altura apresentou diferença entre as matrizes, com destaque para a matriz AL19 com a maior média não diferindo significativamente das matrizes AL12 e AL17 e diferindo das demais, em relação a variável de diâmetro do colo a matriz AL12 teve a maior média, não diferindo significativamente das matrizes AL17, AL19 e AL23, e diferindo das demais.

Em relação ao crescimento das mudas destaca-se o bom desenvolvimento em altura e em diâmetro do colo, nas duas avaliações realizadas para as mudas providas da matriz AL12, em que, as variáveis avaliadas da mesma ou obtiveram as maiores médias ou não diferiu da maior média, podendo ser considerada a matriz com o melhor crescimento das mudas.

O crescimento das mudas de *A. leiocarpa* não apresentou relação com as variáveis biométricas das sementes, já Costa et al. (2015) em avaliação do tamanho das sementes de *Euterpe oleracea* Mart. (açai), encontraram que, sementes de maior tamanho resultava em plântulas mais vigorosas.

Conclusão

A germinação das sementes de *A. leiocarpa* não é influenciada pelas características biométricas das sementes, sendo influenciada pelas características externas e internas. A matriz AL19 foi a matriz com a maior porcentagem de germinação, podendo ser considerada a matriz que gerou a maior produção de mudas ou a maior germinação de sementes. O crescimento das mudas de *A. leiocarpa* apresentaram maior variação na segunda avaliação, porém em ambas as avaliações a

Tabela 3. Representação do resultado do teste de médias (Scott-Knott) para as variáveis de altura e diâmetro do colo (DC), para as duas avaliações com 130 dias e 205 dias.

Matriz	1ª Avaliação: 130 dias		2ª Avaliação: 205 dias	
	Altura (cm)	DC (mm)	Altura (cm)	DC (mm)
AL12	19,98 a*	2,28 a*	27,60 a*	3,35 a*
AL16	14,26 a	1,74 a	19,91 b	2,72 b
AL17	14,94 a	1,98 a	24,14 a	3,31 a
AL18	10,57 a	1,28 b	14,75 b	2,08 b
AL19	17,42 a	1,96 a	29,86 a	3,54 a
AL23	14,40 a	1,93 a	19,50 b	3,00 a
AL26	13,51 a	1,57 b	22,75 b	2,71 b
AL30	16,54 a	1,86 a	20,7 b	2,67 b

*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).



matriz AL12 apresentou as maiores médias de altura e diâmetro do colo (DC) ou valores que não diferiram significativamente da maior média. Podendo ser indicada como a matriz, que as mudas apresentaram o melhor desenvolvimento em viveiro.

Referências

- AGUIAR, I. B.; CARVALHO, N. M.; MAIMONIRODELLA, R. C. S.; DAMASCENO, M. C. M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1979.
- ALVES, E. R.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. A.; PAULA, R. C. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. Sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v. 9, n. 6, p. 877-885, 2005.
- BRASIL. Portaria Ministério do Meio Ambiente nº 443 de 17 de dezembro de 2014. Dispõe sobre reconhecer as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, seção 1, p. 1-25, 18 dez. 2014.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA; CNPF; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.
- COSTA, P. G.; ALMEIDA, M. S.; SILVA, A. da C. D.; SMIDERLE, O. J. Influência do tamanho da semente no crescimento de mudas de açaizeiro. In: SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ESTADO DE RORAIMA, 10., 2015, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2015. p. 1.
- DE MARCO, R.; CONTE, B.; BALDIN, T.; PERTUZATTI, A.; CANTARELLI, E. B. Eficiência de diferentes métodos na superação da dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 496-502, 2012.
- FALCÃO JUNIOR, M. J. A.; MANSANO, V. F. *Apuleia*. In: **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [2018]. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22796>>. Acesso em: 2 mar. 2018
- LENCINA, K. H. **Micropropagação e diversidade genética em *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.** 2016. 110 f. Tese (Doutorado em engenharia florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I G.; FERNADES, G. D. Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na germinação de sementes. **Informativo Sementes IPEF**, 1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>>. Acesso em: 1 mar. 2018.
- SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003. DOI: 10.1590/S0100-67622003000300006.
- SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. – Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 55-65, 2008. DOI: 10.1590/S0101-31222008000100008.
- VIEIRA, F. de A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1073-1079, 2008. DOI: 10.1590/S1413-70542008000400006.



Efeito do nitrogênio no crescimento inicial de clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, no Estado de Paraguari, Paraguai

Elias Jose Roman Lozantos¹; Maria Laura Quevedo Fernandez²; William Tomaz Folmann³

¹Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, eliasroman194@gmail.com; ²M Sc. Engenheira Florestal, professora-pesquisadora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ³Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Assunção, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: Mais da metade da biomassa de madeira consumida é utilizada como combustível. Neste contexto, o eucalipto apresenta-se como um produto de rápido crescimento, de alta capacidade produtiva e de fácil adaptação. As plantações com eucalipto ocupam extensas áreas em todo o mundo, normalmente localizadas em solos com fertilidade reduzida. O custo da fertilização é elevado em uma plantação florestal, o que fundamenta um estudo sobre o melhor nível de dosagem.

Palavras-chave: Fertilização; Eucalipto; Análise econômica.

Introdução e objetivo

A fertilização é um tratamento silvicultural para o desenvolvimento do cultivo e, principalmente nos primeiros meses e ano de sua implantação, o abastecimento de nutrientes à planta ajuda seu bom desempenho, crescimento e desenvolvimento vigoroso. A eficiência da fertilização depende também de outros componentes, como o correto preparo de solo, assim como as características físicas e químicas do solo.

As necessidades de fertilização derivam do fato de que nem sempre o solo é capaz de proporcionar as quantidades de nutrientes que as plantas precisam em um determinado momento para que obtenham um crescimento adequado. As características e quantidades de fertilizantes a serem utilizados dependem dos principais fatores que interferem no desenvolvimento e na produtividade que estão relacionadas com o material genético utilizado, com as condições de solo, clima e onde é implantado (BELLOTE; SILVA, 2000).

A importância do nitrogênio faz-se presente na clorofila, nas enzimas, proteínas estruturais, ácido nucleico e outros componentes orgânicos. Sua deficiência manifesta-se no amarelamento das folhas, começando pelas mais velhas. A fertilização nitrogenada promove, de modo geral, o aumento significativo na altura das plantas de espécies florestais, principalmente em eucalipto (GOMES; PAIVA, 2013).

Este trabalho teve como objetivo estimar a viabilidade econômica e avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake x *E. grandis* Hill ex Maiden.

Materiais e métodos

O experimento está localizado na fazenda Agropecuária Jerovia S.A, localizado no Estado de Paraguari, Paraguai. O objetivo do empreendimento é plantações comerciais com finalidade energética.

A implantação florestal deu-se em novembro de 2015, com uma densidade de 1.250 plantas por hectare, originado de um espaçamento de 4,0 m x 2,0 m. O preparo de solo deu-se com a drenagem do local, com posterior revolvimento do solo com grade aradora. Com o intuito de obter melhor desenvolvimento radicular das plantas, foi realizado subsolagem nas linhas de plantações a 45 cm de profundidade. O ciclo de duração do projeto é de 15 anos, composto por três intervenções de corte raso a cada 5 anos e a atividade de talhadia foi realizada após cada intervenção (anos 5 e 10).

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses de nitrogênio, conforme Tabela 1.

O delineamento experimental foi blocos completos ao acaso com 5 tratamentos e 3 repetições. As unidades

Tabela 1. Quantidade de nutrientes kg ha⁻¹ por tratamento.

	N	P	K
T1	0		
T2	20		
T3	40	60	50
T4	60		
T5	80		



experimentais foram instaladas por sorteio, totalizando 45 unidades de 12 m x 24 m. O distanciamento das mudas na plantação é de 2 m x 4 m; cada parcela contém 36 árvores. Foram aplicadas diferentes doses de N e dose P e K, conforme Tabela 1,

Foi realizada uma aplicação de 35% da dose após a plantação, outra três meses após a primeira aplicação (65% para T2 e T3 e 35% para T4 e T5) e, finalmente, aos seis meses para T4 e T5 (30%). O fertilizante usado para fornecer nitrogênio foi a ureia (0-0-45), para o fósforo, o fosfato super triplo (0-0-46) e de potássio, cloreto de potássio (0-0-60).

A aplicação foi localizada em sulcos a 15 cm em ambos os lados da planta. Deste modo, a aplicação de fertilizantes foi de 50% para cada sulco. A ordem de aplicação foi de N, P e K, respectivamente, e, em seguida, tampou-se os sulcos, para evitar a perda de fertilizantes. Foi aplicada cal dolomítica com um PRNT 105%, após a primeira aplicação de fertilizantes, considerando a análise se solo foi aplicado 800 kg.ha⁻¹ o qual foi distribuído por 23 kg para cada parcela.

Em cada parcela foram avaliados 16 indivíduos de 36 fertilizados, deixando uma linha de planta em cada lado para evitar os efeitos de borda.

Dados de altura (H) e diâmetro à altura do pescoço (DAC) medido aos 3, 6, 9 e 12 meses de plantio foram considerados para a análise do efeito de diferentes doses de nitrogênio. Com esses dados foi estimado o fator de produtividade (cm³) usando a fórmula PF = DAC2xH, com o objetivo de identificar possíveis diferenças entre os tratamentos.

Desde o primeiro ano de plantio, aos 12 meses e 24 meses, além da altura também foi medido o diâmetro para a altura do peito (DAP), dados com os quais foi estimada a área basal e o volume para o ano 1 e 2 da plantação.

Para estimar a viabilidade financeira da aplicação de diferentes doses de nitrogênio em plantações florestais com fins energéticos e ciclos curtos e condução de rebrota, procedeu-se o desenvolvimento de fluxo de caixa, considerando os custos fornecidos pela empresa. A análise econômica realizada para os tratamentos, utilizou os seguintes indicadores financeiros:

Valor presente líquido (VPL), considerado como a diferença entre o valor presente das receitas menos o valor presente dos custos.

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{I_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}$$

Onde: I_j = valor atual das receitas; C_j = valor atual dos custos; i = taxa de juros; j = período em que as receitas ou despesas ocorrem e n = número máximo de períodos.

Taxa interna de retorno (TIR), indicador de desempenho financeiro (% de lucro) do investimento realizado no projeto.

$$\sum_{j=0}^n I_j (1+TIR)^j = \sum_{j=0}^n C_j (1+TIR)^j$$

Relação benefício/custo $R B/C$, que consiste em calcular a razão entre o valor presente dos rendimentos e o valor presente dos custos.

$$R B/C = \frac{\sum_{j=0}^n I_j (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^j}$$

Valor periódico equivalente (VPE), critérios transforma o valor presente do projeto ou a VPL no fluxo de renda ou custos periódicos e contínuos equivalentes ao valor presente, ao longo da vida do projeto.

$$VPE = \frac{[VAN*i]}{1 - (1+i)^{-n}}$$

Os custos utilizados na análise encontram-se na Tabela 2. Foi utilizada uma taxa de juros de 7,95%, considerada como a taxa para projetos florestais pelo Banco Nacional de Fomento (Paraguai).

Tabela 2. Custos.

Custos	Ano de ocorrência	Valores (US\$)
Preparo do terreno	0	182.ha ⁻¹
Insumos da plantação	0	353.ha ⁻¹
Mão de obra da plantação	0	242.ha ⁻¹
Fertilização por tratamento	0	T1 - 72.ha ⁻¹
	0	T2 - 85.ha ⁻¹
	0	T3 - 98.ha ⁻¹
	0	T4 - 11.ha ⁻¹
	0	T5 - 124.ha ⁻¹
Combate de pragas	0, 5, 10	259.ha ⁻¹
Corte raso	5, 10, 15	9 m ³
Manutenção	1-4, 6-9, 11-14	100.ha ⁻¹
Manejo de rebrota	5, 10	450.ha ⁻¹

A Tabela 3 mostra os valores usados para a estimativa das receitas, volumes e preço de venda de proposta.

Estimativas de crescimento foram calculadas utilizando o programa SisEucalipto para estimar a produção até o final do primeiro ciclo. No programa, foram

Tabela 3. Valores utilizados para estimação de ingressos.

Trata- -mentos	Volumem (m ³ .ha ⁻¹)			Preço de venda (US\$/m ³)
	5 anos	10 anos	15 anos	
T1	177,5	168,62	159,75	20
T2	178,9	169,95	161,01	20
T3	180,2	171,19	162,18	20
T4	176,8	167,96	159,12	20
T5	187,6	178,22	168,84	20



introduzidos dados obtidos com a medição realizada aos 24 meses ou segundo ano após o plantio.

Ao manejar a rebrota estimou-se uma redução de 5% da produção por ciclo de rotação, o preço de venda de produtos de energia foi US\$ 20. m³. Foi realizada uma análise de sensibilidade considerando as vendas a 18, 22 e 24 US\$.m⁻³.

Resultados e discussão

Na Tabela 4 são apresentados valores obtidos para o fator de produtividade, considerando as medições realizada aos 3, 6, 9 e 12 meses de plantio.

A Tabela 4 mostra que, considerando o fator de produtividade, não há diferença significativa entre os tratamentos em medições realizadas aos 3, 6, 9 e 12 meses.

A seguir observam-se os resultados das medições de volume e área basais aos 1 e 2 anos de plantio.

Os resultados da área basal e o volume do ano 1 e 2 indicam que não existem diferenças significativas de

acordo com a análise de variância.

Considerando que a análise financeira realizada para as diferentes rotações, na Tabela 7 apresentam-se os valores obtidos para VPL, TIR, R B/C e VPE aos 5, 10 e 15 anos.

Os resultados da análise econômica de acordo com os diferentes indicadores mostram rotações aos 15 anos economicamente viáveis. Entre os tratamentos, foi mais viável economicamente o T5, por ter maior aumento volumétrico. Enquanto o projeto não é viável economicamente se consideradas apenas colheita aos 5 ou 5 e 10 anos.

Os resultados da análise de sensibilidade, mostram as variações no preço da madeira para energia.

A Figura 1 mostra os resultados da análise de sensibilidade, tendo como variável preço de venda, para o caso em que os produtos obtidos sejam vendidos a 18 US\$ /m³ observa-se que o projeto seria inviável.

Considerando um aumento de US\$ 2/ m³, vendendo por US\$ 22/m³ o projeto se torna viável para o ciclo de 10 anos em diante; o mesmo ocorre para a venda de produtos a 24 US\$ / m³.

Tabela 4. Fator de produtividade para as medições sucessivas.

	T1		T2		T3		T4		T5	
Mês 3	2.003.355,5	Ns	1563866,5	Ns	3029749,6	Ns	2516617,4	Ns	1897874,5	
Mês 6	7.370.727,8	Ns	6681668,5	Ns	10977974,9	Ns	9428545,2	Ns	7757032,9	
Mês 9	14.343.667,7	Ns	13444324,2	Ns	20706969,0	Ns	18694612,5	Ns	9774043,2	
Mês 12	32.831.792,7	Ns	40433851,3	Ns	50681582,8	Ns	50198904,8	Ns	51102802,5	

Ns: para cada período, as medias dos tratamentos não diferem significativamente, ao nível de p<0,05.

Tabela 5. Resultados de área basal e volume.

	Área basal (m ² /ha)									
	T1		T2		T3		T4		T5	
Ano 1	2,9	Ns	2,9	Ns	3,8	Ns	3,9	Ns	4,3	
Ano 2	6,5	Ns	6,7	Ns	6,9	Ns	6,4	Ns	7,8	
..... Volume (m ³ /ha)										
Ano 1	6,1	Ns	6,7	Ns	9,2	Ns	9,3	Ns	10,6	
Ano 2	25,5	Ns	25,1	Ns	27,4	Ns	23,9	Ns	32,0	

Ns: para cada ano, as medias dos tratamentos não diferem significativamente, ao nível de p<0,05.

Tabela 7. Análises econômicas da resposta a diferentes doses ao ano 2.

	T1	T2	T3	T4	T5
AÑO	Ano 5				
VAN	-591	-581	-571	-597	-516
TIR	-4%	-4%	-4%	-5%	-2%
R B/C	0,804	0,808	0,812	0,802	0,832
VPE	-148	-145	-143	-149,2	-129
AÑO	Ano 10				
VAN	-284	-267	-251	-293	-159
TIR	4%	5%	5%	4%	6%
R B/C	0,934	0,938	0,941	0,931	0,964
VPE	-42,3	-39,7	-37,3	-43,56	-23,7
AÑO	Ano 15				
VAN	119	141	161	119	276
TIR	9%	9%	9%	9%	10%
R B/C	1,024	1,029	1,033	1,022	1,055
VPE	13,89	16,45	18,75	13,87	32,13

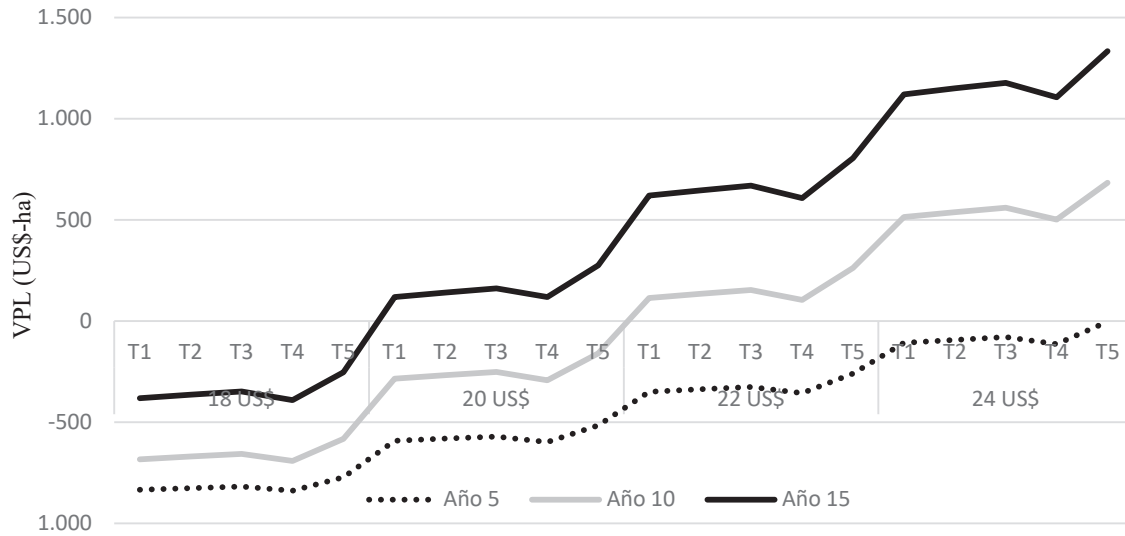


Figura 1. Análises de sensibilidade do VPL, considerando a variação do preço nos distintos tratamentos e anos do ciclo de produção.

Conclusão

Com base nos resultados conclui-se que não existem diferenças significativas entre tratamentos nas medições realizadas a os 3, 6, 9, 12 e 24 meses após a plantação.

Considerando os resultados da análise econômica, o projeto se apresenta viável, considerando condução até o ano 15 com cortes aos 5 e 10 ano e manejo da rebrota.

Com a análise de sensibilidade realizada, conclui-se que o projeto é inviável com uma redução do preço de venda dos produtos de 20 para 18US\$/m³. Considerando aumento para US\$ 22/m³ e 24 US\$/m³, o projeto é viável para a corte até 10 anos.

Referências

- BELLOTE, A. F.; SILVA, H. D. Nutrição e crescimento de plantações de eucalipto. In: GONCALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 105-133.
- FAO. **Carta mundial de los suelos**. Roma, 2015. 12 p.
- FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. **Formação de povoamento florestais**. Colombo: Embrapa Floresta, 2008. 109 p.
- GOMES, J.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2013. 116 p.
- SILVA, M.; JACOVINE, L. A.; VALVER, S. **Economia florestal**. 2 ed. Viçosa, MG, 2011. 178 p.



Evolução da incidência de nódulos caulinares em plantios de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby ocorrente na Região do Rio Capim, PA

Érika Kamila Honorato Santos¹; Jaqueline Sousa Almeida²; João Batista Farias Gaia³;
Juciane Mendes de Queiroz⁴; Osmar José Romeiro de Aguiar⁵

^{1,2,3,4}Graduandos em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará, Paragominas, PA; ⁵Engenheiro Florestal, dr. em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade do Estado do Pará, Belém, PA, erika_honorato_@hotmail.com

Resumo: O reflorestamento é uma atividade essencial, para a garantia do suprimento de madeira, porém problemas podem originar a falta dessa matéria-prima, causando prejuízo ao setor de base florestal. Um deles, identificado recentemente, ocorre em plantios de paricá no norte do Brasil, que são deformações nodulares no fuste. Informações disponíveis no SIMLAM/SEMA - PA, foram acessados para localizar os reflorestamentos da espécie, na região do Rio Capim e com o programa ArcGIS, foi possível a elaboração dos mapas de localização e evolução das áreas infestadas.

Palavras-chave: Nódulos caulinares; Florestas plantadas; Fitossanidade.

Introdução e objetivos

O objetivo da pesquisa é determinar a evolução da incidência de nódulos caulinares ocorrente em área de reflorestamento de paricá na Região do Rio Capim no estado do Pará, como forma de direcionar maior conhecimento em relação as possíveis hipóteses de agentes causadores da injúria.

As florestas plantadas exercem uma importante função na cadeia produtiva do setor de base florestal, desempenhando papel fundamental na economia brasileira, e ao serem manejadas de maneira apropriada contribuem para a melhoria da qualidade de vida populacional, fornecendo variadas funções ambientais dentre as quais a conservação do solo, volume e qualidade da água, amenizam efeitos climáticos negativos, e também atuam na manutenção da biodiversidade.

Devido ao aumento do mercado de compensado na região Norte do Brasil, a demanda por madeira para o setor industrial aumentou de forma significativa, especialmente para plantios de paricá, espécie nativa da Amazônia mais plantada no Brasil e utilizada para fabricação de lâminas e compensados no Pará, atualmente. Segundo a ABRAF (ANUÁRIO..., 2013) os estados do Pará e Maranhão, totalizam cerca de 87.900 hectares de florestas plantadas, destacando-se a região nordeste paraense por apresentar a maior concentração de indústrias e áreas plantadas, que estão distribuídas entre os principais municípios de Paragominas, Dom Eliseu, Ulianópolis, Rondon do Pará e Abel Figueiredo que movimentam grande parte da economia local

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2016).

O paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) pertence à família Leguminosae Caesalpinioideae, possui peculiaridades como fuste retilíneo, copa rala e rápido crescimento em plantio comercial, com uma participação de destaque no setor florestal brasileiro, por possuir potencial silvicultural e tecnológico, devido ser uma madeira de baixa densidade e de fácil processamento. É importante ressaltar que essa espécie pode ser utilizada em diferentes sistemas de produção, apresentando grande aptidão para plantios comerciais de monoculturas, sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas (MARQUES et al., 2006).

No entanto, atualmente existem algumas preocupações em relação ao manejo de floresta plantada, uma delas é a ocorrência de nódulos caulinares nos povoamentos florestais de paricá no estado do Pará. Com o aparecimento dessas deformações nodulares nos fustes, o efeito origina redução na produtividade e consequentemente na rentabilidade dos empreendedores do ramo, podendo ocasionar a diminuição de áreas plantadas da espécie na região. Esse problema surgiu com maior relevância nos últimos anos, especialmente nas indústrias de laminados e compensados no estado.

De acordo com Aguiar et al. (2017), a partir de informações obtidas na pesquisa, foi constatado os primeiros vestígios dos nódulos caulinares no decorrer dos anos 90, sendo detectado nas áreas da cadeia produtiva das fábricas de compensados e em plantios



nas cidades de Abel Figueiredo, Rondon do Pará, Dom Eliseu, Ulianópolis, Paragominas, Castanhal e Vigia no estado do Pará. Atualmente percebeu-se que houve uma evolução na distribuição das áreas de reflorestamentos com os nódulos caulinares, ou seja, aumento da frequência, promovendo constantes preocupações no setor industrial madeireiro do paricá, influenciando no âmbito econômico do estado.

A partir de literaturas com base em outras espécies e como forma de entender melhor a problemática, notou-se que existem insetos indutores de galhas, que possuem interação direta com tecidos internos da planta, modificando a mesma em seu benefício e tornando-a mais dependente da espécie hospedeira. Os formadores de galhas encontram nas plantas uma fonte de alimento e proteção contra fatores bióticos e abióticos, cada espécie desses insetos induz galhas que são fisiológica e morfológicamente diferentes, possuindo diferenciação celular distinta daquela encontrada em tecidos vegetais normais (FERNANDES et al., 1988).

Desta forma, no desenvolvimento da pesquisa foi denominado nódulo caulinar para essa problemática. Estudos estão sendo iniciados para identificar os agentes causadores dessas alterações morfológicas. Na busca de entender a importância da incidência desses nódulos nas áreas de reflorestamento da Região do Rio Capim, o ponto de partida foi localizar geograficamente quais são os plantios que estão contaminados, para poder continuar a linha de pesquisa em busca de dados que direcionem ao agente causador.

Material e métodos

A área de estudo abrange a Região de Integração Rio Capim, composta por 16 municípios (Abel Figueiredo, Aurora do Pará, Bujaru, Capitão Poço, Concórdia do Pará, Dom Eliseu, Garrafão do Norte, Ipixuna do Pará, Irituia, Mãe do Rio, Nova Esperança do Piriá, Ourém, Paragominas, Rondon do Pará, Tomé-Açu e Ulianópolis), localizada na região nordeste do Pará abrangendo uma área territorial de mais de 62 mil km², o que representa 5% da área total do estado do Pará. Sendo que os principais municípios com reflorestamentos de paricá se encontram nessa região, veja a (Figura 1):

A coleta de dados foi desenvolvida por meio de informações disponíveis no banco de dados da plataforma pública do Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental do Pará (SIMLAM/PA), onde encontram-se as atividades licenciadas pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Pará (SEMAM/PA). Com base nos registros dos Licenciamentos Ambientais Rurais (LAR), foi possível identificar os reflorestamentos de paricá em cada município da área de estudo.

Após serem localizados os reflorestamentos de paricá, foram realizadas entrevistas com os proprietários das áreas ou responsável técnico, além de visitas técnicas nas áreas de plantios para confirmação da existência dos nódulos caulinares (Figura 2), como forma de adquirir informações sobre a presença desse

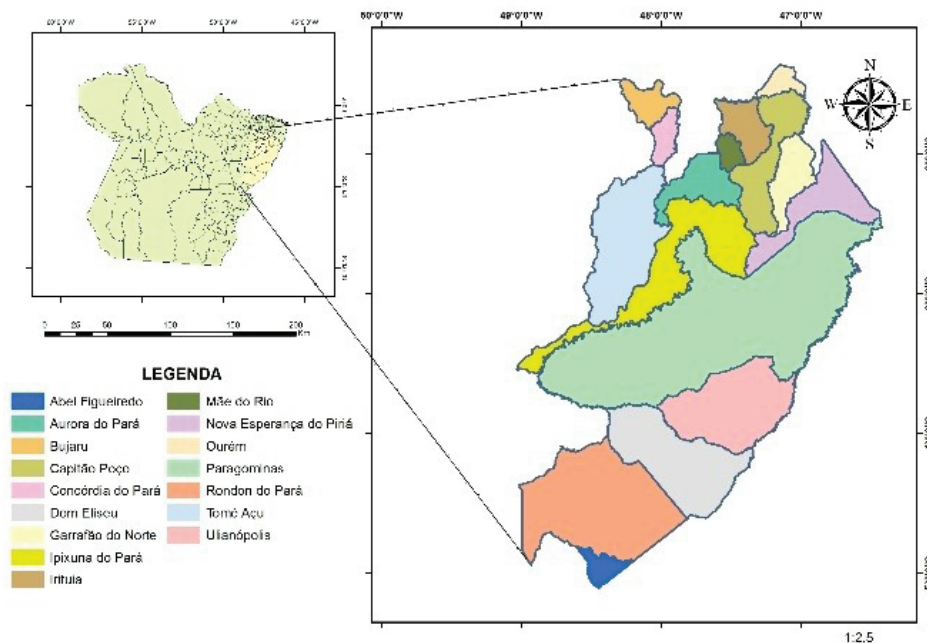


Figura 1. Mapa de localização dos municípios que constituem a região de integração do Rio Capim no estado do Pará.



Foto: Érika Kamila Honorato Santos



Figura 2. Nódulo caulinar em um reflorestamento de paricá no estado do Pará.

Fonte: Santos, 2018.

fenômeno. Na entrevista foram abordados assuntos sobre período de formação dos nódulos, impactos na produtividade, entre outros, na busca de obter maior conhecimento sobre esse acontecimento.

Para a avaliação dos dados obtidos através da plataforma SIMLAM/PA e as respectivas confirmações da injúria nas áreas, utilizou-se o programa ArcGIS 10.1 para o processamento das informações, sendo, a criação de *shapes* arquivos que contém os sistemas de referências e projeções associados juntamente com

as coordenadas desejadas, uns dos principais componentes do sistema de geoprocessamento. Assim, para a elaboração dos mapas de distribuição das áreas que ocorrem ou não os nódulos caulinares, foram aplicados além dos dados primários coletados, as bases de dados cartográficas (limites municipais e rodovias) do IBGE. Desta forma, o *software* foi utilizado para a criação de recorte da área de interesse e na elaboração dos mapas temáticos, proporcionando uma melhor visualização da área de distribuição de ocorrência dos nódulos.

Resultados e discussão

Os resultados observados no SIMLAM, referentes a localização dos reflorestamentos de paricá na região do Rio Capim possibilitou identificar e quantificar as propriedades com suas devidas Licenças de Atividade Rural registrados em cada município (Tabela 1), e permitiu gerar mapas abrangendo as áreas de florestas plantadas, que apresentam a ocorrência dos nódulos caulinares. Conforme apresentado a seguir:

Tabela 1, apresenta a área de estudo e seus municípios e suas devidas licenças, observou-se que Bujaru, Garrafão do Norte, Irituia, Mãe do Rio, Nova Esperança do Piriá, Concórdia do Pará, Ourém e Tomé-Açu no presente momento não possuem registros de licenças referentes a reflorestamento de paricá, mesmo sendo municípios com extensão territorial significativo. Durante algumas visitas de campo em propriedades rurais pertencentes aos municípios que não

Tabela 1. Dados quantitativos dos reflorestamentos de paricá nos municípios pertencentes a região do Rio Capim.

Município	AM (ha)	L válido	L vencido	LT
Abel Figueiredo	61.413	0	2	2
Aurora do Pará	181.184	4	1	5
Bujaru	100.517	0	0	0
Capitão Poço	289.955	0	1	1
Concórdia do Pará	69.095	0	0	0
Dom Eliseu	526.882	6	25	31
Garrafão do Norte	159.903	0	0	0
Ipixuna do Pará	521.556	3	1	4
Irituia	137.936	0	0	0
Mãe do Rio	46.949	0	0	0
Nova Esperança do Piriá	280.932	0	0	0
Ourém	56.239	0	0	0
Paragominas	1.934.225	5	8	13
Rondon do Pará	824.639	3	9	12
Tomé-Açu	514.536	0	0	0
Ulianópolis	508.847	5	9	14

AM = Área Municipal; L válido = Licença de atividade rural dentro da validade; L vencido



apresentaram licenças com reflorestamento de paricá, foi detectado a existência de plantios com a espécie e nódulos caulinares.

Dos 16 municípios da região do Rio Capim, apenas 7 possuem registros de licença de atividade rural com a espécie em estudo (Figura 3), em um total de 82 licenças, dos quais apenas 26 dos reflorestamentos de paricá contém registros no período de validade, e 56 estão vencidos de acordo com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Pará. Seria interessante ações que buscassem a legalização dessas áreas, assim como, promover

políticas públicas que incentivem os produtores rurais a se regularizarem diante da legislação ambiental, de forma que o controle e a distribuição da ocupação do solo seja mais precisa na região.

Dos municípios que apresentam licenças válidas (Figura 4), levantamento realizado em nível local na Região do Rio Capim, verificou nessa área de abrangência que em todos os plantios com registros válidos foi identificado e confirmado a ocorrência de nódulo caulinar, partindo dos resultados de Aguiar et al. (2017), constatou-se o aumento das áreas contaminadas por

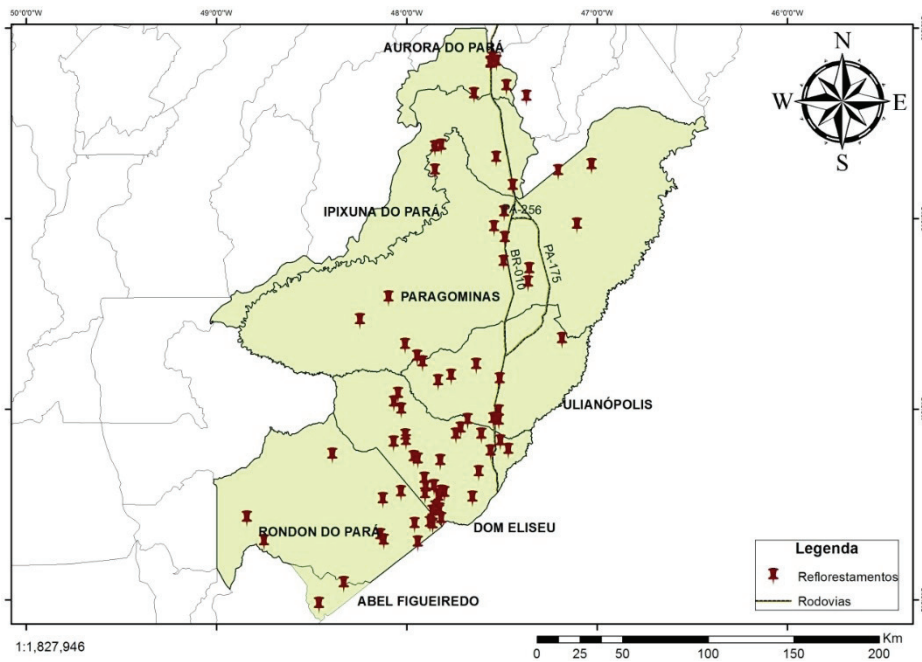


Figura 3. Municípios que apresentam registros de Licenças de Atividade Rural de reflorestamento de paricá.

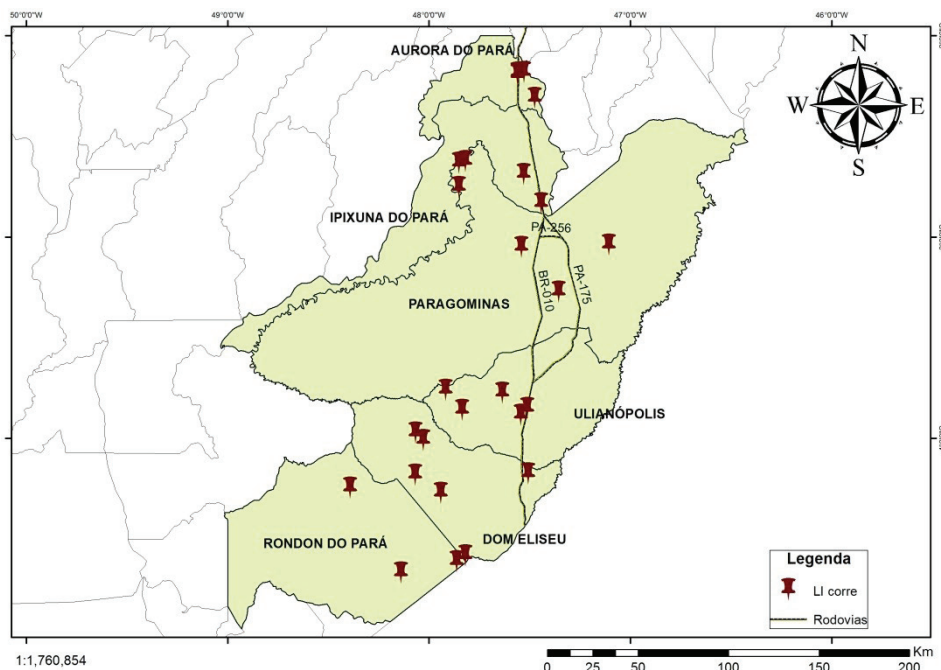


Figura 4. Municípios que apresentam a ocorrência de nódulos caulinares nos reflorestamentos de paricá.



essa problemática, em virtude disso, acredita-se que ocorrerá uma constante evolução de plantios de paricá com essa deformação.

Perante esse acontecimento, visitas técnicas e informações com profissionais técnicos das áreas de outras localidades, foi possível observar que esse problema está se expandindo para outras regiões como detectado no estado do Maranhão. Com isso, surge a importância de se realizar estudos que definam a porcentagem de plantas contaminadas e a evolução da área de ocorrência a nível de Amazônia, assim como identificar o causador dessa deformação caulinar.

Na busca de melhor entender a origem e a evolução da ocorrência dos nódulos caulinares, foram levantadas algumas hipóteses no decorrer do desenvolvimento dessa pesquisa, que justifique essa injúria. Neste contexto, a ocorrência poderia ser resultado dos impactos mecânicos ocorridos durante as operações de limpeza, adubação e proteção fitossanitária nas áreas de plantios, no entanto, as observações constataam que os nódulos estão presentes em várias alturas do fuste (base, meio e topo) e até mesmo nas ramificações laterais.

Outra hipótese, parte dos efeitos resultantes das aplicações de herbicidas, normalmente utilizados para o controle de plantas daninhas e no sub-bosque, a ação dessas operações resulta muitas vezes em deriva como ocorre em algumas espécies frutíferas, entre elas as macieiras e mangueiras. Contudo, plantios na região que não utilizam herbicidas na limpeza das suas áreas de reflorestamento de paricá apresentam os nódulos caulinares.

Atualmente acredita-se que o nódulo é causado por insetos, conforme relata as literaturas especializadas, onde o grupo da ordem Díptera (Cecidomúidae) ataca com mais frequência as espécies da família vegetal Fabaceae causando o nódulo. Uma das características dessa ordem é o aparelho bucal sugador labial alongado e sulcado formando a probóscida ou tromba (GALLO et al., 2002). Mas, essa suposição não está definida, em função de ainda não ter sido possível capturar e identificar esses insetos, supostamente responsáveis pelo aparecimento dos referidos nódulos caulinares em reflorestamento de paricá na região do Rio Capim no estado do Pará.

Conclusões

Apesar das pesquisas serem desenvolvidas numa

região administrativa no estado do Pará, pode ser concluído, em função das observações de campo e resultados alcançados que a incidência de nódulos caulinares ocorrente em reflorestamento da espécie paricá, evoluíram para todos os municípios onde ocorre áreas com plantios dessa espécie florestal como em Aurora do Pará, Bujaru, Capitão Poço, Concórdia do Pará, Garrafão do Norte, Ipixuna do Pará, Irituia, Mãe do Rio, Nova Esperança do Piriá, Ourém e Tomé-Açu.

Atualmente a hipótese mais aceita para causa do surgimento dos nódulos caulinares é a resultante da ação de insetos sugadores durante a penetração de suas mandíbulas nos caules das árvores de paricá para suprir suas necessidades nutricionais.

Pesquisas devem ser direcionadas visando determinar o percentual de plantas atacadas nos plantios e também o desenvolvimento de técnicas que busquem a identificação do inseto causador da ocorrência dos nódulos caulinares em reflorestamento de paricá no estado do Pará.

Referências

- AGUIAR, O. J. R. de; ALMEIDA, J. S.; SANTOS, E. K. H. Ocorrência de nódulos caulinares em reflorestamento de paricá no estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 3., 2017, Santa Catarina. **Anais**. Santa Catarina: Florianópolis, 2017. p. 1-6.
- ANUÁRIO Estatístico da ABRAF 2013. Brasília, DF: ABRAF, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2016**. Curitiba: STCP, 2016.
- FERNANDES, G. W. A.; NETO, E. T.; MARTINS, R. P. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas na vegetação do campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 1, p. 11-29, 1988. DOI: 10.1590/S0101-81751988000100002.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).
- MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G.; SIVIERO, M. A. **A evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 158).



Condução inicial após o plantio de mudas de eucalipto formadas com composto de resíduos da fabricação de celulose e papel

Fábio Henrique Silva Floriano de Toledo¹; Leandro Carlos²; Nelson Venturin³

¹Doutor em Recursos Florestais, professor substituto da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, fhtoledo07@gmail.com; ²Doutor em Engenharia Florestal, professor do Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, lcmaestro@gmail.com; ³Doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, venturin@dcf.ufla.br

Resumo: Após o aumento da conscientização ambiental no Brasil e no mundo pesquisadores têm testados resíduos de diferentes setores industriais como substrato para produção de mudas e ou fonte de nutrientes para a formação de florestas. O objetivo do presente trabalho foi determinar a resposta inicial em sobrevivência e crescimento após o plantio de mudas formadas com composto orgânico, em diferentes proporções, proveniente de resíduos da fabricação de celulose e papel. Foi desenvolvido um experimento em viveiro utilizando seis diferentes proporções de composto orgânico com substrato base: T0 – 100% substrato base; T1 – 80% substrato base + 20% composto orgânico; T2 – 60% substrato base + 40% composto orgânico; T3 – 40% substrato base + 60% composto orgânico; T4 – 20% substrato base + 80% composto orgânico; T5 – 100% composto orgânico. Após 120 dias, as mudas foram plantadas em espaçamento 3 x 1m, em um delineamento inteiramente casualizado e três repetições. Para aferir o desempenho em campo das mudas formadas no viveiro foram mensurados a sobrevivência e a taxa de crescimento em altura e diâmetro das mesmas. As maiores taxas de sobrevivência foram obtidas nos T0 e T5 (100% e 99,1%, respectivamente), assim como a taxa de crescimento em altura (45% e 42,2%, respectivamente). A taxa de crescimento em diâmetro do coleto foi o mesmo entre os tratamentos. Concluiu-se que mudas com menores índices de crescimento em viveiro apresentam maiores taxas iniciais de sobrevivência e crescimento em altura durante os primeiros meses de seu estabelecimento no campo.

Palavras-chave: Composto orgânico; Viveiro florestal; Qualidade de mudas.

Introdução e objetivos

Nos primeiros anos da década de 60 foi iniciada a conscientização mundial acerca dos problemas ambientais. A publicação do livro chamado Primavera Silenciosa (SILENT SPRING, 1962) de Rachel Carson deu força ao movimento ambientalista no mundo, tendo como uma das respostas da comunidade internacional a Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente realizada em Estocolmo (1972), na Suécia. A partir dessa data a população mundial passou a ter maior preocupação com o meio ambiente, aumentando o número de acordos e tratados ambientais internacionais e também legislações ambientais mais específicas. No Brasil foram publicadas diversas legislações relacionadas à temática do meio ambiente, sendo algumas delas destinadas especificamente para resíduos como, por exemplo, a resolução nº 375/2006 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2006) a qual define critérios e procedimentos para o uso do lodo

de esgoto em solos brasileiros e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) (BRASIL, 2010) que dispõe sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos a ela aplicados. Após esta mudança ideológica e legal, vários pesquisadores passaram a estudar os resíduos dos diferentes tipos de empreendimentos com maior afinco, visando entender e melhorar o tratamento e as possibilidades de reutilização dos mesmos.

Em empresas do setor de celulose e papel são gerados variados resíduos tais como, os “Dregs” e “Grits” oriundos do processo “Kraf” para a extração da celulose (BARRETTO, 2008); a lama de cal e o lodo orgânico resultante de tratamentos de efluentes líquidos (BARRETTO, 2008); as cascas de eucalipto provenientes do processo de descascamento (MENDONÇA et al., 2008); as cinzas advindas da queima de biomassa nas caldeiras para obtenção de energia (GONÇALVES



et al., 2002), entre outros. Tendo em vista que esses resíduos podem ter diferentes tipos de destino sua reutilização no ciclo de produção pode se apresentar como a opção mais econômica e ecologicamente correta (SANTOS et al., 2013a).

A qualidade das mudas formadas em viveiros florestais tem grande influência no povoamento florestal que será formado. De forma sucinta adota-se que quanto melhor os índices que qualidade das mudas no viveiro, maior será seu sucesso após o plantio, resultando em maiores taxas de sobrevivência e uniformidade da floresta (BINOTTO et al., 2010). Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi determinar a resposta inicial em sobrevivência e crescimento após o plantio de mudas formadas com composto orgânico, em diferentes proporções, proveniente de resíduos da fabricação de celulose e papel.

Material e métodos

A produção das mudas foi realizada no viveiro florestal do Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (Ufla), em Lavras, MG. Foram utilizadas sementes de plantio clonal de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Madein x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, em tubetes com capacidade de 55 cm³. O substrato base usado como controle foi formado a partir da mistura de 40% de fibra de coco, 30% de esterco curtido, 20% de casca de arroz carbonizado, 10% de vermiculita média e 4 kg m⁻³ de Osmocote® (19-6-10, 3-4 meses). O composto orgânico utilizado passou por processo de compostagem de acordo com os procedimentos da empresa. O mesmo possuiu a seguinte composição: 58% de lodo, (proveniente do tratamento de água dos efluentes do processo fabril); 9% de Dregs, (processo de recuperação do licor negro); 25% de casca de eucalipto, (processo de descascamento da madeira na fábrica); 3,4% de Grits, (processo de recuperação da soda caustica); e 4,5% de cinzas, (queima de biomassa). Os tratamentos do experimento foram as combinações do composto com o substrato base (Tabela 1).

Todos os detalhes dos materiais e métodos e avaliações propostas do experimento realizado no viveiro podem ser consultados em Toledo et al. (2015). Segundo os mesmos autores, os tratamentos T3 e T4 apresentaram os maiores índices de qualidade de mudas (altura (H), diâmetro do colo (DC), relação H/DC e os pesos secos da parte aérea (PSA), raiz (PSR) e total (PST)) e os tratamentos T0, T1 e T5 os menores. Todos os tratamentos foram utilizados para o plantio das mudas em campo visando testar a adaptação das mudas após o plantio por meio da taxa de sobrevivência e do crescimento inicial em altura e diâmetro do coleto das mesmas.

Tabela 1. Porcentagem de substrato base e composto orgânico na composição de cada tratamento utilizado para o crescimento de *Eucalyptus* “urograndis” em viveiro e no campo.

Tratamento	Substrato base (%)	Composto orgânico (%)
T0	100	0
T1	80	20
T2	60	40
T3	40	60
T4	20	80
T5	0	100

O plantio das mudas no campo foi realizado em área adjacente ao viveiro florestal da Ufla, localizado nas coordenadas 21°13'40"S e 44°57'50"W, 913 m altitude. O clima da região é do tipo Cwb (Köppen), com verões brandos e invernos secos. As médias anuais de precipitação e temperatura são, respectivamente, 1.621,4 mm e 18,7 °C (ALVARES et al., 2013). A mensuração das plantas foi realizada até setembro de 2012. O solo da área de plantio foi classificado segundo o sistema brasileiro de classificação do solo como Latossolo Vermelho Distroférrico Típico, bem drenado e com textura de muito argilosa a argilosa (SANTOS et al., 2013b).

O experimento em campo foi implantado em delineamento inteiramente ao acaso, sendo os seis tratamentos já citados, três repetições e seis mudas por parcela, totalizando 108 mudas. Cada linha de plantio recebeu três tratamentos representados por seis plantas em sequência. Foi realizado um preparo de solo com subsolador, sendo dimensionados seis sulcos de 20 metros de comprimento com três metros de distância entre eles. Dessa forma o plantio foi realizado em um espaçamento 3 m x 1 m. Foi realizada uma adubação de base, segundo recomendado por Embrapa (2010), para suprir a deficiência nutricional do sítio, levando em consideração a análise química da fertilidade do solo (Tabela 2). A adubação constituiu de 156 g de superfosfato triplo, 40 g de ureia e 60 g de KCl por muda, sendo a ureia e o KCl divididos em três aplicações, a primeira na implantação do experimento, a segunda e terceira, respectivamente, aos 30 e 60 dias após a implantação.

Como o plantio foi realizado no período de inverno, realizou-se irrigação manual durante os 15 primeiros dias após o plantio das mudas em campo, com a aplicação de três litros de água por muda a cada 48 horas. Posteriormente a irrigação passou a ser realizada duas vezes por semana mantendo-se o mesmo volume de água até o término do experimento.

A taxa de sobrevivência das mudas de eucalipto em campo foi calculada aos 15 dias após o plantio, sendo realizado o replantio. Aos 15 dias após o replantio foi



Tabela 2. Análise química da fertilidade do solo da área de plantio das mudas formadas em substrato à base de composto de resíduos da fabricação de celulose e papel.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T
-	Mg dm ⁻³			cmol dm ⁻³			cmol dm ⁻³			
5,4	1,60	14,97	-	2,4	0,82	0,10	4,31	3,26	3,36	7,5

V	m	M.O.	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
%	dag kg ⁻¹		mg L ⁻¹	Mg dm ⁻³					
43,51	2,99	2,82	15,55	1,40	20,49	16,42	1,57	0,97	7,73

realizada a primeira mensuração de altura e diâmetro do coleto. Aos 60 dias após o replantio, realizou-se a segunda medição das mesmas variáveis. Com a obtenção destas, e posterior cálculo de suas médias, foi realizado o cálculo da taxa de crescimento inicial das mudas utilizando-se a seguinte fórmula:

$$T (\%) = \frac{X_{final} - X_{inicial}}{X_{final}} \times 100$$

Onde: $T (\%)$ = Taxa de crescimento, X = Variável de interesse (altura ou diâmetro do coleto)

A taxa de sobrevivência foi apresentada em porcentagem. As taxas de crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas foram analisados com o teste de Scott-Knott ($\alpha = 5\%$). As análises dos dados foram realizados no programa SAS.

Resultados e discussão

A taxa de sobrevivência das mudas foi alta quando analisadas por tratamento (Tabela 3), tendo como maiores valores os tratamentos T0 e T5 e como menor

Tabela 3. Taxa de sobrevivência das mudas de *Eucalyptus urograndis* aos 15 dias após o plantio para cada tratamento.

Tratamento	Sobrevivência (%)
T0	100,0
T1	97,2
T2	96,3
T3	97,2
T4	94,4
T5	99,1
Total	97,4

T0 – 100% substrato base; T1 – 80% substrato base + 20% composto orgânico; T2 – 60% substrato base + 40% composto orgânico; T3 – 40% substrato base + 60% composto orgânico; T4 – 20% substrato base + 80% composto orgânico; T5 – 100% composto orgânico.

valor o tratamento T4. Os demais tratamentos se situaram em uma faixa intermediária aos dados acima apresentados. Tendo em vista o plantio puro de apenas um tratamento, todos eles estariam dentro de níveis aceitáveis, excluindo a necessidade o replantio.

As menores taxas de sobrevivência corresponderem aos tratamentos que apresentaram maiores índices de qualidade de muda no viveiro (TOLEDO et al., 2015), provavelmente se relacionou com a época de plantio (baixa precipitação) e o fato dessas mudas apresentarem maiores H, DC, H/DC, PSA, PSR e PST, apresentando maior susceptibilidade ao stress hídrico.

Silveira et al. (2004) estudando a sobrevivência de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* provenientes de microestacas na cidade de Capão Bonito, SP, encontraram 99% e 97%, respectivamente, de sobrevivência aos 180 dias após o plantio. Como não houve mortes após o replantio dos tratamentos do presente experimento note-se que os resultados se apresentam bastante próximos. Os mesmos autores realizaram estudo de crescimento em H e D dessas mesmas duas espécies realizando duas medições sequenciais, sendo a primeira aos 86 dias de idade, época de expedição das mudas do viveiro para o campo, e a segunda aos 180 dias após o plantio. As taxas de crescimento obtidas para as variáveis altura e diâmetro do colo foram de 88,03% e 89,58%, para o *Eucalyptus grandis* e 85,39% e 88,04%, para o *Eucalyptus saligna*, respectivamente. Percebeu-se que esses valores representaram o dobro ou mais para a altura e pouco menos que o dobro para o diâmetro do que os obtidos nesse trabalho (Tabela 4), porém essa análise precisa ser ponderada em relação ao tempo de crescimento, seis meses para o trabalho de Silveira et al. (2004) e dois meses para o presente trabalho. Após tal ponderação notou-se maior aproximação entre os valores.

Percebeu-se que houve uma influência da taxa de sobrevivência dos tratamentos com média das taxas de crescimento em H e D (Tabelas 3 e 4), mesmo as variâncias do último sendo consideradas iguais. Desta forma observou-se que o tratamento T0, o qual resultou em 100% de sobrevivência, apresentou a maior taxa de



Tabela 4. Taxas de crescimento inicial (durante 60 dias) em altura da parte aérea e diâmetro do coleto das mudas de *Eucalyptus* “urograndis”

Tratamentos	H (%)	D* (%)
T0	45,0 a	60,2
T1	38,8 a	58,4
T2	32,5 b	53,8
T3	25,0 b	52,9
T4	30,4 b	52,7
T5	42,2 a	54,7
CV (%)	12,6	8,71

*Variâncias consideradas iguais pelo teste F a 5% de significância. Diferença mínima estatística do teste de Scott-Knott ($\alpha = 5\%$); médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 5\%$). T0 – 100% substrato base; T1 – 80% substrato base + 20% composto orgânico; T2 – 60% substrato base + 40% composto orgânico; T3 – 40% substrato base + 60% composto orgânico; T4 – 20% substrato base + 80% composto orgânico; T5 – 100% composto orgânico.

crescimento em H (44,97%) e D (60,20%). De forma oposta tem-se o tratamento T4, com a menor taxa de sobrevivência (94,44 %), apresentando a segunda menor taxa de crescimento em H (30,41%) e a menor taxa de crescimento em D (52,70%).

Conclusões

Mudas com menores índices de crescimento em viveiro apresentam maiores taxas iniciais de sobrevivência e crescimento em altura durante os primeiros meses de seu estabelecimento no campo.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BARRETTO, V. C. M. **Resíduos de indústria de celulose e papel na fertilidade do solo e no desenvolvimento de eucalipto**. 2008. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- BINOTTO, A. F.; LUCIO, A. D.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. *Cerne*, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010. DOI: 10.1590/S0104-77602010000400005.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 29 jun. 2012.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2012.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002.
- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SANTIAGO, A. R.; FREITAS, T. A. S.; SOUZA, J. S. Desempenho de quatro espécies de *Eucalyptus* spp em plantios puros e consorciados com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) em cava de extração de argila. *Revista Árvore*, v. 32, n. 3, p. 395-405, 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000300002.
- SANTOS, F. E. V.; ARAÚJO, J. M.; ANDRADE, W. C.; COSTA, C. C.; SILVA, A. G. Formação de mudas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake com utilização de resíduo sólido orgânico urbano. **Enciclopédia Biosfera**, p.1203-1214, 2013a.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; VILELA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013b.
- SANTOS, P. E. T. (Ed.). **Sistemas de produção da Embrapa: cultivo do eucalipto**. 4. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. (Embrapa Florestas. Sistemas de produção, 4). Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>>. Acesso em: 29 jun. 2012.
- SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A.; HIGASHI, E. N. Crescimento e sobrevivência de mudas de eucalipto sob doses de boro cultivadas em condições de viveiro e de campo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 366-371, 2004. DOI: 10.1590/S1413-70542004000200017.
- TOLEDO, F. H. S. F.; VENTURIN, N.; CARLOS, L.; DIAS, B. A. S.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. G. Composto de resíduos da fabricação de papel e celulose na produção de mudas de eucalipto. **AGRIAMBI**, p. 711-716, 2015.



Máquina para inspeção e controle de qualidade de mudas florestais

Fernando Antonio Torres Velloso da Silva Neto¹; Fernando Paes Lopes²

¹Engenheiro Mecatrônico, sócio administrador na Mvisia, São Paulo, SP, fernando.veloso@mvisia.com.br;

²Engenheiro Mecatrônico, sócio administrador na Mvisia, São Paulo, SP, fernando.lopes@mvisia.com.br

Resumo: Este trabalho técnico contempla o projeto e a construção de uma máquina automática capaz de realizar a seleção de mudas florestais, utilizando um sistema de visão computacional e inteligência artificial. A primeira versão do produto foi instalada em um viveiro de mudas de eucalipto de uma grande empresa do setor e cumpriu todos os seus objetivos iniciais: extrair informações das mudas e realizar a seleção mecanicamente, com base em parâmetros como altura, diâmetro de coleto e número de pares de folhas.

Palavras-chave: Visão computacional; Aprendizado de máquina; Controle de qualidade.

Introdução e objetivos

Este trabalho técnico tem por finalidade apresentar o um projeto de pesquisa que vem sendo desenvolvido pela empresa Mvisia, no âmbito do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE) Fase 2, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), desde o ano de 2016. O programa PIPE existe desde 1997 e destina-se a apoiar o desenvolvimento de pesquisas inovadoras, a serem executadas em pequenas empresas sediadas no Estado de São Paulo, sobre importantes problemas em ciência e tecnologia que tenham alto potencial de retorno comercial ou social (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2018).

A problemática abordada neste projeto é relacionada à análise da variação fenotípica de mudas florestais. A variação fenotípica dentro de uma espécie pode ser determinada pelas características genéticas (genótipo) ou por diferenças ambientais, ou por uma soma da combinação destes fatores (PERUQUETTI, 2018). O grupo de mudas florestais analisadas foram de mudas de eucalipto criadas em viveiros, onde se pratica o controle de crescimento a partir de técnicas de manejo.

A produção de mudas de eucalipto começa nos viveiros. Conforme se observa na Figura 1, grande parte das tarefas manuais de um viveiro de mudas de eucalipto são destinadas ao controle do crescimento das mudas, com etapas de seleção e raleio (etapas de 8 a 13). Assim a inspeção e classificação pré-plantio de

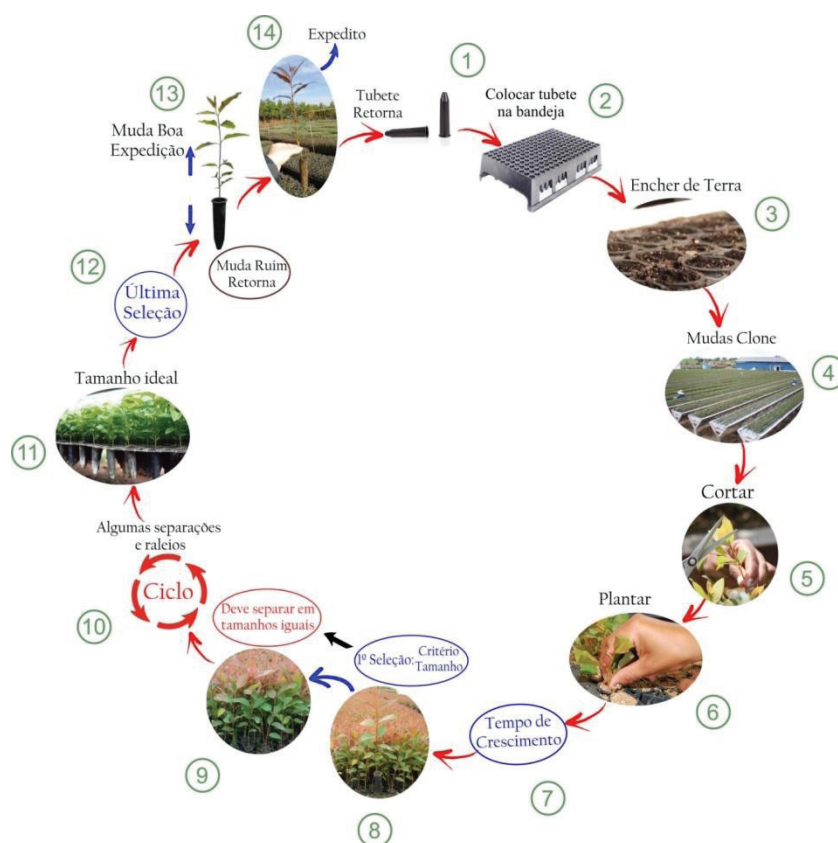


Figura 1. Diagrama de atividades num viveiro de mudas de eucalipto.



mudas florestais é etapa importante da cadeia produtiva dessa indústria, pois garante que apenas mudas de boa qualidade e sem doenças sejam levadas ao campo, evitando perda de produtividade nos investimentos de longo prazo, o que torna mais competitiva a produção florestal. Contudo o excesso de tarefas realizadas de forma manual faz com que o resultado não seja consistente e que se torne custoso.

Dada a natureza visual da inspeção, um sistema de visão computacional pode ser empregado para automatizar essa tarefa. No sistema desenvolvido neste trabalho técnico, diversos parâmetros das mudas são extraídos através de técnicas de processamento de imagens, que servem de entrada para um software classificador. A construção deste classificador é feita com algoritmos de aprendizado de máquina, a partir de exemplos previamente classificados por especialistas.

O objetivo do presente projeto é, portanto, criar uma solução (máquina) capaz de realizar a inspeção, classificação e separação das mudas de eucalipto automaticamente e em escala comercial. Ao final da realização deste projeto de pesquisa, espera-se obter esse protótipo da máquina funcionando corretamente e validado por uso em campo. Futuramente, novas versões poderão

ser fabricadas, efetivando a criação de um produto que possibilitará o aumento da produtividade, qualidade e rentabilidade dos produtores nacionais.

Material e métodos

Para o desenvolvimento de um sistema capaz de capturar imagens de mudas de eucalipto e realizar a separação destas mudas em classes diferenciadas, foi concebido um projeto de máquina, cujos conjuntos de componentes foram divididos em quatro grandes sistemas:

- Sistema mecânico.
- Sistema elétrico/eletrônico.
- Sistema pneumático.
- Sistema computacional.

O sistema mecânico condiz às estruturas mais básicas da máquina, como as esteiras, acoplamentos mecânicos com os motores e a própria estrutura física. Uma breve descrição se encontra na Figura 2 e na Tabela 1.

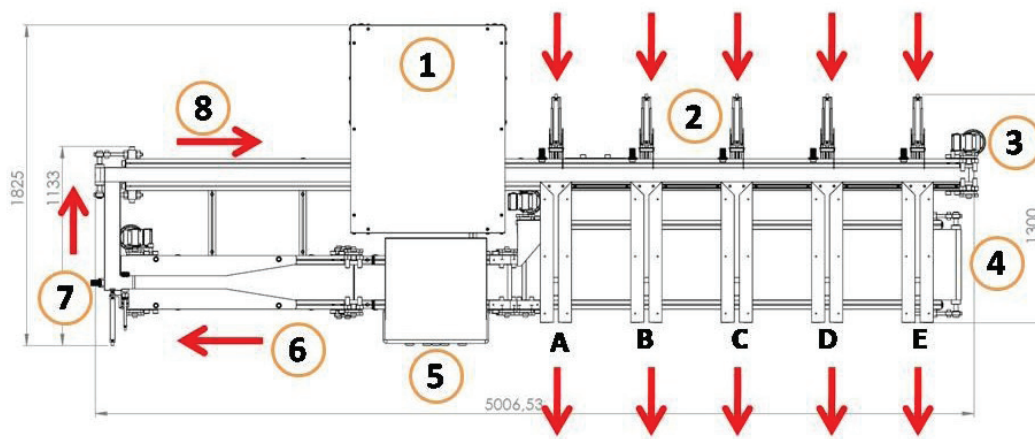


Figura 2. Vista de topo do layout de máquina proposto com destaque aos principais componentes funcionais do equipamento.

Tabela 1. Componentes funcionais da máquina.

Nº	Item	Funcionalidade
1	Cabine de visão computacional	Cabine com sistema ótico (câmera, lente e ajuste) e iluminação controlada.
2	Saídas de seleções	Separação das mudas, por acionamento de pistão, em 5 diferentes saídas físicas (A, B, C, D e E).
3	Descarte de mudas	Destino das mudas para descarte (doenças, fora das especificações mínimas).
4	Esteira de retorno	Esteira que faz o retorno dos suportes das mudas
5	Painel de comando	Interface de comando e energização, com monitor para acesso ao software de análise de imagem.
6	Esteira de deposição	Local para o operador depositar as mudas (entrada da máquina).
7	Pistão de retorno	Faz a integração entre as esteiras de deposição e seleção.
8	Esteira de seleção	Esteira que conduz as mudas para a cabine de inspeção e transporta até as saídas de seleção.



Na Figura 2 destaca-se, com setas, o caminho realizado pela muda no equipamento. Na tabela 1, é possível observar uma breve descrição sobre as partes enumeradas do equipamento ilustrado anteriormente.

O sistema elétrico/eletrônico tem um papel fundamental na automação da máquina, sendo que dele fazem parte os motores, sensores de movimento, o Controlador Lógico Programável (CLP) e a caixa de força elétrica, que energiza toda a máquina, assim como os elementos de proteção, como o acionamento de emergência.

Tem-se na máquina um sistema pneumático típico, com um compressor, válvulas e atuadores, o qual é responsável por realizar fisicamente a separação das mudas, e suas válvulas de acionamento são controladas por ordens vindas do CLP.

Por fim tem-se o sistema computacional, que cuida da interpretação das informações obtidas de cada muda selecionada e também gere todas as funções da máquina, como a partida dos motores, a autorização para o acionamento das válvulas pneumáticas e também a detecção de falhas na máquina. Fazem parte desse sistema o computador embarcado na máquina e a câmera utilizada para obter as imagens de cada muda

Na Figura 3 pode-se ver um diagrama que representa a hierarquia presente na interação entre os sistemas. O sistema computacional é responsável por enviar todas as ordens e demandas ao sistema elétrico/eletrônico (aqui representado pela CLP) por meio de uma comunicação do tipo mestre-escravo. Então este sistema despacha aos elementos necessários os comandos condizentes com a ordem dada pelo computador, seja o acionamento de uma válvula no sistema pneumático ou o aumento de velocidade de uma das esteiras.

A extração dos parâmetros exigidos de cada muda é feita depois de uma sucessão de operações morfológicas. Todas elas foram implementadas com a ajuda da biblioteca OpenCV. Essa extração é feita somente com

auxílio de métodos de visão computacional, e como tem-se uma relação direta entre a divisão de classes que será definida pelo usuário e esses parâmetros, não é necessário, pelo menos nessa primeira etapa de desenvolvimento, o uso de métodos de machine learning.

Resultados e discussão

Instalou-se a máquina em um viveiro de mudas de eucalipto de uma grande empresa do setor florestal, com o intuito de avaliar a performance da solução e, assim, propor melhorias para uma nova versão da tecnologia. Na Figura 4 tem-se o layout final do produto. Nesta configuração, durante os primeiros ensaios, obteve-se uma produtividade da ordem de 2200 mudas/hora.

A Figura 5 mostra a tela inicial do software desenvolvido, no qual está embarcado o algoritmo de extração de features das imagens. Mediu-se a assertividade desta classificação automática, tendo como base de comparação o input de um especialista, e chegou-se em uma assertividade de 92%.

Em relação às melhorias no sistema desenvolvido, uma das considerações é a reconstrução da muda em si. Hoje esse processo não é feito de maneira direta, mas sim utilizando o esqueleto da muda para obter os dados necessários. Aqui, segundo a literatura consultada, tem-se duas opções: seguir por um método semelhante a (GOLBACH et al., 2016) e (ZHENG et al., 2011), que usa o método de hull carving para a reconstrução ou então algo mais para a linha do trabalho apresentado em (WARD et al., 2014), que se aproveita da esbelteza da muda para construir sua estrutura usando *splines*. Considerando o tempo de processamento computacional necessário, a segunda abordagem é mais vantajosa, porém do ponto de vista da precisão, talvez a primeira seja mais adequada. Uma solução de compromisso deverá ser encontrada entre as duas abordagens citadas.

Outro ponto que também será avaliado é a detecção de doenças nas mudas. Após a coleta de uma dataset robusto o suficiente, será implementada uma solução baseada em redes neurais para um resultado mais robusto, englobando todos os casos possíveis de doenças.

Além da qualificação gerada, os índices de produtividade e a acurácia, com o sistema é possível ter um controle completo dos lotes de mudas que são classificados, assim dados como: quantidade de mudas por tamanho, área folhear, quantidade de descarte e índice de crescimento são possíveis de se obter com a máquina desenvolvida. Os dados gerados são alocados em tempo real e é possível assim obter um controle de qualidade da produção de maneira estatística.

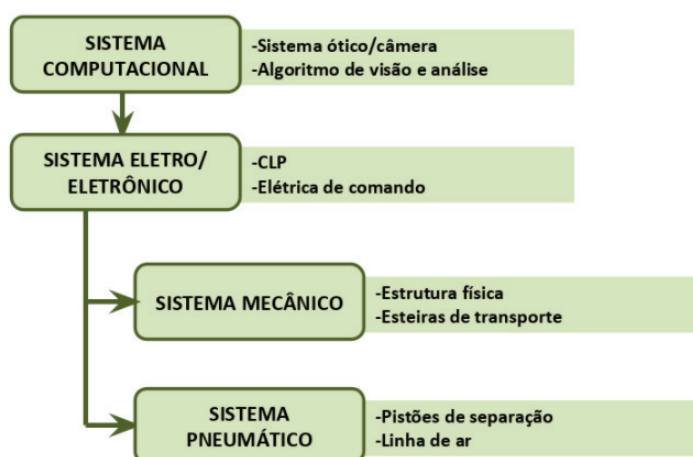


Figura 3. Relação hierárquica entre sistemas.



Foto: Fernando Antonio Torres Velloso da Silva Neto



Figura 4. Layout da solução final.

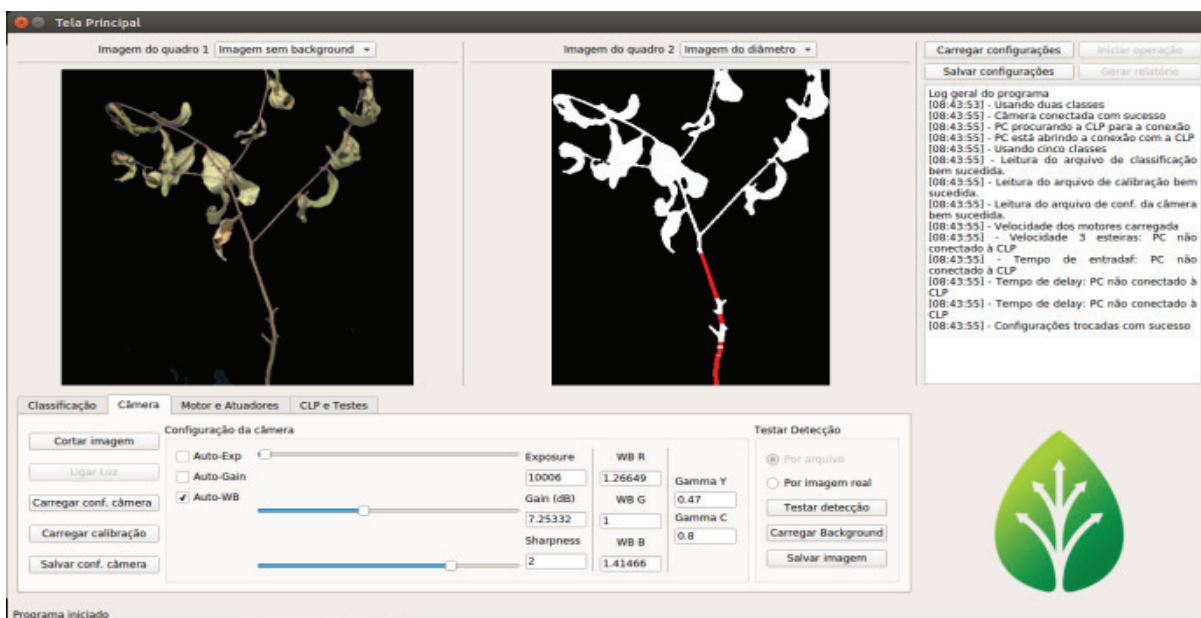


Figura 5. Tela de operação do software com um exemplo de classificação.

Tabela 2. Relatório possível de se gerar com o equipamento de inspeção visual.

Data	Id. lote	CL.A	CL.B	CL.C	CL.D	CL.E	Descarte	Total	Índ. foliar	Índ. cresc.
20/01/18	188-374	20	28	58	47	18	16	187	0,430	0,60
03/02/18	375-561	12	14	38	17	8	3	92	0,387	0,55
13/02/18	562-748	22	34	45	53	22	11	187	0,411	0,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Conclusão

Os resultados obtidos, considerando-se as métricas de produtividade e assertividade, validaram que a tecnologia é viável tecnicamente. São necessárias, entretanto, melhorias para aumentar a atratividade comercial do produto, principalmente sob a perspectiva da capacidade de mecanização e substituição de mão-de-obra.

O software possui alguns pontos de melhorias a serem realizados além da necessidade de aumento de performance na assertividade dos parâmetros, que será obtido através de um maior banco de dados realizados in loco. Ao software de visão computacional também é capaz de se adicionar qualquer variável desejada para análise, assim sendo a análise poderia incluir novos tipos de doenças, readaptação para outras variedades



de mudas ou qualquer outra característica fenotípica desejada.

Outro ponto de mudança que ocorre entre um viveiro e outro é o padrão de tubetes utilizado, ou o tamanho da variedade de mudas, tanto para o caso de Eucalipto ou Pinus. Mesmo com essas grandes variedades disponíveis no mercado, a máquina concebida é capaz de ser calibrada para estes ajustes dimensionais, sendo assim possível utilizar a mesma tecnologia para adequação a outras culturas de mudas, em que se necessita obter ganhos no controle de crescimento de mudas criadas em tubetes, como café, açaí, cana de açúcar, pimenta do reino, palmeiras entre outras (MATOS, 2007; INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2015).

Referências

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE)**.

São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/pipe/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Tubetes**. Londrina, [2015?]. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/news/tubetes-plasticos-290-cm-3.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

MATOS, M. A. **Modelo informatizado para o planejamento operacional e econômico de sistemas mecanizados com a consideração da pontualidade**. 2007. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MOURA, V. P. G.; GUIMARÃES, D. P. **Produção de mudas de Eucalyptus para estabelecimento de plantios florestais**. Brasília, DF, 2003. 9 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355163/2020115/cot085.pdf/e3f184ce-6dee-4108-aa2f-4d2487af80f8>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

PAINEL FLORESTAL. **O dia a dia de um viveiro de mudas clonais de eucalipto**. 2009. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qzkDg_R6fbY>. Acesso em: 5 mar. 2017.

PERUQUETTI, R. C. **Genética básica: variação fenotípica: introdução**. Disponível em: <<http://www.ufac.br/ccbn/genetica>>. Acesso em: 10 fev. 2018.



Redes de Bases Radiais na prognose de volume de plantações de *Pinus taeda*

Flávio Chiarello¹; Maria Teresinha Arns Steiner²; Edilson Batista de Oliveira³; Júlio Eduardo Arce⁴; Fernanda Medeiros Assef⁵

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas na PUC-PR, Curitiba, PR, flavio_chi@hotmail.com; ²Doutora em Engenharia de Produção, docente e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da PUC-PR, Curitiba, PR, maria.steiner@pucpr.br; ³Doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, edilson.oliveira@embrapa.br; ⁴Doutor em Engenharia Florestal, docente e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, Curitiba, PR, jarce@ufpr.br; ⁵Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas na PUCPR, Curitiba, PR, fermassef@gmail.com

Resumo: O presente trabalho teve como finalidade apresentar uma aplicação da metodologia de Redes Neurais Artificiais, em especial as Redes de Bases Radiais, para a prognose do volume final de madeira para plantações de *Pinus taeda*, em diferentes condições impostas no manejo florestal. Com o auxílio do software SisPinus, foi possível analisar e identificar os principais atributos para a determinação do volume (24 atributos no total), assim como, auxiliar na geração de 144 instâncias a serem utilizadas como *inputs* (entradas) para a rede gerada pela ferramenta Matlab. A comparação dos dados originais com os simulados apresentou forte convergência, alcançando erros quadráticos extremamente baixos para o conjunto de treinamento e para o conjunto de teste, consolidando que a abordagem de Redes de Bases Radiais pode ser uma excelente ferramenta para a prognose de volume da espécie *Pinus taeda*, assim como para outras espécies.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Redes neurais artificiais; Manejo florestal de precisão.

Introdução e objetivos

Desde a revolução industrial dos séculos 18 e 19, a grande competitividade imposta pela globalização passou a exigir das empresas a busca constante por mudanças e implementações de novos processos em todas as áreas de negócio. Assim, os avanços tecnológicos têm permitido que todas as áreas, independentemente da esfera de atuação, possam se atualizar e buscar por sistemas integrados que auxiliem na tomada de decisão. Essa nova perspectiva tem se tornado, hoje, uma das principais vantagens competitivas.

A construção de sistemas integrados com o emprego da base científica tem sido considerada uma brilhante estratégia empresarial no que diz respeito à tomada de decisão. A área florestal também tem buscado avanços, como é o caso dos simuladores de crescimento e de produção florestal desenvolvidos pela Embrapa Florestas (OLIVEIRA, 2011). Denominados por “Sis” seguido pelo nome popular da espécie ou gênero (SisEucalipto, SisPinus, etc), estes softwares

permitem testar, para cada condição de clima e solo, todas as opções de manejo da floresta, fazer prognoses de produções presente e futura, simulando desbastes das florestas com previsão do crescimento e produção anual do povoamento e o sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos das árvores provenientes dos desbastes e do corte final.

Concomitante, algumas técnicas das áreas da Estatística e da Pesquisa Operacional começaram a ganhar força neste cenário, como é o caso das Redes Neurais Artificiais (RNA). Estudos nesta linha no Brasil, como os desenvolvidos por Gorgens et al. (2009); Leite et al. (2011); Binoti et al. (2013, 2014); Cordeiro et al. (2015) e Vendruscolo et al. (2015). têm sido significativos para aplicações na ciência florestal.

As RNA, em sua essência, são observadas como modelos computacionais que realizam analogias com o sistema nervoso central humano, capazes de adquirir conhecimento para prognoses e reconhecimento de padrões a partir do aprendizado. Seu amplo leque de espectros/arquiteturas permite avaliar diferentes



configurações de rede, gerando, como resultado, o encontro de boas soluções no espaço de busca com amostras pequenas, porém equilibradas, de uma população.

O principal objetivo deste trabalho é apresentar uma aplicação da metodologia de Redes Neurais Artificiais, em especial as Redes de Bases Radiais, para a prognose do volume de madeira de plantações de *Pinus taeda*, para diferentes condições impostas no manejo florestal.

Material e métodos

Os dados utilizados nesta pesquisa foram gerados pelo *software* SisPinus, considerando os principais atributos (variáveis) identificados, com base no próprio SisPinus, como capazes de influenciar diretamente no volume final do povoamento de *Pinus taeda*.

A análise detalhada considerou previamente ou permitiu encontrar as seguintes variáveis: índice de sítio (dado pela altura média das árvores dominantes aos 15 anos), número de árvores plantadas por hectare, percentuais de sobrevivência das árvores no primeiro ano do planejamento, níveis de homogeneidade da plantação, idade de colheita final do povoamento, altura dominante no desbaste, altura dominante no corte final, número de árvores remanescentes no desbaste e na colheita final, diâmetro médio no desbaste e na colheita final, altura média no desbaste e na colheita final, altura média no desbaste, área basal no desbaste e na colheita final, idade do desbaste, tipo do desbaste (seletivo, sistemático ou misto), podendo ser determinado pela área basal, número de árvores remanescentes ou linha a ser retirada), volume total no desbaste, volume colhido no desbaste, e volume na colheita final.

Com base nessas condições, foram obtidas 144 instâncias, definidas por dois talhões com 1.667 ou 2.000 árvores plantadas por hectare, níveis de homogeneidade igual a 5, índices de sítio 18 m, 21 m ou 24 m, um único desbaste seletivo aos 8 ou 12 anos de idade,

deixando remanescentes 400, 600, 800 ou 1000 árvores por hectare (Tabela 1)

Com as instâncias criadas, a próxima etapa consistiu em normalizar os valores encontrados para que pudessem servir como fonte de entrada para a rede do tipo RBF, implementada no software Matlab, versão r2017b. Assumindo sua representação mais simplificada, a rede RBF é dotada, além dos n nós de entrada (x^l , com $l = 1, 2, \dots, n$) que conectam a rede com o ambiente, por uma camada de saída (y_r , com $r = 1, 2, \dots, p$), uma camada intermediária, baseada em funções radiais (ϕ_i , com $i = 1, 2, \dots, s$) e as coordenadas (C_i , com $i = 1, 2, \dots, s$), que não correspondem aos pesos, mas sim aos centros das funções e o vetor de pesos (w_{ij} , com $i = 1, 2, \dots, p$ e $j = 1, 2, \dots, s$) (MOTA et al., 2011). Essa arquitetura pode ser mais bem compreendida na da Figura 1.

O objetivo desta rede é gerar os resultados sobre a previsão do volume encontrado para a espécie *Pinus taeda*. Para tanto, das 144 instâncias obtidas, 98 foram utilizadas para o treinamento da rede e as demais 48, para testar a rede treinada; os dois conjuntos (para treinamento e teste) foram obtidos de forma estratificada, evitando-se assim, possíveis tendências ao longo do processo.

A abordagem aplicada para realizar a comparação entre os valores reais e o simulado pela rede foi o erro quadrático médio entre instâncias e, também, o erro quadrático médio global. Adicionalmente, foi avaliado o módulo da diferença de cada instância, de forma a aferir os resultados individuais de cada uma delas.

Por utilizar dados de simulações do SisPinus, em que a obtenção dos volumes de povoamentos florestais, em função de características destes, não envolve custos ou limites na quantidade de tais simulações, não se buscou neste trabalho nenhum resultado que visasse substituir a aplicação do software para obtenção de prognose de crescimento e produção dos povoamentos florestais. Assim, os dados trabalhados têm apenas a finalidade de possibilitar a aplicação da metodologia estudada e testá-la com valores numéricos.

**Tabela 1.** Obtenção das instâncias a partir da definição dos atributos.

Índice de sítio	Árvores plantadas/ha	% de sobrevivência (primeiro ano)	Nível de homog. 1 a 10.	Idade final	Altura dominante (m) até o desbaste 1	Altura dominante (m) até o corte final	Nº árvores remanesc./ha (até o ano do desbaste 1)
18	1667	100	5	16	11,5	18,9	1666
18	1667	100	5	16	11,5	19,0	1666
18	1667	100	5	16	11,5	19,2	1666
18	1667	100	5	16	11,5	19,3	1666
18	1667	100	5	16	15,6	19,3	1654
18	1667	100	5	16	15,6	19,3	1654
18	1667	100	5	16	15,6	19,4	1654
18	1667	100	5	16	15,6	19,5	1654
18	1667	100	5	19	11,5	20,9	1666
18	1667	100	5	19	11,5	21	1666
18	1667	100	5	19	11,5	21,2	1666
18	1667	100	5	19	11,5	21,3	1666
18	1667	100	5	19	15,6	21,3	1654
18	1667	100	5	19	15,6	21,4	1654
18	1667	100	5	19	15,6	21,5	1654
18	1667	100	5	19	15,6	21,5	1654
18	1667	100	5	22	11,5	22,7	1666
18	1667	100	5	22	11,5	22,8	1666
18	1667	100	5	22	11,5	23	1666
18	1667	100	5	22	11,5	23,1	1666
18	1667	100	5	22	15,6	23,1	1654
18	1667	100	5	22	15,6	23,2	1654
18	1667	100	5	22	15,6	23,3	1654
18	1667	100	5	22	15,6	23,3	1654
18	2000	100	5	16	11,6	18,9	1998
18	2000	100	5	16	11,6	19,1	1998
18	2000	100	5	16	11,6	19,2	1998
18	2000	100	5	16	11,6	19,3	1998
18	2000	100	5	16	15,7	19,3	1974
18	2000	100	5	16	15,7	19,3	1974
18	2000	100	5	16	15,7	19,4	1974
18	2000	100	5	16	15,7	19,5	1974
18	2000	100	5	19	11,6	20,9	1998
18	2000	100	5	19	11,6	21,1	1998
18	2000	100	5	19	11,6	21,2	1998
18	2000	100	5	19	11,6	21,3	1998
18	2000	100	5	19	15,7	21,3	1974
18	2000	100	5	19	15,7	21,4	1974
18	2000	100	5	19	15,7	21,5	1974
18	2000	100	5	19	15,7	21,6	1974
18	2000	100	5	22	11,6	22,7	1998

Continua...



Tabela 1. Continuação.

Nº árvores no corte final	Diâmetro médio até o desbaste 1	Diâmetro médio (pós desbaste) - corte final -	Altura média (até o desbaste 1)	Altura média (até o corte final)	Altura média (sortimento do desbaste 1)	Área basal (até o desbaste1)	Área basal (até o corte final)	Ano do desbaste 1
400	14,3	27,1	9,9	17,4	10,3	26,8	23,0	8
599	14,3	24,9	9,9	17,1	10,0	26,8	29,3	8
797	14,3	23,9	9,9	16,9	9,7	26,8	35,7	8
990	14,3	23,1	9,9	16,8	9,4	26,8	41,6	8
400	18,2	25,2	13,3	17,9	13,9	43,2	19,9	12
599	18,2	23,9	13,3	17,6	13,4	43,2	26,9	12
797	18,2	23,3	13,3	17,3	13,0	43,2	33,9	12
989	18,2	22,8	13,3	17,2	12,5	43,2	40,3	12
400	14,3	29,5	9,9	19,1	10,3	26,8	27,4	8
598	14,3	27,0	9,9	18,8	10,0	26,8	34,2	8
793	14,3	25,7	9,9	18,6	9,7	26,8	41,2	8
977	14,3	24,8	9,9	18,5	9,4	26,8	47,2	8
400	18,2	27,9	13,3	19,7	13,9	43,2	24,4	12
598	18,2	26,1	13,3	19,3	13,4	43,2	32,0	12
793	18,2	25,2	13,3	19,1	13,0	43,2	39,5	12
972	18,2	24,5	13,3	18,9	12,5	43,2	45,7	12
399	14,3	31,6	9,9	20,6	10,3	26,8	31,2	8
595	14,3	28,7	9,9	20,3	10,0	26,8	38,4	8
787	14,3	27,2	9,9	20,1	9,7	26,8	45,7	8
958	14,3	26,2	9,9	20	9,4	26,8	51,5	8
399	18,2	30,1	13,3	21,3	13,9	43,2	28,4	12
595	18,2	27,9	13,3	20,9	13,4	43,2	36,3	12
785	18,2	26,7	13,3	20,7	13,0	43,2	44,0	12
949	18,2	25,8	13,3	20,5	12,5	43,2	49,6	12
400	13,8	26,8	9,9	17,4	10,4	30,0	22,5	8
599	13,8	24,6	9,9	17,1	10,1	30,0	28,5	8
797	13,8	23,6	9,9	17,0	9,9	30,0	34,8	8
990	13,8	22,8	9,9	16,9	9,6	30,0	40,5	8
400	17,5	24,6	13,3	17,9	14,0	47,6	19,0	12
599	17,5	23,3	13,3	17,6	13,6	47,6	25,5	12
797	17,5	22,6	13,3	17,4	13,2	47,6	32,1	12
989	17,5	22,2	13,3	17,3	12,9	47,6	38,2	12
400	13,8	29,3	9,9	19,1	10,4	30,0	26,9	8
598	13,8	26,7	9,9	18,8	10,1	30,0	33,5	8
793	13,8	25,4	9,9	18,7	9,9	30,0	40,2	8
977	13,8	24,5	9,9	18,6	9,6	30,0	46,2	8
400	17,5	27,4	13,3	19,8	14,0	47,6	23,6	12
598	17,5	25,6	13,3	19,4	13,6	47,6	30,7	12
793	17,5	24,6	13,3	19,2	13,2	47,6	37,8	12
972	17,5	23,9	13,3	19,0	12,9	47,6	43,7	12
399	13,8	31,3	9,9	20,7	10,4	30,0	30,8	8

Continua...



Tabela 1. Continuação.

Tipo de desbaste (1) 1	Fixando área basal 1.1	Fixando o número de árvores 1.2	Linha a ser desbastada 1.3	Volume total até o ano do desbaste 1	Resultado Volume (m³) Desbaste 1	Resultado Volume (m³) Corte final	Volume total (? soma do D1 + corte final).
Seletivo	0	400	0	106,2	68,6	159,9	228,5
Seletivo	0	600	0	106,2	53,5	200,0	253,5
Seletivo	0	800	0	106,2	40,0	241,8	281,8
Seletivo	0	1000	0	106,2	28,0	279,7	307,7
Seletivo	0	400	0	230,3	148,1	142,5	290,6
Seletivo	0	600	0	230,3	115,3	188,8	304,1
Seletivo	0	800	0	230,3	86,0	235,3	321,3
Seletivo	0	1000	0	230,3	59,7	276,9	336,6
Seletivo	0	400	0	106,2	68,6	209,2	277,8
Seletivo	0	600	0	106,2	53,5	257	310,5
Seletivo	0	800	0	106,2	40,0	306,7	346,7
Seletivo	0	1000	0	106,2	28,0	349,3	377,3
Seletivo	0	400	0	230,3	148,1	192,6	340,7
Seletivo	0	600	0	230,3	115,3	247,3	362,6
Seletivo	0	800	0	230,3	86,0	301,5	387,5
Seletivo	0	1000	0	230,3	59,7	345,4	405,1
Seletivo	0	400	0	106,2	68,6	258,0	326,6
Seletivo	0	600	0	106,2	53,5	312,2	365,7
Seletivo	0	800	0	106,2	40,0	368,1	408,1
Seletivo	0	1000	0	106,2	28,0	412,1	440,1
Seletivo	0	400	0	230,3	148,1	242,7	390,8
Seletivo	0	600	0	230,3	115,3	304,2	419,5
Seletivo	0	800	0	230,3	86,0	364,1	450,1
Seletivo	0	1000	0	230,3	59,7	406,2	465,9
Seletivo	0	400	0	118,0	81,9	156,7	238,6
Seletivo	0	600	0	118,0	67,2	195,5	262,7
Seletivo	0	800	0	118,0	53,9	236,2	290,1
Seletivo	0	1000	0	118,0	41,7	273,5	315,2
Seletivo	0	400	0	252,7	174,1	136,2	310,3
Seletivo	0	600	0	252,7	142,3	179,6	321,9
Seletivo	0	800	0	252,7	113,6	223,8	337,4
Seletivo	0	1000	0	252,7	87,4	263,8	351,2
Seletivo	0	400	0	118,0	81,9	205,8	287,7
Seletivo	0	600	0	118,0	67,2	252,2	319,4
Seletivo	0	800	0	118,0	53,9	300,9	354,8
Seletivo	0	1000	0	118,0,	41,7	343,0	384,7
Seletivo	0	400	0	252,7	174,1	186,3	360,4
Seletivo	0	600	0	252,7	142,3	238,1	380,4
Seletivo	0	800	0	252,7	113,6	290,0	403,6
Seletivo	0	1000	0	252,7	87,4	332,4	419,8
Seletivo	0	400	0	1180	81,9	254,5	336,4

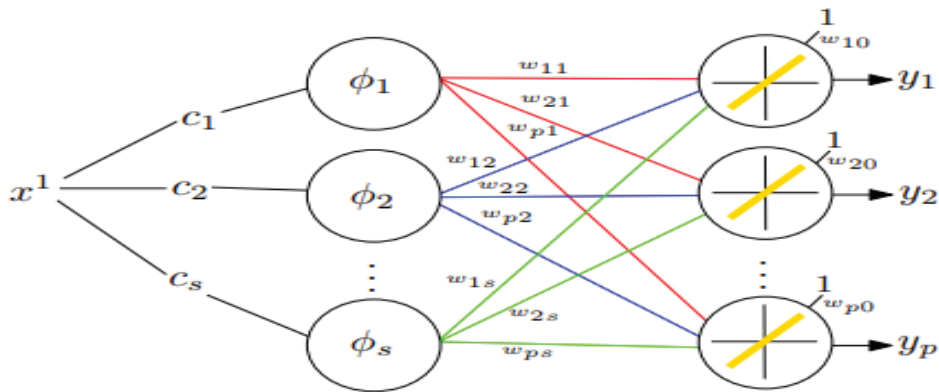


Figura 1. Representação de uma RNA do tipo RBF. Fonte: Mota et al. (2013).

Resultados e discussão

Os experimentos apresentam, de forma resumida, a avaliação dos resultados para o conjunto de treinamento (aprendizado) e para o conjunto de teste (resultados finais de volume).

Analisando-se a fase de aprendizagem, na qual foram apresentadas à RBF 96 instâncias, é possível afirmar, juntamente com o auxílio da Figura 2, que a rede foi capaz de aprender/assimilar as informações geradas pelo software SisPinus, alcançando um desempenho de 1.14402×10^{-28} para o conjunto de treinamento e $2,16313 \times 10^{-9}$ para o conjunto de teste.

Para testar a rede RBF já treinada, foram apresentadas a ela as demais 48 instâncias. Com base na Tabela 2, e por meio da análise dos resultados experimentais, pode-se observar que a RBF conseguiu prever

satisfatoriamente os valores dos volumes, com um desempenho de $2,16313 \times 10^{-9}$ para o conjunto de teste. Salientam-se também, as baixas diferenças entre os valores originais e simulados para cada uma das instâncias, com pequenas alterações a partir da terceira casa decimal.

De maneira complementar, a Figura 3 expressa o comportamento das duas simulações (SisPinus x Rede RBF) para as 48 instâncias utilizadas para teste. Novamente, fica evidente que a diferença entre eles é praticamente nula, com as linhas se sobrepondo ao longo do processo.

A Figura 4 traz mais uma representação para os resultados obtidos. Desta vez, o objetivo é comparar ambos os cenários a partir da média e do desvio padrão para os 48 padrões utilizados na fase de testes. Visualmente, percebe-se que a distribuição de

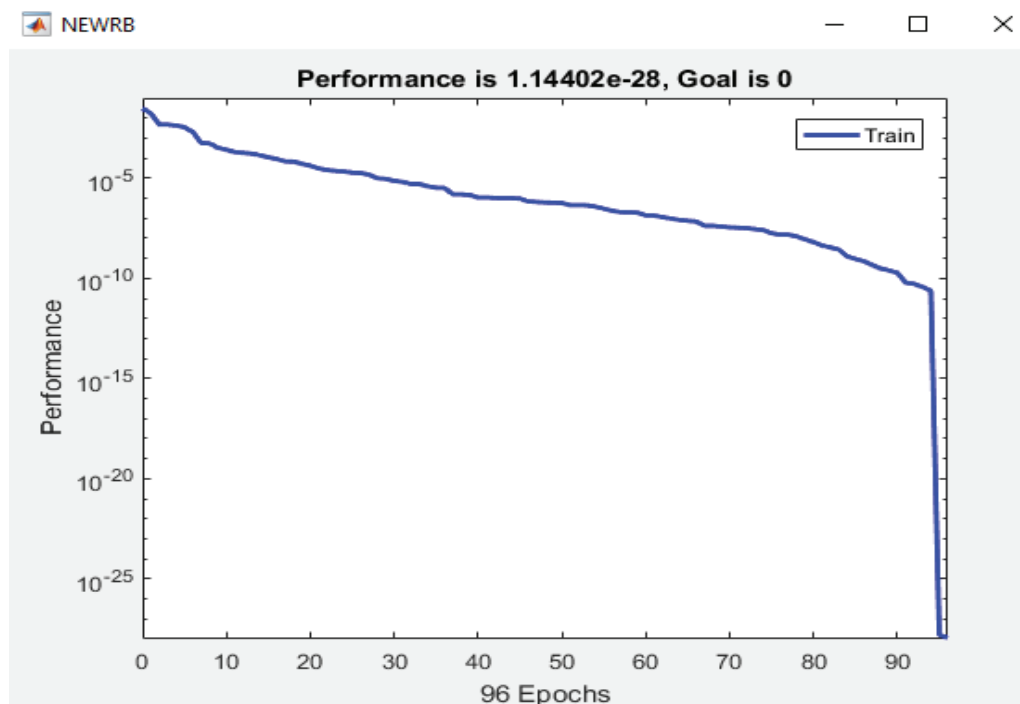


Figura 2. Gráfico do desempenho da RBF para o conjunto de treinamento da RBF (fase de aprendizado).

**Tabela 2.** Erros quadráticos e diferenças para as 48 instâncias utilizadas para testar a RBF.

Valor real	Valor simulado	Erro quadrático	Diferença entre o real e o simulado (em módulo)	Erro quadrático médio global
0,355039707	0,355361934	1,0383E-07	0,000322227	2,16313E-09
0,392547343	0,392211257	1,12953E-07	0,000336085	
0,46096518	0,460775829	3,58538E-08	0,000189351	
0,443005498	0,442669431	1,12941E-07	0,000336066	
0,498594991	0,498720804	1,5829E-08	0,000125814	
0,477458766	0,477899018	1,93822E-07	0,000440252	
0,320952963	0,320557356	1,56505E-07	0,000395607	
0,385094685	0,384825275	7,25822E-08	0,000269411	
0,35149664	0,351371564	1,56441E-08	0,000125076	
0,43347587	0,433217461	6,67753E-08	0,000258409	
0,512889432	0,51302701	1,89278E-08	0,000137578	
0,457544288	0,457369313	3,06163E-08	0,000174975	
0,569578497	0,569077106	2,51393E-07	0,000501391	
0,415638363	0,4146304	1,01599E-06	0,001007962	
0,533414783	0,533713378	8,91587E-08	0,000298594	
0,575565058	0,575812347	6,11518E-08	0,000247289	
0,594379963	0,594139555	5,77962E-08	0,000240408	
0,664996946	0,665023592	7,10011E-10	2,6646E-05	
0,732315211	0,731964523	1,22982E-07	0,000350688	
0,719242517	0,720240499	9,95968E-07	0,000997982	
0,516065974	0,516193103	1,61618E-08	0,000127129	
0,539279169	0,539542945	6,95776E-08	0,000263776	
0,565791081	0,565795307	1,78549E-11	4,2255E-06	
0,654245571	0,654839383	3,52613E-07	0,000593812	
0,594013439	0,593480827	2,83676E-07	0,000532612	
0,654245571	0,653835403	1,68238E-07	0,000410168	
0,716065974	0,715076653	9,78757E-07	0,000989321	
0,770311546	0,770215281	9,26689E-09	9,62647E-05	
0,57275504	0,574271029	2,29822E-06	0,001515989	
0,626145388	0,627606655	2,1353E-06	0,001461267	
0,740378742	0,742880926	6,26093E-06	0,002502185	
0,745387905	0,747973056	6,68301E-06	0,002585151	
0,678558338	0,679529476	9,43107E-07	0,000971137	
0,828100183	0,828812162	5,06914E-07	0,000711979	
0,868295663	0,870658503	5,58301E-06	0,00236284	
0,847525962	0,84873454	1,46066E-06	0,001208578	
0,884178375	0,882151327	4,10893E-06	0,002027049	
0,938179597	0,938737739	3,11523E-07	0,000558142	
0,980818571	0,982124638	1,70581E-06	0,001306068	
0,724496029	0,724935549	1,93178E-07	0,00043952	

Continua...



Tabela 2. Continuação...

Valor real	Valor simulado	Erro quadrático	Diferença entre o real e o simulado (em módulo)	Erro quadrático médio global
0,707513745	0,711006344	1,21983E-05	0,003492599	
0,731704337	0,731958202	6,44475E-08	0,000253865	
0,827000611	0,827938425	8,79494E-07	0,000937814	
0,844960293	0,847343222	5,67835E-06	0,002382929	
0,812095296	0,815887129	1,4378E-05	0,003791833	
0,871838729	0,872560517	5,20977E-07	0,000721788	
0,942333537	0,943050827	5,14505E-07	0,00071729	
0,944532682	0,94682757	5,26651E-06	0,002294888	

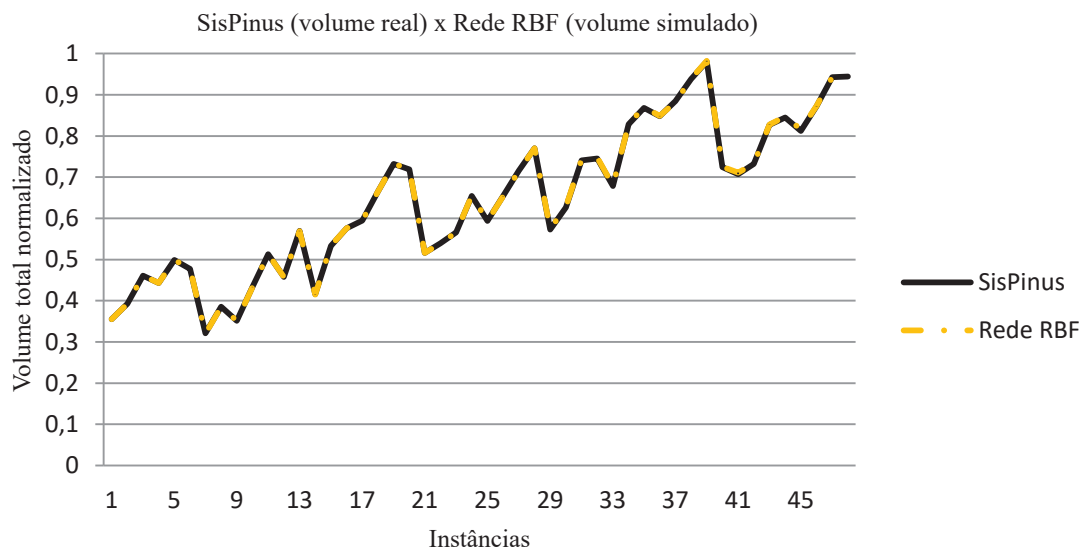


Figura 3. Comparação entre os volumes finais de *Pinus taeda* obtidos pelo software SisPinus e pela utilização da rede RBF.

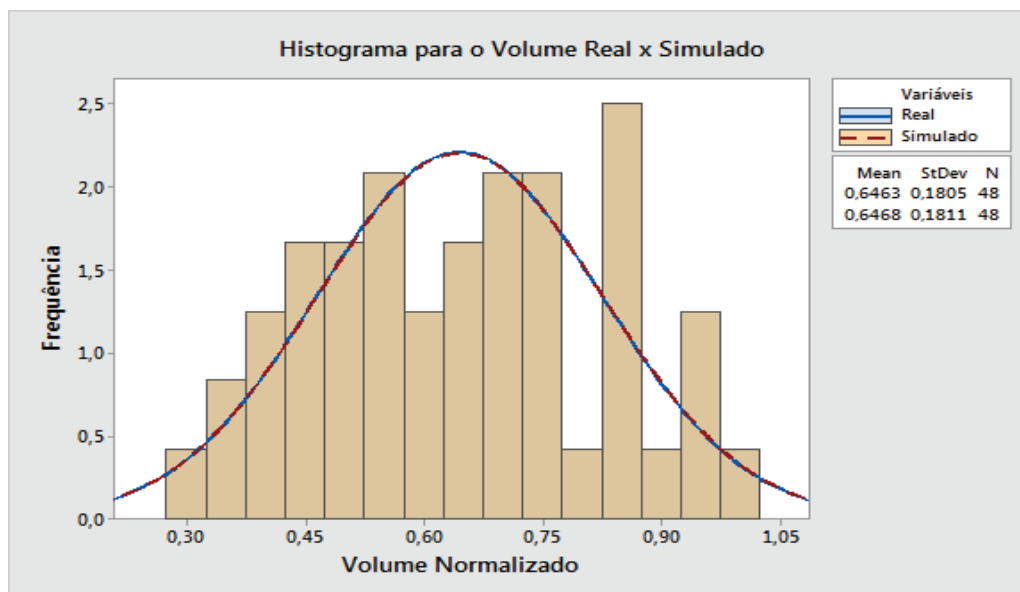


Figura 4. Histograma a respeito da média e desvio padrão para os dois resultados obtidos na fase de testes.



frequências e a própria curva normal se aproximam muito da igualdade, ficando muito difícil observar as duas linhas e os dois histogramas. O que comprova isto são os valores encontrados para o desvio padrão e a média para ambos os casos. Para o SisPinus, o desvio padrão foi 0,1811 e a média 0,6468, ao passo que para a RBF os resultados foram 0,1805 para o desvio e 0,6463 para a média.

Conclusões

O software *Matlab* mostrou-se eficiente para a construção e implementação de uma rede do tipo RBF orientada para a prognose de volume de madeira de desbaste e colheita final de plantações de *Pinus taeda*. O procedimento contou com a “alimentação” de 98 instâncias normalizadas no intervalo [0, 1] para o aprendizado da rede e com 48 instâncias para a fase de testes.

Os valores simulados pela metodologia apresentada apresentaram forte convergência com os valores originais gerados pelo SisPinus. Os erros quadráticos foram extremamente baixos para o conjunto de treinamento e para o conjunto de teste, consolidando que a abordagem de Redes de Bases Radiais pode ser uma excelente ferramenta para a prognose de volume de plantações de *Pinus taeda*, com elevado potencial para aplicação em plantações de outras espécies.

Referências

BINOTI, M. L. M. S.; BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G. Aplicação

de redes neurais artificiais para estimação da altura de povoamentos equiâneos de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 639-645, 2013. DOI: 10.1590/S0100-67622013000400007.

BINOTI, M. L. M. S.; BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G.; GARCIA, S. L. R.; FERREIRA, M. Z.; RODE, R.; SILVA, A. A. L. Redes neurais artificiais para estimação do volume de árvores. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 283-288, 2014. DOI: 10.1590/S0100-67622014000200008.

CORDEIRO, M. A.; PEREIRA, N. N. J.; BINOTI, D. H. B.; BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G. Estimativa do volume de *Acacia mangium* utilizando técnicas de redes neurais artificiais e máquinas vetor de suporte. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, p. 255, 2015. DOI: 10.4336/2015.pfb.35.83.596.

GORGENS, E. B.; LEITE, H. G.; GLERIANI, J. M.; SOARES, C. P. B.; CEOLIN, A. Estimação do volume de árvores utilizando redes neurais artificiais. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1141- 1147, 2009. DOI: 10.1590/S0100-67622009000600016.

LEITE, H. G.; SILVA, M. L. M.; BINOTI, D. H. B.; FARDIN, L.; TAKIZAWA, F. H. Estimation of inside-bark diameter and heartwood diameter for *Tectona grandis* Linn. trees using artificial neural networks. **European Journal of Forest Research**, v. 130, n. 2, p. 263-269, 2011. DOI: 10.1007/s10342-010-0427-7

MOTA, J. F.; SIQUEIRA, P. H.; SOUZA, L. V.; VITOR, A. Uma rede neural de base radial baseada em computação evolucionária. In: IBERIAN LATIN-AMERICAN CONGRESS ON COMPUTATIONAL METHODS IN ENGINEERING, 32., 2011, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: [s.n.], 2011.

OLIVEIRA, E. B. de. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 68 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

VENDRUSCOLO, D. G. S.; DRESCHER, R.; SOUZA, H. S.; MOURA, J. P. V. M.; MAMORÉ, F. M. D.; SIQUEIRA, T. A. da S. Estimativa da altura de eucalipto por meio de regressão não linear e redes neurais artificiais. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 33, n. 4, p. 556-569, 2015.



Viabilidade econômica e efeito de fósforo no crescimento inicial de plantações de clones de *Eucalyptus urophylla* s. t. blake x *Eucalyptus grandis* hill ex maiden, no Estado de Paraguari, Paraguay

Gonzalo Fabián Agüero Sosa¹; Angela María Torales Flor²; Maria Laura Quevedo Fernandez³; Carlos Leguizamón⁴; William Tomaz Folmann⁵

¹Engenheiro Florestal, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, gonzaloaguero179@gmail.com; ²Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, angelatoralesflor@gmail.com; ³M Sc. Engenheira Florestal, professora-pesquisadora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ⁴Dr. Engenheiro-agrônomo, professor da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, carlos.leguizamon@agr.una.py; ⁵Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: Fósforo é um dos macronutrientes mais importantes para as plantas, bem como sendo um dos mais difíceis de obter, sua disponibilidade para as culturas é baixa devido à sua alta capacidade de reação do solo. Deficiência de fósforo nos solos da região oriental do Paraguai afeta a produtividade de projetos de reflorestamento com *Eucalyptus* spp. Portanto, é importante conhecer e considerar os parâmetros técnicos e econômicos do fósforo de uma plantação florestal.

Palavras-chave: Plantio; Nutrição de plantas; Adubação fosfatada.

Introdução e objetivos

No Paraguai, os investimentos florestais são de grande interesse. Devido as condições edáficas e climáticas favoráveis do país, as plantações apresentam baixo risco biológico e econômico. No entanto, hoje existem muitas pesquisas sobre o uso de fertilizantes em plantações florestais, seu uso eficiente, seu lucro e produtividade em relação a custo. A crescente demanda por energia da madeira e a alta taxa de desmatamento, faz com que as florestas plantadas sejam uma das alternativas mais viáveis para atender aos requisitos do consumo de biomassa no país.

Os solos ad região Oriental do Paraguai, normalmente apresentam deficiência nos níveis de P disponível, uma vez que este nutriente é facilmente fixado às partículas do solo, tanto em pH ácido como alcalino (FATECHA, 2004). Por este motivo, é importante realizar estudos sobre a fertilização de P em plantações florestais, para saber a dose correta a ser aplicada também para saber a máxima eficácia das aplicações sem aumentar ou chegar a custos muito elevados.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a viabilidade financeira e o efeito da dose de fósforo no crescimento inicial de plantações de *Eucalyptus urograndis*, no Estado de Paraguari, Paraguai.

Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada na empresa agropecuária R5 SA, distrito de Paraguari. A implementação da pesquisa ocorreu em novembro de 2015; analisando o comportamento de clones de *E. Urograndis* de código A08, com uma altura média de 18 cm da base do talo, com um espaçamento de 4 m x 2 m (1.250 plantas/ha).

O desenho experimento adotado foi o de blocos ao acaso, contendo 5 tratamentos e 3 repetições, as unidades experimentais foram instaladas por sorteios. No total 15 unidades experimentais foram instaladas, contendo 36 plantas em parcelas de forma retangular de 12 m de largura x 24 m de comprimento (288 m² de superfície). Os tratamentos consistiram na aplicação de doses de fósforo (P₂O₅), como pode ser visto na Tabela a seguir.

Doses de nutrientes por tratamento.

Tratamento	Quantidade de nutrientes kg ha ⁻¹ por tratamento		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T1	60	0	50
T2	60	25	50
T3	60	50	50
T4	60	75	50
T5	60	100	50



A fertilização foi realizada de forma localizada, em buracos localizados a 15 cm em ambos os lados da planta; isto para que seja possível distribuir a aplicação dos fertilizantes em 50% para cada buraco. A ordem de aplicação foi de N, P e K e, seguido de fechar os buracos, para evitar a perda de fertilizantes.

Para a medição do DAC variável, foi usado um paquímetro digital, para a variável DAP; utilizou-se fita diamétrica, para a altura total utilizou-se a vara altimétrica, levando em consideração as alturas totais de indivíduos dentro das parcelas.

As medições das variáveis foram realizadas aos 6 e 12 meses do plantio, que correspondeu aos meses de junho e dezembro do ano de 2016. Com as variáveis medidas (DAC e altura) foi estimado o fator de produtividade (DAC²*altura), que é um bom indicador da biomassa alcançado por árvores em um período de crescimento inicial (SANDOVAL, 1997). Em cada parcela foram avaliados 16 indivíduos de 36 indivíduos fertilizados que compõem a parcela, deixando uma linha de planta em cada lado para evitar o efeito de borda que pode ocorrer.

Foi feita a comparação das médias obtidas da DAC, altura e fator de produtividade, entre tratamentos e entre medições. Os valores obtidos foram submetidos a uma de análise de variância de 5% de probabilidade de erro.

Para estimar a viabilidade financeira da aplicação de diferentes doses de fósforo em plantações florestais com finalidade energética de ciclos curtos e condução de rebrota, a metodologia baseou-se na preparação do fluxo de caixa, indicando os custos e receitas estimados (foi usada a medição do DAP em 12 meses e o programa SISEucalipto para estimar o volume do ano 5). Estimou-se indicadores econômicos como o valor presente líquido, taxa interna de retorno e a relação benefício/custo.

Então, o projeto que apresenta VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, considerando o melhor, aquele que apresenta maior VPL. A equação que o define é:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^j - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j$$

Em que: VPL = Valor Presente Líquido; C = Valor presente dos custos; i = Taxa de juros, j = Duração do investimento.

Enquanto para a TIR, se esta fosse maior que a taxa de desconto exigida pelo projeto de investimento, entende-se que o projeto é mais viável. Formula:

$$\sum_{j=0}^n R_j(1+TIR)^j = \sum_{j=0}^n C_j(1+TIR)^j$$

Em que, R_j = valor presente das receitas, C_j = valor presente dos custos, i = taxa de juros, j = período em que as receitas e os custos ocorrem, n = número máximo de períodos.

Na relação benefício custo, um projeto é economicamente viável quando a relação R b/c for maior a 1.

$$R \text{ b/c} = \frac{\sum_{j=0}^n I_j(1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j}$$

Em que: R_j = valor presente das receitas; C_j = valor presente dos custos; i = taxa de juros; j = período em que as receitas e os custos ocorrem; n = número máximo de períodos.

Resultados e discussões

No que diz respeito as medições do diâmetro à altura do pescoço, tomada na base do tronco em 6 e 12 meses de plantio, as médias foram obtidas por árvore e tratamento observado na Tabela 1. Bem como a análise de variância, que demonstram que diferenças significativas lá são nenhum.

Tabela 1. Média de DAC por cada tratamento.

Doses P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	DAC (mm)	
	Medição 6 meses	Medição 12 meses
0 (T1)	44,59 ns	72,28 ns
25 (T2)	45,00	76,32
50 (T3)	45,4	72,26
75 (T4)	45,23	75,21
100 (T5)	48,48	79,57
Média	45,74	75,13

ns, as medias não são significativamente diferentes na coluna ao 5% de probabilidade de erro (p<0,05).

Na primeira medição para os 6 meses de plantio, foi gravado o mais alto valor da média DAC para tratamento 5, com um DAC de 48,48 mm e o menor DAC registrado para o tratamento 1, com um valor de 44,59 mm onde há uma diferença de 8,02% entre ambos os tratamentos.

Para a segunda medição após 12 meses do plantio, foram identificados o maior valor DAC médio no tratamento 5 com um 79,57 mm DAC e o valor mais baixo para o tratamento 3 com um DAC de 72,26 mm, observando uma diferença de 9,8% entre ambos os tratamentos.

Os seguintes resultados foram obtidos das médias altura por tratamento, conforme apresentado na Tabela



2; e a análise de variância, onde verifica-se que não existem diferenças significativas, com base em medições realizadas em 6 e 12 meses de plantio.

Tabela 2. Média da alturas totais por tratamento.

Dosis P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	Altura (m)	
	6 meses	12 meses
0 (T1)	2,44 ns	4,84 ns
25 (T2)	2,56	5,14
50 (T3)	2,56	4,8
75 (T4)	2,57	4,96
100 (T5)	2,99	5,37
Média	2,62	5,02

ns, as medias não são significativamente diferentes na coluna ao 5% de probabilidade de erro (p<0,05).

Na primeira medição aos 6 meses de plantio, registrou-se um valor mais alto na estatura média para o tratamento 5 com altura total de 2,99 m e o menor valor para o tratamento 1 com uma altura média de 2,44 m, apresentando uma diferença de 18,3% entre os dois tratamentos.

Na segunda medição feita aos 12 meses de plantio, registrou o valor mais alto de estatura média para tratamento 5 5,37 m de altura e o menor valor para o tratamento 3 com uma altura média de 4,80 m, apresentando 10,74% de diferença entre os dois valores.

Os resultados do fator de produtividade para cada tratamento são mostrados na tabela a seguir.

Tabela 3. Média de valores de fator de produtividade por tratamento.

Dosis P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	Factor de productividad (cm ³)	
	6 meses	12 meses
0 (T1)	5.281,63 ns	25.810,25 ns
25 (T2)	5.552,22	31.911,56
50 (T3)	5.399,81	25.250,92
75 (T4)	5.527,74	28.851,39
100 (T5)	7.187,59	34.398,22
Promedio	5.789,80	29.244,47

ns, as medias não são significativamente diferentes na coluna ao 5% de probabilidade de erro (p<0,05).

Estimativas obtidos para o fator médio de produtividade de cada tratamento foi observado tratamento 5 tem os maiores valores nas duas medições, em 6 e 12 meses de plantio, respectivamente, com 7,029 cm³ e 34,027 cm³.

• Viabilidade financeira

Na Figura 1, é apresentado os valores de VPL para cada tratamento, em resposta a diferentes doses de fertilizantes fosfatados, para o primeiro ciclo de aproveitamento e condução de rebrote para os ciclos seguintes.

VPL para os 5 tratamentos com ciclo de corte e condução de rebrote.

Note-se que para o primeiro ciclo (0-5 anos) o projeto mostra-se não viável, verificando que o tratamento 5 apresentou valores negativos \$565/ha e US\$511/ha para o tratamento 1, onde o tratamento 5 tem uma diferença de 10% com tratamento 1.

Da mesma forma, é anotado para o ciclo de 0 - 10 anos que inclui condução de rebrota na idade 5, que o projeto mantém-se inviável, com valores negativos de 91 US\$/ha para o tratamento 2 e - 71 US\$/ha para o tratamento 5, com um aumento de 22% para o tratamento 5. Para o ciclo de 0 - 15 anos, que inclui condução de rebrota aos 5 e 10 anos, o projeto se torna viável, onde mostra que o tratamento 3 apresenta valores de US\$208/ha e 375 US\$/ha correspondente ao tratamento 5 o mesmo com um aumento de 44,5% com respeito ao tratamento 3.

Na relação benefício/custo é verificado a eficiência financeira do projeto, onde se analisou a relação entre o custo atualizado e renda atualizada.

Relação benefício /custo dos tratamentos e condução de rebrote.

Para o projeto de plantio para fins energéticos; com um ciclo de corte de 5 anos observa-se que a relação B/C para o tratamento 1 foi de 0,82, para o tratamento 4 foi de 0,81, sendo mínima diferença. Portanto, o projeto não é viável, considerando que os valores são menores que 1.

Para o ciclo de 0 - 10 anos obteve-se relação B/C de 0,98 para tratamento 5 e 0,97 para tratamento 3. Em termos do ciclo de 0 - 15 anos, observam-se 1,07 para o tratamento 5 e 1,04 para valores de tratamento 4. Deve ser destacado que o projecto, para o ano de 0-10 ciclo, é inviável; por outro lado; para a curva curta de 0 - 15 anos é viável.

Quanto a TIR, este item observa-se a taxa de desconto que faz com que o valor presente das receitas iguale-se ao valor presente dos custos; como é mostrado na Figura a seguir.

Taxa interna de retorno para os 5 tratamentos e diferentes ciclos.

Para plantios para fins energéticos com ciclo curto de 5 anos, o projeto apresentou-se inviável; com uma TIR negativa de 1,3% para o tratamento 2 (menor valor) e - 1,1% para os tratamentos 1, 3 e 5. As variáveis dos

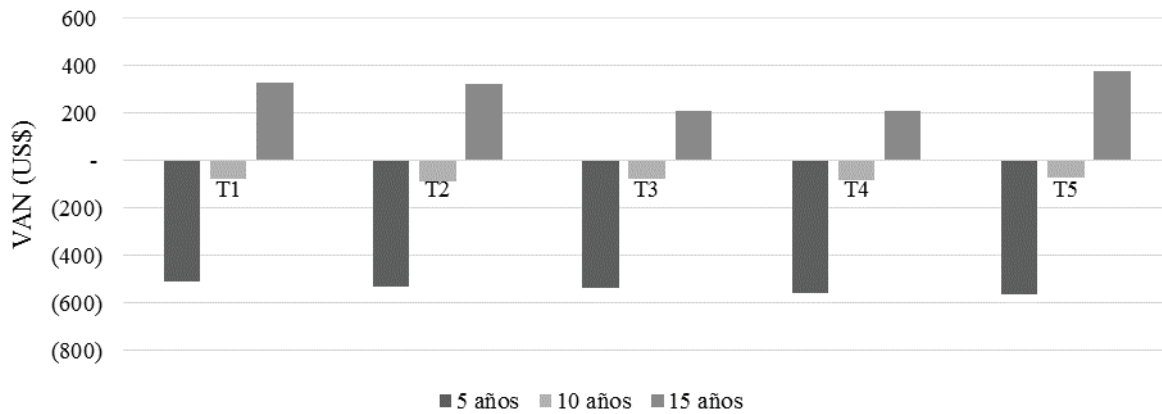


Figura 1. VPL para os 5 tratamentos com ciclo de corte e condução de rebrote.

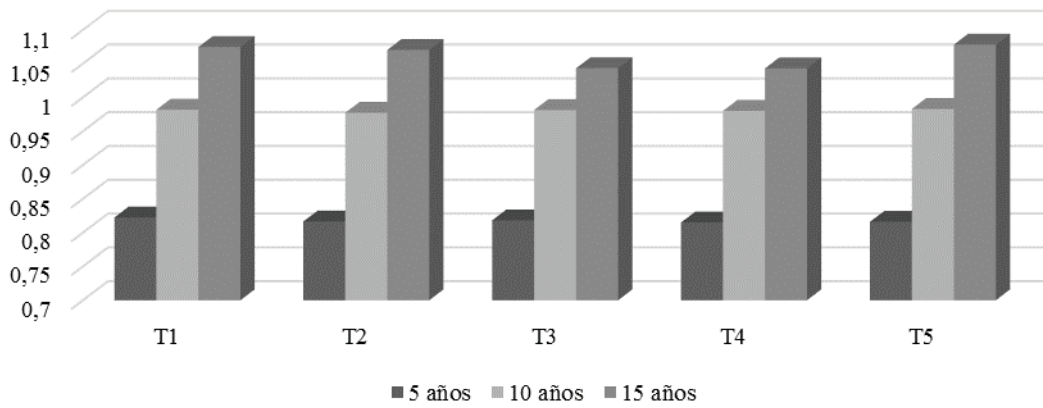


Figura 2. Relação benefício/custo dos tratamentos e condução de rebrote.

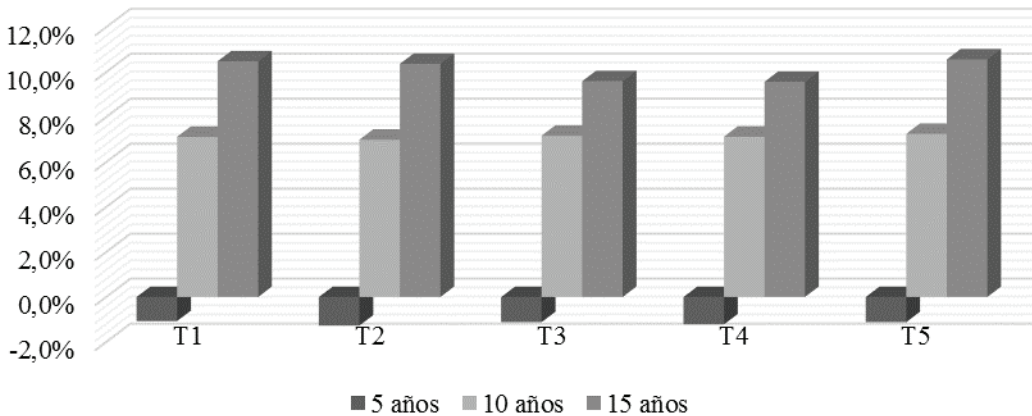


Figura 3. Taxa interna de retorno para os 5 tratamentos e diferentes ciclos.

custos baseiam-se principalmente em diferentes doses de fertilizante aplicado. Para o ciclo de 10 anos, observa-se um valor de 7,0% para tratamento 2 TIR e uma TIR de 7,3% para o tratamento 5. Durante este período o projeto se torna viável. Durante o período de 0 - 15 anos, mostra uma TIR de 9,6% para o tratamento 3 e 10,6% para o tratamento 5, o que garante a viabilidade do projeto

Conclusões

Em termos de dados obtidos em comparação dendrométrica de diferentes doses de fosforo e avaliação financeira de *Eucalyptus urograndis*, afirma-se que tratamento 5 foi quem obteve valores médios mais elevados em relação ao DAC; altura e fator de produtividade nos dois períodos de fator de



medição. O tratamento 1 ao contrário apresentou-se os menores valores de DAC; altura e produtividade no mesmo período de medição. A diferença em produtividade entre os dois tratamentos em valores de porcentagem é 30,9% e 26,7% para 6 e 12 meses respectivamente.

Em termos de estimativas financeiras; o projeto do primeiro ciclo de curto apresentou-se inviável, como indicadores de VAN, TIR e R b/c apontaram valores inferior aos esperados. Já para o segundo ciclo de corte; o projeto continua a apresentar valores muito baixos, no que diz respeito a VPL e a relação benefício/custo. Desde quando o VPL é negativo, o projeto

não é viável, e quando a R b/c é menor que 1. Por outro lado; a TIR apresentou valores de porcentagem positiva. Finalmente, para o terceiro ciclo de curto; o projeto torna-se viável em todos os indicadores financeiros.

Referencias

FATECHA, D. **Clasificación de la fertilidad, acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la Región Oriental del Paraguay**. 2004. 104 f. (Tesis de Grado) - Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Asunción.



Desempenho de espécies florestais em diferentes arranjos de integração lavoura pecuária floresta em Barra-do-Garças, MT

Helio Tonini¹; Flavio Jesus Wruck²; Marina Moura Morales³; Elenice Pinto Correa⁴;
Pedro Eduardo de Oliveira Zmora⁴

¹Doutor em Ciências Florestais, Pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, helio.tonini@embrapa.br; ²Mestre em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa agrossilvipastoril, Sinop, MT, flavio.wruck@embrapa.br; ³Doutora em Agronomia, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR, marina.morales@embrapa.br; ⁴Estudante de graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, eduardo.zmora_mt@hotmail.com, elenice.correa20@outlook.com

Resumo: Foram avaliadas nove espécies/materiais genéticos florestais em dez arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta em Barra do Garças na região Nordeste do estado do Mato Grosso. Os dados foram coletados em uma Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Instalada em parceria com o Grupo Agropecuária Fazenda Brasil no ano de 2010 e os dados avaliados em 2017, estando as árvores com 76 meses de idade. Observou-se superioridade de crescimento e produção para os arranjos que utilizaram materiais clonais de eucalipto.

Palavras-chave: Sistemas agrossilvipastoris; Produção florestal; *Eucalyptus*.

Introdução e objetivos

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de espécies florestais plantadas em diferentes arranjos em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta se destacam como uma proposta dinâmica de manejo integrado e sustentável do solo com objetivo de produzir, em uma mesma área, madeira, grãos, carne ou leite (MACEDO et al., 2010). Nos últimos anos, ocorreu um aumento considerável na adoção de sistemas ILPF no país que soma uma área de 11,5 milhões de hectares. Em Mato Grosso a área utilizada com algum tipo de sistema de integração é de 1,5 milhão de hectares, ou seja 13% do total nacional, porém, estima-se que em apenas 10% desta área, o componente florestal está presente (FARIA, 2016).

Segundo Dias Filho e Ferreira (2008), as barreiras para a introdução de árvores nos sistemas agropecuários convencionais são: econômicas (investimentos de capital, tempo e mão-de-obra aliado ao baixo retorno financeiro nos primeiros anos após a implantação); operacionais (maior complexidade, o que requer mão-de-obra de maior capacitação pois demandam maior quantidade de decisões de manejo) e culturais (envolvem o desconhecimento dos benefícios que as espécies arbóreas poderiam oferecer a propriedade rural). Outro fator de risco está relacionado à escolha das espécies arbóreas para compor o sistema que está associado ao plantio de espécies inadequadas ou que podem se tornar economicamente desinteressantes com

o passar do tempo e o efeito deletério que a presença das árvores pode causar à pastagem.

Em Mato grosso, as florestas nativas ainda são a principal fonte de madeira serrada e carvão vegetal, porém, a participação do extrativismo vem diminuindo consideravelmente, com o aumento da oferta de madeira oriunda de plantios florestais. A introdução do componente arbóreo na atividade agropastoril, poderá aumentar a oferta de madeira e ao mesmo tempo ocasionar uma complementação de benefícios, uma vez que a agricultura e a pecuária cobrem o fluxo de caixa negativo no período de maturação do investimento florestal, e este por sua vez, incorpora ao sistema benefícios ambientais importantes do ponto de vista da sustentabilidade ambiental (PORFIRIO-DA-SILVA, 2010).

A silvicultura em mato Grosso se encontra em estado inicial, com uma base florestal plantada ainda incipiente. As informações sobre o desempenho de espécies florestais são escassas e para algumas regiões como nordeste de Mato Grosso inexistentes. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de espécies florestais plantados em diferentes arranjos em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Barra do Garças, MT.

Material e métodos

Os dados foram coletados em uma unidade de referência tecnológica implantada pela Embrapa



em parceria com a Agropecuária Fazenda Brasil no município de Barra-do-Garças em Mato Grosso (Figura 1), nas coordenadas geográficas 14°59'25,34"S e 52°16'21,05" com área total de 100 ha.



Figura 1. Localização geográfica do estado, município e área de estudo.

O município encontra-se na porção sudeste do estado de Mato Grosso (Figura 1), em área de transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica. A região é dominada por fisionomias savânicas e florestais típicas do bioma cerrado (MARACAHIPES et al., 2011). Segundo Souza et al. (2013), o clima regional é o tropical de Savana (Aw) com duas estações bem definidas de seca (maio a setembro) e chuvosa (outubro a abril).

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta foi implantado em dezembro de 2010, com plantio das mudas das espécies florestais realizado após as

operações de demarcação e dessecação da área e logo após a aplicação de herbicida em pós emergência na cultura da soja. A adubação de plantio (base) das espécies florestais consistiu na aplicação de 70 kg ha⁻¹ de fosfato super triplo (cerca de 28 kg ha⁻¹ de P₂O₅) distribuído na linha de plantio, mais 100 g cova⁻¹ da fórmula NPK 06-30-06. Três meses após o plantio foi realizada uma adubação de cobertura utilizando a fórmula 12-00-24 com 1,15% de Boro com aplicação manual na área de projeção da copa das plantas, na dose de 110 g planta⁻¹.

Foram avaliados cinco materiais genéticos de eucalipto e quatro espécies florestais, sendo duas nativas da região de cerrado, plantadas em 10 arranjos (Tabela 1). Para a seleção dos materiais, levou-se em consideração a tolerância à seca e a disponibilidade em viveiros na região. Os arranjos seis a dez foram mistos, sendo o seis composto por um plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *Acacia mangium* na proporção de 1:1 ou 50% eucalipto e 50% acácia intercalando as plantas nas linhas de plantio. No arranjo sete e oito intercalou-se renques dos dois clones selecionados; no nove foram intercalados renques de um clone de híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Tectona grandis*, e no arranjo dez duas espécies nativas do cerrado.

Em cada arranjo de plantio foram coletados dados de crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP em cm) e altura (m), volume individual e por unidade de área (ha) e mortalidade. Os dados de crescimento foram obtidos em 18 parcelas permanentes instaladas no centro de dois renques centrais. Estabeleceu-se um número mínimo de 30 plantas por material genético por parcela em cada arranjo e para isto as áreas das parcelas

Tabela 1. Espécies e arranjos avaliados na Fazenda Brasil no município de Barra-do-Garças em Mato Grosso.

Arranjo	Espécie(s)	Número de linhas no renque	Espaçamento entre renques (m)	Espaçamento na linha e entre linha das árvores (m)	Árvores ha ⁻¹	Área ocupada pelo componente florestal (%)
1	CL01	3	23	3 x 2	517	27,6
2	URC	2	23	3 x 2	385	19,2
3	GRC	2	23	3 x 2	385	19,2
4	CAM	2	23	3 x 2	385	19,2
5	TEC	2	23	3 x 2	385	19,2
6	CAM E AMG	3	23	3 x 2	517	27,6
7	CL1 E CL2	1	23	2	217	8,7
8	CL1 e TEC	1	10	2	500	20,0
9	CL1 E CL2	1	8	2	625	25,0
10	JAT e QAT		23	3 x 2	517	27,6

Em que: CL1 = clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (nome comercial H13); URC = *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis* (híbrido seminal); GRC = *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (híbrido seminal); CAM = *Eucalyptus camaldulensis*; AMG = *Acacia mangium*; TEC = *Tectona grandis*; CL2 = clone de *Eucalyptus urophylla* (nome comercial GG100); JAT = *Hymenaea courbaril* (jatobá); QAT = *Astronium graveolens* (guarità).



variaram entre 114 m² a 360 m² medidas em quatro ocasiões aos 31, 51, 63 e 76 meses. Para a análise do crescimento em diâmetro e altura foi ajustado o modelo de Chapman-Richards pelo algoritmo de Marquardt e posteriormente obtidos os incrementos médios anuais em diâmetro (IMA_d) e altura (IMA_h).

A mortalidade e o volume (ha) foram obtidos aos 76 meses, a partir da cubagem rigorosa de três árvores de diâmetro médio quadrático por espécie e arranjo, empregando-se o método de Smalian. A mortalidade em porcentagem foi obtida a partir da contagem de falhas e árvores mortas em todos os renques. As variáveis foram comparadas pela análise das curvas de incremento e com o emprego do teste t, no caso da comparação entre grupos.

Resultados e discussão

Aos 76 meses o incremento médio anual em diâmetro (IMA_d) variou entre 1,3 a 4,4 cm e o incremento médio anual para a altura total (IMA_h) entre 0,98 m a 4,6 m, sendo a melhor performance observada para os materiais clonais de eucalipto, nos arranjos 7,8 e

9 (Figura 2). Os menores valores foram observados para as espécies nativas com IMA_d variando entre 0,28 cm a 0,78 cm, Ima_h entre 0,77 m a 0,86 m. Entre os materiais de eucalipto, o *Eucalyptus camadulensis* foi o que apresentou menores incrementos em diâmetro, altura e, de forma geral, o Ima_d e IMA_h médios para os clones (3,8 cm e 4,0 m) foram superiores, aos materiais oriundos de sementes (3,0 cm e 3,0 m) com T₍₈₎ = 2,69; p = 0,014 e T₍₈₎ = 3,71; p = 0,003, respectivamente.

A mortalidade variou entre os arranjos de plantio e o material genético. Na comparação entre os materiais testados CL2 apresentou menor mortalidade (8,5%), sendo bem inferior a observada para CL1 (43,08%). Entre os seminais a menor mortalidade foi observada para o CAM (12,7%) e a maior no híbrido GRC (49,7%). As espécies nativas tiveram uma mortalidade entre 5% a 42,9%, com o QAT, apresentando a menor mortalidade e desempenho no crescimento em diâmetro.

O desenvolvimento das espécies florestais apresenta forte dependência em relação a disponibilidade hídrica e energética do meio ambiente, e na região estudada, o estresse hídrico é o fator que limita o crescimento

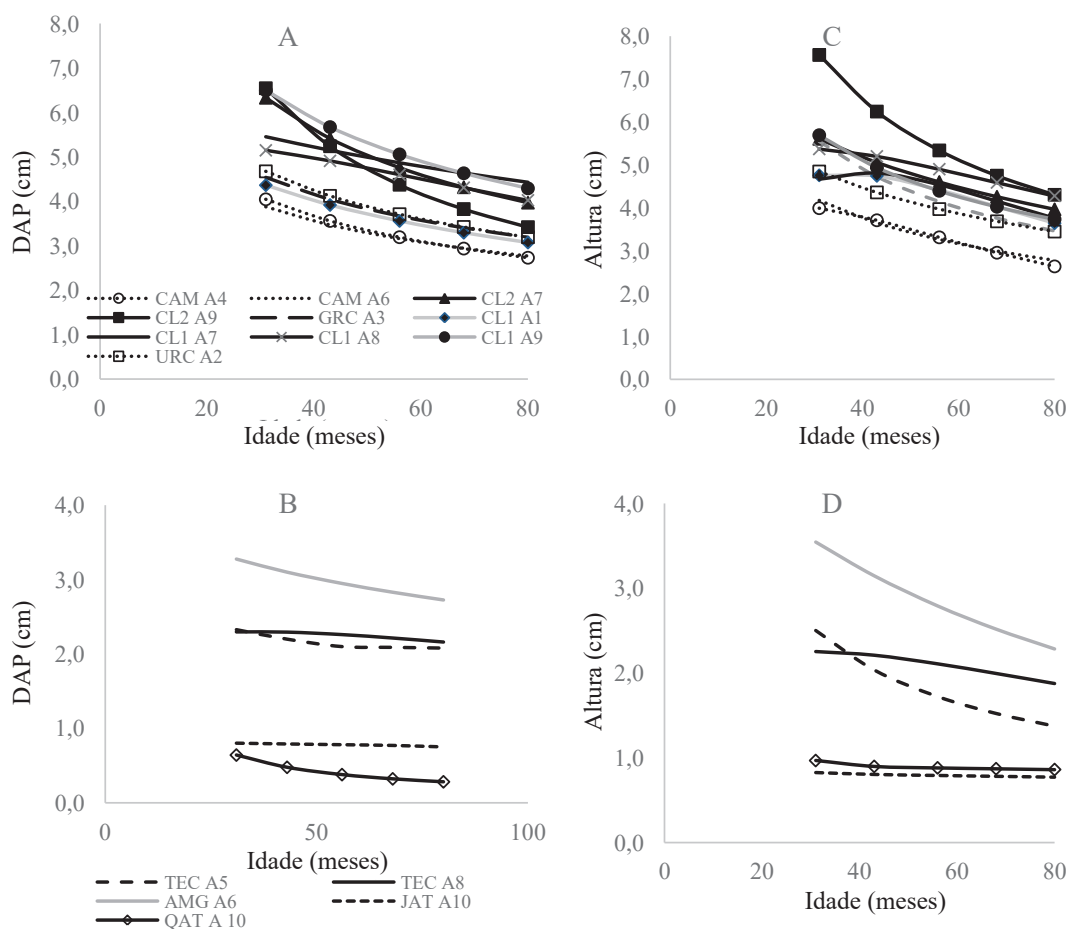


Figura 2. Incremento médio anual em diâmetro (A e B) e altura (C e D) para as espécies e arranjos testados em Barra-do-Garças (MT).



das árvores. A precipitação é um dos fatores que mais influenciam a produtividade do eucalipto (STAPE et al., 2010) e pode ter contribuído para as altas taxas de mortalidade observadas neste estudo. A competição com a soja e eventuais erros na aplicação de herbicidas também podem ter tido algum efeito sobre a mortalidade, uma vez que o eucalipto é muito sensível a competição nos estágios iniciais de crescimento (GONÇALVES et al., 2013).

A maior variabilidade e heterogeneidade na estrutura dos plantios os materiais seminais podem reduzir a produção (STAPE et al., 2010) e parte da maior produção observada nos plantios clonais podem ser atribuídas a maior uniformidade do plantio uma vez que não houve diferença estatística significativa na sobrevivência entre matérias clonais e seminais ($T_{(8)} = 0,17$; $p = 0,43$).

Segundo Gonçalves et al. (2013), o emprego de clones de híbridos é vantajoso em relação ao plantio de materiais monoespecíficos oriundo de sementes ao possibilitar a fixação de combinação genéticas favoráveis como qualidade da madeira e adaptabilidade ao sítio. No entanto são poucos plásticos na comparação com os propagados por sementes devido a menor diversidade, ao maior risco devido à restrição da base genética, a necessidade de investimento contínuo em programas de melhoramento para gerar novos clones e um maior risco de incompatibilidade genética com o sítio.

O crescimento e a mortalidade de CAM não foi influenciado pelo arranjo de plantio $IMA_d = 3,3$ cm $T_{(8)} = 0,14$, $p = 0,44$ e $IMAh = 3,3$ m $T_{(8)} = 0,14$, $p = 0,44$, ou seja, não houve efeito do espaçamento e do consórcio com AMG. Em plantios mistos, autores como Laclau et al. (2008) também observaram que o crescimento do eucalipto (no caso *E. grandis*), não foi influenciado pela presença da *Acacia mangium* que rapidamente foi suprimida pelo eucalipto. Aos 76 meses de idade o crescimento em altura do CAM foi

2,9 metros superior ao da AMG, que produziu 38% do volume total no arranjo (Figura 4).

O desempenho da teca também não foi influenciado pelo arranjo de plantio $IMA_d = 2,2$ cm $T_{(8)} = 1,57$, $p = 0,07$ e $IMAh = 2,0$ m $T_{(8)} = 1,21$, $p = 0,13$. A teca é altamente responsiva a qualidade do sítio e as condições de crescimento, sendo que maiores rendimentos podem ser esperados em ambientes apropriados sujeitos a tratamentos silviculturais adequados (SHIMIZU et al., 2008). Na comparação com o eucalipto, o cultivo da teca exige maiores cuidados e investimentos em termos de seleção de áreas e tratos culturais como calagem adubação, desbastes e desramas. No entanto, o valor comercial da madeira, normalmente, justifica maiores investimentos para propiciar melhores condições de crescimento para a espécie.

A produção volumétrica (ha) nos arranjos aos 76 meses variou entre 7,47 a 113,3 $m^3 ha^{-1}$ sendo a maior observada no arranjo 1 e a menor no 10 (Figura 3). A maior produção madeireira no arranjo 1 se justifica pelo maior número de árvores por hectare e o material genético empregado. Já no arranjo 10 apesar da alta densidade inicial de árvores o ritmo de crescimento das espécies nativas mostrou-se mais lento influenciando negativamente a produtividade na idade avaliada.

A definição do melhor arranjo espacial e espécie irá depender diretamente dos objetivos de produção. Em sistemas de ILPF que priorizam a produção madeireira ou o sombreamento para os animais o arranjo 1 poderia ser adotado. Se o objetivo principal for a produção de grãos e carne, deve-se adotar maiores distâncias entre os renques e um menor número de linhas de árvores (FERREIRA et al., 2014), e neste caso, o arranjo sete seria o mais eficiente pois apresentou a maior relação volume produzido e área ocupada pelo componente florestal. A participação percentual por espécie nos arranjos mistos pode ser observada na Figura 3.

Apesar de apresentarem crescimento mais lento, o desenvolvimento de modelos de plantio que

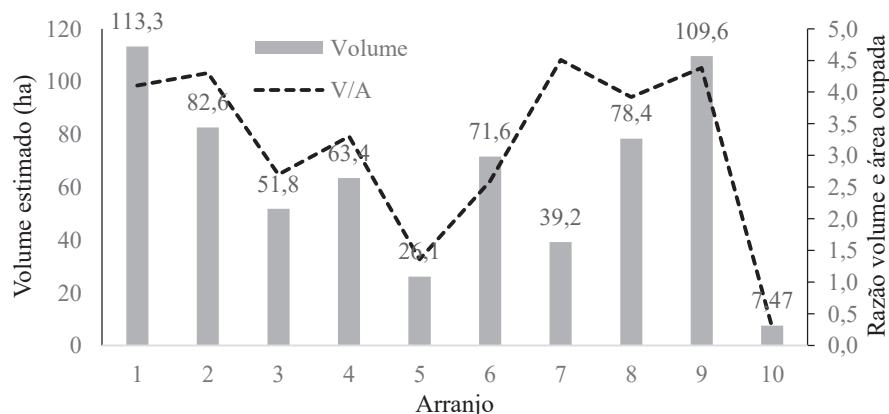


Figura 3. Volume estimado ($m^3 ha^{-1}$) e a razão entre o volume produzido e área ocupada pelo componente florestal nos arranjos avaliados.

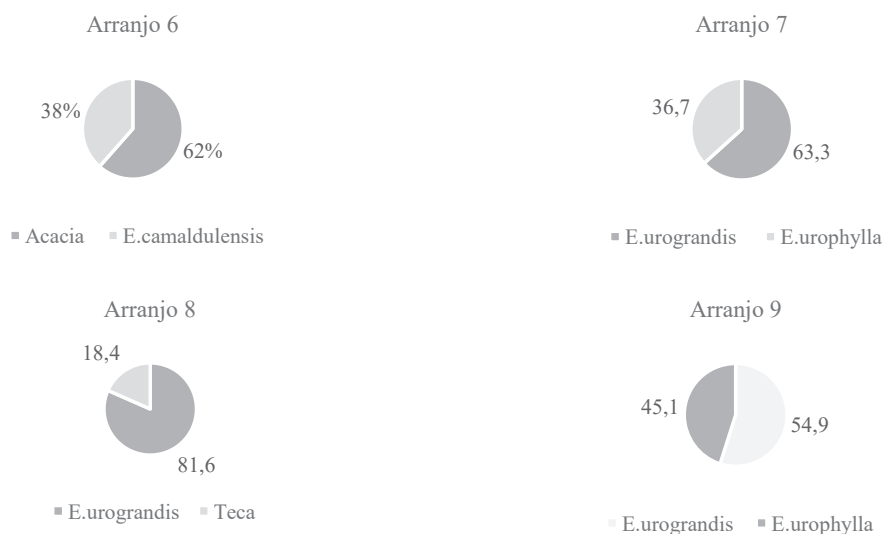


Figura 4. Participação (%) da espécie/material genético no volume estimado por hectare nos arranjos mistos avaliados.

empreguem aflora nativa em ILPF devem ser implementados, pois aumentaria a diversidade de espécies utilizadas, reduzindo riscos biológicos. Segundo Montagnini e Jordan (2005) e Erskine et al. (2005), o plantio com espécies nativas pode ser mais apropriado devido a preservar a diversidade genética local; servir como habitat a fauna; as sementes ou outros propágulos estarem localmente disponíveis e os produtores estarem familiarizados com o seu uso e a reposição da madeira de alto valor comercial oriunda de florestas nativa. No entanto, existem algumas desvantagens no seu emprego como as incertezas em relação as taxas de crescimento e adaptação das espécies as condições de solo fora de sua região de origem; a falta de informações silviculturais; a grande variabilidade de performance; a dificuldade de obtenção de sementes melhoradas geneticamente e com certificado de origem e o alto risco de incidência de pragas e doenças.

Conclusões

Observou-se superioridade de crescimento e produção para os arranjos que utilizaram materiais clonais de eucalipto. Para os materiais clonais testados, o arranjo em linhas triplas em espaçamento de 23 m x 3 m x 2 m produziu um maior volume por unidade de área. No entanto, o emprego de linhas simples em espaçamento de 23 m x 2 m foi mais eficiente em relação ao volume produzido pela área ocupada pelo componente florestal.

Referências

- DIAS FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. **Barreiras a adoção de sistemas silvopastoris no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 22 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 347).
- ERSKINE, P. D.; LAMB, D.; BORSCHMANN, G. Growth performance and management of a mixed rainforest tree plantation. **New Forest**, v. 29, p. 117-234, 2005.
- FARIA, G. Pesquisa mostra avanço na adoção da ILPF por produtores mato-grossenses. **Notícias: Transferência de Tecnologia**, 6 dez. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18432332/pesquisa-mostra-avanco-na-adocao-da-ilpf-por-produtores-mato-grossenses>>. Acesso em: 20 out. 2017.
- FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; MELOTTO, A. M.; BUNGENSTAB, D. J.; LAURA, V. A. Tree management and wood properties in integrated crop-livestock-forestry systems with Eucalyptus. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Technical (Ed.). **Integrated crop-livestock-forestry systems: a Brazilian experience for sustainable farming**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 133-154.
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J.-P. D.; LACLAU, J.-P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 6-27, 2013. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.12.030.
- LACLAU, J. P.; BOUILLET, J. P.; GONÇALVES, J. L. M.; SILVA, E. V.; JOURDAN, C.; CUNHA, M. C. S.; MOREIRA, M. R.; SAINT-ANDRÉ, L.; MAQUÈRE, V.; NOUVELLON, Y.; RANGER, J. Mixed species plantations of *Acacia mangium*



and *Eucalyptus grandis* in Brazil. Growth dynamics and above ground net primary production. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 12, p. 3905-3917, 2008. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.10.049.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agrofloreais**: Lavras: Ed. da UFPA, 2010. 331 p.

MARACAHIPES, L.; LENZA, E.; MARIMON, B. S.; OLIVEIRA, E. A.; PINTO, J. R. R.; MARIMON- JUNIOR, B. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotrópica**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2011. 10.1590/S1676-06032011000100013.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. F. **Tropical forest ecology**. Heidelberg: Springer, 2005. 295 p.

PORFIRIO-DA-SILVA, W.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies**

floreais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 48 p.

SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRA, J. V. **Diagnósticos de plantios florestais em Mato grosso 2007**. Cuiabá: Central de Texto, 2007. 63 p.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEL, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M.; LIMA, A. M.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; SILVA, G.; ANDRADE, H.; ALVES, J. M. The Brazil *Eucalyptus* potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, v. 259, p. 1684-1694, 2010. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.01.012.



Germinação de cinco espécies arbóreas nativas da Amazônia após imersão das sementes em banho de ultrassom

Henrique Nery Cipriani¹; Abadio Hermes Vieira²; Alexandre Martins Abdão dos Passos³;
Isaias dos Santos Baptista⁴; Genaldo de Medeiros Júnior⁴

¹Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, henrique.cipriani@embrapa.br; ²Mestre em Ciências Florestais, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO; ³Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁴Graduando em Engenharia Florestal, Faculdade de Rondônia (Faro), Porto Velho, RO

Resumo: Objetivou-se avaliar o banho de ultrassom na germinação de sementes de sumaúma, óleo-copaíba, copaíba-jacaré, bandararra e tachi-vermelho. Utilizaram-se aparelhos de bancada para aplicar seis tempos de banho de ultrassom: 0, 2, 4, 8, 16 e 32 min. Avaliaram-se a condutividade elétrica, a porcentagem de germinação final, o índice de velocidade de germinação percentual, o tempo médio de germinação e o tempo para a primeira germinação. O ultrassom não influenciou a condutividade ou a germinação das espécies avaliadas, não sendo recomendado para promover a germinação dessas espécies.

Palavras-chave: Sementes florestais; Vigor de sementes; Condutividade elétrica.

Introdução e objetivos

A exploração dos recursos florestais provenientes da floresta amazônica tem levado ao aumento do desmatamento e redução da base genética de algumas espécies (MIRANDA, 2006). O reflorestamento de grandes áreas torna-se cada dia mais necessário, devido à baixa reposição, alta demanda por produtos e subprodutos, e da extinção de grandes populações de espécies florestais (TOVO et al., 2017). Assim, estudos de espécies adequadas ao reflorestamento são necessários, assim como estudos que proporcionem melhorias na produção de mudas para essas espécies.

As copaibas são árvores do gênero *Copaifera* (Fabaceae – Caesalpinioideae), representadas, no Brasil, por nove espécies (MARTINS-DA-SILVA et al., 2008), conhecidas pela produção de óleo com propriedades energéticas e medicinais (PIERI et al., 2009), além de espécies do gênero *Eperua* (Fabaceae – Caesalpinioideae), que também produzem óleo utilizado na medicina popular (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002). Dentre as espécies de copaíba, a *Copaifera langsdorffii* é a mais estudada, sendo considerada adequada para recuperação de áreas degradadas e paisagismo, bem como para fins madeireiros e medicinais (DURIGAN et al., 2002; ROSSI, 2008). Embora menos pesquisada, a *Eperua oleifera*, vulgarmente denominada copaíba-jacaré, também produz óleo com propriedades farmacológicas (ALVES GOMES et al., 2017) e madeira com múltiplos usos (COWAN, 1975; LIMA et al., 2011), merecendo estudos silviculturais.

Há poucos estudos sobre o tachi-vermelho (*Tachigali paniculata*, Fabaceae – Caesalpinioideae), sendo a *T. vulgaris* (tachi-branco) a espécie do mesmo gênero com mais informações disponíveis. As pesquisas com tachi-branco mostram que a espécie é adequada para reflorestamentos para fins de conservação e econômicos (SOUSA et al., 2016). A bandararra, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Fabaceae – Caesalpinioideae), é uma espécie pioneira de rápido crescimento e tolerante a solos pouco férteis, sendo adequada para a recuperação de áreas degradadas (SOUZA et al., 2003). Sua madeira leve e sua principal utilidade é a laminação, porém, pode ser usada na fabricação de papel, entre outros fins (SOUZA et al., 2003; NISGOSKI et al., 2012). A sumaúma (*Ceiba pentandra*, Malvaceae) é uma árvore de grande porte e de crescimento rápido, possui madeira leve para uso em embarcações e caixotaria, por exemplo, além de pluma e óleo nas sementes, com diversas finalidades (SOUZA et al., 2005). Em plantio experimental no campo experimental da Embrapa Rondônia, em Ouro Preto do Oeste, a sumaúma apresentou rendimento volumétrico comparável ao de eucaliptos (VIEIRA et al., 2007).

Estudos demonstram que a aplicação de ultrassom de baixa frequência em meio líquido pode aumentar a taxa de germinação e de crescimento ao facilitar a absorção de água pelas sementes (GORDON, 1963; YALDAGARD et al., 2008). Notou-se ainda que, de acordo com a dosagem aplicada e o tempo do banho, têm-se diferentes graus de influência no processo de



germinação (YOUNESIAN; GHOLIPOOR, 2017). Além de eficiente a técnica não gera resíduos nocivos ao meio ambiente, é rápida e de fácil manipulação. Não foram encontradas informações sobre o efeito dessa tecnologia na germinação de *Copaifera langsdorffi*, *E. oleífera*, *S. parahyba* var. *amazonicum*, *Ceiba pentandra* T. *paniculata*. Destarte, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ultrassom na germinação dessas espécies.

Material e métodos

O experimento foi conduzido de março a dezembro de 2017, no Laboratório de Sementes da Embrapa Rondônia. As sementes de *Ceiba pentandra* (sumaúma) *Copaifera langsdorffi* (óleo-copaíba), *Eperua oleífera* (copaíba-jacaré) e *Tachigali paniculata* (tachi-vermelho) foram adquiridas de uma empresa devidamente registrada. As sementes de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (bandarra) foi fornecida por um produtor local. Previamente ao experimento, realizaram-se testes de germinação para verificar a dormência das sementes, que foi constatada apenas na bandarra. Devido às diferenças entre delineamentos experimentais e aparelhos de ultrassom, as informações da bandarra estão separadas das demais espécies.

• Bandarra

As sementes de bandarra foram submetidas a banhos ultrassônicos com diferentes tempos (2, 4, 8, 16 e 32 min) e potências (30 e 50 W). Estes tratamentos foram aplicados em sementes com quebra de dormência e sem quebra de dormência, resultando num fatorial $(5 \times 2) + 2$, sendo duas testemunhas sem o banho de ultrassom (uma com e outra sem quebra de dormência). O experimento foi realizado com quatro repetições (blocos) com 25 sementes cada. A quebra de dormência foi feita pelo corte de um terço do comprimento da semente com tesoura, do lado oposto ao da radícula.

As sementes foram colocadas em béqueres de vidro contendo 100 mL de água destilada. Os tratamentos de ultrassom foram aplicados com um aparelho de bancada emissor de ultrassom de baixa frequência (50 kHz), com câmara contendo 300 ml de água destilada a temperatura ambiente, na qual eram colocados os béqueres com as sementes.

Após a aplicação dos tratamentos, os conteúdos dos béqueres foram transferidos para copos plásticos descartáveis, que permaneceram por 24 horas em uma câmara B.O.D a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas para avaliação da condutividade elétrica. Em seguida, as sementes foram colocadas germinar em caixas tipo gerbox sobre duas folhas de papel filtro, umedecidas com 3x o seu peso em água destilada, sendo mantidas

em uma câmara B.O.D a 25 °C com foto período de 12 h. A contagem da germinação se iniciou no primeiro dia e foi feita diariamente, até o 15° dia após a entrada na B.O.D.

Ao final do período, calcularam-se porcentagem de germinação final (PG), o índice de velocidades de germinação em porcentagem (IVG%) (BROWN; MAYER, 1988), o tempo médio de germinação (TMG) (LABOURIAU, 1983 citado por RANAL; SANTANA, 2006) e o tempo para a primeira germinação (T0). Os dados de condutividade e germinação foram submetidos ao teste de normalidade de Anderson-Darling e ao teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett. Nos dados que não atenderam aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade foi aplicada a transformação de Box-Cox, com auxílio do software Minitab 17 (MINITAB..., 2010).

Devido ao excessivo número de parcelas sem germinação nos tratamentos sem quebra de dormência, os dados deste grupo foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para os tratamentos com quebra de dormência, prosseguiu-se com a análise de variância e de regressão, a fim de se descrever o comportamento das variáveis avaliadas em função dos tratamentos, utilizando-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011)

• Copaíba-jacaré, óleo-copaíba, sumaúma e tachi-vermelho

As sementes, previamente desinfestadas com água sanitária por 10 minutos, foram lavadas e colocadas dentro de béqueres de vidro contendo 50, 100 ou 150 mL de água destilada, de acordo com a espécie (óleo-copaíba, tachi-vermelho/sumaúma e copaíba-jacaré, respectivamente). Os tratamentos de ultrassom foram aplicados com um aparelho de bancada emissor de ultrassom de baixa frequência (42 kHz), com câmara contendo 1,4 L (para as sementes de copaíba-jacaré) ou 1,0 L (para as demais sementes) de água destilada a temperatura ambiente, na qual eram colocados os béqueres com as sementes. A diferença nos volumes de água deve-se ao tamanho das sementes.

Os tratamentos consistiram de diferentes tempos de banho ultrassônico (0, 2, 4, 8, 16 e 32 minutos). Após a aplicação dos tratamentos, os conteúdos dos béqueres foram transferidos para copos plásticos descartáveis, que permaneceram por 24 horas em uma câmara B.O.D. a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas para avaliação da condutividade elétrica antes de serem semeadas.

Após a avaliação da condutividade as sementes de tachi-vermelho foram colocadas para germinar em caixas tipo gerbox sobre duas folhas de papel filtro, umedecidas com 3x o seu peso em água destilada, sendo mantidas em câmara B.O.D. a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas. As sementes de sumaúma, óleo-copaíba e



copaíba-jacaré foram semeadas em bandejas contendo vermiculita, sendo irrigadas periodicamente com água destilada. A contagem da germinação se iniciou no primeiro dia e foi feita diariamente, até o 21º dia após a semeadura, no caso do tachi-vermelho, até o 28º dia, para a sumaúma, e até o 60º dia, para o óleo-copaíba e a copaíba-jacaré.

Ao final do período determinado para cada espécie, calcularam-se porcentagem de germinação final (PG), o índice de velocidades de germinação em porcentagem (IVG%) (BROWN; MAYER, 1988), o tempo médio de germinação (TMG) (LABOURIAU, 1983 citado por RANAL; SANTANA, 2006) e o tempo para a primeira germinação (T0). Devido a problemas na condução do experimento, apenas a PG foi obtida para o óleo-copaíba.

Os dados de condutividade e germinação foram submetidos ao teste de normalidade de Anderson-Darling e ao teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett. Nos dados que não atenderam aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade foi aplicada a transformação de Box-Cox, com auxílio do software Minitab 17 (MINITAB..., 2010). Prosseguiu-se com as análises de variância e de regressão linear, a fim de se descrever o comportamento das variáveis avaliadas em função dos tratamentos, utilizando-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

• Resultados e discussão

Não foram observadas alterações significativas ($p > 0,05$) na condutividade e na germinação da bandarra, com ou sem quebra de dormência, devido ao banho em ultrassom, independentemente do tempo de exposição e da potência. Sem quebra de dormência, os resultados obtidos para condutividade, PG, IVG%, TMG e T0 foram, respectivamente, $38,43 \mu\text{S cm}^{-1}$ a 25°C ; 1,73%; 0,52% dia^{-1} ; 4,94 dias; e 4,94 dias. Ressalta-se que o TMG e o T0 foram iguais, pois todas as germinações ocorreram no T0, ou seja, 4,94 dias após a semeadura. Por ser uma espécie com dormência tegumentar, os valores observados nos tratamentos com quebra de dormência pelo corte de parte da semente foram

consideravelmente superiores: $863,64 \mu\text{S cm}^{-1}$ a 25°C ; 63,36%; 23,54% dia^{-1} ; 3,07 dias; e 2,02 dias para condutividade, PG, IVG%, TMG e T0, respectivamente. Verificou-se que o ultrassom não promoveu a escarificação das sementes nem a germinação das sementes com quebra de dormência.

O banho em ultrassom não influenciou significativamente ($p > 0,05$) a germinação e o teste de condutividade da copaíba-jacaré, do óleo-copaíba, do tachi-vermelho e da sumaúma (Figura 1). As porcentagens de germinação total (PG) encontradas estão de acordo com o esperado para as espécies, segundo informações do fornecedor, sendo de 87,90%; 44,00%; 41,83% e 28,13% para o tachi-vermelho, a sumaúma, a copaíba-jacaré e o óleo-copaíba, respectivamente. As espécies com maior PG (tachi-vermelho e sumaúma) também foram as de germinação mais veloz. A ausência de efeito do ultrassom na germinação das sementes é corroborada pelo teste de condutividade (Figura 1), que indicou não ter havido efeito do ultrassom na estrutura das sementes, como a escarificação. O valor da condutividade mais elevado para a copaíba-jacaré é devido ao tamanho das sementes, consideravelmente maior que o das demais espécies testadas.

A falta de resultados significativos não deve desestimular as pesquisas com ultrassom na área de sementes florestais, haja vista ser uma técnica com benefícios comprovados em culturas agrícolas (GOUSSOUS et al., 2010). Embora a frequência e os tempos de ultrassom testados estejam de acordo com a maioria dos trabalhos, podem-se realizar novos testes com tempos maiores, como 60 minutos ou mais. Outra possibilidade é trabalhar com sementes deterioradas ou que apresentem poder germinativo naturalmente baixo. Recentemente, verificaram-se melhores respostas do ultrassom em sementes deterioradas ou envelhecidas de *Arabidopsis thaliana* (LÓPEZ-RIBERA; VICIENT, 2017) e das forrageiras de clima temperado *Psathyrostachys juncea* e *Festuca arundinacea* (LIU et al., 2016). Se comprovados efeitos similares em espécies florestais nativas da Amazônia, os impactos no mercado de sementes serão significativos, pois a perda de vigor durante o armazenamento é um grande problema do setor.

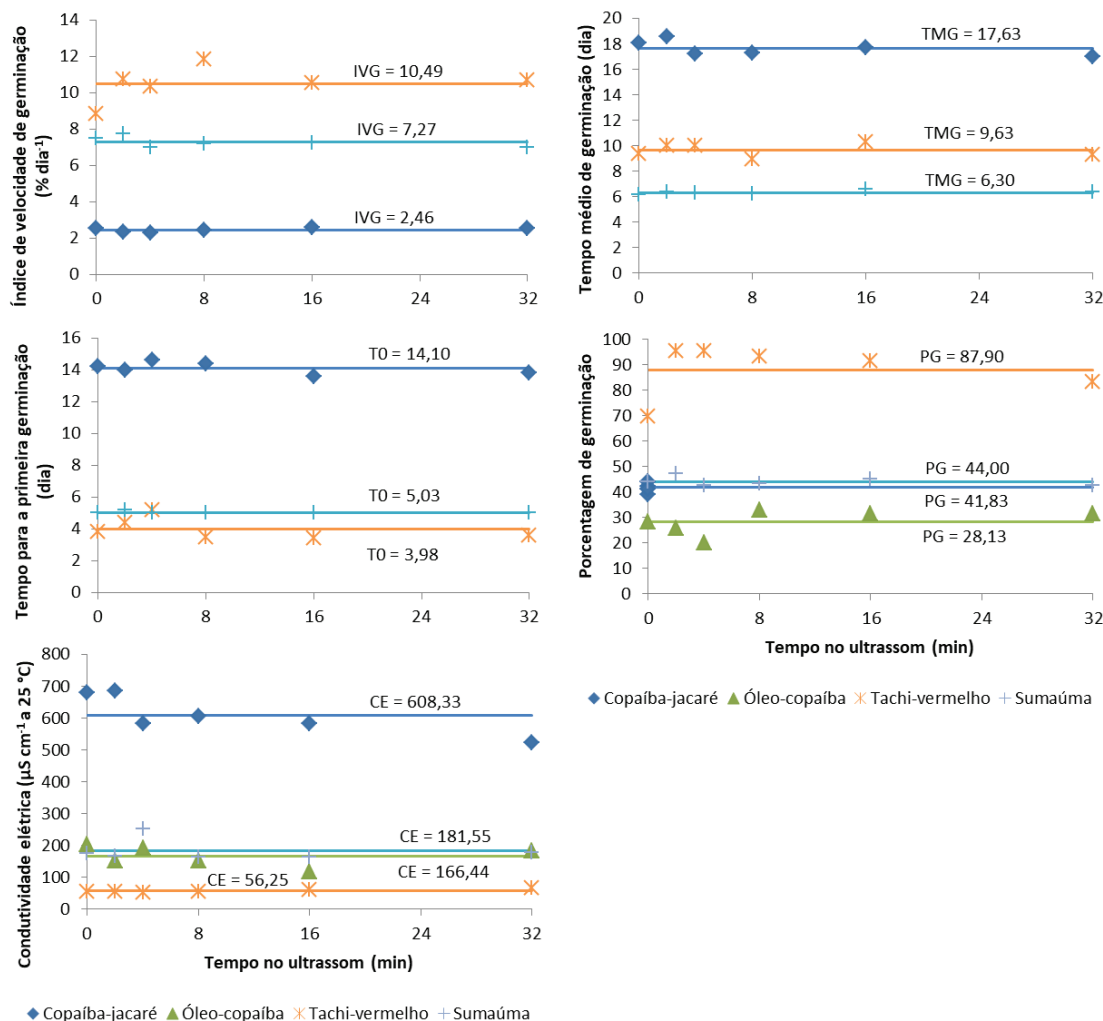


Figura 1. Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), tempo para a primeira germinação (T0), porcentagem de germinação (PG) e condutividade elétrica (CE) de sementes de espécies florestais nativas da Amazônia em função do tempo no banho em ultrassom.

Conclusões

O banho de ultrassom até 32 minutos não é indicado para aumentar o poder de germinação de *Ceiba pentandra*, *Copaifera langsdorffi*, *Eperua oleifera*, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e *Tachigali paniculata*.

Agradecimentos

Aos estagiários Joel Souto de Araújo Júnior, Danielli Carvalho dos Santos e Amanda Oliveira Desmaret pelo auxílio na condução dos experimentos. Ao Banco da Amazônia pelo apoio financeiro (projeto “Subsídios para propagação seminal de espécies nativas de valor comercial e recomposição de áreas degradadas na Amazônia”, contrato nº 2015/334).

Referências

- ALVES GOMES, F. T.; BOLETI, A. P. A.; LEANDRO, L. M.; SQUINELLO, D.; ARANHA, E. S. P.; VASCONCELOS, M. C.; COS, P.; VEIGA JUNIOR, V. F.; LIMA, E. S. Biological activities and cytotoxicity of eperua oleifera Ducke oil-resin. *Pharmacognosy Magazine*, v. 13, n. 52, p. 542, 2017. DOI: 10.4103/pm.pm_552_16.
- BROWN, R. F.; MAYER, D. G. Representing cumulative germination. 1. a critical analysis of single-value germination indices. *Annals of Botany*, v. 61, n. 2, p. 117-125, 1998. DOI: 10.1093/oxfordjournals.aob.a087534.
- COWAN, R. S. *A monograph of the genus eperua (Leguminosae: Caesalpinioideae)*. Washington: Smithsonian Institution, 1975.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. de O.; BAITELLO, J. B. *Sementes e mudas de árvores tropicais*. São Paulo: Páginas & Letras, 2002.



- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- GORDON, A. G. The use of ultrasound in agriculture. **Ultrasonics**, v. 1, n. 2, p. 70-77, 1963.
- GOUSSOUS, S. J.; SAMARAH, N. H.; ALQUDAH, A. M.; OTHMAN, M. O. Enhancing seed germination of four crop species using an ultrasonic technique. **Experimental Agriculture**, v. 46, n. 2, p. 231-242, 2010. DOI: 10.1017/S0014479709991062.
- LIMA, N. N.; PIO, N. S.; CUNHA, U. S.; LUCAS FILHO, F. C.; BARBOSA FILHO, J. Influência da gramatura na resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento em painéis compensados de *Copaifera duckei* Dawyer e *Eperua oleifera* Ducke. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 83-90, 2011.
- LIU, J.; WANG, Q.; KARAGIC, D.; LIU, X.; CUI, J.; GUI, J.; GU, M.; GAO, W. Effects of ultrasonication on increased germination and improved seedling growth of aged grass seeds of Tall Fescue and Russian Wildrye. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, 2016. DOI: 10.1038/srep22403.
- LÓPEZ-RIBERA, I.; VICIENT, C. M. Use of ultrasonication to increase germination rates of arabidopsis seeds. **Plant Methods**, v. 13, n. 1, 2017. DOI: 10.1186/s13007-017-0182-6.
- MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; PEREIRA, J. F.; DE LIMA, H. C. O gênero *Copaifera* (Leguminosae — Caesalpinioideae) na Amazônia brasileira. **Rodriguésia**, v. 59, n. 3, p. 455-476, 2008.
- MINITAB 17 Statistical Software. State College, PA: Minitab, 2010.
- MIRANDA, E. E. de. Campeões de desmatamento. **Revista de Política Agrícola**, v. 15, n. 3, p. 83-84, 2006.
- NISGOSKI, S.; BOLZON DE MUÑIZ, G. I.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M. de; VENSON, I. Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 94, p. 203-211, 2012.
- PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 465-472, 20019. DOI: 10.1590/S1516-05722009000400016.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. de. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006. DOI: 10.1590/S0100-84042006000100002.
- ROSSI, T. **Copaifera langsdorffii** (Copaíba). Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/copaifera.langsdorffii.asp>>. Acesso em: 1 fev. 2018.
- SOUSA, V. G. de; BRIENZA JUNIOR, S.; BARBOSA, M. G.; MARTORANO, L. G.; SILVA, V. C. **Taxi-branco** (*Tachigali vulgaris* L.F. Gomes da Silva & H.C. Lima): botânica, ecologia e silvicultura. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 37 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 426).
- SOUZA, C. R. de; LIMA, R. M. B. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, L. M. B. **Sumáuma** (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 22 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 41).
- SOUZA, C. R. de; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P. de; VIEIRA, A. H. **Paricá**: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003. 12 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 18).
- TOVO, A.; SUWEIS, S.; FORMENTIN, M.; FAVRETTI, M.; VOLKOV, I.; BANAVAR, J. R.; AZAELE, S.; MARITAN, A. Upscaling species richness and abundances in tropical forests. **Science Advances**, v. 3, n. 10, p. e1701438, 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1701438.
- VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 273-286, 2002.
- VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; BENTES-GAMA, M. de M.; LOCATELLI, M. **Desempenho de sumáuma** (*Ceiba pentandra* Gaertn) em plantio adensado no Estado de Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2007. 4 p. (Embrapa Rondônia. Circular técnica, 95).
- YALDAGARD, M.; MORTAZAVI, S. A.; TABATABAIE, F. The effect of ultrasound in combination with thermal treatment on the germinated barley's alpha-amylase activity. **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 25, n. 3, p. 517-523, 2008. DOI: 10.1007/s11814-008-0087-1.
- YOUNESIAN, A.; GHOLIPOOR, M. Optimization of red bean seeds ultrasonication for increasing germination and seedling growth, using artificial neural network. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 15, n. 4, p. 1199-1209, 2017. DOI: 10.15666/aer/1504_11991209.



Crescimento de eucaliptos em dois espaçamentos dentro do renque em sistema iLPF

Henrique Nery Cipriani¹; Abadio Hermes Vieira²; Alexandre Martins Abdão dos Passos³;
Cemilla Cristina Alves do Carmo⁴; Diuliane da Silva Vieira⁵

¹Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, henrique.cipriani@embrapa.br; ²Mestre em Ciências Florestais, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO; ³Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁴Engenheira Florestal, Terra Amazônia Engenharia e Tecnologia Rural Ltda, Porto Velho, RO; ⁵Engenheira Florestal, Porto Velho, RO

Resumo: Objetivou-se avaliar o desempenho dos clones de eucalipto VM01 e GG100 em diferentes espaçamentos entre árvores dentro do renque em sistema iLPF. No campo experimental da Embrapa, em Porto Velho, formou-se um sistema iLPF com seis renques, sendo três de GG100 e três de VM01. Os espaçamentos entre árvores dentro do renque foram de 3,5 m x 2,0 m e 3,5 m x 3,0 m. Aos 51 meses após o plantio, o VM01 apresentou maior sobrevivência, maior DAP e maior volume por parcela que o GG100. O DAP e o volume por árvore foram maiores no espaçamento mais amplo. O VM01 no espaçamento de 3,5 m x 3,0 m é a melhor combinação.

Palavras-chave: Sistemas agrossilvipastoris; *Eucalyptus*; Integração lavoura-pecuária-floresta.

Introdução e objetivos

A integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) pode ser considerada uma forma de intensificação ecológica da produção de alimentos, fibras e energia, aumentando a sustentabilidade da atividade (BALBINO et al., 2011). A principal espécie utilizada como componente florestal é o eucalipto, devido à sua aceitação no mercado, silvicultura relativamente bem compreendida, rápido crescimento e adaptabilidade a diversas condições edafoclimáticas (SANTOS, 2014; INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017). A despeito do vasto conhecimento sobre a produtividade de eucaliptos nas regiões Sul e Sudeste, a região Norte ainda carece de informações publicamente disponibilizadas, como algumas obtidas para Rondônia (CIPRIANI et al., 2012, 2013). Por isso, são necessárias mais avaliações com clones e espécies para a região.

Na iLPF, além da distância entre os renques, deve-se considerar o espaçamento entre árvores do renque, no caso de renques com mais de uma fileira de árvores (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010). Em monocultivos, de maneira geral, quanto menor o espaçamento, menor a produtividade por árvore e maior a produtividade por unidade de área, pois, há maior número de árvores, porém, árvores de menor diâmetro (SCOLFORO, 1998; STAPE; BINKLEY, 2010). Mas a faixa de espaçamentos avaliada pode influenciar nos resultados e, possivelmente, os resultados em iLPF

sejam diferentes, pois há menor densidade de árvores, em geral.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho dos clones de eucalipto VM01 e GG100 em diferentes espaçamentos entre árvores dentro do renque em sistema iLPF.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa em Porto Velho, coordenadas 8°47'45,95"S e 63°51'0,76"O. O clima é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) e o solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico plintossólico (VALENTE et al., 1998; SANTOS et al., 2013). Seis renques, sendo três do clone de eucalipto GG100 e três do clone VM01, com quatro linhas de árvores cada e 250 m de comprimento, foram plantados em março de 2013 sobre uma área utilizada para experimentação com iLPF, formando-se um sistema iLPF. O azimute dos renques era de 31° (alinhamento nordeste-sudoeste). Estes clones foram escolhidos por terem apresentado melhor desempenho em um ensaio anterior (CIPRIANI et al., 2012). A distância entre os renques variou de 18 a 42 m. Os espaçamentos entre árvores dentro do renque foram de 3,5 x 2,0 m e 3,5 x 3,0 m, distribuídos igualmente dentro de cada renque (125 m por espaçamento).



Dessa forma, cada renque continha um clone e dois espaçamentos. Cada uma das 12 parcelas tinha 1.260 m² de área útil (14,0 m x 90 m).

Aos 51 meses após o plantio, avaliaram-se a sobrevivência, o diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), a altura total, o volume por árvore e o volume por parcela, utilizando-se o fator de forma de 0,5. Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando-se um fatorial 2 x 2, com três repetições. Foram realizados o teste de normalidade de Anderson-Darling e o teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett previamente à análise. O nível de significância adotado foi de 5%. As análises foram conduzidas com auxílio do software Minitab 17 (MINITAB..., 2010) pela função “ANOVA Balanceada”, com os parâmetros “Clone Espaçamento Clone*Espaçamento” em modelo irrestrito.

Resultados e discussão

Os resultados encontram-se sumariados na Tabela 1. Ressalta-se que a interação Clone*Espaçamento não foi significativa. O clone VM01 apresentou maior sobrevivência, maior DAP e maior volume por parcela que o GG100. O GG100 superou o VM01 em altura, dessa forma o volume por árvore de ambos os clones foi equivalente. Contudo, devido à baixa sobrevivência do clone GG100, que foi acometido pela mancha-de-phaeophleospora um ano após o plantio (VIEIRA JÚNIOR et al., 2014), o volume por parcela do VM01 foi consideravelmente superior. Percebe-se que, a despeito do potencial produtivo similar entre os dois clones, a vulnerabilidade do GG100 à doença fúngica observada prejudicou seu desempenho.

Com relação aos espaçamentos, houve diferença significativa para o DAP e o volume por árvore, que foram maiores no espaçamento mais amplo (3,5 x 3,0 m). De fato, plantios mais adensados tendem a apresentar maior número de árvores finas, o que pode ou não ser compensado pela maior produtividade por área (OLIVEIRA NETO et al., 2003; LEAL et al., 2016; MOULIN et al., 2017). Assim, o espaçamento deve ser

escolhido com base no produto final desejado. Todavia, no presente estudo, como a produtividade por área de ambos os espaçamentos não diferiram significativamente entre si, pode-se considerar que o espaçamento 3,5 m x 3,0 m foi melhor, pois proporcionou árvores mais grossas e o mesmo volume total. Estes resultados corroboram com os observados aos 24 meses após o plantio (CIPRIANI et al., 2015).

Conclusões

Em condições similares às deste estudo, o VM01 e o GG100 apresentam potencial de crescimento similar. Porém, devido à vulnerabilidade do GG100 à mancha-de-phaeophleospora, que provoca elevada mortalidade, o VM01 deve ser preferido para se obter maior produtividade por área. Recomenda-se utilizar o espaçamento de 3,5 m x 3,0 m entre plantas dentro do renque, pois proporciona árvores mais grossas sem perda de produtividade por área em comparação ao espaçamento mais adensado.

Agradecimentos

Aos estagiários Genaldo de Medeiros Júnior e Isaías dos Santos Baptista pelo auxílio na condução dos experimentos. Ao CNPq pelo apoio financeiro (processo 459130/2014-5).

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; de MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen'sclimat eclassificationmap for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta = Reference document crop-livestock-forestry integration**. Brasília, DF: Embrapa, 2011.

Tabela 1. Sobrevivência, diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), altura total (Ht), volume por árvore (Vol_{árvore}) e volume por parcela (Vol_{parcela}) dos clones de eucalipto GG100 e VM01 aos 51 meses após o plantio em sistema iLPF no campo experimental da Embrapa em Porto Velho, RO.

Espaçamento	Sobrevivência (%)		DAP (cm)		Ht (m)		Vol _{árvore} (m ³)		Vol _{parcela} (m ³)	
	GG100	VM01	GG100	VM01	GG100	VM01	GG100	VM01	GG100	VM01
3,5 x 2,0	47,41aB	90,37aA	14,94bB	15,57bA	20,07aA	17,01aB	0,1861bA	0,1944bA	16,1317aB	31,7839aA
3,5 x 3,0	74,72aB	91,67aA	16,31aB	18,29aA	21,35aA	19,26aB	0,2257aA	0,2899aA	20,2325aB	31,9457aA
Média geral	76,04		16,28		19,42		0,2240		25,0234	
CV (%)	27,28		9,19		11,16		23,16		35,79	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e pela mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.



- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; GODINHO, V. de P. C. **Crescimento inicial de clones de eucalipto em Vilhena, RO.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2013. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 388).
- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; MENDES, A. M.; MARCOLAN, A. L. Crescimento inicial de clones de eucalipto em função de doses de P e K em Porto Velho, Rondônia. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 1.; ENCONTRO DE LABORATÓRIOS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2012, Humaitá, AM. [Anais...]. Humaitá, AM: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75465/1/Resumo-eucalipto-2-Henrique.pdf>>.
- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; PASSOS, A. M. A. dos; MORAES, K. S.; ALMEIDA, A. L. C.; REIS, M. C. dos. Initial growth of eucalypt clones in different spacings within strips. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Towards sustainable intensification: proceedings.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126951/1/AKGD.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2018.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2017.** Brasília, DF, 2017. Relatório IBÁ 2017.
- LEAL, F. D. A.; SOARES, I. M.; SOARES, T. S. Influência do espaçamento no diâmetro e altura de três clones de eucalipto. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 12, 2016.
- MINITAB 17 Statistical Software. State College, PA: Minitab, 2010.
- MOULIN, J. C.; ARANTES, M. D. C.; OLIVEIRA, J. G. L.; CAMPINHOS, E.; GOMES, F.; VIDAURRE, G. B. Efeito do espaçamento, idade e irrigação no volume e densidade básica do eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017. DOI: 10.1590/2179-8087.073914.
- OLIVEIRA NETO, S. N. de; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003. DOI: 10.1590/S0100-67622003000100003.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo.** Colombo: Embrapa Florestas, 2010.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SANTOS, P. E. T. dos (Ed.). **Sistemas de produção: o cultivo do eucalipto.** 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>>.
- SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.
- STAPE, J. L.; BINKLEY, D. Insights from full-rotation nelder spacing trials with *Eucalyptus* in São Paulo, Brazil. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 72, n. 2, p. 91-98, 2010. DOI: 10.2989/20702620.2010.507031.
- VALENTE, M. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L. da; SANTOS, P. L. dos. **Levantamento semidetalhado dos solos do campo experimental de Porto Velho, RO.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 136).
- VIEIRA JÚNIOR, J. R.; CIPRIANI, H. N.; FERNANDES, C. de F.; SANTANA, N. R. de; PASSOS, A. M. A. dos; SILVA, D. S. G. da; SOUZA FILHO, F. M. de; FREIRE, T. C.; MATOS, S. I. **Escala diagramática de severidade da mancha-de-phaeophleospora em eucalipto.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2014. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 391).



Classificação de sítios florestais para cultivo de *Tectona grandis* L. f no município de Cáceres, MT

Iuri Maicon Moreira de Oliveira¹; Arthur Guilherme Schirmbeck Chaves²; Alan Santiago de Abreu³; Lucas Tomaz Salomão⁴; Fernanda Miguel Franca⁵

¹Bacharelado em Engenharia Florestal, discente do Instituto federal de Mato Grosso Campus Cáceres Prof. Olegário Baldo, Cáceres, MT, iurii.moreira@gmail.com; ²Mestre em Engenharia Florestal, docente do Instituto federal de Mato Grosso Campus Cáceres Prof. Olegário Baldo, Cáceres, MT, arthur.chaves@cas.ifmt.edu.br; ³Bacharelado em Engenharia Florestal, discente do Instituto federal de Mato Grosso Campus Cáceres Prof. Olegário Baldo, Cáceres, MT, santiagoalan@hotmail.com; ⁴Bacharelado em Engenharia Florestal, discente do Instituto federal de Mato Grosso Campus Cáceres Prof. Olegário Baldo, Cáceres, MT, lt.salomao@hotmail.com; ⁵Doutora em Arquitetura e Urbanismo, docente do Instituto federal de Mato Grosso Campus Cáceres Prof. Olegário Baldo, Cáceres, MT, fernanda.franco@cas.ifmt.edu.br

Resumo: A classificação de sítios florestais é um fator imprescindível ao bom manejo e a qualidade do produto. O crescimento vegetal é influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos ao indivíduo. A altura dominante apresenta-se como bom parâmetro, sofrendo pouca influência do efeito de espaçamento. A teca apresenta destaque em Mato Grosso. Sua madeira é de boa qualidade e possui usos múltiplos. A espécie encontra condições favoráveis de desenvolvimento em quase todo estado, sendo, portanto, necessário realizar a classificação de sítios, afim de identificar áreas de maior aptidão.

Palavras-chave: Teca; Curvas de índice de sítio; Altura dominante.

Introdução e objetivos

Este trabalho teve por objetivo realizar e analisar a classificação de sítios florestais em plantio comercial de *Tectona grandis* L.f no município de Cáceres, MT.

A quantificação da produção florestal sempre foi motivo de diversos estudos, que tem por objetivo, descrever uma metodologia que apresente maior precisão e acurácia nas estimativas volumétricas. Todavia sabe-se que o bom desenvolvimento do indivíduo é resultado de diversos fatores, como genética, luminosidade, disponibilidade de água, fertilidade do solo, entre outros. Desta forma, a classificação de sítios florestais, visando conhecer a capacidade produtiva das áreas constitui-se fator imprescindível ao bom planejamento e condução de plantios comerciais (SELLE et al., 1994). Segundo Ziech (2011) conhecer a capacidade produtiva local permite ainda determinar os diferentes níveis de produtividade da área, elemento de extrema relevância para o manejo adequado do plantio e para obtenção de produtos de qualidade.

O Índice de sítio (S) pode ser entendido como o potencial produtivo da área, indicando para o setor florestal, portanto a capacidade do local em produzir madeira ou biomassa, sendo que o mesmo local não apresenta aptidões iguais para espécies diferentes (SCOLFORO, 1997; CAMPOS; LEITE, 2002). Há nas literaturas diferentes métodos para estimativa do

S, sendo que, a metodologia mais utilizada é aquela que correlaciona a altura dominante (Hd) com a idade (Id) (ZIECH, 2011). As curvas por sua vez podem ser polimórficas ou anamórficas, dependendo do comportamento delas ao decorrer do tempo. Para a última situação tem-se curvas equidistantes de acordo com as classes determinadas em função de uma curva média.

Para Ziech (2011) a classificação por índice de sítio é um método prático e coerente, pois o crescimento em altura é influenciado por todos os fatores ambientais, representando-os, portanto, de modo mútuo, se relacionando ainda com o volume de madeira. Campos e Leite (2002) acrescenta ainda que a altura das árvores dominantes sofre pouca influência do efeito de espaçamento, além de que a classificação é uma expressão numérica resultado de um conjunto de equações, e não apenas uma classificação qualitativa ou visual.

Tectona grandis L.f é uma espécie arbórea de grande porte, nativa de florestas tropicais situadas no sudeste asiático, principalmente Birmânia, Tailândia e Índia, pertence à família Lamiaceae, podendo alcançar 45 metros de altura e 100 cm de diâmetro em condições favoráveis de crescimento (FLÓREZ, 2012). A teca apresenta destaque no estado de Mato Grosso, com uma área plantada no ano de 2012 de aproximadamente 64 mil hectares (FAMATO, 2013). Sua madeira apresenta excelente qualidade físico-mecânica, podendo ser utilizada para fabricação de móveis e construção



naval, sendo que para este caso, a espécie é considerada quase insubstituível devido sua resistência ao ataque de brocas marinhas e resistência ao calor intenso e umidade (OLIVEIRA, 2008).

Devido as condições de clima favoráveis a *T. grandis* apresenta bom desenvolvimento em quase todo estado de Mato Grosso, todavia a microrregião de maior ou menor aptidão, de acordo com características de relevo e solo, desta forma a classificação de sítios florestais permite ao produtor realizar uma melhor tomada de decisão quanto a utilização de sua área para o cultivo da espécie.

Material e Métodos

O levantamento foi realizado na Fazenda Mineira sediada em Cáceres, Mato Grosso. O município está localizado entre as latitudes 15°27' e 17°37' sul e longitudes 57°00' e 58°48' oeste, no Centro sul do estado, com uma altitude média de 118 m (SOUZA et al., 2015). De acordo com a classificação climática de Köppen a região apresenta clima tropical (Aw), com estação chuvosa no verão, de dezembro a março, e

nítida estação seca no inverno, de abril a novembro. A temperatura média anual é de 26,24°C, com precipitação total anual de 1335 mm (NEVES et al., 2011).

A área possui um plantio de aproximadamente 54 ha de *Tectona grandis* L. f encontrando-se dividida em sete Talhões ou Quadras (Figura 1). Os povoamentos de teca foram implantados nos anos de 2009 e 2010 e dividem-se em um Talhão com material genético seminal e seis Talhões com material genético clonal. Todavia devido a diferença entre o desenvolvimento apresentado pelos diferentes materiais genéticos, optou-se por realizar a classificação de sítios apenas nos talhões com material clonal. Os dados foram coletados nas idades de 2,8; 4,5; 5,2 e 6,5 anos.

Foram medidas em idades diferentes idades 22 parcelas de 720 m² cada. Foram mensuradas a Circunferência à Altura do Peito (CAP) de todos os indivíduos da parcela, e respeitando-se a distribuição diamétrica, aferiu-se as alturas total e comercial (Ht e Hc, respectivamente) de seis indivíduos por parcela com auxílio de clinômetro eletrônico Hagof. Após a coleta, os dados foram processados e analisado em planilha eletrônica, gerando os gráficos com as curvas de índice de sítio.

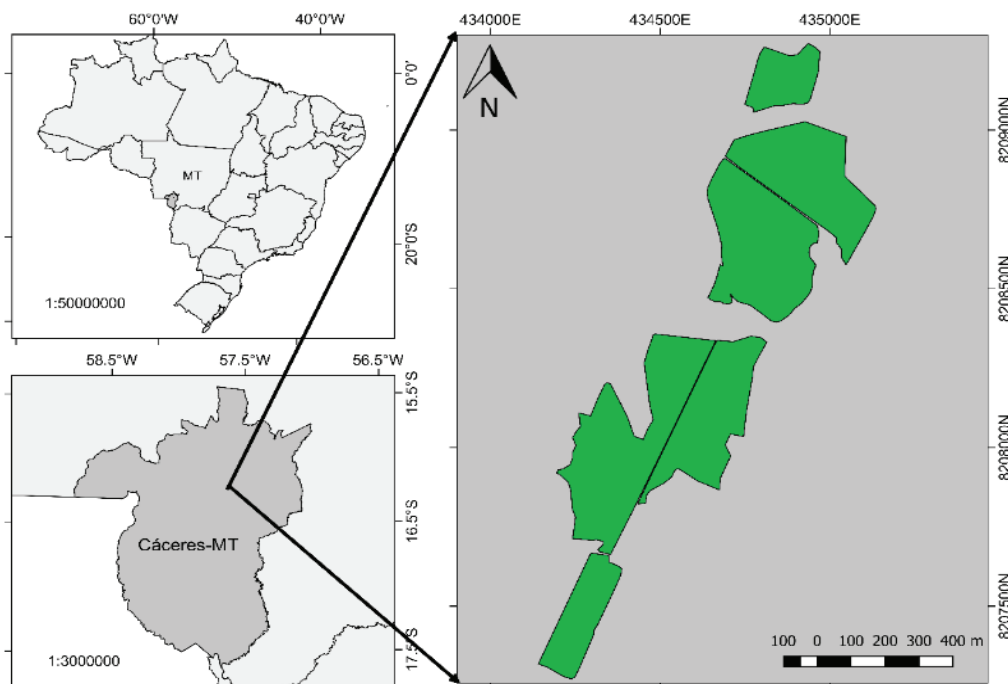


Figura 1. Mapa de localização da Fazenda Mineira com a distribuição dos Talhões, Cáceres, MT.



Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta o modelo escolhido com seus parâmetros estatísticos. O coeficiente de determinação ajustado (R^2_{yx}) foi de 0,95 com erro padrão (S_{yx} %) de 8,77%, indicando um ajuste da equação aos dados. As classes e seus respectivos intervalos são apresentados na Tabela 2.

Foram geradas seis classes de índice de sítio (Figura 1) com amplitude de 2 m cada, e a distribuição das parcelas ao longo do tempo, escolhendo-se como idade de referência os 6 anos. A classe 2 foi aquela que apresentou o maior número de ocorrência de parcelas com o passar dos anos (51,9%), seguida da classe 3, com 36,4% das parcelas. Por sua vez a segunda menor classe – 5 – foi aquela que apresentou também a menor representatividade (2,6%), sendo que nenhuma parcela foi classificada dentro da classe 6.

Desta forma é possível notar que grande parte dos indivíduos arbóreos apresentam altura dominante variando entre 16,66 m e 20,66 m (Classes 2 e 3). Diversos autores em estudos para a espécie no estado de Mato Grosso encontraram valores de capacidade produtiva similares para a espécie, todavia a análise dos mesmos teve como idade de referência os 10 anos (DRESCHER, 2004; FIGUEIREDO, 2005; ZIECH,

2011; CHAVES et al., 2016). Sendo assim, os resultados obtidos neste levantamento indicam um bom desenvolvimento para a espécie aos 6 anos de idade, o que por sua vez atesta a qualidade do local escolhido para realização do plantio.

Todavia ressalta-se que a estabilidade da classificação foi baixa (45%), demonstrando uma variação de classe das parcelas ao longo do tempo. Segundo Chaves et al. (2016) é comum plantio jovens de teca apresentarem baixa estabilidade, uma vez que a espécie ainda está em pleno desenvolvimento, não havendo ocorrido ainda a estabilização do mesmo.

Figueiredo (2005) analisando 15 modelos para estimativa da altura dominante e índice de sítio, percebeu que em povoamentos jovens (abaixo dos 4 anos), havia uma tendência de todos os modelos em superestimar as alturas dominantes, ao passo que em plantios mais velhos a tendência era de subestimativa. Entretanto o mesmo autor ressalta ainda que o erro era maior para plantios jovens, chegando a 160% contra 46% para plantios mais velhos.

Logo a área em questão pode ser considerada de média a boa capacidade produtiva, com uma altura dominante média aos 6 anos de 18,66 m. Dentre os diversos fatores que influenciam no desenvolvimento da planta, a área possivelmente apresenta como

Tabela 1. Modelo escolhido e seus parâmetros estatísticos para estimativa do Índice de sítio e Altura dominante para um povoamento de *Tectona grandis* L.f em Cáceres, MT.

Modelo	Estimativa Hd	Estimativa S	β_0	β_1	(R^2_{yx})	S_{yx} %
$\ln(Hd) = \beta_0 + \beta_1 * Id$	$Hd = \exp(\ln(S) - \beta_1 * Idref + \beta_1 * Id)$	$S = \exp(\ln(Hd) + \beta_1 * Idref - \beta_1 * Id)$	1.181945	0.290709	0,95	8,77

Ln: Logaritmo natural; Hd: Altura dominante; β_0 e β_1 : Coeficientes; Id: Idade; exp: exponencial; S: Índice de sítio; Idref: Idade de referência.

Tabela 2. Classes de Índice de sítio para *Tectona grandis* no sudoeste do estado de Mato Grosso com idade de referência de 6 anos.

Idade (anos)	Classes de sítio											
	Classe I		Classe II		Classe III		Classe IV		Classe V		Classe VI	
	LI	LS	LI	LS	LI	LS	LI	LS	LI	LS	LI	LS
2,0	3,33	3,96	3,96	4,58	4,58	5,21	5,21	5,83	5,83	6,46	6,46	7,08
2,7	4,08	4,85	4,85	5,62	5,62	6,38	6,38	7,15	7,15	7,91	7,91	8,68
2,8	4,20	4,99	4,99	5,78	5,78	6,57	6,57	7,36	7,36	8,15	8,15	8,94
3,0	4,46	5,29	5,29	6,13	6,13	6,96	6,96	7,80	7,80	8,64	8,64	9,47
4,0	5,96	7,08	7,08	8,19	8,19	9,31	9,31	10,43	10,43	11,55	11,55	12,67
4,5	6,89	8,18	8,18	9,48	9,48	10,77	10,77	12,06	12,06	13,36	13,36	14,65
5,0	7,97	9,46	9,46	10,96	10,96	12,45	12,45	13,95	13,95	15,45	15,45	16,94
5,2	8,45	10,03	10,03	11,62	11,62	13,20	13,20	14,79	14,79	16,37	16,37	17,96
6,0	10,66	12,66	12,66	14,66	14,66	16,66	16,66	18,66	18,66	20,66	20,66	22,66
6,4	11,97	14,22	14,22	16,46	16,46	18,71	18,71	20,96	20,96	23,20	23,20	25,45
6,5	12,32	14,64	14,64	16,95	16,95	19,26	19,26	21,58	21,58	23,89	23,89	26,20
7,0	14,25	16,93	16,93	19,60	19,60	22,28	22,28	24,95	24,95	27,63	27,63	30,30

LS: Limite superior; LI: Limite inferior.

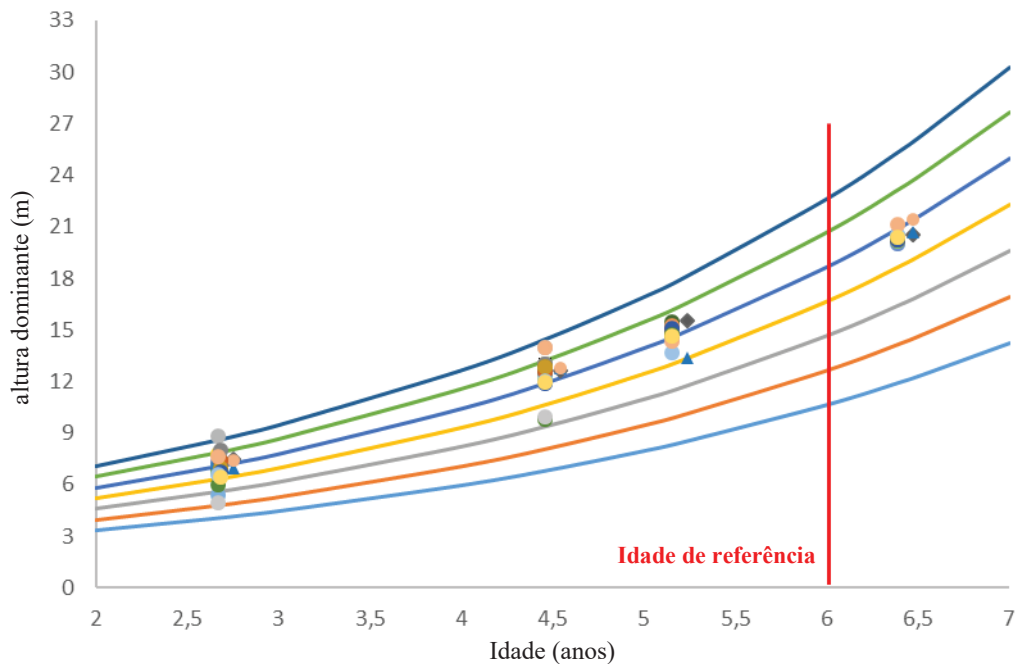


Figura 1. Classes de Índice de Sítio para um povoamento de *T. grandis* no município de Cáceres, MT.

vantagem a qualidade do solo, uma vez que a mesma se encontra no pé de uma encosta, recebendo assim nutrientes direto do material de origem. Observações *in loco* verificaram que em boa parte da área o solo é escuro, o que de maneira empírica, significa terra fértil. O plantio apresenta ainda pequenas manchas onde o solo é mais pedregoso, o que pode dificultar o desenvolvimento radicular, prejudicando assim o crescimento em altura dos indivíduos ali presentes

Conclusões

A classificação de sítios florestais se mostrou objeto de extrema importância para avaliação da qualidade do local para a teca.

O índice de sítio para a idade de 6 anos foi igual a 18,66, indicando uma aptidão da área para o desenvolvimento da espécie em estudo.

88,30% das parcelas foram classificadas nas classes 2 e 3, indicando capacidade produtiva de média a boa para *Tectona grandis* L.f no sudoeste mato-grossense.

A estabilidade da classificação foi baixa (45%), todavia este é um fato comum para plantios jovens, onde o desenvolvimento ainda não estabilizou.

Referências

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal**: perguntas e respostas. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2002. 407 p.

CHAVES, A. G. S.; DRESCHER, R.; CALDEIRA, S. F.; MARTINEZ, D. T.; VENDRUSCOLO, D. G. S. Capacidade produtiva de *Tectona grandis* L.f no Sudoeste de Mato Grosso. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 110, p. 415-424, 2016. DOI: 10.18671/scifor.v44n110.14.

DRESCHER, R. **Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F., em povoamentos jovens de duas regiões do estado de Mato Grosso**. 2004. 116 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

FIGUEIREDO, E. O. **Avaliação de modelos pelo método da curva média para a construção de curvas de índice de sítio para *Tectona grandis* L. f.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. 49 p. (Embrapa Acre. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 42).

FLÓREZ, J. B. **Caracterização tecnológica da madeira jovem de Teca (*Tectona grandis* L.f.)**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MATO GROSSO: Federação da agricultura e pecuária do estado de Mato Grosso. **Diagnóstico de florestas plantadas do estado de Mato Grosso**. Cuiabá: IMEA, 2013.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.

OLIVEIRA, R. P. **Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* L.f. em diferentes espaçamentos, no município de Cáceres, MT**. 2008. Monografia (Engenharia florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCOLFORO, J. R. **Biometria florestal**: módulo 3: métodos para classificação de sítios florestais. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.



SELLE, G. L.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.
Classificação de sítio para *Pinus taeda* L., através da altura dominante, para a região de Cambará do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 1, p. 77-95, 1994. DOI: 10.5902/19805098299.

SOUZA, H. S.; CHAVES, A. G. S.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; SILVA, R. S. da; MOTTA, A. S. Processo de amostragem para

estimativa de produção em plantio de teca. **Agrarian Academy: Centro Científico Conhecer**, v. 2, n. 3, p. 81-89, 2015.

ZIECH, B. G. **Determinação da capacidade produtiva e do índice de espaçamento relativo de *Tectona grandis* Linn f. em glória d'oeste /MT.** 2011. 36 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.



Avaliação qualitativa de mudas produzidas no horto florestal municipal de Indaial, SC

Janine Kervald Likoski¹; Lauri Amândio Schorn²

¹Engenheira Florestal, mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil, janninelikoski@hotmail.com; ²Engenheiro Florestal, Dr. Laboratório de Silvicultura, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil, lschorn@furb.br

Resumo: Este estudo objetivou avaliar qualitativamente as mudas das principais espécies produzidas destinadas à arborização urbana. A análise de variáveis e atributos indicou que os parâmetros altura, diâmetro de colo, presença de plantas daninhas junto ao recipiente, tortuosidade do caule e perpendicularidade fora do padrão desejado mais contribuíram para a baixa na qualidade. Já o substrato utilizado na produção das mudas apresentou níveis adequados para a maioria das propriedades químicas analisadas.

Palavras-chave: Substrato; Viveiro; Produção de mudas.

Introdução e objetivos

Os benefícios propiciados pela arborização urbana são comumente considerados como, ecológicos, estéticos, econômicos e sociais. Para atingir esses benefícios, as mudas utilizadas devem possuir uma boa qualidade, tendo características, tais como, sistema radicular bem desenvolvido, rusticidade, boa formação de copa, bom aspecto fitossanitário e nutricional, tronco ereto, caule perpendicular em relação ao nível do solo, volume de torrão adequado e isento de plantas daninhas, embalagem adequada (GONÇALVES et al., 2004).

Ainda, tratando-se dos múltiplos fatores relacionados à produção de mudas, está o substrato utilizado. Sua principal função é sustentar a muda e garantir condições para um bom desenvolvimento do sistema radicular e seu funcionamento, bem como fornecer os nutrientes imprescindíveis ao desenvolvimento da muda. Diversos materiais e misturas de materiais são usados para garantir bons resultados na germinação de sementes e enraizamento. Entre as várias características que o substrato deve apresentar está a porosidade (micro e macro), isenção de nematoides e patógenos, ausência de outras sementes (competidoras), alta capacidade de troca catiônica, matéria orgânica (HARTMANN et al., 1997).

Diante do exposto, a análise qualitativa e quantitativa das mudas é um fator indispensável, pois é necessário evidenciar as variáveis que mais influenciam na qualidade da produção de mudas e a partir da identificação destas, realizar adaptações no sistema de produção.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Horto Florestal Municipal de Indaial, SC, com a finalidade de avaliar a qualidade das mudas de onze espécies produzidas para a arborização urbana no município.

A avaliação da qualidade das mudas foi realizada através de análises por variáveis e atributos. O levantamento foi iniciado no mês de março de 2016 e finalizado em outubro de 2016.

Para a determinação qualitativa avaliaram-se 10 mudas de cada uma das espécies produzidas no local entre 5 e 6 meses de idade. Estas foram selecionadas de forma sistemática no canteiro, a cada 10% das mudas totais da espécie se retirou uma planta para avaliação.

A avaliação das variáveis foi realizada para características que podem ser mensuradas, sendo verificadas por muda e espécie: altura da parte aérea (H); diâmetro de colo (DC); relação altura e diâmetro do colo (RHD); diâmetro de copa (DCp); comprimento de copa (CC); relação comprimento de copa e altura da parte aérea (CC/H); comprimento radicular (CR); relação da biomassa fresca e seca da parte aérea e radicular; biomassa total fresca (BTF) e seca por muda (BTS); tamanho do recipiente.

Na análise de atributos, pretendeu-se constatar se as mudas apresentavam ou não as seguintes características: plantas daninhas junto ao recipiente; perpendicularidade (o ideal é que a muda esteja formando um ângulo de 90° em relação ao substrato); raízes expostas; tortuosidade do caule; injúrias mecânicas; sintomas de ataque de pragas; sintomas de doenças; sintomas de deficiência nutricional.



A caracterização química do substrato a base de cinza de caldeira de biomassa, solo vermelho, cama de frango e serragem curtida, utilizado para a produção das mudas, foi efetuada através de análise realizada na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - Epagri de Santa Catarina no Laboratório de Análise de Solo da Estação Experimental de Ituporanga. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, P, Ca, Mg, K, CTC, V%, m% e M.O.

Para verificar quais características contribuem para a qualidade das mudas, foi efetuada análise das variáveis através de estatísticas descritivas (média e desvio-padrão). Já a análise de atributos (presença/ausência) foi realizada graficamente.

As variáveis também foram compiladas com a finalidade de detectar os problemas e defeitos mais frequentes na produção de mudas, assim como as principais propriedades químicas do substrato utilizado.

Resultados e discussão

Os resultados da avaliação das variáveis qualitativas das principais espécies produzidas no

Horto Florestal Municipal de Indaial estão relacionados na Tabela 1.

A altura de cinco espécies analisadas apresentou médias e/ou desvios-apdrão que podem ser considerados fora dos padrões recomendados (20 cm a 35 cm) segundo critérios de Gonçalves e Benedetti (2000). Estas são *H. pentaphyllum*, *A. cunninghamiana*, *C. fissilis*, *H. umbellatus* e *E. uniflora*. Ainda, *R. mucosa* e *H. impetiginosus* exibiram alturas relativamente superiores a esses padrões, o que não implica negativamente na qualidade das mudas destinadas à arborização urbana.

Gonçalves e Benedetti (2000) consideram que o diâmetro de colo adequado para a maioria das espécies deve estar entre 5 e 10 mm. Neste contexto, é possível verificar que somente três espécies (*R. mucosa*, *A. cunninghamiana* e *H. impetiginosus*) se enquadram no diâmetro de coleta dentro do indicado como ideal pela literatura.

Em relação à RHD, a maioria das espécies (7) apresentou mudas com valores médios fora do intervalo desejável, ou seja, entre 5,4 até 8,1 (CARNEIRO, 1995). Isto pode acarretar em mudas de qualidade inferior para essas espécies, visto que a faixa de valores resultantes não representa em sua totalidade o intervalo de balanceamento entre ambas características.

O CC verificado pode descrever a capacidade de crescimento da muda, pois apresenta, em geral, boa correlação com acumulação de reservas na planta. Este variou de $1,50 \pm 3,24$ em *H. impetiginosus* a $18,44 \pm 7,20$ cm em *R. mucosa*. Embora os valores podem refletir as características morfológicas das espécies, de forma geral, espécies com baixos valores de CC,

como é o caso de *H. impetiginosus*, *H. umbellatus*, *A. muricata*, *E. uniflora*, indicam menor vigor de crescimento, considerando que todas as espécies apresentavam idades entre 5 a 6 meses no período inicial de avaliação.

O DCp também apresentou grande faixa de variação, com valores entre $3,98 (\pm 5,96)$ e $28,02 (\pm 11,82)$ cm. A provável causa dos baixos valores encontrados e as grandes oscilações é devida a ausência de copa observada por diversas mudas das espécies durante a obtenção das medidas dos raios. Além disso, as características arquitetônicas das copas das espécies são diferentes, o que pode contribuir para as diferenças de valores encontrados.

Em relação ao comprimento das raízes, deve-se considerar que o crescimento radicular varia de acordo com a espécie e, em viveiro, com o comprimento do recipiente. As espécies que apresentaram sistema radicular mais desenvolvido foram *R. mucosa*, *H. impetiginosus* e *H. pentaphyllum*. Esta propriedade permite a exploração de um maior volume de solo em profundidade, o que possibilita estas espécies através da ciclagem de nutrientes, transferir grande quantidade de nutrientes absorvidos nas camadas inferiores do solo para as superiores.

A relação entre CC/H, isto é, a proporção de copa, variou de $3\% \pm 7\%$ a $74\% \pm 5\%$ entre as espécies, sendo *P. trunciflora* e *C. fissilis* as espécies com valores mais elevados nesta relação. Essa amplitude resultante está associada às diferentes dimensões das mudas avaliadas. Quanto maior a porcentagem, mais produtiva pode ser a árvore quando adulta (ROMAN et al., 2009). Valores dessa relação mais elevados indicam bom desenvolvimento horizontal e vertical da copa, o que é resultante da disponibilidade de espaço para crescimento e ausência de competição. *H. impetiginosus* apresentou o menor valor para essa relação, indicando que as mudas no viveiro podem estar em fase de competição por espaço ou ainda, por se tratar de uma espécie decídua.

Quanto à BFA, observa-se que *R. mucosa*, *E. edulis* e *H. impetiginosus* apresentaram pesos que se sobressaíram em relação às demais espécies avaliadas. Já as maiores produções de BFR e mais elevadas BTF foram exibidas por *R. mucosa*, *H. impetiginosus* e *A. muricata*. As variáveis discutidas neste trabalho destacam a biomassa seca das mudas, pois a utilização da biomassa fresca como parâmetro para a determinação da qualidade da muda apresenta maior hipótese de erro devido ao volume de água nesta contida (MULA, 2011).

A massa seca da muda, aérea, radicular e total, são indicadores de maior correlação com a sobrevivência destas no campo, equivalendo-se em questão de importância com o DC (CARNEIRO, 1995).

A BSA aponta a rusticidade das mudas, sendo que os valores maiores caracterizam mudas mais lignificadas e

**Tabela 1.** Média e desvio-padrão das variáveis analisadas por espécie.

Espécie	H (cm)	DC (mm)	RHD	CC (cm)	DCp (cm)
<i>R. mucosa</i>	38,58 ± 9,35	7,41 ± 2,26	5,35 ± 1,19	18,44 ± 7,20	11,74 ± 2,46
<i>A. muricata</i>	27,83 ± 4,57	11,30 ± 11,44	4,34 ± 2,80	5,80 ± 7,67	3,98 ± 5,96
<i>H. pentaphyllum</i>	17,68 ± 5,64	3,68 ± 1,59	5,01 ± 1,09	8,33 ± 4,13	10,37 ± 5,91
<i>E. edulis</i>	27,55 ± 5,79	4,84 ± 1,77	6,20 ± 1,76	16,00 ± 3,68	28,02 ± 11,82
<i>A. cunninghamiana</i>	18,20 ± 4,57	6,78 ± 1,46	2,75 ± 0,72	13,60 ± 3,95	21,58 ± 5,32
<i>H. impetiginosus</i>	34,43 ± 8,35	8,06 ± 1,85	4,36 ± 1,01	1,50 ± 3,24	4,63 ± 9,94
<i>P. cattleianum</i>	24,23 ± 1,96	3,40 ± 0,89	7,48 ± 1,70	11,32 ± 2,79	11,01 ± 3,71
<i>C. fissilis</i>	21,36 ± 4,58	3,50 ± 1,10	6,80 ± 3,60	12,20 ± 5,56	27,32 ± 4,87
<i>H. umbellatus</i>	15,02 ± 2,19	3,48 ± 0,92	4,59 ± 1,35	5,89 ± 2,04	22,92 ± 3,27
<i>E. uniflora</i>	20,10 ± 2,71	1,90 ± 0,38	10,87 ± 2,17	6,75 ± 2,73	13,06 ± 3,16
<i>P. trunciflora</i>	22,26 ± 1,75	3,27 ± 0,45	6,96 ± 1,31	14,98 ± 3,04	18,67 ± 2,30

	CR (cm)	CC/H	BFA (g)	BFR (g)	BTF (g)
<i>R. mucosa</i>	26,02 ± 13,48	49% ± 18%	11,54 ± 8,62	9,30 ± 7,78	20,84 ± 16,07
<i>A. muricata</i>	14,24 ± 2,43	23% ± 31%	6,53 ± 3,32	7,54 ± 6,73	14,07 ± 9,83
<i>H. pentaphyllum</i>	17,37 ± 5,55	48% ± 22%	2,66 ± 1,40	2,85 ± 5,01	5,51 ± 6,32
<i>E. edulis</i>	15,87 ± 287	59% ± 10%	6,67 ± 4,52	3,69 ± 3,30	10,36 ± 7,29
<i>A. cunninghamiana</i>	15,02 ± 1,54	74% ± 5%	3,80 ± 1,22	1,78 ± 0,58	5,58 ± 1,71
<i>H. impetiginosus</i>	21,98 ± 6,32	3% ± 7%	6,47 ± 3,14	14,06 ± 8,10	20,53 ± 10,30
<i>P. cattleianum</i>	12,72 ± 0,60	47% ± 12%	3,26 ± 1,12	4,58 ± 2,46	7,84 ± 2,61
<i>C. fissilis</i>	12,58 ± 2,09	57% ± 7%	4,20 ± 1,29	1,47 ± 0,97	5,67 ± 2,22
<i>H. umbellatus</i>	13,62 ± 2,93	39% ± 11%	3,17 ± 0,59	3,14 ± 1,24	6,31 ± 1,64
<i>E. uniflora</i>	12,51 ± 1,20	33% ± 11%	2,46 ± 0,65	0,57 ± 0,13	3,03 ± 0,75
<i>P. trunciflora</i>	11,91 ± 1,01	67% ± 10%	3,14 ± 0,61	7,11 ± 3,16	10,25 ± 3,59

	BSA (g)	BSR (g)	BTS (g)	BFA/BFR	BSA/BSR
<i>R. mucosa</i>	3,98 ± 3,47	3,54 ± 3,27	7,52 ± 6,61	1,38 ± 0,39	1,28 ± 0,34
<i>A. muricata</i>	2,26 ± 1,44	2,89 ± 2,66	5,14 ± 4,00	1,28 ± 0,61	1,11 ± 0,49
<i>H. pentaphyllum</i>	0,84 ± 0,64	0,93 ± 2,09	1,77 ± 2,71	1,87 ± 1,05	2,40 ± 1,22
<i>E. edulis</i>	1,85 ± 1,29	1,11 ± 1,05	2,96 ± 2,29	2,47 ± 2,07	1,95 ± 0,62
<i>A. cunninghamiana</i>	0,99 ± 0,31	0,48 ± 0,21	1,47 ± 0,49	2,16 ± 0,44	2,18 ± 0,56
<i>H. impetiginosus</i>	2,67 ± 1,42	4,01 ± 2,64	6,67 ± 3,75	0,51 ± 0,20	0,77 ± 0,32
<i>P. cattleianum</i>	1,34 ± 0,44	2,21 ± 0,83	3,55 ± 0,85	0,92 ± 0,58	0,72 ± 0,44
<i>C. fissilis</i>	1,07 ± 0,39	0,56 ± 0,31	1,62 ± 0,68	3,74 ± 1,91	2,43 ± 1,31
<i>H. umbellatus</i>	1,28 ± 0,25	1,27 ± 0,51	2,54 ± 0,73	1,15 ± 0,43	1,15 ± 0,41
<i>E. uniflora</i>	0,35 ± 0,08	0,32 ± 0,08	0,67 ± 0,16	4,32 ± 0,82	1,09 ± 0,07
<i>P. trunciflora</i>	1,80 ± 0,29	2,53 ± 1,01	4,33 ± 1,25	0,56 ± 0,31	0,81 ± 0,31

rústicas, possuindo maior aproveitamento em ambientes com condições adversas (GOMES; PAIVA, 2006). Para BSA, os valores variaram de 0,35 ± 0,08 g para *E. uniflora* a 3,98 ± 3,47g para *R. mucosa*.

Gomes e Paiva (2004) acrescentam a importância da BSR, pois quanto mais elevado for o peso seco dela, maior será sua qualidade. Dessa forma, os resultados obtidos através da avaliação das mudas

permitem evidenciar que os pesos oscilaram de 0,32 ± 0,08 g para *E. uniflora* a 4,01 ± 2,64 g para *H. impetiginosus*.

A BTS compreende a soma de BSA e BSR, e quanto maior for esse valor, melhor será a qualidade das mudas produzidas (CRUZ et al., 2006). Os maiores valores para BTS foram encontrados em *R. mucosa*, *H. impetiginosus* e *A. muricata*, e o menor para *E. uniflora*.



É possível observar que o índice de biomassa seca para a parte aérea e radicial não seguiram a mesma tendência que a biomassa fresca. Kratz (2011), também não evidenciou essa propensão, apontando que a biomassa fresca não é indicada como apropriada para a determinação qualitativa da muda, pois o que importa é a massa seca, visto que está relacionada com a acumulação de reservas e com a rusticidade da muda.

O índice de qualidade dado pela relação BSA/BSR, conforme Caldeira et al. (2008), deve ser 2 ou menor. Uma relação muito alta pode restringir a sobrevivência da muda em campo, uma vez que as raízes não conseguiriam nutrir a parte aérea. Conforme a proporção defendida pelos autores, as espécies que possuem médias e variações inadequadas são *H. pentaphyllus*, *E. edulis*, *A. cunninghamiana* e *C. fissilis*. Ainda, considerando este mesmo padrão e observando a relação BFA/BFR, constata-se que as mesmas espécies apresentaram índice inapropriado, além de *E. uniflora*.

Diante deste contexto, é possível afirmar que há ocorrência de mudas com as variáveis abaixo e acima dos limites recomendados. Além disso, também se evidencia que os desvios-padrão determinados são demasiadamente altos, o que denota ausência de homogeneidade nas mudas produzidas e de um padrão pré-estabelecido. Entretanto, julga-se interessante realizar uma avaliação qualitativa das mudas com maior número de repetições e análise dos resultados de acordo com as características morfológicas para cada espécie.

A qualidade das mudas também está relacionada ao tipo de recipiente empregado na produção destas, visto que este determina a limitação para o crescimento das raízes. Todas as espécies avaliadas são produzidas em sacos plásticos de polietileno, conforme volume indicado na Tabela 2.

Tabela 2. Espécies e seus respectivos volumes de recipiente.

Espécie(s)	V (cm ³)
<i>P. trunciflora</i>	473
<i>E. edulis</i> , <i>A. cunninghamiana</i>	492
<i>H. umbellatus</i>	520
<i>C. fissilis</i>	526
<i>P. cattleianum</i> , <i>E. uniflora</i>	541
<i>R. mucosa</i> , <i>H. pentaphyllus</i>	551
<i>A. muricata</i> , <i>H. impetiginosus</i>	699

Através dos dados das Tabelas 1 e 2, é possível constatar que os tamanhos dos sacos plásticos podem promover crescimentos radiculares diferentes. Em geral, nos recipientes mais volumosos existe maior

disponibilidade de espaço, de nutrientes e água, e neste estudo espécies como *H. impetiginosus* e *R. mucosa* exibiram maiores comprimentos e biomassa de raiz. Já o menor sistema radicular correspondeu ao menor recipiente utilizado (*P. trunciflora*).

Os problemas encontrados na avaliação por atributos foram priorizados em nível de importância, ou seja, relacionados por frequência. Na sequência são apresentados os defeitos encontrados nas principais espécies produzidas e avaliadas no Horto Florestal Municipal de Indaial (Figura 1).

Observa-se que os defeitos que mais contribuíram para a diminuição da qualidade das mudas foram tortuosidade do caule, presença de plantas daninhas junto ao recipiente e a perpendicularidade fora do padrão, que correspondem às três primeiras características, contribuindo com 59%. A prioridade das correções deve ser na sequência em que os defeitos são apresentados na Figura 1.

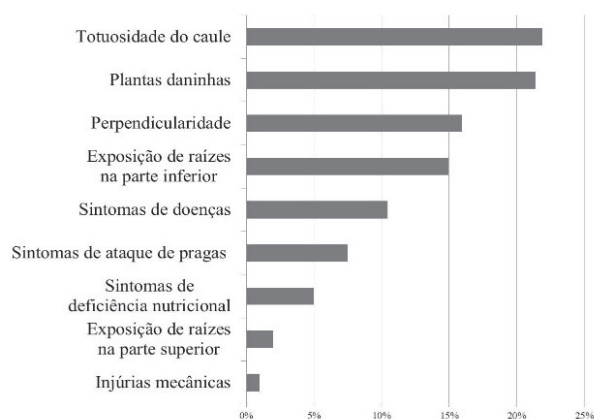


Figura 1. Frequência dos defeitos encontrados na avaliação das mudas no Horto Municipal de Indaial, SC.

As características químicas do substrato para produção das mudas avaliadas são exibidas na Tabela 3.

O pH em solução recomendado para um substrato com a finalidade de produção de mudas nativas varia entre 5,5 e 6,5 (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Porém, para Kämpf (2000) quando o substrato for a base de solo mineral, a faixa de pH indicada é de 6,0 a 6,5. O pH do substrato analisado em questão, ficou somente na faixa ideal descrita por Gonçalves e Poggiani (1996). Gonçalves e Poggiani (1996) recomendam que os níveis de Fósforo devam estar entre 400 e 800 mg/dm³, os níveis de Cálcio entre 100 e 200 mmol/dm³, os níveis de Magnésio entre 50 e 100 mmol/dm³, e os níveis de Potássio entre 30 e 100 mmol/dm³. Assim, o substrato utilizado possui teores de Fósforo, Cálcio e Magnésio em concentrações adequadas, enquanto Potássio possui nível inferior que o recomendado.

Valores de CTC acima de 200 mmol/dm³ são classificados adequados para um substrato (GONÇALVES;



Tabela 3. Parâmetros avaliados na análise química do substrato utilizado no Horto Florestal Municipal de Indaial. Fonte: Adaptado de Epagri - Estação Experimental de Ituporanga - Laboratório de Análise de Solo (2016).

Propriedade química	Unidade	Nível	Recomendação	Autor(es)	
Argila	%	26,00	-	-	
pH	H ₂ O	5,60	Médio	5,5 a 6,5 6,0 a 6,5	Gonçalves e Poggiani (1996) Kämpf (2000)
Índice SMP	-	5,90	Médio	-	-
Fósforo	mg/dm ³	561,80	Muito alto	400 a 800	Gonçalves e Poggiani (1996)
Potássio	mmolc/dm ³	19,03	Muito Alto	30 a 100	Gonçalves e Poggiani (1996)
Matéria Orgânica	%	11,30		~ 40	David et al. (2008)
Alumínio	cmolc/dm ³	0,00		-	-
Cálcio	mmolc/dm ³	140,00	Alto	100 a 200	Gonçalves e Poggiani (1996)
Magnésio	mmolc/dm ³	77,00	Alto	50 a 100	Gonçalves e Poggiani (1996)
Hidrogênio + Alumínio	cmolc/dm ³	4,70		-	-
CTC pH 7.0	mmolc/dm ³	282,80		> 200	Gonçalves e Poggiani (1996)
Saturação na CTC Al	%	0,00		-	-
Saturação na CTC V	%	83,38		-	-
Soma Bases S	-	23,58		≥ 50	Ronquim (2010)
Relação Ca/Mg	-	1,82		-	-
Relação Ca/K	-	7,36		-	-
Relação Mg/K	-	4,03		-	-

POGGIANI, 1996), portanto, o CTC obtido neste trabalho apresentou níveis adequados.

A saturação por bases, segundo Ronquim (2010), é um ótimo indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. De acordo com a análise acima, o substrato apresentou boa fertilidade ($V\% \geq 50\%$) e quanto à toxidez por alumínio, não manifestou nenhum nível de saturação por Al³⁺.

O teor de matéria orgânica encontrado ficou acima dos teores encontrados por Trazzi et al. (2012) em substratos formulados com cama de frango associados à terra de subsolo e ao substrato comercial, que observaram valores médios de 2,85%. Ainda, o teor encontrado é superior aos valores de matéria orgânica da maioria dos solos brasileiros. Para substratos, não há um padrão definido em relação à faixa ideal de matéria orgânica, mas estudos apontaram que teores próximos de 40% resultaram em melhor desenvolvimento de mudas (DAVID et al., 2008).

Ressalta-se ainda, que de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) os teores de elementos em níveis muito altos podem, eventualmente, ser excessivos e restringir o rendimento das culturas.

Desta forma, o substrato utilizado no Horto Florestal Municipal de Indaial apresenta níveis adequados para a maioria das propriedades químicas analisadas.

Conclusões

As mudas avaliadas no Horto Municipal de Indaial apresentaram elevada quantidade de defeitos, amplos desvios-padrão e heterogeneidade dos parâmetros. Em geral, não ocorre uma preocupação com a qualidade das mudas.

Os parâmetros que mais contribuíram para a baixa na qualidade das mudas foram altura, diâmetro de colo, tortuosidade do caule, presença de plantas daninhas junto ao recipiente e a perpendicularidade fora do padrão desejado.

A avaliação apontou que as técnicas de manejo e tratamentos culturais realizados na produção de mudas para arborização urbana aparentemente não estão adequadas. O substrato utilizado na produção das mudas apresenta as principais propriedades químicas analisadas dentro dos níveis recomendados. Contudo, deve-se também avaliar as propriedades físicas, devido a fácil correção das características químicas com as fertilizações de base e cobertura.

Referências

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de Aroeira-



Vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008. /10.5380/rsa.v9i1.9898.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF: Folha de Viçosa, 1995. 451 p.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006. DOI: 10.1590/S0100-67622006000400006.

DAVID, M. A.; MENDONÇA, V.; REIS, L. L.; SILVA, E. A.; TOSTA, M. S.; FREIRE, P. A. Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, p. 147-152, 2008.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2004. (Caderno didático, 72).

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2006.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; GONÇAVES, W.; JACOVINE, L. A. G. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p.479-486, 2004. DOI: 10.1590/S0100-67622004000400002.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos**. Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.

HARTMANN, H. T. ; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: Principles and practices**. 6th. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770 p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage e Mimosa scabrella Benth.** 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MULA, H. C. A. **Avaliação de diferentes substratos na produção de mudas de Sebastiania commersoniana (Baillon) L. B. Smith & R. J. Downs.** 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfológicas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 19, p.473-480, 2009.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. O. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p.455-462, 2012.



Esforço cooperativo para suporte à silvicultura de pínus no Brasil

Jarbas Shimizu¹; Ananda Aguiar²; Edilson Batista de Oliveira³; Carlos Mendes⁴; Mauro Murara Junior⁵

¹Doutor em genética florestal, pesquisador aposentado da Embrapa Florestas, Curitiba, PR, shimizu@embrapa.br; ²Doutor em genética, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, ananda.aguiar@embrapa.br; ³Doutor em manejo florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, edilson.oliveira@embrapa.br; ⁴Engenheiro florestal, gestor, APRE, Curitiba, PR, carlosmendes@apreflorestas.com.br; ⁵Engenheiro florestal, gestor, ACR, Lages, SC, mauro.murara@acr.org.br

Resumo: Programas de melhoramento florestal são dispendiosos e de longa duração. A falta de semente melhorada, adequada aos requisitos para produção e industrialização de madeira sólida e de resina de pínus motivou a organização de empresas desses segmentos em um sistema cooperativo para implementar um projeto com enfoque na conservação e melhoramento genético. A base genética já conta com mais de 200 matrizes selecionadas para produção de madeira e mais 2.500 em pré-avaliação para produção de resina. As matrizes selecionadas compõem o banco genético para os cruzamentos controlados.

Palavras-chave: Melhoramento genético; Pesquisa florestal; Silvicultura.

Introdução e objetivos

Plantios intensivos de pínus no Brasil tiveram início nos anos 1960, como forma alternativa de assegurar o suprimento de madeira para usos gerais, tendo em vista o esgotamento das reservas comercialmente viáveis de madeira de *Araucaria angustifolia*, até então amplamente utilizada. Plantios comerciais de pínus se disseminaram a partir dos estados do Sul e Sudeste, impulsionados pelos incentivos fiscais para reflorestamento, concedidos pelo Governo Federal no período de 1966 a 1986. A maioria dos povoamentos foi estabelecida com *P. elliottii* e *P. taeda*, por conta dos resultados promissores de rápido crescimento e versatilidade para se adaptar a variadas condições ambientais, conforme observado em plantios exploratórios feitos por instituições governamentais, empresas privadas e pessoas físicas.

As espécies de pínus são fonte de matéria-prima para múltiplos usos, desde madeira para fins estruturais em construções civis, painéis, móveis, embalagens, celulose, biomassa energética e muitos outros. Além disso, algumas espécies produzem resina em quantidades viáveis para exploração comercial, proporcionando rendimentos adicionais aos empreendimentos. As espécies mais plantadas nos estados do Sul, além de partes de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, são *Pinus taeda* e *P. elliottii* var. *elliottii*. Nas regiões tropicais estão sendo disseminadas espécies como *P. caribaea*, principalmente da variedade *hondurensis*, *P. oocarpa* e *P. tecunumanii*.

P. taeda abrange a maior parte dos povoamentos comerciais de pínus para processamento, principalmente pelas indústrias de celulose e papel de fibra

longa. Para esse segmento industrial, enfatiza-se muito a produtividade volumétrica de madeira, enquanto que outras características são consideradas menos críticas. No entanto, para o segmento industrial de madeira sólida, que engloba um grande número de pequenas e médias empresas e requer madeira de moderada a alta resistência físico-mecânica, homogeneidade e qualidades estéticas, o material genético melhorado para produção de celulose não é plenamente satisfatório. Isso, por conta da alta proporção de madeira juvenil nas toras, tortuosidades no fuste, além da qualidade e quantidade de ramos que comprometem a taxa de conversão das toras em madeira serrada ou laminada de boa qualidade. Assim, seria desejável que o segmento de madeira sólida, também, dispusesse de material genético melhorado especificamente para atender os seus requisitos de maneira satisfatória, principalmente quanto à taxa de conversão em madeira serrada e laminada, bem como em produtos finais.

A implementação de um programa de melhoramento genético florestal requer intensos trabalhos de campo, ampla área de atuação e alto custo financeiro, além de expertise em genética quantitativa, genética de populações, genética molecular, fisiologia vegetal, estatística experimental, silvicultura e muitas outras especialidades para dar respaldo técnico às estratégias adotadas. Considerando a existência de várias empresas florestais em busca de atributos em comum na matéria-prima florestal, foi proposta a implementação um programa de melhoramento genético de pínus direcionado aos seus interesses, nos moldes de um programa participativo (Programa Cooperativo de Melhoramento de Pinus - PCMP), com os objetivos básicos de desenvolver materiais genéticos melhorados para 1) produção



de madeira para fins estruturais e fabricação de produtos com fino acabamento; e 2) maior produtividade e melhor qualidade de resina.

Material e métodos

Por iniciativa de empresas ligadas à Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APRE) e à Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR), juntamente com a Embrapa Florestas, foi concebido o Projeto Cooperativo de Melhoramento de Pinus (PCMP), a ser operacionalizada sob a estrutura administrativa e organização financeira do Fundo Cooperativo para Melhoramento de Pinus (FUNPINUS) (SHIMIZU et al., 2017).

No Brasil, todas as espécies de pinus plantadas comercialmente são adequadas para a produção de madeira. No entanto, somente *P. elliotii* e *P. caribaea* vêm sendo utilizadas na extração de resina. Além dessas espécies, a busca por maior produtividade e qualidade, tanto de madeira quanto de resina, tem indicado um caminho adicional de grande potencial que é a geração e uso de híbridos interespecíficos, notadamente *P. caribaea* x *P. elliotii*, *P. caribaea* x *P. tecunumanii*, *P. taeda* x *P. elliotii* e, futuramente, combinações de outras espécies como *P. patula* e *P. oocarpa*.

No melhoramento para produção de madeira sólida, as seleções são direcionadas para características como taxa de crescimento (não necessariamente as maiores em todas as fases de crescimento), forma de fuste, módulo de elasticidade, ausência de defeitos na madeira, fator de forma, resistência ou tolerância a pragas e a condições abióticas. Seleções para o melhoramento da produção de resina levam em consideração a produtividade de resina, resistência ou tolerância a pragas e a condições abióticas, independentemente da forma de fuste, fator de forma ou qualidade da madeira. Em todos os casos, as formas e critérios das avaliações, bem como as eventuais recomendações de uso dos resultados são condicionados às práticas silviculturais e de manejo atualmente em uso. Nesse contexto, o papel de cada instituição/empresa associada ao PCMP é crucial na implementação da estratégia de melhoramento. A Embrapa Florestas participa com “know-how” de pesquisadores em diversas especialidades como genética, silvicultura, fisiologia vegetal, fenologia reprodutiva, propagação vegetativa, nutrição de plantas, tecnologia da madeira e outras, além de suporte com infraestrutura laboratorial, apoio logístico e respaldo institucional na esfera federal, visando maximizar o retorno em forma de matéria-prima de melhor qualidade e menor custo de produção. A participação no PCMP proporciona à Embrapa Florestas oportunidades de buscar e desenvolver temas de pesquisa diretamente

relacionados com a demanda real do setor florestal, além de contar com o apoio logístico e operacional das empresas para implementar seus projetos.

Os povoamentos comerciais e demais os acervos genéticos das empresas florestais que sejam disponibilizados para o projeto constituem a base para as seleções e implementação da estratégia de melhoramento a curto, médio e longo prazos. Sendo partes diretamente beneficiadas pelos resultados do projeto, as empresas se responsabilizam pelos trabalhos de campo (seleções, testes, cruzamentos controlados, multiplicações e outras atividades requeridas no processo). Além disso, para as empresas, a associação a uma instituição de pesquisa oficial como a Embrapa enseja a oportunidade de ampliar as possibilidades de intercâmbio internacional com instituições de pesquisa congêneres, instituições financeiras e outras para enriquecer o acervo tecnológico e comercial em benefício de seus negócios. Uma vantagem adicional que as empresas poderão usufruir no projeto cooperativo é a oportunidade para capacitação contínua do seu pessoal técnico e operacional sob orientação da Embrapa e a ampla visibilidade institucional pelo seu protagonismo no avanço do setor florestal.

Entre as várias frentes de atuação a serem adotadas no programa de melhoramento de pinus, consta a busca contínua por genótipos não aparentados e de alto valor, visando ao aumento dos ganhos genéticos e à ampliação e gestão da base genética para minimizar os efeitos adversos da endogamia ao longo das gerações. O resultado prático que se busca é a produção de semente ou clones melhorados e sua multiplicação para uso comercial após intensos testes em campo. Recursos técnicos adicionais serão explorado nesse sentido como, por exemplo, seleção genômica ampla, fusão de protoplastos, embriogênese somática, geração de híbridos interespecíficos, geração e uso de poliploides, métodos alternativos de seleção pela qualidade da madeira e da resina, e muitos outros.

Além dos problemas silviculturais e de melhoramento genético que constituem o foco de atenção neste projeto, outros temas relevantes que se manifestem, relacionados à cultura de pinus, serão discutidos com as empresas potencialmente afetadas. Assim, novos tópicos poderão ser incorporados nas propostas de trabalho do projeto cooperativo. O desenvolvimento de variadas combinações de híbridos é uma das atividades demandadas em função dos problemas ressaltados pelas empresas e observados *in loco*.

Podem participar do PCMP pessoas físicas ou jurídicas, públicas, privadas ou de economia mista, que estejam interessadas no desenvolvimento e uso de material genético melhorado de pinus. Os participantes atuarão, participativamente, em todo o processo, desde a ampliação e diversificação da base genética



e implementação de testes em campo, até a produção e uso de sementes/clones melhorados. Os materiais genéticos melhorados, resultantes em cada fase, constituirão recursos a curto e médio prazos para as operações das empresas participantes e constituem patamar para novos ciclos de cruzamentos seletivos visando ao melhoramento genético em gerações avançadas. O projeto poderá contar, ainda, com a participação de entidades dispostas a contribuir com materiais genéticos, infraestrutura, expertise em áreas específicas, equipes operacionais especializadas ou outros recursos, mesmo que não tenham interesse em expandir seus plantios ou em participar nos processos de seleção, cruzamentos ou testes genéticos do programa. Isso implica que há previsão de diferentes categorias de membros no PCMP, dependendo da forma de sua participação nos esforços e do interesse nos benefícios a serem usufruídos. Futuros arranjos e detalhes sobre cada caso deverão ser definidos, oportunamente, pelo Conselho Deliberativo do FUNPINUS. A premissa básica do PCMP é oferecer um trabalho adicional ao desenvolvido individualmente pelas empresas, de maneira que a independência e a autonomia de cada participante sobre seus trabalhos particulares são mantidas.

Resultados e discussão

Desde o início das operações em 2017, além da Embrapa Florestas, o projeto já conta com dez empresas participantes e consultas de outras interessadas

na adesão são acolhidas continuamente. Os trabalhos de campo encontram-se em pleno curso. Embora um grande número de árvores tenham sido pré-selecionadas pelas equipes de campo de algumas empresas, até o momento, foram selecionadas 218 matrizes de *P. taeda* e 12 do híbrido *P. caribaea* var. *hondurensis* x *P. elliottii* var. *elliottii* com base nos critérios definidos para produção de madeira. No decorrer das atividades, mais árvores deverão ser acrescentadas à base genética do PCMP, incluindo outras espécies e híbridos para produção de madeira e de resina.

Conclusões

Projetos de alto custo e de longa duração como o de melhoramento genético de pinus não seriam viáveis sem esforços participativos de várias partes interessadas. O PCMP é um exemplo que, dada a existência de diversas empresas com interesses em comum quanto à qualidade da matéria-prima, apresenta as condições favoráveis para ter êxito, especialmente com o apoio técnico-científico e institucional de um órgão de pesquisa como a Embrapa Florestas.

Referência

SHIMIZU, J. Y.; AGUIAR, A. V.; OLIVEIRA, E. B.; MENDES, C. J.; MURARA JÚNIOR, M. I.; SOUSA, V. A.; DEGENHADT-GOLDBACH, J. **Projeto cooperativo de melhoramento de pinus – PCMP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 58 p. (Documentos. Embrapa Florestas, 308).



Espacialização, análise e caracterização de florestas plantadas na mesorregião sudeste do estado do Pará: uma aplicação do sistema de informação geográfica

Jéssy Anni Vilhena Senado¹; Adriana da Silva Neves²; Eduardo Saraiva da Rocha³

¹Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA; ²Engenheira Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA; ³Doutor em Rerum Silvaticarum, Professor do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, jessysenado@gmail.com

Resumo: A silvicultura na mesorregião do sudeste do Pará tem se mostrado como importante atividade econômica, onde a tendência da substituição de área agropecuárias por florestas tem surgido como necessidade para diminuir as pressões exercidas em florestas nativas. Áreas com potencial para reflorestamentos devem ser identificadas para subsidiar projetos e programas florestais, para evitar resultados contrários ao esperado nesses empreendimentos por falta de informações sobre o plantio na região. Deste modo, o trabalho objetivou identificar, através do Sistema de Informação Geográfica, os reflorestamentos na mesorregião Sudeste do Estado do Pará no período de 2008 a 2013, obtidos através do Licenciamento Ambiental Rural disponível no site da SEMAS e realizar um levantamento das espécies florestais utilizadas nas áreas de plantio. Realizou-se a espacialização das áreas licenciadas destinadas ao reflorestamento de forma específica. Foram contabilizados 163 licenciamentos na mesorregião do estudo, sendo a mesma mesorregião a que mais possui licenciamento para atividade no estado. Foi constatada, através da espacialização, uma aglomeração de plantios na microrregião de Paragominas, com ênfase no município de Dom Eliseu (37%). O gênero de *Eucalyptus* é o mais empregado nos plantios totalizando uma área de 62.997,93 ha, cerca de 46% da área total. A espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby é a segunda espécie mais plantada com 56.665,21 ha, equivalente a 38% da área.

Palavras-chave: Silvicultura de precisão; Manejo florestal; Reflorestamento.

Introdução e objetivos

O Brasil tem despontado como a maior potência mundial no fornecimento de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros. Dessa forma, o setor florestal desempenha uma função importante na economia brasileira, contribuindo com uma parcela significativa na geração de produtos, tributos, empregos e renda (VALVERDE et al., 2013; VIRGENS et al., 2015).

A indústria florestal vem aumentando sua base de suprimento de madeira bruta na silvicultura, substituindo gradativamente as florestas nativas. Essa iniciativa está relacionada às limitações naturais, técnicas, às restrições institucionais na utilização das florestas nativas para fins produtivos e às pressões de correntes ambientalistas em prol da preservação das florestas naturais (FISCHER, 2009). Nesse contexto, é possível afirmar que quase toda a riqueza socioeconômica do setor florestal brasileiro vem da silvicultura, tornando-se a base predominante do setor florestal, em que as florestas plantadas são responsáveis por 100%

do suprimento de madeira para a indústria nacional de celulose e de painéis reconstituídos, e com mais de 70% da indústria de compensados (FISCHER; ZYLBERSZTAJN, 2012).

No estado do Pará, a produção florestal está distribuída de forma heterogênea, onde as indústrias madeireiras estão concentradas nas zonas Leste e no Estuário, e representam conjuntamente 74% da produção madeireira do Estado (VERÍSSIMO; SOUZA JÚNIOR, 2006). Sendo este mercado um dos mais importantes da economia paraense pelos empregos e renda que gera.

O reflorestamento no Estado do Pará é considerado um segmento importante, pois além de promover a redução da pressão sobre as florestas nativas, atua como agente na recuperação de extensas áreas que foram utilizadas pela pecuária extensiva e agricultura itinerante (INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL DO ESTADO DO PARÁ, 2010). Dentro do estado, a mesorregião sudeste é a que mais se destaca no segmento florestal. Neste sentido, a Licença de Atividade Rural (LAR) vem como uma forma de



auxiliar na identificação de áreas potenciais para o reflorestamento, já que, segundo Whately (2014), é um instrumento de controle, monitoramento e comprovação da regularidade ambiental das atividades nos imóveis rurais, em especial quanto a manutenção ou regularização das áreas.

Outra forma de melhor visualizar as áreas reflorestadas no estado é através de ferramentas de geoprocessamento, que possibilita um aprimoramento dos mesmos e um acompanhamento da possível tendência das áreas reflorestadas. Dentro das ferramentas de geoprocessamento, o SIG (Sistema de Informação Geográfica) é constituído por um conjunto de ferramentas para aquisição, armazenamento, recuperação, transformação e saída de dados espacialmente distribuídos. Vieira et al. (2007) afirma que a popularização das geotecnologias nas Ciências Agrárias se iniciou na década de 80 e permanece até os dias de hoje, contribuindo sobremaneira para transformar o modo de produzir conhecimentos. Na área florestal, a maioria das atividades que requerem uma tomada de decisão é auxiliada com a utilização de alguma tecnologia de geoprocessamento, devido a facilitação que a ferramenta fornece para obtenção de informação espacial.

Diante do exposto, objetivou-se identificar, através do Sistema de Informação Geográfica, os reflorestamentos na mesorregião Sudeste do Estado do Pará no período de 2008 a 2013, obtidos através do Licenciamento Ambiental Rural da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), e realizar um levantamento das espécies florestais utilizadas nas áreas de plantio.

Materiais e métodos

A área de estudo do trabalho correspondeu a mesorregião Sudeste do estado do Pará, que é formada pelas microrregiões de Tucuruí, Paragominas, São Felix do Xingu, Parauapebas, Marabá, Redenção e Conceição do Araguaia, abrigando 39 municípios, com área de 297.367,81 km² e uma população de 1.647.508 habitantes (PARÁ, 2014).

Os dados secundários foram levantados no site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas), para a coleta de informações, sendo elaborado um banco de dados em um software específico. Para a identificação das propriedades licenciadas utilizou-se a base de Licenciamento Ambiental Rural (LAR). Para a elaboração do SIG foi realizada a importação dos dados que foram classificados e agrupados de acordo com a categoria adequada do modelo de dados. Os dados foram estruturados utilizando suas informações geográficas no modo vetorial, de forma que os objetos cartográficos foram representados por

uma série de coordenadas cartesianas (x,y), obtidas do LAR cadastrados no site da SEMAS, na etapa seguinte foi realizada a espacialização das áreas de florestas plantadas. Para análise dos dados através do SIG, utilizou-se a identificação da propriedade, tamanho de áreas, localização e espécie plantada, de modo a analisar a distribuição espacial das licenças de reflorestamentos, bem como quantificar essas áreas situadas na mesorregião sudeste do Pará.

Através da espacialização das áreas licenciadas tornou-se possível gerar um banco de dados onde foram armazenadas todas informações contidas em uma LAR, entre elas estão: município do empreendimento, tipologia florestal, nº de CAR, nº de LAR, coordenadas geográficas, áreas de Reserva legal, Área de preservação permanente, espécies plantadas, volumetria, total de mudas plantadas, espaçamento utilizado nos plantios e data do plantio. A partir das coordenadas geográficas espacializou-se esse banco de dados para identificação da localização dessas áreas licenciadas.

Resultados e discussão

• Licenciamento Ambiental na Mesorregião Sudeste do Pará

Do total de 260 licenças ambientais para reflorestamento emitidas no Estado do Pará durante o período de 2008 a 2013, observou-se o número de 163 (62,7%) apenas na mesorregião sudeste do Pará (Figura 1). Este resultado apresentou consonância com o trabalho de Almeida (2011), que aponta o crescimento do segmento florestal através de projetos de reflorestamento nesta mesorregião, com o objetivo de auto abastecimento e a reposição florestal para pagamento de passivos ambientais.

Silva Junior et al. (2015) também destacam que a mesorregião sudeste apresenta uma grande contribuição no aumento do reflorestamento no estado do Pará, isso está ligado às ações governamentais visando o controle do desmatamento e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Dentro dessa mesorregião, podemos destacar os municípios de Dom Eliseu, Paragominas, Ulianópolis e Rondon do Pará como os grandes responsáveis pela maioria das emissões de LAR do estado (Figura 2). Diante da espacialização das áreas de plantio, observou-se uma grande concentração de licenças emitidas na microrregião de Paragominas, onde esses municípios fazem parte (Figura 4).

Foi possível observar que o município de Dom Eliseu foi o maior responsável pelas licenças emitidas, com 37%. Em 2009 foi firmado um convênio entre a prefeitura do município e a Superintendência

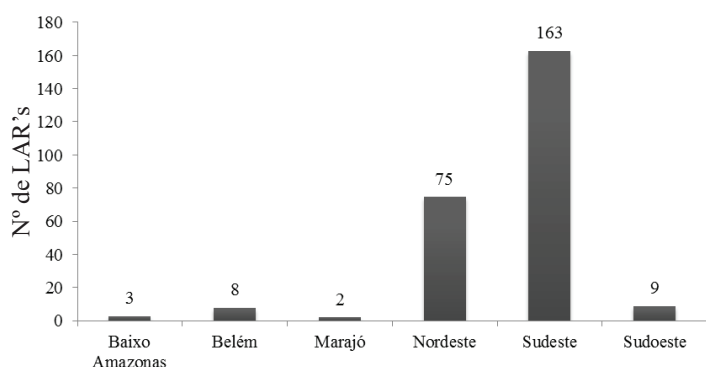


Figura 1. Licenciamentos de reflorestamentos nas mesorregiões do estado do Pará de 2008 a 2013, segundo dados da Semas-PA.

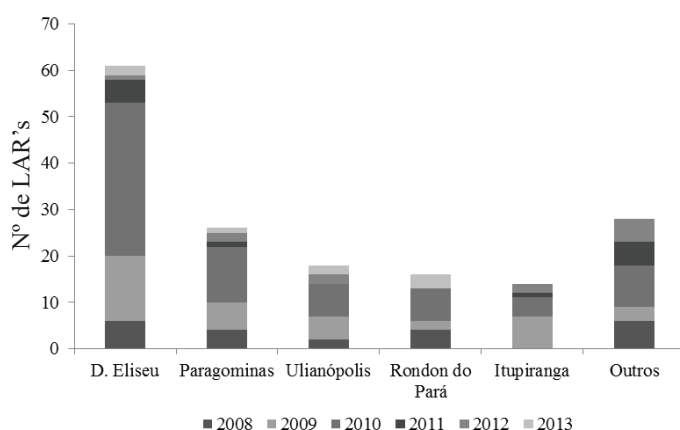


Figura 2. Distribuição de LAR's na mesorregião sudeste paraense o período de 2008 a 2013, segundo dados da Semas-PA.

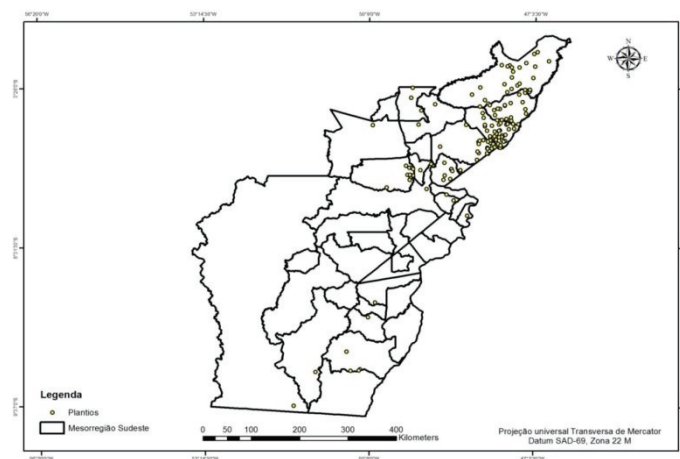


Figura 3. Espacialização de florestas plantadas na mesorregião sudeste do estado do Pará, segundo dados da Semas-PA.

do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), que implantou na cidade um projeto de reflorestamento, o que levou o município a concorrer ao Selo Verde do Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC). No ano de 2012, o mesmo foi atribuído a lista do Programa de Municípios Verdes (PMV) do estado juntamente com o município de Paragominas, que obteve 16% das licenças emitidas (Figura 2), sendo este um dos principais pólos madeireiros do Pará, responsável, em 2016, por mais de 20% da produção madeireira do estado (IBGE, 2017).

Outro fator importante que contribui com este resultado é que a microrregião está inserida em áreas de consolidação e recuperação,

oriundas de fronteiras agrícolas abertas, devido ao Macrozoneamento Ecológico Econômico (MacroZEE). De acordo com Farias et al. (2016) o MacroZEE do Pará, instituído pela Lei nº 6.745/05, visa subsidiar o planejamento estadual na elaboração e fixação de políticas, programas e projetos, visando à ordenação do território e à melhoria da qualidade de vida das populações urbanas e rurais, incentivando o desenvolvimento das atividades econômicas em bases manejadas (zonas de consolidação) e o desmatamento ilegal (zonas de recuperação).

Podemos destacar também que até o ano de 2010 houve um aumento no número de emissão de licenças ambientais pela Semas. De acordo com Tenório et



al. (2015) isso se deve ao fato de que no contexto da época, existiam fortes pressões do setor produtivo para a liberação de matéria-prima florestal legal, com isso, a gestão da Semas-PA adotou alguns procedimentos que flexibilizaram o licenciamento, por meio de emissão de LAR.

• Principais espécies utilizadas no reflorestamento do sudeste paraense

O plantio de espécies florestais na mesorregião totalizou uma área aproximada de 145.717,4 ha (Tabela 1), distribuídas nas seguintes espécies: *Acacia Mangium* Willd. (Acácia), *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Castanha-do-Pará), *Ceiba pentrandra* (L) Gaertn. (Sumaúma), *Eucalyptus* sp. (Eucalipto), *Hevea brasiliensis* Mull. Ar. (Seringueira), *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá), *Swietenia macrophylla* King. (Mogno brasileiro) e *Tectona grandis* L. f. (Teca)

O *Eucalyptus* sp. foi detectado como a espécie mais plantada na mesorregião sudeste paraense, em uma área de 67.997,93 ha, representando 46% dos plantios. Ele também é observado como o gênero mais plantado no Brasil, onde segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) (2016), representam 72% do total

de áreas plantadas de todo o país. Um dos principais fatores que contribuem para o destaque desta cultura é a vasta quantidade de informações e facilidades de acesso acerca do uso de técnicas de manejo da espécie.

Janoselli et al. (2016) destaca que a eucaliptocultura é considerada uma produção de sucesso no Brasil, pois seus impactos positivos são de extrema importância para os setores ecológicos, científicos, econômicos e sociais. Dentre eles cita-se: alta participação no mercado florestal do Brasil, tecnologia em mudas da planta no país, produtividade, homogeneidade, geração de empregos, entre outras.

Dentre as espécies do gênero *Eucalyptus*, observou-se que *E. grandis* Hill ex Maiden, *E. urophylla* S.T. Blake, *E. tereticornis* Sm., *E. torelliana* F. Muell. se destacaram nos plantios da mesorregião (Figura 4).

A ampla utilização dessas espécies é influenciada pelo fato de que estas apresentam um ciclo de corte relativamente curto, quando comparado com algumas espécies florestais nativas da região. Além disso, o cultivo em larga escala visa abastecer uma demanda nacional de madeira para produção de papel e celulose (70%); siderurgia – produção de energia (20%); painéis de madeira (6%), entre outros (ALMEIDA et al., 2011).

Após o eucalipto, o Paricá foi a espécie que mais se destacou nos plantios da mesorregião, representando

Tabela 1. Área total reflorestada (ha) na mesorregião sudeste paraense no período de 2008 a 2013, segundo dados obtidos pela LAR-Semas.

Espécie	Área reflorestada (ha)
<i>Acacia mangium</i> Willd.	105,0
<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	28,1
<i>Ceiba pentrandra</i> (L) Gaertn.	60,2
<i>Eucalyptus</i> sp.	67.997,9
<i>Hevea brasiliensis</i> (Huber) Duck	843,8
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	56.665,2
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	268,0
<i>Tectona grandis</i> L. f.	19.749,1
Total	145.717,4

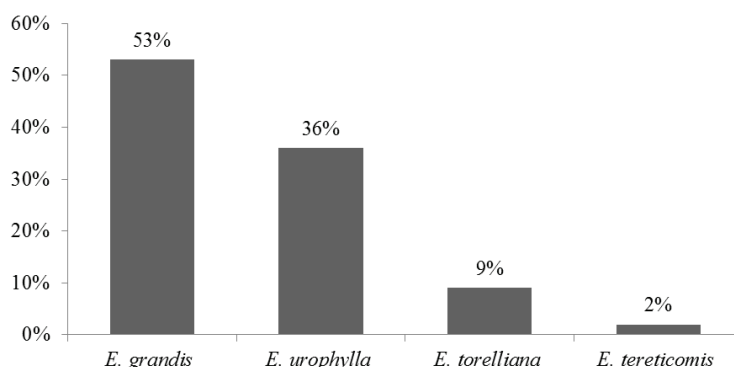


Figura 4. Principais espécies do gênero *Eucalyptus* plantados no sudeste paraense, segundo dados do LAR-Semas.



38% da área total de florestas plantadas. De acordo com dados do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2009), o plantio de Paricá, produzido essencialmente no Pará, foi o que apresentou maior crescimento (92,6%) no período entre 2006 e 2007, tornando-se assim a espécie nativa mais plantada na região.

Silveira et al. (2017) destacam que o sucesso no crescimento dos plantios desta espécie na região norte é resultado da sua boa aceitação no mercado madeireiro, devido aos seus variados fins, como a produção de lâmina e compensado, forros, palitos, papel, móveis, além de peças de acabamento e molduras.

Outra espécie que tem conquistado destaque nos plantios realizados na mesorregião sudeste paraense é a teca, com 21.776,60 ha de plantios (15%). Essa espécie atualmente é considerada uma alternativa de elevado valor econômico para o suprimento sustentável das indústrias de base florestal, tendo a possibilidade de comercialização da produção desde os primeiros desbastes, a qual é voltada, principalmente, à energia (ÂNGELO et al., 2009).

Segundo o relatório da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) (2016), entre os anos de 2010 e 2015 houve um aumento expressivo (33%) na área plantada por Teca no Brasil, alcançando assim mais de 87 mil hectares. Nerdelof et al. (2017) afirma que essa produção madeireira é voltada principalmente para atender o mercado externo. No entanto, nos últimos anos tem-se notado um crescimento de interesse pela madeira de Teca e seus produtos também no mercado interno, já que sua beleza, resistência e durabilidade fez a madeira ser considerada uma das mais valiosas do mundo. Essa versatilidade quanto ao uso, torna a teca uma importante fonte de renda e um investimento lucrativo aos seus produtores.

Conclusões

O sudeste paraense é a mesorregião que mais possui licenciamento para reflorestamentos emitidos, tal fato pode ser atribuído ao maior pólo madeireiro se encontrar no seu território, o pólo de Paragominas.

Através das análises dos mapas foi possível observar a estrutura espacial dos reflorestamentos na mesorregião sudeste paraense, tendo uma aglomeração dos plantios no município de Dom Eliseu (37%), em decorrência dos programas e grupos que fortalecem a atividade na região.

O levantamento realizado mostrou que a espécie exótica Eucalipto é a mais plantada na mesorregião sudeste paraense e o Paricá é a segunda espécie que mais se destacou nos plantios da mesorregião.

Através do SIG foi possível aumentar a percepção da observação e da análise dos reflorestamentos no sudeste paraense, o que pode vir a auxiliar em futuras decisões e desenvolvimento de políticas públicas para a mesorregião e para o Estado do Pará.

Referências

ALMEIDA, L. S. de; COUTINHO, C. H. O.; SANTANA, A. C. de. Perspectivas para o reflorestamento no estado do Pará a partir do uso da terra no nordeste e sudeste paraense. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, v. 7, n. 13, p. 16, 2011.

ÂNGELO, H.; SILVA, V. S. de M.; SOUZA, Á. N. de; GATTO, A. C. Aspectos financeiros da produção de teca no Estado de Mato Grosso. *Floresta*, v. 39, n. 1, p. 23-32, 2009. DOI: 10.5380/rf.v39i1.13722.

FARIAS, M. H. C. S.; BELTRÃO, N. E. S.; SANTOS, C. A.; CORDEIRO, Y. E. M. Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Pará: fundamentos e potencialidade. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 10, n. 1, 2016.

FISCHER, A. O Fomento na indústria de base florestal. *Informe Gepec*, v. 13, n. 2, p. 6-19, 2009.

FISCHER, A.; ZYLBERSZTAJN, D. O formento florestal como alternativa de suprimento de matéria prima na indústria brasileira de celulose. *REAd*, v. 72, n. 2, 2012

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2016**. Rio de Janeiro, 2017.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2016**. Brasília, DF, 2016. Relatório anual 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL DO ESTADO DO PARÁ. **Plano safra florestal madeireira do Estado do Pará**: 2010. Belém, 2010. 102 p.

JANOSELLI, H. R. D.; HARBS, R.; MENDES, F. L. Viabilidade econômica da produção de eucalipto no interior de São Paulo. *Revista iPecege*, v. 2, n. 2, 2016.

NERDELOF, R. A.; **Resumo público do plano de manejo**. 2017. Disponível em: <http://www.soroteca.com/usr-data/general/2017_01_30_Resumo_Publico_do_Plano_de_Manejo_2016.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

PARÁ. Secretária Executiva de Planejamento Participativo, Orçamento e Finanças. **Estatísticas municipais**. 2014. Disponível em: <<http://www.sepof.pa.gov.br/mesorregiao.html>>. Acesso em: 15 dez.2017.

SILVA JUNIOR, J. P.; SILVA, J. N.; SOUSA, P. G. F. **Produção de Eucalipto na região Sul e Sudeste Estado do Pará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EUCALIPTO, 3., 2015, Vitória. [Anais...]. Vitória: [s. n.], 2015.

SILVEIRA, R.; SILVA, G. F.; BINOTI, D. H. B.; MANHÃES, L. P.; GONÇALVES, A. F. A.; ARAGÃO, M. A. Custos da produção de madeira de paricá na região de Paragominas, PA.



Pesquisa Florestal Brasileira, v. 37, n. 92, p. 597-604, 2017. DOI: 10.4336/2017.pfb.37.92.1508.

TENÓRIO, R. S.; MEDEIROS, A. P. R.; SOARES, L. S.; COUTINHO, C. H. O.; PEREIRA, D. N. Diagnóstico dos projetos de reflorestamento no Estado do Pará no período de 2008 a 2012.

Enciclopédia Biosfera, v. 11, n. 2, 2015.

VALVERDE, S. R.; MAFRA, V. J. W. A.; MIRANDA, M. A.; SOUZA, C. S.; VASCONCELOS, D. C. **Silvicultura brasileira: oportunidades e desafios da economia verde**. [S. l.]: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2013.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA JUNIOR, C. **Áreas para produção florestal manejada**: detalhamento do macrozoneamento ecológico

econômico do Estado do Pará. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2006.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, V. C. O. Sistema para geoinformação para a cafeicultura do Sul de Minas. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 241, p. 16-26, 2007.

VIRGENS, A. P. das; FREITAS, L. C.; LUZ, D. S.; MOREIRA, A. C. D. Análise Econômica e de sensibilidade em Projetos de Reflorestamentos no Estado da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 120-147, 2015.

WHATELY, M. Passo a passo para licenciamento de atividades rurais. **Série Gestão Ambiental Municipal para a Área Rural**, v. 2, p. 11-79, 2014.



Armazenamento das sementes de pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze.)

João Antonio Pereira Fowler¹

¹Doutor em Agronomia, Analista PD&I na Embrapa Florestas, Colombo, PR, joao-antonio.fowler@embrapa.br

Resumo: O armazenamento das sementes de pinheiro-do-paraná decorre da necessidade de uso ao longo do tempo e da ciclicidade de produção, caracterizada por ano de alta produção, seguido de anos de baixa. O trabalho objetivou conservar as sementes de pinheiro-do-paraná em armazenamento por 810 dias. Os tratamentos foram: (A) ambiente da ante-sala das câmaras de armazenamento do laboratório de Sementes em embalagem de polietileno selada (24 μ de espessura); (B) ambiente de câmara fria em embalagem de polietileno selada (24 μ de espessura); (C) ambiente de câmara fria em embalagem de polietileno selada (48 μ de espessura) e (D) câmara fria em embalagem de polietileno selada (72 μ de espessura). A tecnologia para conserva-las por períodos longos inicia na coleta das pinhas na árvore matriz, quando apresentam cor verde-amarronzada, extração das sementes e redução do grau de umidade destas até 38%. Em seguida devem ser acondicionadas em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) selada de 24 μ de espessura e armazenadas em ambiente de câmara fria. Nas avaliações das sementes durante o período de armazenamento, recomenda-se que sejam feitas aplicando-se os testes de germinação e vigor.

Palavras-chave: Conservação ex-situ, Germinação, Vigor.

Introdução e objetivos

O pinheiro-do-paraná é uma árvore perenifólia de tronco reto colunar quase cilíndrico, podendo atingir 35m de altura e 120cm de diâmetro a altura do peito (DAP) na idade adulta, com fuste de até 20 m de comprimento. É uma espécie secundária longeva de ocorrência natural no extremo nordeste da Argentina e leste do Paraguai. No Brasil distribui-se pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em manchas esparsas no sul dos estados de São Paulo, Minas Gerais e nas áreas de altitude elevada do Rio de Janeiro. Sua madeira de alta qualidade é indicada para construções em geral, caixotaria, móveis, laminados e vários outros usos (CARVALHO, 1994). A espécie consta da lista das ameaçadas de extinção (BRASIL, 1992), agregado a isso, a coleta dos frutos nas populações naturais, para comercialização dos pinhões para consumo humano é uma atividade economicamente importante para os pequenos agricultores, pois segundo o IBGE (2016) a produção nacional foi 7.746 toneladas, com valores correspondente de R\$ 22.405.000,00 no país.

A conservação pós-colheita das sementes, conhecida popularmente como pinhão, é dificultada por ser classificada como recalcitrante (RAMOS, 1987; TOMPSETT, 1993; SALMEN-ESPINDOLA et al.,

1994; CORBINEAU et al., 1997), que perdem a viabilidade rapidamente com a redução do grau de umidade (AQUILA; FERREIRA, 1984; FARRANT et al., 1989; FOWLER et al., 1998). Além disso, a espécie apresenta ciclos de produção, com anos de contra safra após dois ou três anos consecutivos de produção de frutos, dificultando um fluxo uniforme de produção de sementes e de mudas ao longo dos anos. O desenvolvimento de técnicas de conservação em armazenamento, objetiva também o uso alimentar e sua industrialização, desenvolvidos para promover a comercialização e o uso do pinhão em outras épocas do ano, além da estação de produção, tornando seu mercado mais atraente aos produtores e consumidores (SANTOS et al., 2002). O sucesso das tecnologias que possibilitem prolongar a conservação das sementes está relacionado com coleta quando se encontram no ponto de maturação fisiológica, particular a cada espécie, e que influencia diretamente a longevidade dos propágulos em armazenamento. O ponto de maturação fisiológica é o momento ideal para a coleta, pois é a condição na qual as sementes apresentam a máxima qualidade fisiológica (POPINIGIS, 1985).

As dificuldades de conservar as sementes recalcitrantes em armazenamento decorrem de que não passam pela fase de dessecação do processo de maturação, são dispersas com grau de umidade em torno de 55%



no caso do pinheiro-do-paraná, portanto alto, o que as torna altamente sensíveis à desidratação. Diferentes espécies com sementes recalcitrantes apresentam diferentes graus de tolerância à desidratação, dependendo do estágio de desenvolvimento em que são dispersas. O sucesso no desenvolvimento de tecnologia para o armazenamento de sementes de espécies recalcitrantes é o método mais eficaz para a preservação ex-situ dos recursos genéticos (PRITCHARD, 2004). A preservação a longo prazo das sementes recalcitrantes é ainda um problema por resolver para a maioria das espécies, entre as quais as do pinheiro-do-paraná. Nas últimas três décadas, os cientistas desenvolveram vários métodos para armazenar sementes recalcitrantes, como o armazenamento úmido, parcialmente seco e a criopreservação, mas todos estes métodos têm suas próprias limitações (CHIN et al., 1989). A eficiência na conservação das sementes recalcitrantes depende do método utilizado e das características da espécie. No entanto, para a grande maioria das sementes recalcitrantes ainda não foi desenvolvido um método para a armazená-las por longo prazo. Por isso, é necessário avaliar a viabilidade do método com base nas particularidades de cada espécie (WEN, 2009).

O trabalho objetivou conservar a viabilidade das sementes de pinheiro-do-paraná em armazenamento por 810 dias.

Material e métodos

Os frutos foram coletados na segunda quinzena do mês de junho de 2010, nas árvores matrizes do teste de procedências e progênies implantado na Embrapa Florestas, quando apresentavam cor verde-amarronzadas e transportados imediatamente ao Laboratório de Análise de Sementes, localizado em Colombo, estado do Paraná (25°19'S, 49°09'W, 941 m de altitude, temperatura média anual de 16,5 °C e umidade relativa do ar média anual de 80%), para extração das sementes e formação do lote. Imediatamente após a formação do lote foi obtida a amostra representativa para a instalação do experimento, tendo-se determinado o grau de umidade, a germinação das sementes, conforme metodologias prescritas nas R.A.S. (BRASIL, 2009). O vigor das sementes foi determinado pelo índice de velocidade de germinação (I.V.G.) onde $IVG = \frac{\sum (G_i/n_i)}{n}$, onde G_i = número de sementes germinadas e n_i = dia da contagem conforme metodologia prescrita por Maguire (1962). Em seguida o lote de sementes foi armazenado na câmara seca (temperatura de 23 °C ± 1 e umidade relativa do ar de 9 ± 1%) para a redução do grau de umidade até 38%, correspondente ao ponto de umidade crítica de sobrevivência das sementes de pinheiro-do-paraná (EIRA et al., 1994).

Após as determinações acima, o lote de sementes foi subdividido em 4, para aplicação dos tratamentos abaixo discriminados abaixo tendo-se utilizada nesse experimento, para acondicionamento das sementes, o polietileno de baixa densidade 0,91 a 0,94 g/cm³ / (PEBD), que apresenta baixa permeabilidade à água e trocas gasosas, e por isso adequada para o armazenamento de sementes recalcitrantes, pela capacidade de estabelecer um equilíbrio higroscópico e gasoso entre as sementes e o ambiente de armazenamento (COUTINHO et al., 2003).

- A - ambiente da ante sala das câmaras de armazenamento do laboratório de Sementes e embalagem de polietileno selada (24 µ de espessura);
- B - ambiente de câmara fria (temperatura de 4 °C ± 1 °C e umidade relativa do ar de 89% ± 1%) e embalagem de polietileno selada (24 µ de espessura);
- C - ambiente de câmara fria (temperatura de 4 °C ± 1 °C e umidade relativa do ar de 89% ± 1%) e embalagem de polietileno selada (48 µ de espessura); e
- D - ambiente de câmara fria (temperatura de 4 °C ± 1 °C e umidade relativa do ar de 89% ± 1%) e embalagem de polietileno selada (72 µ de espessura).

O experimento foi aleatorizado em blocos ao acaso com 4 repetições de 25 sementes cada, com análise de variância no esquema fatorial 2 (ambientes) x 3 (espessura das embalagens) x 9 (períodos de avaliação). As avaliações da germinação, vigor e grau de umidade foram trimestrais, conforme metodologias prescritas nas R.A.S. (MAGUIRE, 1962; BRASIL, 2009).

Resultados e discussão

Quando as sementes atingem o ponto de maturação fisiológica as pinhas não apresentam aspecto visual de maturação, o que dificulta a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica. Após atingir o ponto de maturação fisiológica, as sementes iniciam o processo natural de deterioração, em velocidade variável e dependente das condições a que são submetidas (CICERO et al., 1986). As sementes do pinheiro-do-paraná apresentam grau de umidade ao redor de 55% na maturação, com germinação alta, contudo quando começa a deiscência da pinha na árvore matriz, a germinação decresce rapidamente (FERREIRA, 1977). Isso ocorre pelo início do processo de deterioração, desse modo, a conservação das sementes atua no sentido de reduzir a velocidade desse processo ainda quando as sementes estão na pinha. Em decorrência disso, a coleta das pinhas deve ser feita nas árvores matrizes quando apresentam a coloração verde-amarronzada e estão completamente formadas com as sementes com



grau de umidade de 55% (FOWLER, 2015). Com relação à redução da umidade das sementes recalci-trantes, deve-se considerar que além do menor grau de umidade de segurança, correspondente ao nível de umidade que pode ser atingido sem prejuízos à viabi-lidade das sementes segundo Hong e Ellis (1992), o grau de umidade crítico, abaixo do qual a semente não suporta a secagem, pode ocasionalmente ocorrer entre diferentes lotes da mesma espécie (KING; ROBERTS, 1979; EIRA et al., 1994). Considerando que as caracte-rísticas ecofisiológicas da espécie são importantes para a conservação das sementes como regra geral, adotou-se a estratégia para as sementes de pinheiro-do-paraná a redução do grau de umidade até 38%, correspondente ao grau de umidade crítico (TOMPSETT, 1984; EIRA, 1994), seguido de armazenamento em ambiente com temperatura e umidade relativa do ar, controlados, conforme Bilia et al. (1998), que obtiveram resultados positivos com sementes de *Inga uruguensis*, ao reduzi-rem de 58% para 49%, o grau de umidade mantendo a qualidade fisiológica do lote em armazenamento. No caso do tratamento A (Figura 1), as variações do ambiente não controlado, provocaram alterações até que as sementes atingissem o equilíbrio higroscópico com 40% de umidade, promovendo condições para que os eventos típicos de processo germinativo em sua fase inicial fossem desencadeados. Estudos de ultra-estrutura conduzidos durante os últimos anos contri-buíram para a compreensão das diferentes respostas à desidratação apresentadas por sementes recalci-trantes comparativamente as sementes ortodoxas. As membra-nas das organelas celulares, o citoesqueleto e o nucleo-esqueleto são essenciais para o perfeito funcionamento da célula, e danos a essas estruturas durante a desidra-tação podem levar à perda de viabilidade. O estado de metabolismo celular reflete na diferenciação das mitocôndrias com sinais visíveis na síntese de membra-nas e proteínas fornecidas pelo complexo de Golgi e pelo retículo endoplasmático. Assim essas ultraestruturas demonstram os danos celulares causados pela secagem excessiva nas sementes recalci-trantes. As sementes recalci-trantes que passam pelos estágios iniciais de germinação quando armazenadas com grau de umidade acima do nível crítico de umidade, também apresentam os danos acima mencionados (BERJAK; PAMMENTER, 2000).

Como não houve condições plenas de umida-de, valores muito acima dos 40%, necessários para que ocorresse a germinação, as sementes perderam a viabilidade, pois apresentaram queda sequente até a perda total aos 180 dias de armazenamento. As causas de perda de viabilidade das sementes armazenadas nas condições do tratamento A, foram os danos sub celulares ocorridos devido ao início de divisão celular, que demandou maior disponibilidade de água para a

sequência do processo germinativo, conforme descrito por (CHIN et al., 1989).

Na análise dos demais tratamentos nessa mesma figura, nota-se que aos 180 dias de armazenamen-to, a viabilidade das sementes nos tratamentos C e D mantinham-se altas e semelhantes e, o tratamento B um pouco inferior a esses. Em função do equilíbrio higroscópico, as variações do grau de umidade das sementes foram mais intensas nos tratamentos C e D, embaladas em PEBD com 48 μ e 72 μ de espessura respectivamente, comparadas com o tratamento B, embalagem PEBD de 24 μ de espessura, portanto mais fina e por isso equilíbrio higroscópico mais rápido com o ambiente da câmara fria. O processo de deterioração das sementes a partir desse momento, 180 dias de armazenamento, acentuou-se nas sementes armazenadas nas condições do tratamento A, causando a perda da viabilidade pelas razões mencionadas por (CHIN et al., 1989). Os trata-mentos de armazenamento das sementes em ambiente controlado de câmara fria, B, C e D, com embalagens semipermeáveis de PEBD, de espessuras variadas, e por isso, com diferentes taxas de trocas gasosas entre as sementes e o ambiente influenciaram distintamente o equilíbrio higroscópico das sementes, constituindo-se no diferencial entre esses tratamentos, cujas espessuras das embalagens utilizadas foram 24 μ , 48 μ e 72 μ , respectivamente. Esse diferencial influenciou na no equilí-brio higroscópico que por consequência nas taxas de trocas gasosas e por afetou de forma distinta a viabi-lidade e vigor das sementes armazenadas sob essas condições. A análise da Figura 1, tratamento C, perce-be-se que as sementes armazenadas sob essas condi-ções perderam a viabilidade aos 540 dias de armazena-mento e aquelas sob as condições do tratamento D aos 630 dias de armazenamento, ainda que esse tratamento apresentasse o melhor desempenho dentre os testa-dos nesse trabalho, ambos apresentaram velocidade maior de deterioração de suas sementes pela constante e ampla variação do grau de umidade das sementes e por consequência do equilíbrio higroscópico entre as sementes e o ambiente externo, o que provocou a perda da viabilidade. Em contrapartida, as sementes armaze-nadas sob as condições do tratamento B o equilíbrio higroscópico foi estabelecido no início e manteve-se estável até o encerramento do experimento, sendo esse o fator principal para a redução da velocidade de deterioração das sementes. Os resultados obtidos nesse trabalho coincidem com as observações de Almeida et al. (2003) que relata a importância do equilíbrio da composição gasosa da combinação do gás carbônico e oxigênio do ambiente interno da embalagem com o ambiente externo, em função da própria respiração da semente e da permeabilidade da embalagem aos gases. O teste de vigor das sementes revela as características fisiológicas deletérias mais sutis resultantes do avanço

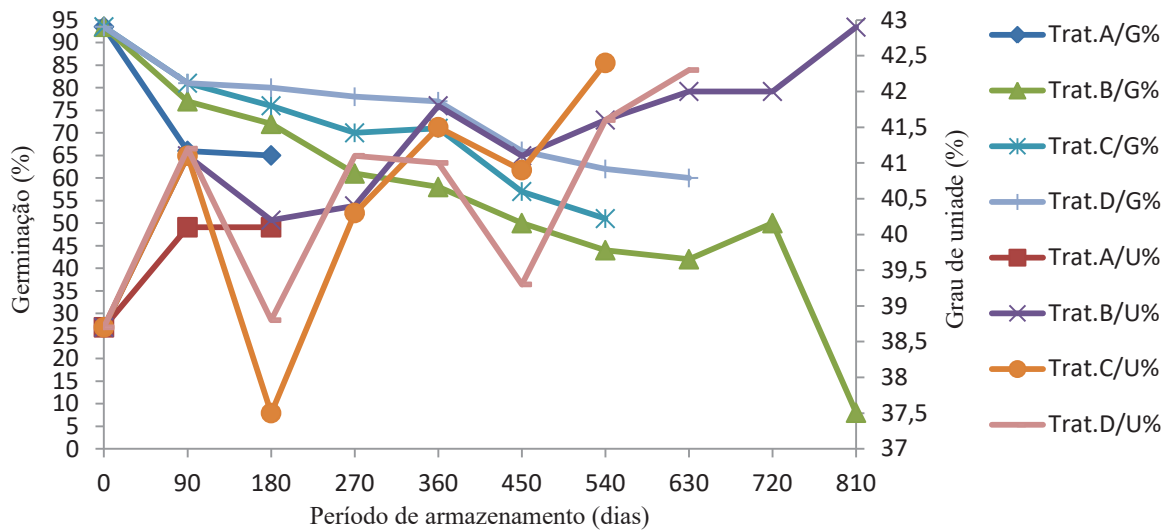


Figura 1. Relação grau de umidade germinação das sementes do pinheiro-do-paraná durante o armazenamento.

da deterioração que não são revelados pelo teste de germinação durante o armazenamento. Analisando-se a Figura 2, pode-se constatar que o índice de vigor das sementes de todos os tratamentos foi semelhante aos 90 dias com leve superioridade nesse período aquelas do tratamento A, contudo ampliada aos 180 dias de armazenamento. Em seguida, as sementes desse tratamento (A) perderam a viabilidade. Nesse mesmo período pode-se notar que houve um aumento do grau de umidade das sementes desse tratamento até a perda da viabilidade, confirmando as observações de (CHIN et al., 1989).

Aos 270 dias de armazenamento os índices de vigor dos tratamentos B, C e D mantiveram-se semelhantes, contudo houve um aumento significativo do grau de umidade dos tratamentos D, B e C, acentuado aos 360 dias de armazenamento, quando o vigor das sementes do tratamento C aumentou enquanto B e D se mantiveram estáveis e semelhantes, podendo-se constatar

que o grau de umidade das sementes dos tratamento B, C e D também aumentaram. As variações do grau de umidade das sementes, decorrentes do estabelecimento do equilíbrio higroscópico e gasoso com o ambiente da câmara fria, variável em função das diferenças de espessura das embalagens de PEBD, produziu efeito sobre o vigor das sementes em cada tratamento. Assim pode-se observar que as sementes armazenadas sob as condições do tratamento D foram aumentado o grau de umidade desde os 540 até os 630 dias, quando perderam totalmente a viabilidade concomitantemente com o declínio do vigor das sementes. As sementes armazenadas sob as condições do tratamento B e C também apresentaram o mesmo comportamento, contudo no caso do tratamento B e do A, apresentaram uma característica que consistiu da elevação do grau de umidade seguida de um pico do índice de vigor das sementes com posterior redução e perda da viabilidade das sementes em ambos.

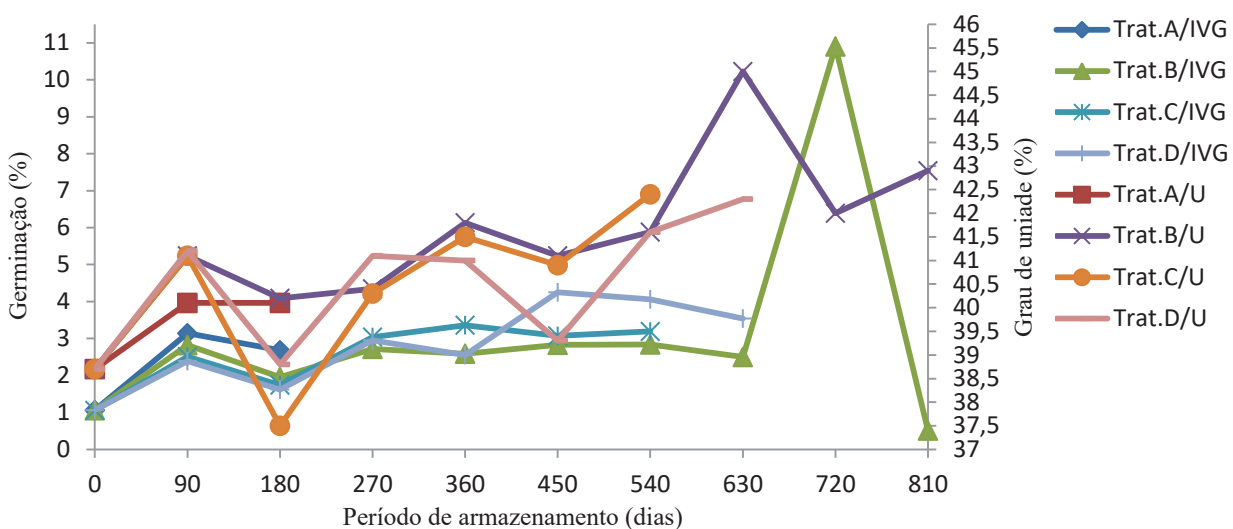


Figura 2. Relação grau de umidade e vigor das sementes do pinheiro-do-paraná durante o armazenamento.



A Figura 3 mostra a importância da utilização do vigor e da germinação na determinação da qualidade fisiológica de um lote de sementes de pinheiro-do-paraná. Assim comparando-se a germinação das sementes do tratamento A aos 90 e 180 dias de armazenamento percebe-se que são diametralmente opostas, pois esse tratamento apresentou a pior germinação dentre os tratamentos testados, em contrapartida o melhor índice de vigor das sementes. Os tratamentos B, C e D apresentaram índices de vigor semelhantes até os 270 dias de armazenamento, contudo germinações diferentes, maiores em D, C e B respectivamente, confirmando a importância de ambos os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes dessa espécie.

A análise comparativa da evolução do comportamento comparativo do vigor e da germinação dos tratamentos B, C e D, percebe-se claramente que ao longo do período do experimento todos apresentaram redução na germinação, mais acentuada no tratamento B, menor no C até a perda da viabilidade das sementes aos 540 dias de armazenamento e ainda menos intensa no tratamento D até a perda da viabilidade das sementes aos 630 dias de armazenamento. No caso desses tratamentos os índices de vigor apresentaram o mesmo comportamento da germinação dos tratamentos C e D até a perda da viabilidade das sementes em ambos aos 540 e 630 dias após a instalação do experimento.

Conclusões

O sucesso na conservação das sementes do pinheiro-do-paraná em armazenamento é uma sequência de procedimentos que começam com a coleta das sementes no ponto de maturação fisiológica seguido de adequada

secagem e do ambiente e a embalagem de armazenamento apropriado para que a velocidade de deterioração seja minimizada, conforme abaixo descrito:

A coleta das pinhas deve ocorrer na árvore matriz, quando apresentam coloração verde-amarronzada, para extração dos pinhões, que devem ser colocados em seguida em embalagem permeável e ambiente de câmara seca para redução lenta e gradual de seu grau de umidade até 38%.

As sementes com o grau de umidade de 38% devem ser acondicionadas em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) selada de 24 µ de espessura e armazenadas em câmara fria para a manutenção de 53,47 % da germinação inicial e com o maior índice de vigor dentre os tratamentos testados aos 720 dias de armazenamento.

O alto grau de umidade das sementes e do ambiente favoreceu a proliferação de fungos que afetaram sua viabilidade em armazenamento.

No caso das sementes de pinheiro-do-paraná, recomenda-se que a avaliação da qualidade fisiológica seja feita pelo teste de germinação e de vigor.

Referências

ALMEIDA, R. F. de; PINTO, L. K. de A.; COELHO, E. M. **Utilização de filme de polietileno de baixa densidade no armazenamento refrigerado de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Piracicaba: Papaya Brasil, 2003. 282 p.

AQUILA, M. E. A.; FERREIRA, A. G. Germinação de sementes escarificadas de *Araucaria angustifolia* em solo. **Ciência e Cultura**, v. 36, n. 9, p. 1583-1589, 1984.

BILIA, D. A. C.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Conservação da qualidade fisiológica de sementes de *Ingá uruguensis*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 48-54, 1998.

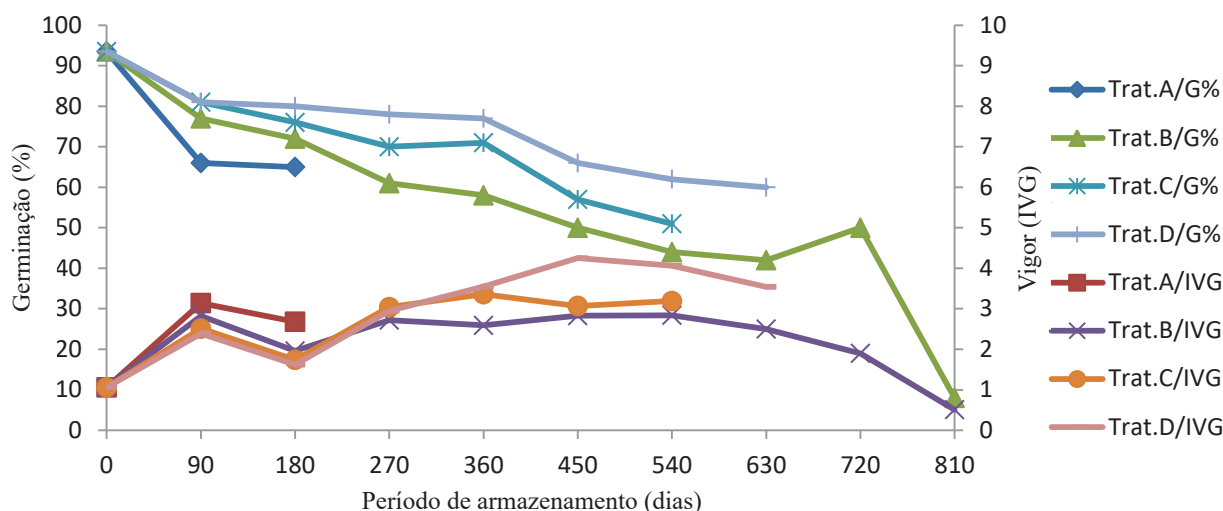


Figura 3. Relação germinação e vigor das sementes do pinheiro-do-paraná durante o armazenamento.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria IBAMA nº 37-N, de 03 de abril de 1992** Reconhece como lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção a relação que apresenta. Brasília, DF, 1992.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

CHIN, H. F.; HOR, Y. L.; LASSIM, M. B. Identification of recalcitrant seeds. **Seed Science and Technology**, v. 12, p. 429-436, 1989.

CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; TOLEDO, F. F. de. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v. 43, n. 2, p. 763-787, 1986.

CORBINEAU, F.; SALMEN ESPINDOLA, L.; VINEL, D.; CÔME, D. Cellular and metabolic events associated with dehydration of recalcitrant *Araucaria angustifolia* embryos. In: ELLIS, R.H. et al. (Ed.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Reading, United Kingdom, 1995. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1997. p.715-721.

COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. de. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2003.

EIRA, M. T. S.; SALOMÃO, A. N.; CUNHA, R.; CARRARA, D. K.; MELLO, C. M. C. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 1, p. 71-75, 1994.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Germination-associated events and desiccation sensibility of recalcitrant seeds: a study on three unrelated species. **Planta**, v. 178, n. 2, p. 189-198, 1989.

FERREIRA, A. G. ***Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**: germinação da semente e desenvolvimento da plântula. 1977. 123 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

FOWLER, J. A. P. **Aspecto visual das pinhas e a qualidade fisiológica e sementes de pinheiro-do-paraná**. 2015. Trabalho não publicado.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A.; ZANON, A. **Conservação de sementes de pinheiro do Paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1998. 4 p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado técnico, 34).

HONG, T. D.; ELLIS, R. M. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. **Seed Science and Technology**, v. 20, p. 547-560, 1992.

IBGE. **Estatísticas: produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e> >. Acesso em: 20 jan. 2018.

KING, M. W.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches**. Rome: IBPGR, 1979. 96 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, nesp, p.56-69, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF, 1985. 289 p.

PRITCHARD, H. W. Classification of seed storage 'types' for *ex situ* conservation in relation to temperature and moisture. In: GUERRANT, E. O.; HAVENS, K.; MAUNDER, M. (Ed.). **Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild**. Washington, DC: Island Press, 2004. p. 139-161.

RAMOS, A. **Deterioração de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze.) em envelhecimento natural e artificial e suas influências na produção de mudas**. 1987. 289 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SALMEN-ESPINDOLA, L.; NOIN, M.; CORBINEAU, F.; COME, D. Cellular and metabolic damage induced by desiccation in recalcitrant *Araucaria angustifolia* embryos. **Seed Science Research**, v. 4, n. 2, p. 193-201, 1994.

SANTOS, A. J. dos; CORSO, N. M.; MARTINS, G.; BITTENCOURT, E. Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no Estado do Paraná. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 163-169, 2002. DOI: 10.5380/uf.v32i2.2281.

TOMPSETT, P. B. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. **Annals of Applied Biology**, v. 105, n. 3, p. 581-586, 1984.

TOMPSETT, P. B. Manejo e armazenamento de sementes de *Agathis* spp e *Araucaria* spp. **Silvicultura**, v. 8, n. 30, p. 290-293, 1993.

WEN, B. Storage of recalcitrant seeds: a case study of the Chinese fan palm, *Livistona chinensis*. **Seed Science & Technology**, v. 37, p. 167-179, 2009. DOI: 10.15258/sst.2009.37.1.19.



Tecnologia para a coleta, manejo e análise de sementes de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme - Asteraceae)

João Antonio Pereira Fowler¹

¹Doutor em Agronomia, analista PD&I na Embrapa Florestas, Colombo, PR, joao-antonio.fowler@embrapa.br

Resumo: O vassourão-branco é uma espécie arbórea nativa apta para laminação, recuperação ambiental e para uso em sistemas agroflorestais, contudo inexistem métodos de coleta de suas sementes, seu beneficiamento e para a execução do teste de germinação em laboratório. O trabalho foi conduzido com os objetivos de definir o momento da coleta; o sistema de coleta e manejo dos aquênios; estabelecer métodos para extração e beneficiamento visando a obtenção de sementes com pureza física e definir protocolos para os testes viabilidade em laboratório. As coletas dos aquênios contando-se as pontas dos galhos das árvores-matrizes nos meses de dezembro e janeiro. As operações de beneficiamento da biomassa devem seguir a seguinte sequência: inicialmente separar por diferença de tamanho as sementes das demais partes da planta, pelo uso da máquina de ar e peneiras, na sequência, na fração sementes, estratificá-las por peso em mesa de gravidade. Para a execução do teste de germinação de sementes em laboratório, pode-se recomendar o substrato papel mata-borrão, temperaturas alternadas de 30 °C por 8 horas e 20 °C por 16 horas e foto período (8 horas sem a presença de luz e 16 horas com a presença de luz). O número de sementes por quilograma e o peso de mil sementes foram respectivamente 1.392,9 g e 0,727 g.

Palavras-chave: Beneficiamento, Germinação, Vigor.

Introdução e objetivos

O vassourão-branco é uma espécie arbórea, perenifólia, secundária inicial, que ocorre preferencialmente na Floresta Ombrófila Mista. Existem registros de ocorrência natural dessa espécie na Floresta Ombrófila Densa, bem como em associação com a Floresta Estacional Semidecidual, entre a latitude 23°S no Paraná a 29°30'S no Rio Grande do Sul, de 400 m a 1.200 m de altitude (CARVALHO, 2003). Essa espécie, além das aptidões madeireiras e para recuperação ambiental, apresenta potencial para compor sistemas agroflorestais, sendo considerada por esses atributos como uma espécie de uso múltiplo (FOWLER, 2008).

A utilização de uma espécie florestal em programas de florestamento ou reflorestamento demanda lotes de sementes com boa qualidade. O controle de qualidade das sementes de espécies florestais é realizado por intermédio de análises padronizadas para cada espécie, e deve seguir as Regras de Análise de Sementes R.A.S. (BRASIL, 2009).

Dentre as análises padrão de amostras de lotes, constam a determinação do grau de umidade, o teste de germinação, pureza e o número de sementes por quilograma, que combinados, determinarão o total de mudas a serem produzidas com um quilo de sementes.

Segundo Bonner (1974), de todas as avaliações qualitativas de um lote de sementes, nenhuma é mais importante do que o potencial de germinação. Contudo, para muitas espécies florestais nativas inexistem metodologias padronizadas nas R.A.S. para a execução do teste de germinação em laboratório, como é o caso do vassourão-branco.

Os lotes antes de serem submetidos ao controle de qualidade devem ser beneficiados, procedimentos a que é submetido, desde a coleta até a embalagem, visando a melhoria de sua qualidade física. O processo de beneficiamento das sementes de espécies florestais é lento, artesanal e em alguns casos pouco eficiente, pois não são separadas as sementes mal formadas e imaturas do lote, o que compromete a amostragem e consequentemente a representatividade dos resultados, tais como a porcentagem de germinação, número de sementes por quilo e peso de mil sementes, informações indispensáveis para o planejamento da coleta e produção de mudas.

A mesa de gravidade tem o objetivo de fracionar o lote de sementes por peso, separando as sementes mal formadas e chochas, cujo peso é menor, daquelas consideradas normais. A plataforma da mesa de gravidade possui cinco bicas de descarga das sementes com pesos diferentes, de número um a cinco da esquerda



para a direita (Figura 1b). O funcionamento da mesa de gravidade envolve duas fases distintas, a medida que as sementes são depositadas na mesa, entram em contato com a corrente de ar que é insuflada pelo ventilador através da plataforma que é porosa, produzindo uma estratificação vertical das sementes, com as mais pesadas embaixo, as mais leves em cima e as de peso intermediário no meio. Ato contínuo e combinado com a vibração da plataforma da mesa, após a estratificação das sementes, ocorre a separação destas em camadas, pelo movimento lateral das diferentes camadas no sentido das bordas, onde são descarregadas pelas bicas. A vibração impulsiona as sementes mais pesadas para cima e para frente da mesa, e as mais leves, pelo mesmo movimento para a parte inferior da plataforma da mesa de gravidade (WELCH, 1974).

O trabalho foi conduzido com os seguintes objetivos: Definir o momento da coleta; o sistema de coleta e manejo dos aquênios; estabelecer métodos para extração e beneficiamento dos aquênios visando a obtenção de sementes com pureza física; e definir protocolos para os testes em laboratório.

Material e métodos

Os aquênios de vassourão-branco foram coletados pelo corte das ponteiros dos galhos, com auxílio do caminhão munck para acesso a cada uma das trinta e uma árvores-matrizes nos dias 22 e 23 de dezembro de 2008, em áreas de mata natural, localizadas nos municípios de Colombo, Bocaiuva do Sul e Quatro Barras, PR, pela equipe de campo do Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF) da Embrapa Florestas. A biomassa vegetal contendo os aquênios das árvores-matrizes foi transportada ao LASF, para extração das sementes. A biomassa, composta de folhas, galhos, pedaços florais e sementes, já representando cada um

dos trinta e um lotes, foi beneficiada na máquina de ar e peneiras (Figura 1a), sendo cada lote separadamente, para eliminação das impurezas com tamanho e forma diferentes das sementes dessa espécie.

Uma vez obtidos os lotes de sementes puras, foram determinados o grau de umidade, peso de mil sementes e o número de sementes por quilograma, conforme metodologias prescritas nas Regras de Análise de Sementes R.A.S. (BRASIL, 2009). Os testes de germinação das sementes dos trinta e um lotes foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 50 sementes, em câmara tipo B.O.D., com fotoperíodo (8 horas sem luz e 16 horas com luz), nos substratos areia, papel mata-borrão e papel germiteste, combinados com temperaturas alternadas (30 °C por 8 horas e 20 °C por 16 horas). As contagens de sementes germinadas foram feitas no décimo-quarto, vigésimo-quarto, vigésimo-nono e quadragésimo-terceiro dia após o início do teste. Posteriormente, foram tomados aleatoriamente 5 lotes e beneficiados na mesa de gravidade.

Resultados e discussão

• Coleta dos aquênios

A definição do momento da coleta dos aquênios foi definido em função do monitoramento fenológico. Os botões florais aparecem nos meses de julho e agosto, no período do inverno. A floração ocorre de agosto a novembro e a frutificação de outubro a fevereiro. Os frutos são aquênios, com cerdas para dispersão e medem aproximadamente 5 mm de comprimento. Assim procedeu-se a coleta dos aquênios quando com as sementes formadas, contudo antes da deiscência. O estudo das fases fenológicas deu suporte a definição do momento adequado de intervenção para coleta,

Fotos: João Antonio Pereira Fowler



Figura 1. Máquina de ar e peneiras (a) e Mesa de gravidade (b) para beneficiamento de sementes.



salientando que é um período relativamente longo, três meses e meio, devendo por isso, concentrar as coletas no mês central para obtenção de aquênios mais bem formados, visando garantir sementes com melhor qualidade fisiológica, principalmente. Ainda que não tenha sido investigado o ponto de maturação fisiológico das sementes dessa espécie, informação importantíssima para balizar o momento da coleta dos frutos de qualquer espécie, uma vez que nesse ponto pela maior concentração de massa seca nos embriões, as sementes apresentam máximo vigor e germinação (POPINIGIS, 1985).

• Pureza física dos lotes de sementes

O beneficiamento de sementes normalmente é composto de uma sequência de operações, com objetivos específicos, desse modo, a biomassa de cada lote (Figura 2-A), foi inicialmente beneficiada na máquina de ar e peneiras (Figura 1a), dispostas na seguinte ordem de cima para baixo verticalmente: furos oblongos (18 mm x 3 mm), furos oblongos (18 mm x 3mm), furos triangulares (3 mm x 3 mm x 3mm), furos redondos (3mm de diâmetro) e furos triangulares (3 mm x 3 mm x 3mm), para eliminação das impurezas maiores e menores do que as sementes do vassourão-branco, o que proporcionou o fracionamento dessa biomassa em pedaços florais, folhas e ramos e nas sementes, como apresentado da esquerda para a direita, na Figura 2b.

Uma vez obtidos os lotes de sementes puras, foram determinados o grau de umidade, peso de mil sementes e o número de sementes por quilograma, conforme metodologias prescritas nas Regras de Análise de Sementes R.A.S. (BRASIL, 2009).

Análise de viabilidade e vigor das amostras dos lotes em laboratório

Como essa espécie não dispunha de metodologia para a análise de germinação nas R.A.S., instalou-se esse experimento com o objetivo de definir esse teste. O teste de germinação de sementes de qualquer espécie

é regulamentado com base no número de dias a partir da instalação, bem como das constagens inicial e final. No caso das sementes de vassourão-branco, visando estabelecer o momento exato de execução da contagens inicial e final de sementes germinadas, essas foram feitas no décimo-quarto, vigésimo-quarto, vigésimo-nono e no quadragésimo-terceiro dia após a instalação do teste.

Os resultados do teste de germinação das sementes dos trinta e um lotes são apresentados na Figura 3, após o beneficiamento de cada lote em máquina de ar e peneiras, contudo a ampla variação da germinação das sementes entre lotes e substratos utilizados no teste, não permitiu a mensuração da viabilidade real de cada um deles, tampouco do substrato mais adequado para a execução do teste. A causa dessa ampla variação foi a presença de considerável número de sementes chocas e mal formadas em todos os lotes.

A intensa variação da germinação entre os lotes demonstrada após a operação de pré-limpeza, executada na máquina de ar e peneiras, primeira fase do processo de beneficiamento das sementes, caracterizou bem a necessidade de uniformização das sementes por peso, pelo beneficiamento na mesa de gravidade.

A operação sequente e previamente planejada foi o beneficiamento de cinco lotes tomados ao acaso entre os 31, em mesa de gravidade, com o objetivo de uniformizá-los por peso, descartando-se as sementes chocas e mal formadas e por isso inviáveis. Após o beneficiamento em mesa de gravidade, onde os lotes de sementes foram fracionados por diferentes bicas

de saída da plataforma do equipamento, em número de cinco, as quais separaram sementes com pesos diferentes, foram executados novos testes de germinação nas mesmas condições acima mencionadas, contudo, com sementes oriundas de cada uma das bicas de descarga da mesa de gravidade, para reavaliação da viabilidade.

Os resultados de germinação das sementes apresentados na Figura 4 confirmam a relação entre o peso e



Fotos: João Antonio Pereira Fowler

Figura 2. Folhas, galhos e frutos coletados (a) e separados após beneficiamento na máquina de peneiras (b).

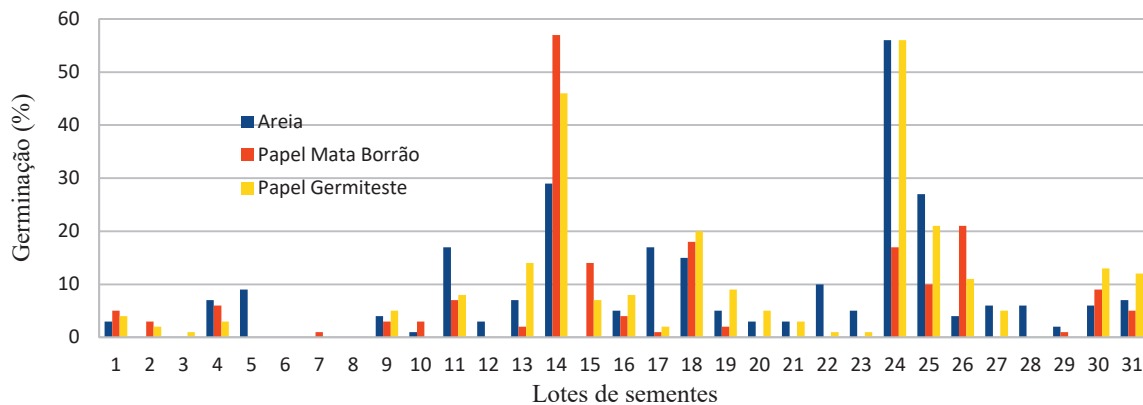


Figura 3. Germinação das sementes dos lote em cada substrato testado após a pré-limpeza em maquina de ar e peneiras.

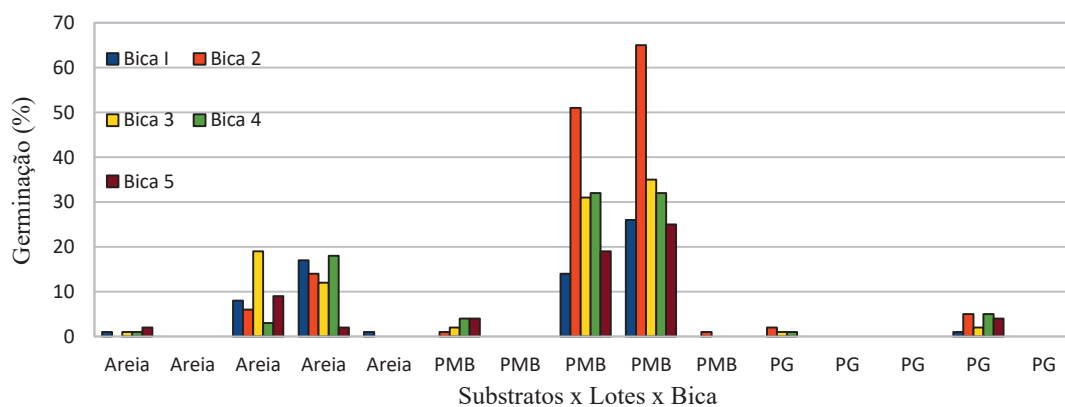


Figura 4. Germinação das sementes nos cinco lotes por substrato após o beneficiamento em mesa de gravidade.

a germinação, ou seja, as mais pesadas são as viáveis, bem como da presença de grandes quantidades de sementes chochas e mal formadas nos lotes, uma vez que as mais pesadas, oriundas da bica de descarga numero dois da plataforma da mesa de gravidade, foram as que apresentaram os mais altos índices de germinação, seguido das sementes oriundas das bicas um, três, quatro e cinco, nesta ordem, confirmando a necessidade de separação das sementes dessa espécie também por peso, como requisito indispensável à obtenção da pureza física e qualidade fisiológica adequadas do lote de sementes.

O beneficiamento das sementes em mesa de gravidade não é uma regra geral, pois a eficiência desse equipamento não é semelhante em todas as espécies, como é o caso das sementes de *Grevillea robusta* A. Cunn., que por serem muito leves, o equipamento não consegue estratificá-las por peso. Contudo, resultados exitosos como os obtidos por Martins et al. (1994), em trabalho de beneficiamento das sementes de *Mimosa scabrella* Benth. em mesa de gravidade, cuja remoção daquelas mal formadas e chochas do lote, possibilitou que a germinação das sementes remanescentes apresentassem taxas de germinação de até 50% maiores do que aquelas obtidas antes da estratificação do lote por peso.

Os resultados obtidos nesse trabalho, com as sementes de vassourão-branco confirmaram a eficiência da estratificação por peso dos lotes em mesa de gravidade, eliminando aquelas chochas e mal formadas, e por isso, elevando a taxa de germinação desses em 10%, como pode ser constatado comparando-se as taxas de germinação dos lotes antes da estratificação por peso (figuras 3) e após essa operação (Figura 4).

As condições ótimas para a germinação e desenvolvimento das plântulas não são idênticas para todas as sementes de um mesmo lote, tampouco entre as espécies, assim, determinar a combinação de condições que possam fornecer os informações mais regulares, rápidas e completas, para a maioria das sementes de uma mesma espécie, é de importância fundamental para padronização do método de análise. As variáveis principais envolvidas no teste de germinação das sementes em laboratório são o substrato, temperatura e a luminosidade, além do tratamento para superação da dormência (WILLAN, 1985).

A definição do protocolo para o teste de germinação das sementes de vassourão-branco em laboratório foi executado após a estratificação dos lotes por peso, pela necessidade de eliminação das sementes chochas e mal formadas desses, uniformizando-os fisicamente e



possibilitando por isso, a amostragem e resultados dos testes representativos de cada um.

Os resultados expressos na Figura 4, destacam o substrato papel mata-borrão, considerando-se as taxas de germinação das sementes obtidas no teste, 50% e 65%. A supremacia desse substrato sobre os demais ficou confirmada pelas taxas de germinação em todos os estratos por peso obtidos, nas sementes de todas as bicas de descarga da mesa de gravidade.

Os requisitos que os substratos devem apresentar para o teste de germinação das sementes são: não toxicidade às plântulas, isenção de microrganismos, porosidade que possibilite a aeração e a capacidade de retenção de umidade adequada (POPINIGIS, 1985).

A escolha do material para substrato, deve levar em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993).

O estabelecimento do regime de temperatura no teste de germinação das sementes em laboratório para espécies florestais deve obrigatoriamente considerar o estágio sucessional a que pertence a espécie cujas sementes estão sendo testadas, no caso, é uma secundária inicial, tendo em vista que o sucesso no estabelecimento dessa variável é fundamental para execução do teste de germinação das sementes.

Assim, foram combinadas temperaturas alternadas (30°C por 8 horas e 20°C por 16 horas), valores estes relacionados com as condições de campo onde a espécie ocorre naturalmente. Os resultados obtidos confirmam que as sementes de determinadas espécies, entra as quais do vassourão-branco, apresentam melhor comportamento germinativo quando submetidas à alternância de temperatura, que corresponde às flutuações naturais encontradas no ambiente de clareira, combinados com fotoperíodo (8 horas sem luz e 16 horas com luz), tendo em vista que a espécie apresenta sementes fotoblásticas positivas, característica própria das secundárias iniciais (COPELAND; McDONALD, 1995; SALOMÃO et al., 1995).

Os resultados obtidos confirmam que a alternância de temperatura foi adequada, conforme as taxas de germinação dos lotes expressas na Figura 4, além de confirmarem as afirmações de Willan (1985), de que as sementes de espécies florestais, normalmente, germinam sob condições de regime alternado de temperatura, entre 20 °C e 30 °C.

A lâmpada fluorescente fria é a recomendada para os testes de germinação de sementes em laboratório, por apresentar comprimento de onda e intensidade luminosa dentro de limites padronizados, de 750 a 1250 lux. O período de exposição a luz, normalmente é de 8 horas/dia, coincidente com a duração natural (WILLAN, 1985).

Conclusões

Recomenda-se a execução das coletas dos aquênios nos meses de dezembro e janeiro garantindo com isso sementes com melhor qualidade fisiológica.

O método de coleta dos aquênios deve ser feito pelo corte dos ponteiros dos galhos com o auxílio de escadas ou de caminhão munck, conforme as condições de acesso à árvore-matriz.

As operações de beneficiamento das sementes de vassourão-branco devem seguir a seguinte sequência: inicialmente separar por diferença de tamanho as sementes das demais partes da planta, pelo uso da máquina de ar e peneiras, em seguida estratificar as sementes por peso, e dentre os estratos, eleger aquele descarregado pela bica 2 da mesa de gravidade, qual representa a fração do lote com maior pureza e germinação;

Para a execução do teste de germinação de sementes de vassourão-branco em laboratório, recomenda-se o substrato papel mata-borrão combinado com fotoperíodo (8 horas sem luz e 16 horas com luz) e temperaturas alternadas (30°C por 8 horas e 20°C por 16 horas), com contagens inicial e final no vigésimo-quarto e no quadragésimo-terceiro dia após a instalação;

O número de sementes por quilograma é 1.392.9 e o peso de mil sementes 0,7272g.

Referências

- BONNER, F. T. Seed testing. In: SEEDS of woody plants in the United States. Washington, DC: USDA, Forest Service, 1974. (Agriculture Handbook, 450).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1.039 p.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principle of seed science and technology**. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 137-174.
- FOWLER, J. A. P. **Diversidade genética por marcador RAPD em populações naturais de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme**. 2008. 80 f. Tese (doutorado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MARTINS, E. G.; BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. **Rendimento no beneficiamento de lotes de sementes de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.) e bracinga argentina (*Mimosa scabrella* Var.**



aspericarpa) em mesa de gravidade. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1994. 12 p. (EMBRAPA-CNPF. Circular técnica, 21).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 285 p.

SALOMÃO, A. N.; EIRA, M. T. S.; CUNHA, R. The effect of temperature on seed germination of four *Dalbergia nigra* Fr. Allem

– Leguminosae. **Revista Árvore**, v. 9, n. 4, p. 588-594, 1995.

WELCH, C. B. **Beneficiamento de sementes no Brasil.** Brasília, DF: AGIPLAN, 1974. 205 p.

WILLAN, R. L. **A guide to forest seed handling:** with special reference to the tropics. Rome: FAO, 1985. 379 p. (FAO. Forestry paper, 20/2).



Projeto Bioeste Florestas: desenvolvimento de tecnologias para florestas energéticas no oeste do Paraná

João Bosco Vasconcellos Gomes¹; Larissa Caroline Sbalqueiro²; Alcemir Chiodelli³; Guilherme de Castro Andrade⁴; Vanderley Porfírio-da-Silva⁵

¹Engenheiro-agrônomo, Doutor em Solos, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, joao.bv.gomes@embrapa.br; ²Engenheira Ambiental, engenheira da CIBiogás, Foz do Iguaçu, PR; ³Administrador de Empresas, Gerente Operacional da CVale, Palotina, PR; ⁴Engenheiro Florestal, Doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR; ⁵Engenheiro-agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Resumo: A região da Bacia do Paraná 3 apresenta grande produção de grãos, associada a um grande consumo de biomassa florestal para secagem de grãos e outras atividades do agronegócio que demandam energia térmica. Para trabalhar essa questão, o projeto Bioeste Florestas foi desenhado através de uma parceria da Itaipu, CIBiogás e Embrapa Florestas, objetivando aumentar a competitividade da cadeia produtiva florestal no oeste do Paraná através do teste e da validação de tecnologias, com o intuito de garantir a oferta de biomassa florestal necessária as demandas regionais.

Palavras-chave: Eucalipto; Aptidão silvicultural das terras; Biomassa florestal.

Introdução e objetivos

A região da Bacia do Paraná 3 (BP3) apresenta grande volume de produção de grãos, associado ao bom potencial de uso agrícola das terras da região. A BP3 ocupa uma área de 8,4 mil km² em 28 municípios do Oeste do estado do Paraná. A importância estratégica da região oeste na produção de grãos se associa a sua importância na cadeia de produção de proteína animal e gera uma grande utilização de biomassa florestal na secagem de grãos, nas caldeiras das agroindústrias, no aquecimento de aviários e em outras atividades do agronegócio que necessitam de energia térmica, principalmente nas cooperativas (RELATÓRIO..., 2014, 2016).

Essa grande demanda por madeira contrasta com a baixa tradição da região em sistemas silviculturais, principalmente comparada com outras regiões do Estado e da região sul como um todo, de grande tradição em florestas plantadas. Estima-se um déficit aproximado de 600.000 m³/ano de lenha na região, refletindo uma falta de planejamento florestal por parte dos grandes consumidores. Esses consumidores dependem ainda de terceiros para a aquisição deste combustível, fragilizando assim a segurança energética e comprometendo a produção agroindustrial.

Outro aspecto relevante tem origem na conversão da produção de grãos em proteína animal, principalmente pela suinocultura confinada, gerando grande quantidade de dejetos animais (no caso de suínos, o chamado dejetos líquido de suínos – DLS). O destino desses

dejetos é um problema real da região, que o plantio de árvores pode ajudar a resolver, com sua aplicação controlada como insumo em plantios florestais. A aplicação dos dejetos repõe a exportação de nutrientes, é uma destinação de baixo custo, tirando e diminuindo muito o efeito “frete” e, desde que realizada de forma monitorada, tem baixo risco ambiental.

Para trabalhar essas questões, o projeto Bioeste Florestas foi desenhado através de uma parceria da Itaipu, CIBiogás e Embrapa Florestas, vislumbrando-se a importância de fomentar a produção de florestas energéticas para a BP3 e também para o restante da região oeste do Paraná. O objetivo geral do projeto é gerar competitividade das cadeias produtivas das espécies florestais introduzidas (eucaliptos) no oeste do Paraná, através do teste, validação e integração de tecnologias, com o intuito de garantir a oferta de biomassa florestal necessária as demandas regionais de energia térmica. Os objetivos específicos são: i) disponibilizar informações espaciais e ferramentas de automação que modelem o potencial silvicultural (eucalipto para fins energéticos e iLPF) das terras do oeste do Paraná, com ênfase nas terras com melhor custo/benefício para a silvicultura; ii) testar e validar tecnologias de florestas energéticas, considerando o potencial de uso florestal das terras; iii) internalizar junto ao produtor local tecnologias para o plantio de florestas energéticas (e para outros usos); e iv) desenvolver atividades de transferência de conhecimento e tecnologia para produtores e técnicos rurais interessados na diversificação de atividades da propriedade rural, por meio da introdução do



componente florestal em sistemas solteiros ou de ILPF nooeste do Paraná.

Este trabalho tem por objetivo apresentar as ações em andamento do projeto Bioeste Florestas, após aproximadamente um ano de sua execução, e as perspectivas para os próximos quatro anos do projeto.

Material e métodos

Várias metas estão trabalhando com informações espaciais. Considerando o conjunto das terras daBP3 mais o município de Palotina (Figura 1) estão em execução a atualização do mapeamento de solos –escala 1:250.000, utilizando informações secundárias de Embrapa (1984, 2008), zoneamento climático, aptidão para o cultivo de eucalipto, tendo como base metodológica Gomes et al. (2016). Os produtos a serem gerados visam o planejamento regional da atividade. Também estão em execução, recém-iniciado, estudos em uma área piloto na bacia do Arroio Fundo, município de Marechal Cândido Rondon (mapa de solos semi-detalhado – escala 1:20.000 e aptidão para o cultivo

de eucalipto – desenvolvimento de unidades de manejo florestal).

Uma versão do software “SisEucalipto” (OLIVEIRA, 2011) também está sendo desenvolvida especificamente para as condições de nível tecnológico (manejo), solos e clima da região oeste do Paraná. O software trabalha simulando o regime de manejo e indicando o crescimento e a produção de povoamentos de eucaliptos, ano a ano, para diferentes condições de clima e solo da região. Seu desenvolvimento é dependente de informações de avaliação de crescimento de eucaliptos em ensaios e unidades de referência tecnológicas (URTs) do próprio projeto ou das informações já produzidas nas unidades de demonstração da CIBiogas (RELATÓRIO..., 2014, 2015, 2016), todas avaliações contextualizadas por caracterizações de solos e clima das terras locais.

Para testar e validar tecnologias de florestas energéticas na região, ensaios de crescimento de eucaliptos estão sendo instalados em parceiros locais nas seguintes linhas de pesquisa: materiais genéticos, manejo de desbaste e espaçamentos, adubação mineral de P e K, uso de dejetos de animais e sistemas de ILPF com eucaliptos.

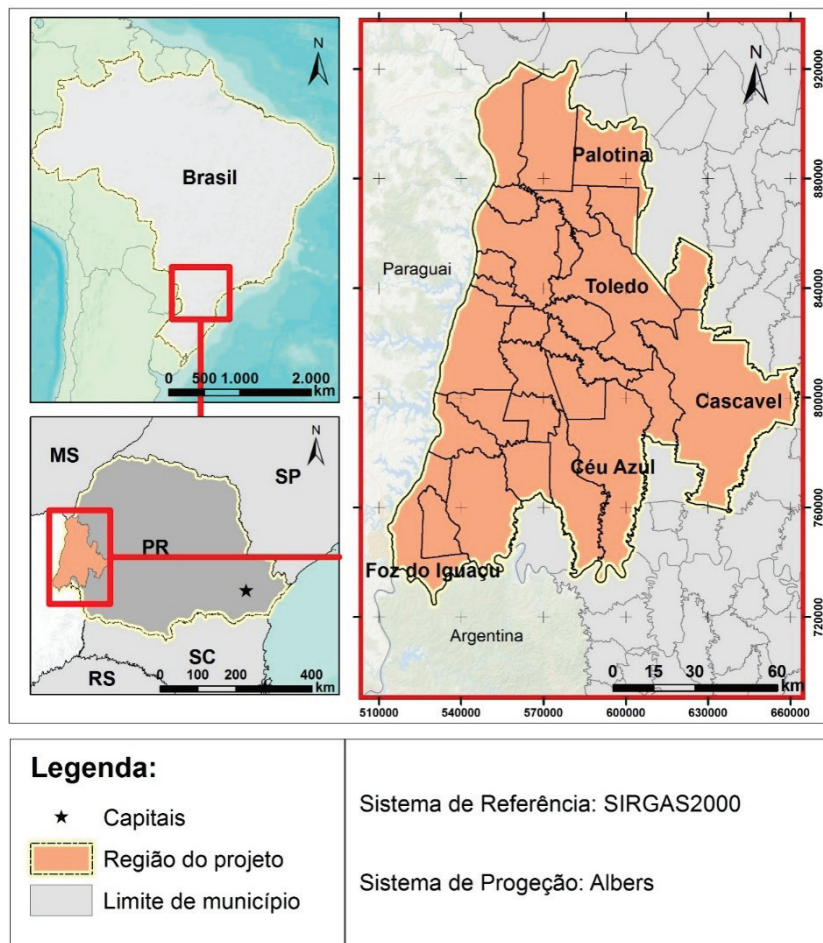


Figura 1. Localização do Estado do Paraná no Brasil (a) e da área de estudo (BP3 mais o município de Palotina) no Estado do Paraná (b) e mapa da área de estudo com coordenadas e municípios vizinhos (c).



Complementando os ensaios, URTs serão instaladas em produtores parceiros locais, sejam URTs de povoaamentos puros de eucaliptos ou de eucaliptos em sistemas mistos de ILPF, o que também alimentará as ações de transferência de tecnologia do projeto.

Fechando o projeto estão as ações de transferência de conhecimento e tecnologia para os produtores e técnicos rurais, focando na introdução do componente florestal em sistemas solteiros ou de iLPF no oeste do Paraná. As ações envolvem a elaboração de materiais didáticos (cartilhas) e a promoção de eventos (seminários, cursos e dias de campo). Como último produto, o projeto Bioeste Florestas deverá disponibilizar um manual operacional de plantio de eucalipto para a região.

Resultados e discussão

Serão utilizadas apenas informações daquelas ações mais adiantadas do projeto, ilustrando o momento atual do mesmo.

O mapa de solos dos municípios da BP3 mais o município de Palotina está em fase de finalização (Figura 2), necessitando ainda de ajustes. A atualização do levantamento de solos da área de estudo foi realizada a partir dos arquivos vetoriais do mapa de

solos do estado do Paraná (EMBRAPA, 2008), sendo que este utilizou dados originais de Embrapa (1984). Trabalhou-se em várias frentes, envolvendo redefinições da base cartográfica (atualizações de área urbana, massas d'água etc.), da legenda do mapeamento de solos e da base de dados de solos, fornecendo também informações sobre altitude e declividade da região do estudo.

No Zoneamento climático já foram desenvolvidas a coleta da base de dados climáticos históricos da região, com registros diários; a análise dos erros, da completude e da consistência da série climática; e o cálculo dos índices climáticos para as diferentes condições ambientais. Está em andamento a elaboração de mapas categóricos quanto à aptidão climática.

Três ensaios já foram instalados na Fazenda Piquiri da CVALE, no município de Palotina. O primeiro foi o ensaio “Avaliação do espaçamento e do manejo de desbaste e de rebrota em plantios de eucalipto para uso energético”, instalado em 1º de junho de 2017 (Figura 3). O ensaio foi implantado com mudas clonais AEC144, possuindo 0,48 ha, no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e os seguintes tratamentos: espaçamento 3 m x 1 m, sem desbaste e corte final aos 7 anos; espaçamento 3 x 1 m, 50% de desbaste aos 3,5 anos e corte final aos 7 anos; espaçamento 3 m x 1 m, corte aos 3,5 anos e condução de

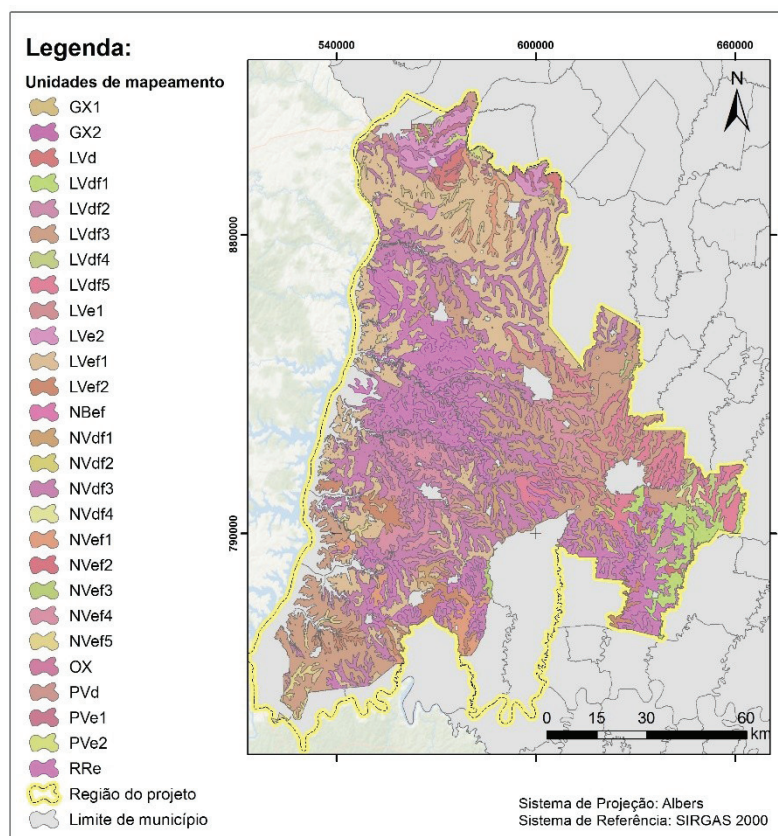


Figura 2. Mapa preliminar da Atualização do levantamento de reconhecimento de solos da Bacia do Paraná 3 e do município de Palotina - projeto Bioeste Florestas.



Foto: Guilherme de Castro Andrade



Figura 3. Vista do ensaio de Avaliação do espaçamento e do manejo de desbaste e de rebrota em plantios de eucalipto para uso energético, poucos meses após sua instalação, em 1º de junho de 2017.

rebrota até os 7 anos; 3 m x 1,5 m, sem desbaste e corte final aos 7 anos; 3 m x 2 m, sem desbaste e corte final aos 7 anos. A primeira avaliação do ensaio deve ser realizada no mês de março próximo.

Os outros dois ensaios foram instalados nos dias 14 e 15 de novembro de 2017 e sofreram até o momento apenas avaliações de sobrevivência das mudas no campo para fins de replantio. São os ensaios de doses de P e K em plantios de eucalipto e de doses de DLS em plantios de eucalipto.

Na área de transferência de tecnologia, foram

realizados os dois primeiros eventos do projeto, o Seminário “Experiências e desafios da produção florestal com foco em biomassa para energia na região oeste do Paraná”, dia 13 de dezembro de 2017, na Universidade da CVale, Palotina, PR; e o Dia de Campo de silvicultura de eucalipto, dia 14 de dezembro de 2017, em áreas de produção da CVale, Palotina, PR. Os eventos contaram mais de 80 pessoas entre técnicos de empresas, cooperativas, diferentes esferas públicas, professores universitários e estudantes de graduação de ciências agrárias (Figura 4).

Foto: Katia Regina Pichelli.



Figura 4. Dia de Campo de silvicultura de eucalipto, realizado dia 14 de dezembro de 2017, em áreas de produção da CVale, Palotina, PR.



Conclusões

O projeto Bioeste Florestas tem previsão de duração inicial até o ano 2021 e, com muitas ações de campo, vem exigindo grande esforço para instalação de ensaios e URTs, envolvendo mais de 10 pesquisadores e analistas da Embrapa Florestas e do CIBiogás.

Quando todos os ensaios e URTs estiverem instalados serão mais de vinte avaliações de crescimento anuais, além de diferentes avaliações de material do solo e nutrição das plantas nas parcelas de ensaios e URTs e das variáveis climáticas locais no período das ações.

Referências

EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa SNLCS, 1984. 2

tomos (EMBRAPA/SNLCS. Boletim de pesquisa, 27; IAPAR. Boletim técnico, 16).

EMBRAPA. **Mapa de solos do Estado do Paraná**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Colombo: Embrapa Florestas; Curitiba: IAPAR, 2008. 74 p.

GOMES, J. B. V.; BOGNOLA, I. A.; STOLLE, L.; SANTOS, P. E. T.; MAEDA, S.; SILVA, L. T. M., BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. C. Unidades de manejo para pinus: desenvolvimento e aplicação de metodologia em áreas de produção no oeste catarinense. **Scientia Forestalis**, v. 44, p. 191-204, 2016.

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 70 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

RELATÓRIO Anual de Atividades: 2014. Foz do Iguaçu: Centro Internacional de Energias Renováveis, CIBiogás-ER, 2014. 76 p.

RELATÓRIO de Atividades: 2016. Foz do Iguaçu: Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás, 2016. 42 p.



Sistemas silvipastoris como estratégia de desenvolvimento sustentável para o bioma Pampa no estado do Rio Grande do Sul

Jorge Ribaski¹; Sônia A. Guetten Ribaski²

¹Doutor em Engenharia Florestal, pesquisador na Embrapa Florestas, Colombo, PR, jorge.ribaski@embrapa.br;

²Doutora em Engenharia Florestal, guetten@uol.com.br

Resumo: Foi realizada a análise da viabilidade econômica de diferentes sistemas de produção de madeira com eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden) em uma propriedade rural, no município de Alegrete, RS. A análise econômica considerou a comparação entre um sistema tradicional de pecuária da região e dois sistemas de conversão da área de pecuária para plantios homogêneos em duas densidades com 2.222 e 1.111 árvores/ha e dois sistemas silvipastoris com 1.000 e 500 árvores/ha. A análise foi realizada a partir da determinação da Taxa Interna de Retorno (TIR). Os resultados evidenciaram que a pecuária extensiva, praticada nos moldes tradicionais da região, não apresenta viabilidade econômica. Os sistemas silvipastoris e os plantios homogêneos apresentam a possibilidade de incremento da renda com maior eficiência que a pecuária tradicional da região. A adoção da prática de manejo com desbaste de 70% das árvores promoveu maior incremento em produtividade total de madeira do que o manejo por meio de talhadia simples.

Palavras-chave: Avaliação econômica; *Eucalyptus*; Pastagens nativas.

Introdução e objetivos

O tipo de vegetação do bioma Pampa (Estepe Gramíneo-Lenhosa) tem uma participação de grande relevância na vida socioeconômica dos produtores rurais devido a sua exploração como fornecedora de alimento para os rebanhos bovino, ovino e de outras espécies de animais domésticos. Entretanto, no sudoeste do Rio Grande do Sul existem extensas formações arenosas que vêm sofrendo grande pressão antrópica, resultando em degradação desse ecossistema regional. A falta de aptidão desses solos para agricultura e o uso tradicional da terra para a criação extensiva de gado têm agravado o seu processo erosivo natural.

A pecuária de corte praticada no município de Alegrete, RS apresenta pouca eficiência produtiva com índices baixos de natalidade e elevados de idade ao abate e mortalidade. Como consequência, a atividade de criação de bovinos de corte gera pouca renda por unidade de área. Para o modelo pecuário em uso, na maioria das propriedades, os custos de produção e a manutenção da infraestrutura normalmente superam as receitas obtidas. Atualmente, podem-se perceber fortes tendências para mudanças significativas na forma dos diferentes sistemas de utilização da terra, aonde os aspectos relativos à sustentabilidade ambiental e à criação de novas alternativas socioeconômicas vêm assumindo importância cada vez maior para os produtores dessa região.

Dentro desse contexto, o emprego de sistemas silvipastoris tem sido visualizado como uma importante estratégia de uso sustentado da terra, principalmente naquelas áreas potencialmente sujeitas à degradação e, também, como uma nova fonte de agregação de valor econômico na propriedade rural através da exploração de madeira. Além disso, o plantio de árvores em pastagens pode resultar em vários benefícios para os componentes do ecossistema: microclima, solo, micro-organismos, plantas forrageiras e animais. Essa iniciativa, inovadora na região, apresenta coerência com as políticas governamentais, que têm como objetivo encorajar ações de desenvolvimento socioeconômico atreladas às questões de proteção e de sustentabilidade ambiental.

Na produção de madeira de alta qualidade, para serraia, é necessário que os espaços entre as plantas sejam superiores ao normal. Práticas de manejo em eucalipto, caracterizadas por espaçamentos iniciais largos, desbastes precoces e pesados e podas altas, revelam-se superiores aos tradicionais, com a produção de madeira de boa qualidade, com bons resultados econômicos. Além disso, permite a penetração de altos níveis de radiação no sub-bosque, o que, por sua vez, favorece o desenvolvimento satisfatório de outras espécies, possibilitando a integração das atividades agrícola, florestal e pecuária em um sistema de produção misto.

O trabalho teve como objetivo de verificar o potencial dos sistemas silvipastoris para uso nessa região.



Assim, foram acompanhadas as alterações do ambiente luminoso em diferentes modelos de sistemas silvipastoris com *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e seus reflexos sobre a pastagem nativa. Também, foi realizada a análise da viabilidade econômica de diferentes sistemas de produção de madeira com eucalipto, com base na produtividade de madeira produzida, em duas propriedades rurais, no município de Alegrete, RS.

Material e métodos

A área de estudo localiza-se no município de Alegrete, RS, entre as coordenadas 29°58'S - 55°46'O, com altitude de 105 metros. O município está localizado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, sendo o maior município em extensão de terras do estado. O clima, de acordo com a Classificação Climática de Köppen é Cfb, ou seja, subtropical mesotérmico úmido (KUINCHTNER; BURIOL, 2001). A temperatura média anual é de 18,6 °C sendo a média do mês mais frio de 12,7 °C, com precipitação média anual de aproximadamente 1600 mm, com deficiência hídrica anual de 16 mm (MALUF, 2000). O Solo da área do experimento é classificado como Argissolo Vermelho Eutrófico arênico A moderado textura arenosa/média fase relevo suave ondulado (FLORES et al., 2010).

O trabalho de pesquisa envolveu a avaliação de dois sistemas silvipastoris representados por diferentes arranjos espaciais (duas densidades de plantio: 500 e 1.000 árvores/ha de *Eucalyptus grandis*), e dois outros tratamentos controle, um para a pastagem sem a presença do componente arbóreo (sistema tradicional da região) e outro representando um reflorestamento convencional com duas densidades de plantio (Tabela 1). Foram utilizadas fileiras triplas de árvores, as quais se constituem numa evolução frente aos arranjos com fileiras simples normalmente utilizados nesses sistemas.

O acompanhando as alterações do ambiente luminoso nos diferentes modelos silvipastoris foi realizado por meio de sensores de radiação usando o equipamento ceptômetro (LP-80) que mede a radiação fotossinteticamente ativa. As medições foram feitas em vários transectos fixados entre as linhas das árvores para não deixar de considerar variação espacial na produção de forragem nos sistemas silvipastoris.

Aprimeira alternativa é caracterizada pelo emprego do sistema tradicional de pecuária de corte extensiva em pastagem natural. Para fins da presente análise foi definido o uso em média de dois hectares por cabeça, perfazendo um total de 90 cabeças para a área de 175 hectares, sendo que o custo de aquisição está em R\$ 2,00 o kg para animais de um ano e R\$ 2,00 para a comercialização com três anos de idade. O manejo florestal empregado foi o sistema de talhadia simples, com o corte aos sete anos seguido do corte da rebrota aos 14 anos (segunda rotação).

A prognose da produção de madeira para os sistemas silvipastoris e plantios homogêneos até o final do ciclo foi simulada pelo *software* SisEucalipto (OLIVEIRA, 2011). Por meio desse *software* permite-se calcular quando, quanto e como desbastar cada povoamento de eucalipto, e definir qual a idade ideal para o corte final.

Foi adotado o manejo diferenciado das alternativas 2, 3, 4 e 5 que consistiu do desbaste de 70% das árvores, aos sete anos de idade, deixando os outros 30% de árvores remanescentes de melhor qualidade para serem cortadas aos 14 anos de idade junto com o corte da segunda rotação. Este método também conhecido com “exploração com remanescentes” visa à obtenção de árvores mais grossas com aproveitamento da madeira de qualidade para serraria.

Para as alternativas propostas foram estabelecidos alguns critérios comuns, tais como: horizonte de planejamento de 21 anos, bem como o valor da compra e da venda do gado (R\$ 2,00/kg), o valor da madeira em pé para venda, sendo para energia/lenha R\$ 31,53/m³, para serraria R\$ 50,32/m³ e para laminação 83,53/m³.

Usando uma série histórica da poupança para um período de 10 anos, a poupança nominal média foi de 10,57% enquanto a inflação, expressa pelo Índice de Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) teve variação média de 6,85% o que resultou em uma poupança real de 3,72%, que foi aplicada como Taxa Mínima de Atratividade (TMA) para avaliação das alternativas. A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi o método empregado para as alternativas de investimento.

O sistema tradicional de criação extensiva de bovinos de corte na área de produção, ao crescimento e acabamento de novilhos, o que requer em média dois hectares por cabeça (MIGUEL et al., 2007). O peso médio para a compra de um ano de idade e os

Tabela 1. Espaçamentos e densidade de plantio para o *Eucalyptus grandis* em cada alternativa analisada.

Alternativas	Tratamentos	Espaçamentos	Densidades
1	Pecuária extensiva	-	-
2	Plantios homogêneos	3 m x 1,5 m	2.222 árvores/ha
3	Plantios homogêneos	3 m x 3 m	1.111 árvores/ha
4	Sistema silvipastoril 1	(3 m x 1,5 m) x 14 m	1.000 árvores/ha
5	Sistema silvipastoril 2	(3 m x 1,5 m) x 34 m	500 árvores/ha



animais de três anos de venda foram de 230 Kg e 350 Kg, respectivamente. Para fins de cálculo, a produtividade média considerada foi de aproximadamente 60 kg de peso corporal.ha⁻¹. ano⁻¹ (CARVALHO et al., 2006; PILLAR et al., 2006).

No entanto, várias pesquisas mostram que o baixo desempenho de animais obtidos em campo nativo pode ser melhorado com procedimentos simples que não causam aumento substancial nos custos de produção (CASTILHOS et al., 2009; NABINGER et al., 2009; RUVIARO et al., 2016) Assim, com base nesses estudos, para fins de cálculo, foi feita uma simulação onde foi considerada uma produtividade média de 180 kg de peso corporal.ha⁻¹. ano⁻¹.

Resultados e discussão

No acompanhando as alterações do ambiente luminoso, nos diferentes modelos silvipastoris, observou-se que o sistema de linhas triplas (3 x 1,5) x 14 m apresentou uma disponibilidade de radiação média de 30% sob eucalipto em relação ao pleno sol. Já, nos sistemas com linhas triplas de (3 x 1,5) x 34 m, a disponibilidade de radiação média na entrelinha foi de aproximadamente 65% sob eucalipto em relação ao pleno sol. A variação da disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa nas entrelinhas destes sistemas foi crescente à medida que o ambiente luminoso ficou favorável às condições de fotossíntese.

De acordo com Varella et al. (2012) seja qual for o modelo silvipastoril implantado, recomenda-se o monitoramento anual do ambiente luminoso e a manutenção de um nível médio entre 40 e 60% daquele disponível a pleno sol. Níveis de radiação inferiores a este tende a favorecer o componente arbóreo no

sistema, ofertar forragem insuficiente para o desempenho de ruminantes e comprometer a persistência da pastagem. Por outro lado, níveis de radiação superiores a este tende a favorecer a produção forrageira e animal em detrimento da produção de madeira no sistema.

Este tipo de arranjo triplo permite maior incidência de radiação nas entrelinhas das árvores sem reduzir drasticamente a população de árvores por área, mantendo ainda uma cobertura arbórea adequada à proteção dos solos, dos animais e da pastagem.

Caso o sombreamento se torne excessivo ao longo do desenvolvimento e crescimento do componente florestal, o produtor poderá melhorar a incidência de radiação na pastagem com desbastes (eliminação sistemática de linhas de árvores) ou desrama (poda dos ramos laterais das árvores). As árvores retiradas nos desbastes também podem contribuir com uma antecipação de renda nesses empreendimentos que normalmente são de longo prazo.

A produtividade de madeira em volume, nas diferentes alternativas, para o período de produção de 14 anos, correspondente a dois ciclos, é apresentada na Figura 1.

A adoção do manejo com desbaste, em todas as alternativas, promoveu um maior incremento em produtividade total. Este aumento é de certa forma esperado uma vez que o desbaste de 70% das árvores no sétimo ano promove a abertura do povoamento e a consequente diminuição da competição por luz, água e nutrientes por parte das árvores remanescentes. O desenvolvimento destas árvores produz fustes com maiores dimensões e madeira de melhor qualidade, própria para a utilização em serraria, obtendo-se um maior valor pela matéria prima produzida.

Em termos de produtividade total, as alternativas com desbaste produziram maior volume de madeira (Figura 1). O manejo com desbaste proporcionou um

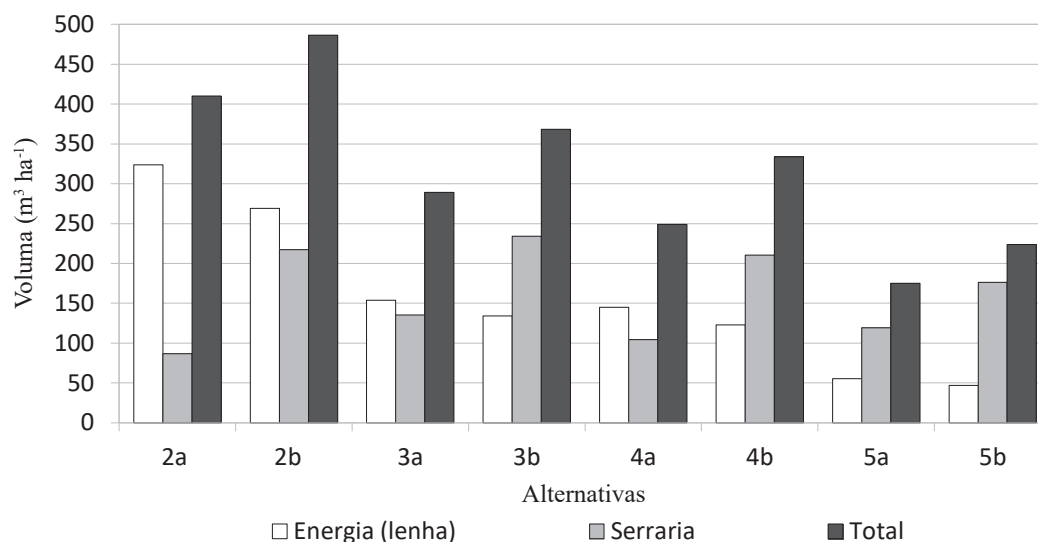


Figura 1. Produção total de madeira para energia e serraria nas diferentes alternativas, com e sem desbaste, em um ciclo de 14 anos. a) manejo sem desbaste b) manejo com desbaste seletivo com 70% das árvores no sétimo ano.



incremento volumétrico ao final do ciclo de 14 anos equivalentes à aproximadamente: 19%, 27%, 34% e 28% para as alternativas 2, 3, 4, e 5, respectivamente.

A Tabela 2 indica os resultados da TIR que foram obtidos a partir das diferentes alternativas testadas. A alternativa 1, em todas as situações, não apresentou alteração da TIR porque a conversão gradual para plantação florestal ou silvopastoral não estava envolvida. Assim, a pecuária extensiva praticada em pastagens naturais no sudoeste do Rio Grande do Sul não é economicamente rentável para o produtor, nas condições estudadas.

Resultados semelhantes também foram encontrados no diagnóstico de sistemas de produção de bovinos de corte no estado do Rio Grande do Sul (CARVALHO et al., 2006; MIGUEL et al., 2007), indicando que os resultados agroeconômicos apresentam indicadores de eficiência econômica baixos ou negativos na maioria dos casos. De acordo com este mesmo diagnóstico, 26,5% dos produtores praticam a atividade por tradição, 25,4% por satisfação e 14,4% por considerar uma atividade segura. Apenas 8,7% têm uma visão comercial da atividade, com o objetivo de obter lucro. Além disso, os criadores de gado têm baixa qualificação técnica e pouco capital imobilizado, encontrando-se algumas vezes em situação de endividamento e com dificuldades com a sucessão e continuidade da pecuária.

Outros resultados de pesquisa mostram que a cadeia de produção pecuária é uma das mais tradicionais do estado, com grande relevância econômica e social e influencia a integração regional. No entanto, o retorno econômico dos bovinos de corte foi reduzido pelo aumento dos preços dos insumos, além da redução no valor do gado vivo pago aos produtores. Uma parte considerável das fazendas de bovinos de corte depende exclusivamente de recursos naturais de forragem para

alimentação de gado, que são amplamente utilizados, resultando em baixa produção por unidade de área, o que frequentemente pode tornar pequenas e médias fazendas inviáveis (COSTA et al., 2006; SILVA; ALVES, 2009; RUVIARO et al., 2016).

O componente arbóreo proporciona renda extra ao agricultor quando comparado com áreas de produção de pecuária exclusiva. Um corte parcial aos sete anos de idade resulta na obtenção de matéria prima basicamente para fins energéticos e um corte final aos 14 anos permite a obtenção de madeira para serraria (com maior valor agregado). Estes indicadores corroboram com a viabilidade desses sistemas de integração Floresta-Pecuária (sistemas silvipastoris) de forma sustentável.

Entretanto, um empreendimento somente é considerado viável economicamente se apresentar $TIR > TMA$. Dessa maneira, analisando os resultados apresentados na Tabela 2, no cenário com uma produtividade média de 60 kg/ha/ano de peso vivo, os sistemas silvipastoris sem desbaste não se mostram viáveis, apresentando valores da TIR abaixo da TMA (3,72%). Já as alternativas com plantios homogêneos se apresentaram viáveis economicamente, tanto sem desbaste quanto com desbaste.

Em geral, as alternativas de produção de madeira, priorizando matéria-prima para serrarias, usando desbaste, apresentaram TIR superiores à que foram manejadas por meio de talhadia simples, sendo mais lucrativas, exceto o sistema silvipastoril com uma densidade de 500 árvores por hectare. Resultados semelhantes foram observados por Pavan et al. (2010) no Rio Grande do Sul, onde os autores verificaram que a produção de madeira de eucalipto para a energia não traz maior viabilidade do que o custo de oportunidade. Já a produção de madeira a partir de eucaliptos para serraria provou ser uma opção econômica viável.

Tabela 2. Comparação entre TIR obtida na análise econômica das diferentes alternativas avaliadas com e sem desbaste e considerando dois cenários de produtividade animal (60 kg/ha/ano e 180 kg/ha/ano de peso vivo).

	Alternativas	TIR (%) *	TIR (%) **
Sem desbaste	1 – Sistema tradicional de pecuária extensiva	<0	<0
	2 – Plantio homogêneo 3 m x 1.5 m (2.222 árvores/ha)	5,36	6,65
	3 – Plantio homogêneo 3 m x 3 m (1.111 árvores/ha)	6,62	8,25
	4 – Sistema Silvipastoril (1000 árvores/ha)	1,76	5,17
	5 – Sistema Silvipastoril (500 árvores/ha)	1,03	5,79
Com desbaste	1 – Sistema tradicional de pecuária extensiva	<0	<0
	2 – Plantio homogêneo 3 m x 1.5 m (2.222 árvores/ha)	8,28	9,25
	3 – Plantio homogêneo 3 m x 3 m (1.111 árvores/ha)	8,19	9,42
	4 – Sistema Silvipastoril (1000 árvores/ha)	6,55	8,74
	5 – Sistema Silvipastoril (500 árvores/ha)	3,41	6,64

*Produtividade animal 60 kg/ha/ano de peso vivo (RIBASKI, 2007).

** Produtividade animal 180 kg/ha/ano de peso vivo (NABINGER, 2006; PILLAR et al., 2006).



Com o incremento da produtividade animal de 60 kg/ha/ano de peso vivo para 180 kg/ha/ano de peso vivo (cenário 2) todas as alternativas testadas, a exceção da alternativa 1 (pecuária extensiva), apresentaram TIR superiores à Taxa Mínima de Atratividade (TMA = 3,72%). Sugerindo que investimentos em qualificação técnica dos produtores e melhoramento das pastagens devem ser incentivados na região.

Conclusões

Os resultados evidenciaram que a pecuária extensiva, praticada nos moldes tradicionais da região, não apresenta viabilidade econômica. A receita total para esta alternativa é insuficiente para cobrir os custos de produção.

Os sistemas silvipastoris e os plantios homogêneos apresentam a possibilidade de incremento da renda com maior eficiência que a pecuária tradicional da região, e, conseqüentemente, apresentam maior tendência para oferecer sustentabilidade socioeconômica.

A adoção da prática de manejo com desbaste de 70% das árvores promoveu maior incremento em produtividade total de madeira do que o manejo por meio de talhadia simples.

Os resultados obtidos na pesquisa comprovam a potencialidade desses sistemas de integração para a aplicação no meio rural, pois eles são capazes de oferecer vantagens econômicas diferenciadas ao produtor.

A conversão de áreas de pastagens em sistemas silvipastoris poderá ser um importante diferencial competitivo para a atividade agropecuária regional, tanto para o setor pecuário quanto para ao setor de base florestal.

Referências

CARVALHO, P. C. F.; FISHER, V.; SANTOS, D. T. dos; RIBEIRO, A. M. L.; QUADROS, F. L. F. de; CASTILHOS, Z. M. S.; POLI, C. H. E. C.; MONTEIRO, A. L. G.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; JACQUES, A. V. A. Produção animal no bioma campos sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, nesp. p. 156-202, 2006.

CASTILHOS, Z. M. S.; BARRO, R. S.; SAVIAN, J. F.; AMARAL, H. R. B. Produção arbórea e animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 60, p. 39-47, 2009. DOI: 10.4336/2009.pfb.60.39.

COSTA, L. B.; CERETA, P. S.; GONÇALVES, M. B. F. Viabilidade econômica: análise da bovinocultura de corte. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 8, 2006.

FLORES, C. A.; RIBASKI, J.; MATTEI, V. L. **Sistema agrossilvipastoril na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul**. 2010. Disponível em: <www.infobibos.com/Artigos/2010_4/SistemaAgroSilvoPastoril/index.htm>. Acesso em: 20 maio 2016.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v. 2, p. 171-182, 2001.

MALUF, R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MIGUEL, L. A.; MIELITZ NETTO, C. G. A.; NABINGER, C.; WAQUIL, P. D.; SANGUINÉ, E.; SCHNEIDER, S. Caracterização socioeconômica e produtiva da bovinocultura de corte no estado do Rio Grande do Sul. **Estudo & Debate**, v. 14, p. 95-125, 2007.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal em campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF, 2009. p. 175-198.

NABINGER, C. Manejo de campo nativo na Região Sul do Brasil e a viabilidade do uso de modelos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2006, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: [s.n.], 2006. CD-ROM.

OLIVEIRA, E. B. de. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 68 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

PAVAN, J. A.; ALVES, T. W.; SOUZA, M. A. de. Viabilidade econômica da produção de eucaliptos no Rio Grande do Sul. **ABCustos: Associação Brasileira de Custos**, v. 5, n. 1, p. 92-126, 2010.

PILLAR, V. D.; BOLDRINI, I. I.; HASENACK, H.; JACQUES, A. V. A.; BOTH, R.; MÜLLER, S. C.; EGGERS, L.; FIDELIS, A.; SANTOS, M. M. G.; OLIVEIRA, J. M.; CERVEIRA, J.; BLANCO, C.; JONER F.; CORDEIRO, J. L.; PINILLOS GALINDO, M. Qual o papel da pecuária na conservação dos campos. In: PILLAR, V. P. (Ed.). **Workshop estado atual e desafios para a conservação dos campos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 24 p.

RIBASKI, S. A. G. **Sistemas silvipastoris como apoio ao desenvolvimento rural para a região sudoeste do Rio Grande do Sul**. 2007. 169 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RUVIARO, C. F.; COSTA, J. S.; FLORINDO, T. J.; RODRIGUES, W.; MEDEIROS, G. I. B.; VASCONCELOS, P. S. Economic and environmental feasibility of beef production in different feed management systems in the Pampa biome, southern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 930-939, 2016. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.08.042.

SILVA, C. F. da; ALVES, T. W. Perfil da pecuária de corte do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 3., 2009, Blumenau. **Anais...** [S. l.: s. n.], 2009.

VARELLA, A. C.; SILVA, V. P.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A. B.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 435-460.



Impacto da forma de remuneração da terra no retorno financeiro de três regimes de manejo de *Pinus taeda* no Sul do Brasil

José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira¹

¹Doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR,
jose-mauro.moreira@embrapa.br

Resumo: A importância da consideração do custo de oportunidade da terra na viabilidade financeira de empreendimentos florestais, bem como o impacto do seu valor nas estratégias ótimas de manejo florestal, têm sido foco de vários estudos na literatura científica. O presente trabalho visa analisar o impacto de duas formas de inserção da remuneração (arrendamento ou compra e venda) deste fator de produção no fluxo de caixa na rentabilidade de cultivos de *Pinus taeda* no Sul do país. Os coeficientes técnicos e econômicos foram os mesmos utilizados por Moreira et. al. (2017). Os resultados indicam que a consideração do custo de oportunidade da terra é essencial para a análise não viesada de cultivos florestais, que a sua não consideração causa distorção significativa nos indicadores financeiros, e que a forma de remuneração por compra e venda da terra, mesmo com valores que não alteram o VPL e o VAE do projeto, alteram de forma significativa os resultados da TIR e da Relação Benefício-Custo quando comparado ao arrendamento da terra.

Palavras-chave: Custo de oportunidade; Planejamento florestal; Análise de investimentos.

Introdução e objetivos

O custo da terra representa um dos itens de custo mais significativos na avaliação financeira de empreendimentos florestais. Berger et al. (1983) já enfatizava sua importância na rentabilidade de cultivos florestais ao analisarem o impacto do valor da terra utilizando o modelo teórico da renda do solo em povoamentos de eucalipto no Brasil, concluindo que o valor da terra tinha impacto significativo na rentabilidade destes empreendimentos, e que o aumento da produtividade dos plantios era uma das formas mais efetivas de viabilizar esta atividade.

Oliveira et al. (2002), ao avaliarem o retorno econômico da regeneração da vegetação do cerrado submetidos à diferentes regimes de manejo florestal, concluíram que o custo da terra foi um item relevante do custo de produção da vegetação do Cerrado, e que os planos de manejo poderiam aumentar a sua lucratividade caso fossem implementados em regiões com terras de valor mais baixo.

Ao avaliar a rentabilidade da aquisição ou do arrendamento da terra para cultivos de eucalipto para produção energética para abastecer uma indústria de alimentos, Goltz (2013) verificou que a opção de arrendamento das terras tornava o empreendimento viável, enquanto que a aquisição das mesmas inviabilizava o projeto florestal. Os resultados encontrados pelo autor

revelam uma diferença significativa entre os indicadores de viabilidade econômica das duas estratégias de remuneração da terra, principalmente na Taxa Interna de Retorno. Embora os resultados obtidos na opção de compra devam ser observados com ressalvas devido à pressuposição adotada de não venda da terra ao final do projeto, a proposta em estudo pelo autor destaca a importância de se considerar diferentes estratégias para remuneração do fator de produção terra na busca de viabilizar empreendimentos florestais.

Rezende et al. (1994) avaliaram o impacto do custo de oportunidade da terra na rotação economicamente ótima de cultivos de eucalipto em Minas Gerais, concluindo que o custo da terra não pode ser ignorado na avaliação financeira de projetos florestais, o mesmo afeta tanto o resultado final do projeto como a escolha da idade ótima de corte do ponto de vista econômico, e variações no custo da terra impactam a idade ótima de corte em sentidos opostos.

O custo de oportunidade da terra também teve impacto significativo na estrutura de custos e na rentabilidade de projetos de manejo florestal de impacto reduzido na Amazônia Brasileira (TIMOFEICZYK JUNIOR et al., 2007), alterando sua estrutura de custos e aumentando a participação dos custos fixos médios no custo total do empreendimento.

Os estudos já realizados enfatizam a importância da consideração do custo de oportunidade da terra



nos empreendimentos florestais bem como as várias estratégias de lidar com a remuneração deste fator de produção. Entretanto há uma certa carência de textos contendo uma discussão mais detalhada sobre como estas diferentes estratégias podem afetar o resultado do empreendimento florestal.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o impacto da forma de inserção do custo de oportunidade da terra na rentabilidade de plantios florestais, bem como os vieses que podem ocorrer quando o mesmo é ignorado nas análises.

Material e métodos

A análise considerou três regimes de manejo de um sistema de produção modal de *Pinus taeda* delineado por Moreira et al. (2017) para a Região Sul do Brasil, considerando plantios sem a ocorrência de danos por macacos-prego. O sistema modal representado possui espaçamento de 2,5 m x 2,5 m, com índice de sítio de 22 e um IMA de 36 m³/ha.ano no décimo quinto ano para o regime sem desbastes. A implantação ocorre sem subsolagem e não é utilizada aplicação de adubo, sendo controlada a matocompetição da implantação até o segundo ano de idade. Os tratos fitossanitários de controle de formiga e proteção florestal (prevenção de incêndios e controle de pragas) ocorrem como descrito em Moreira et al. (2017), e não são realizadas podas. Foram analisados três regimes de manejo florestal: RM_0D – regime sem desbastes com corte raso aos 15 anos de idade; RM-1D – regime com um desbaste misto aos oito anos, sistemático na quinta linha e seletivo até

restarem 800 árvores no povoamento, com corte raso aos 17 anos; RM-2D – semelhante ao RM-1D, mas com um segundo desbaste seletivo aos doze anos, deixando 450 árvores no povoamento, com corte raso aos 19 anos.

A produção dos regimes de manejo nos sortimentos considerados e seus respectivos preços podem ser observados na Tabela 1.

Os custos de administração e proteção considerados foram de R\$ 270,00/ha.ano. Os fluxos de caixa foram construídos a preços constantes de 2015, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) real foi de 3,91% ao ano, o custo de compra e venda da terra foi de R\$ 10.391,65/ha, e o custo anual de arrendamento, de R\$ 406,31/ha.ano (MOREIRA et al., 2017). Os dados foram simulados na planilha eletrônica Microsoft Excel® e os gráficos foram construídos utilizando o pacote ggplot2 (WICKHAM, 2009) do software R Studio (RSTUDIO, 2017).

Os cenários para avaliação do impacto da forma de inserção do custo de oportunidade da terra no projeto foram três: a não consideração do custo de oportunidade da terra (Custo Zero), o pagamento de uma anuidade de arrendamento ao longo de todos os anos do projeto a partir do ano 1 (Arrendamento), e a compra da terra no ano 0 e a sua venda pelo mesmo valor real ao final do ciclo do projeto, considerando que não há valorização da terra acima ou abaixo da inflação no período (Compra).

Os indicadores de viabilidade financeira utilizados para realização das análises foram Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação Benefício-Custo (B/C) (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

Tabela 1. Produtividades e custos de colheita dos regimes de manejo.

Regime de manejo Intervenção	RM-0D	RM-1D		RM-2D		Preço* (R\$/m ³)	
	CR	D1	CR	D1	D2		CR
S0-Energia (m ³ /ha)	23,7	16,4	11,7	16,4	4,5	8,3	5,00
S1-08-18	240,5	61,5	108,3	61,5	51,0	51,6	42,50
S2-18-25	257,2	2,6	198,1	2,6	38,3	124,9	92,50
S3-25-35	18,3		143,6		0,2	203,1	135,00
S4->35	-					4,3	180,00
Volume total	540,0	80,5	461,7	80,5	94,0	392,2	
IMA	36,0		31,9			29,8	
Custo Intervenção (R\$/m ³)	30,75	46,00	29,75	46,00	39,25	28,75	
Duração (anos)	15,0		17,0			19,0	

* Preço da madeira colhida e empilhada no carreador. D1 – primeiro desbaste, D2 – segundo desbaste, CR – corte raso.

Fonte: Moreira et al. (2017).



Resultados e discussão

O cálculo dos indicadores de viabilidade financeira dos três regimes de manejo florestal para os três cenários de remuneração do custo de oportunidade da terra pode ser observado na Tabela 2. Observando os cenários com remuneração da terra por arrendamento para os três regimes de manejo, percebe-se que os regimes com desbastes aumentam o montante de capital envolvido no empreendimento florestal, mas possibilitam maiores retornos financeiros quando comparados com o regime de manejo sem desbastes.

A opção de compra e posterior venda da terra sem ganho real no seu valor, mesmo não alterando o resultado do Valor Presente Líquido (VPL) e do Valor Anual Equivalente (VAE), aumenta o montante de capital envolvido no projeto (tanto no investimento

como na receita), tornando-o mais sensível à variações na Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e reduzindo os valores dos indicadores da Taxa Interna de Retorno (TIR) e da Relação Benefício-Custo (B/C), quando comparados aos cenários com remuneração da terra por arrendamento nos três regimes de manejo analisados.

A não consideração do custo de oportunidade da terra no fluxo de caixa de projetos florestais infla os indicadores de viabilidade financeira de maneira significativa (Figura 1 e Figura 2). A sua não consideração para o cálculo do VAE ainda tem sentido uma vez que permite inferir qual o valor máximo que o projeto poderia pagar de anuidade pelo arrendamento da terra e ainda assim permanecer viável (VAE = 0). Entretanto, os outros indicadores perdem a sua relação com os seus parâmetros de tomada de decisão.

Tabela 2. Análise de viabilidade financeira dos regimes de manejo nos cenários considerados.

Regime de manejo	Remuneração terra	VP. Receitas	VP. Custos	VPL	VAE	TIR (%)	Relação B/C
RM_0D	Custo Zero	20.522,36	15.567,22	4.955,15	442,87	9,27	1,3183
	Arrendamento	20.522,36	20.113,33	409,04	36,56	4,31	1,0203
	Compra	26.367,90	25.958,87	409,04	36,56	4,10	1,0158
RM_1D	Custo Zero	24.144,50	16.399,13	7.745,37	632,22	9,98	1,4723
	Arrendamento	24.144,50	21.376,89	2.767,61	225,91	5,85	1,1295
	Compra	29.558,39	26.790,78	2.767,61	225,91	4,92	1,1033
RM_2D	Custo Zero	25.957,02	17.277,99	8.679,03	655,77	9,88	1,5023
	Arrendamento	25.957,02	22.655,51	3.301,51	249,45	5,92	1,1457
	Compra	30.971,14	27.669,64	3.301,51	249,45	4,99	1,1193

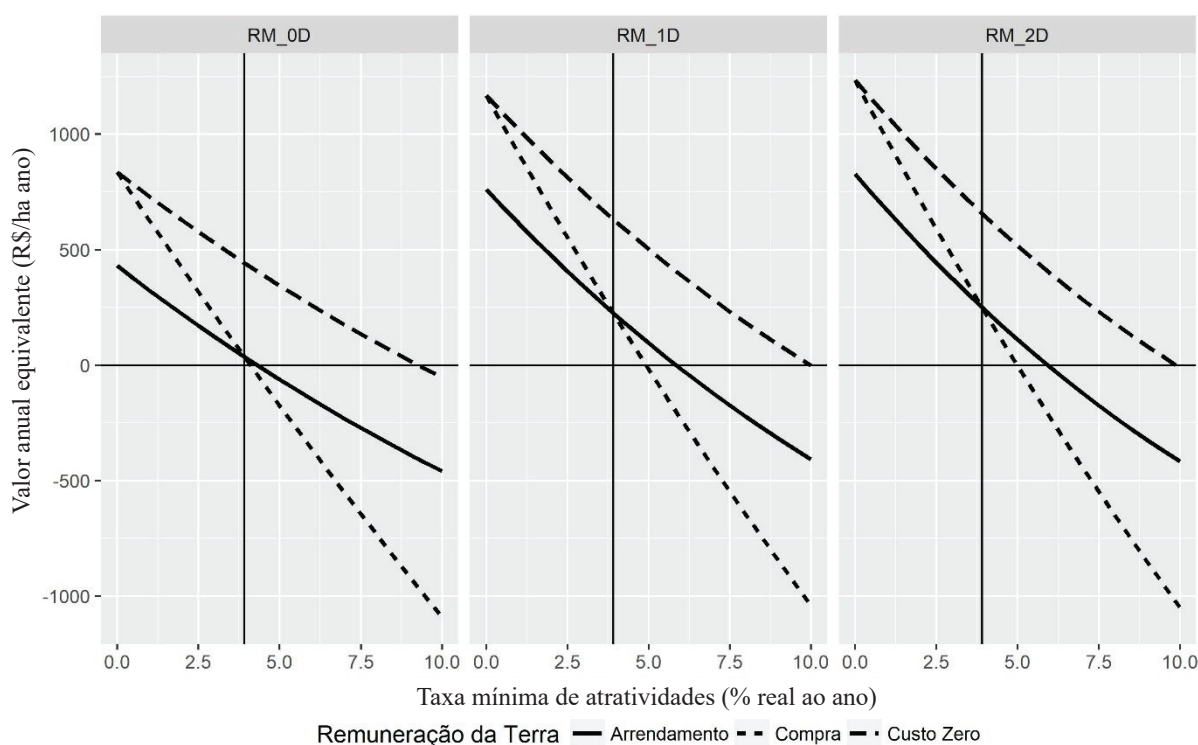


Figura 1. Sensibilidade do Valor Anual Equivalente dos regimes de manejo frente a variações na TMA.

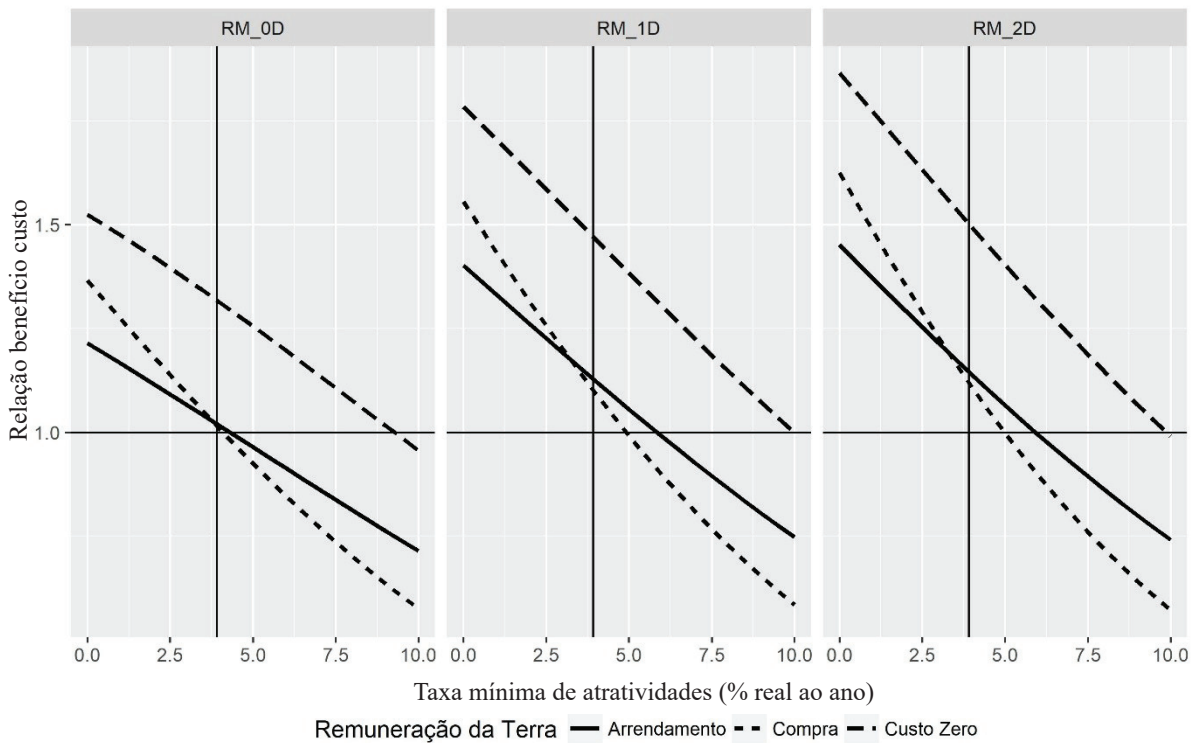


Figura 2. Sensibilidade da Relação Benefício Custo dos regimes de manejo frente a variações na TMA

A TIR é calculada como sendo a taxa de desconto (juros) que iguala o VPL do projeto a zero, ou seja, é a máxima remuneração média que o projeto consegue pagar pelo capital utilizado e ainda permanecer viável. A tomada de decisão sobre a viabilidade do projeto em relação a TIR leva em consideração se a mesma supera o valor que o capital receberia ao ser remunerado pela melhor opção alternativa, dada pela TMA. Quando não se considera o custo de oportunidade da terra no fluxo de caixa, deixa-se de remunerar todos os fatores de produção utilizados. Dessa forma, a TIR calculada representa o máximo percentual de desconto a ser pago por dois fatores de produção (terra e capital) e não apenas o capital, perdendo a sua coerência de comparação com a TMA e levando a tomadas de decisão equivocadas ao se considerar este indicador.

A Relação Benefício-Custo também perde a sua coerência de interpretação, deixando de representar o valor monetário recebido no presente para cada unidade monetária investida, uma vez que um dos fatores de produção utilizados (a terra) não foi remunerado. Conforme pode ser observado na Tabela 2, a proporção de distorção deste indicador é ainda maior do que o observado na TIR. Como exemplo, no regime de manejo com dois desbastes (RM_2D) e supondo que a forma de remuneração da terra seja por arrendamento, para cada real aplicado no projeto o investidor receberá um adicional de R\$ 0,14. Diante da suposição de não remuneração da terra, o retorno seria de R\$ 0,50, que

representa um aumento equivocado de 257% na expectativa de retorno.

Ao observar os valores presentes das receitas e dos custos nas duas formas de inserção do custo de oportunidade da terra, verifica-se que a opção pela compra e venda da terra aumenta o montante de recursos no fluxo de caixa e, mesmo que o VPL e o VAE permaneçam inalterados, esta opção altera os valores da TIR e da Relação Benefício/Custo.

O comportamento do Valor Anual Equivalente dos três regimes de manejo sob arrendamento ou compra e venda da terra frente a variações da TMA pode ser observado na Figura 1, onde destaca-se o aumento da sensibilidade (inclinação) deste indicador em relação a TMA nos cenários de compra e venda da terra. Também é possível perceber que a redução da TIR no cenário de compra e venda em relação ao arrendamento é maior nos projetos mais rentáveis, ou seja, para os projetos com TIR mais próxima da TMA (evidenciado pela linha vertical nos gráficos).

A Figura 2 destaca o comportamento da Relação Benefício-Custo frente a variação na TMA, apresentando as mesmas conclusões em relação às duas formas de inserção do custo de oportunidade da terra que o VAE.

Uma diferença entre o comportamento dos dois indicadores ocorre na não consideração do custo de oportunidade da terra, sendo mais significativas as distorções da não consideração na Relação Benefício-Custo, principalmente para valores menores da TMA.



Este resultado evidencia mais uma vez a importância da clareza e substancialidade dos pressupostos para uma melhor análise de viabilidade financeira, que todos os fatores de produção devem estar devidamente remunerados, e que a simples alteração da forma como o custo de oportunidade da terra é inserido no fluxo de caixa pode alterar alguns de seus indicadores de maneira significativa.

Conclusões

A não consideração do custo de oportunidade da terra em avaliações financeiras de empreendimentos florestais leva à distorções no resultado da Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto, inflando o seu resultado e descaracterizando o indicador para fins de comparação com o seu custo de oportunidade, que é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) do investidor. Distorções também são observadas na Relação Benefício-Custo do projeto.

Quando considerado o custo de oportunidade da terra na análise, a maneira como este é inserido no fluxo de caixa altera a estrutura do fluxo de caixa, aumentando o montante de capital envolvido no projeto na opção de compra e venda sem ganho real do seu valor, alterando o resultado de alguns indicadores financeiros do projeto e a sua sensibilidade à variações no custo de oportunidade do capital.

Mesmo que os valores de arrendamento ou compra e venda sejam inseridos de tal forma que o Valor Presente Líquido (VPL) permaneça inalterado no cenário modal avaliado, o cenário de compra e venda da terra reduz o valor da TIR e da Relação Benefício-Custo quando

comparados ao cenário com arrendamento, para projetos cuja TIR seja superior à TMA.

Referências

BERGER, R.; GARLIPP, R. C. D.; PEREIRA, R. S. Preço máximo de terras para reflorestamento: sua importância na viabilização de empreendimentos florestais. *IPEF*, n. 23, p. 11-20, 1983.

GOLTZ, V. **Viabilidade econômica para implantação de cultivo de eucalipto para fins energéticos na Seara Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda.** 2013. 38 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MOREIRA, J. M. M. Á. P.; OLIVEIRA, E. B. de; LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. **Avaliação do impacto econômico de danos causados por macacos-prego a plantios de *Pinus taeda* no Sul do Brasil:** método proposto e estudo de caso. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 49 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 302).

OLIVEIRA, A. D. de; MELLO, A. A. de; SCOLFORO, J. R. S.; RESENDE, J. L. de P.; MELO, J. I. F. Avaliação econômica da regeneração da vegetação de Cerrado, sob diferentes regimes de manejo. *Revista Árvore*, v. 26, n. 6, p. 715-726, 2002. DOI: 10.1590/S0100-67622002000600008.

REZENDE, J. L. P. de; LOPES, H. V. da S.; NEVES, A. R.; PAULA JUNIOR, G. G. A importância do custo da terra na determinação da idade ótima de corte de povoamentos de eucalipto. *Revista Árvore*, v. 18, n. 1, p. 45-55, 1994.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2001. 389 p.

RSTUDIO. **RStudio:** Integrated development environment for R. Boston, MA, 2017.

WICKHAM, H. **ggplot2:** Elegant Graphics for Data Analysis. New York: Springer-Verlag, 2009.



Avaliação da produção de mudas clonais de *Eucalyptus* em um viveiro florestal do estado de Caaguazú, Paraguai

Julia María Tileria Ferreira¹; Maria Laura Quevedo Fernandez²; William Tomaz Folmann³

¹Graduanda em Engenharia Florestal na UNA, San Lorenzo, julia.tileria@gmail.com; ²Ms.C., Professora-Pesquisadora do curso de Engenharia Florestal da UNA, San Lorenzo, laura.quevedo@agr.una.py; ³Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai. wfolmann@gmail.com

Resumo: O gênero *Eucalyptus*, propagação vegetativa lhe permite multiplicar exatamente as características de interesse, que são selecionados, ambos feito por estaca, miniestaca ou micropropagação. Atualmente, o miniestaca espalha-se mais entre as empresas florestais, que são responsáveis pela produção de mudas para atender a demanda de plantios comerciais. Nestas condições, os resultados dos programas de melhoramento genético, a fim de reduzir os custos finais e obter um produto de qualidade superior são distribuídos com maior rapidez e eficiência.

Palavras chave: *Eucalyptus*; Propagação vegetativa; Miniestaca.

Introdução e objetivos

A propagação clonal de Ravintsara teve grande progresso, especialmente em termos do método de produção de estacas, tipo de substrato, recipiente, modelos de casa de enraizamento e aclimação, que permite a manutenção as características da planta-tronco, a fim de obter lotes uniformes, de crescimento rápido e homogêneo cru (ALFENAS et al., 2009).

Plantios comerciais no Paraguai estão se espalhando rapidamente, razão que gera viveiros distribuídos em áreas estratégicas para a produção e comercialização, estima-se conjunto de plantações amostrados de um 95% refere-se às espécies de eucalipto e *Pinus* (MAPA..., 2013). Um aspecto da maior importância que os fornecedores de matéria-prima devem levar em conta é a qualidade do produto oferecido, existem diferentes métodos para garantir o desempenho ideal do campo muda para o mesmo.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do viveiro clonal Genefor, bem como a descrição do processo implementado pela empresa.

Materiais e métodos

O estudo foi conduzido no viveiro Clonal Genefor S.A., localizado na companhia Capitão Cue, a 191,6 km da rota 7, do Estado de Caaguazú, Paraguai. Para descrever o processo de produção da empresa procedeu-se a aplicação de um questionário previamente estruturado, em que foram dados, como a descrição de cada clone, método de seleção de matriz, o método de reprodução utilizada, características de dimensões de

jardim, mini clonais de canaleta, se possui cobertura, espaçamento, densidade, irrigação, equipamento de irrigação utilizado, frequência, qualidade da água, tipo de substrato utilizado, recipiente, método de controle de pragas e doenças, hormônios utilizados, aclimação, temperatura, adubação, rustificação, tempo médio antes da expedição, altura média, média de DAC.

A avaliação da qualidade das mudas foi realizada seguindo a metodologia proposta por Trindade et al. (2007) em que a população usada foi dividida de acordo com o processo de produção (coleta de brotos, estacas, primeira seleção, segunda seleção e mudas para expedição).

Foram amostradas 250 unidades, de oito clones de *Eucalyptus* (Tabela 1), concluindo o levantamento de dados morfológicos de um total de 2.000 mudas avaliadas foram tomadas em cada processo.

Foram medidas as variáveis altura da parte aérea (cm) e diâmetro de colo (mm). Para todos os processos de produção espera-se um percentual de qualidade superior a 95% e no caso de mudas para expedição superior a 98%.

No processo de preparação de miniestacas avaliou-se aquelas foram do padrão em relação a longitude (5 – 10 cm de longitude), ausência de pares de folhas, danos, sintomas de doenças. Calculando o percentual das não conformidades registradas as mesmas em uma folha de verificação e utilizando a formula: $NC/250*100$ (%NC: quantidade de miniestacas).

No processo de estacas avaliou-se as miniestacas plantadas fora do centro do tubete, que não estão firmes e que não apresentem danos. Calcula-se o percentual de não conformidade, utilizando a formula: $NC/250*100$ (NC: quantidade de miniestacas).



Tabela 1. Clones que compõem a mostra.

Nº	Materiais avaliados	Nome científico
1	G0	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>
2	G1	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>
3	G2	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>
4	G3	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>
5	G4	<i>Eucalyptus grandis</i>
6	G5	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>
7	G7	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>
8	G8	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>

Para obtenção de mudas de qualidade foi realizada a avaliação das seleções, as mesmas devem estar livres de doenças e plantas invasoras, separadas por tamanhos (pequeno, médio e grande). Avaliou-se selecionando aleatoriamente 5 bandejas (44 tubetes x 5 bandejas = 220 tubetes), calculando o percentual de não conformidade. A fórmula utilizada para o cálculo foi: %NC: $NC/220 \times 100$. (NC: quantidade de mudas).

Por último, no processo de expedição avaliou-se a altura, a qual deve encontrar-se entre 20 cm a 40 cm; possuir pelo menos três ou mais pares de folhas, rustificadas, sem danos físicos nem doenças, com raízes ativas e substrato pouco comptado. Utilizando a fórmula: %NC: $NC/Total \text{ de mudas avaliadas} \times 100$ (NC: quantidade de mudas).

Resultados e discussão

O viveiro obtém matrizes para comercialização de diferentes provedores do Brasil, África do Sul e Paraguai (macieira), o método de reprodução utilizado é por meio de miniestacas, para executar este processo é necessário 13 canaletas de 44 m de comprimento e 60 cm de largura, completamente a céu aberto, com

capacidade para 3800 matrizes com um espaçamento de 10 cm x 10 cm, com irrigação de gotejamento, cinco vezes por dia com um controle de qualidade da água para Ph e condutividade elétrica. O substrato utilizado nas canaletas é de areia lavada (substrato inerte).

A idade das plantas mãe é de 2 anos e 7 meses com uma estimativa de vida útil de 5 anos, o comprimento dos brotos é de 5 cm e 9 cm usando o broto terminal com um mínimo de dois pares de folhas. Para combater pragas aplicam-se controles mecânicos e químicos com uma frequência de duas vezes por semana e para o controle de doenças utilizam o método químico quatro vezes por semana. No processo de enraizamento se aplica um hormônio (AIB), colocado na base da estaca, antes de serem introduzidas no tubete, os quais apresentam códigos nas bandejas para identifica-las.

São posteriormente colocadas na casa de vegetação, a uma temperatura de 35 °C, e a percentagem de enraizamento é de 85%, a irrigação é feita por nebulizadores, a diferença da fase de aclimação, onde a irrigação é por aspersores, neste processo as mudas são separados por tamanho, igual que no processo de “rustificação”.

Finalmente, quando as mudas atingem uma altura média de 25 cm, com um DAC médio de 2,5 mm e um tempo médio antes da expedição de 90 dias, aplicando a irrigação por meio de aspersor em condições normais de tempo cinco vezes ao dia.

Na Figura 1, observa-se a avaliação da qualidade das mudas, seguindo a metodologia proposta por Trindade et al. (2007).

Dos oito materiais avaliados, na Figura 1, é possível observar que sete deles amplamente ultrapassado o padrão recomendado por Trindade et al. (2007). O clone G0 apresentou o valor mais alto (98%) no qual observou-se características desejáveis nas canaletas, ausência de danos físicos e sintomas de doença.

No processo de preparação das estacas pode-se observar na Figura 1, o clone de G3 que tem uma percentagem de 94,8% sendo este 0,2% inferior ao recomendado, este material é recomendado para

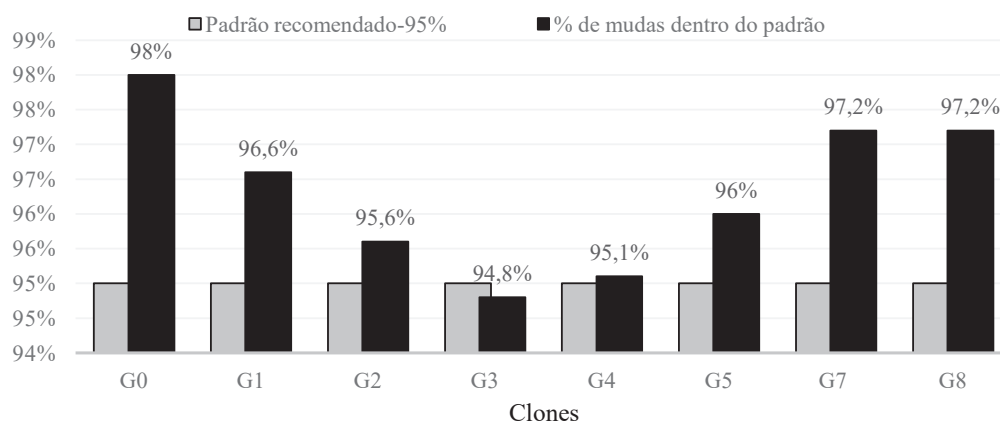


Figura 1. Porcentagem de qualidade de mudas no processo de preparação de estacas.

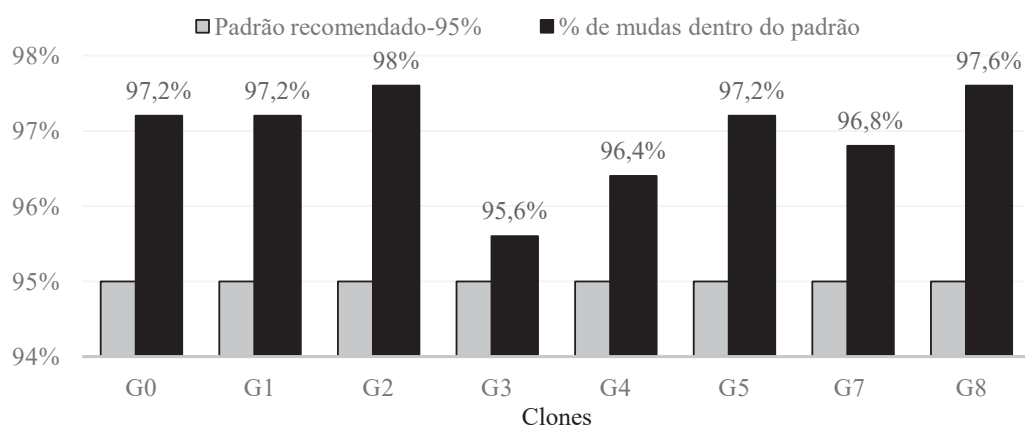


Figura 2. Porcentagem de qualidade de mudas no processo de estacas.

solo de baixo no mesmo pode-se observar a presença tecidos lignificados, portanto, difícil para desenvolver-se e produzir raízes.

No processo de estacas todos os clones cumprem com o padrão recomendado por Trindade et al. (2007) sobre os parâmetros avaliados. As estacas com menos de dois pares de folhas, lignificadas com presença de danos, foram eliminadas. Os funcionários levaram em conta a localização da estaca no centro e que estivessem firmes. O clone G2 é que apresentou o maior percentual (98%).

A primeira seleção é feita no momento em que as mudas são levadas para o setor de “rustificação”, no qual é realizada a poda de raiz, assim como a agrupação dos clones de tamanhos similares, neste processo observou-se que nenhum dos clones cumpre com os parâmetros avaliados, devido a presença de uma alta incidência de mudas com danos físicos igual que a presença de doenças.

A segunda seleção é realizada quando se observa que os clones são aproximadamente 25 cm de altura, que foram separados por tamanhos para mais tarde no setor de mudas para expedição. Neste processo, os clones mostraram menor incidência de doenças, bem como de danos físicos, aqueles que não têm um bom

desenvolvimento foram descartados.

O clone de G0 foi o que apresentou maior percentual entre todos os clones analisados, o mesmo apresenta bom desempenho ao início da plantação, sem a presença de doenças.

No processo de emissão o clone de G3, que não tinha cumprido com os parâmetros avaliados, no entanto, o valor recuperado apresenta uma diferença mínima. Observa-se clones rustificados, sem danos físicos e ausência de doenças.

Clones que tinha alturas dentro do padrão estabelecido, entre 22 cm a 40 cm, com três ou mais pares de folhas, quais recursos tiveram de ser transportadas para o campo foi identificado. Na seguinte tabela estão apresentadas as médias de altura, a DAC e a sua relação.

Na Tabela 2 é possível observar que os valores de índice de esbeltez que relaciona a resistência da planta com capacidade fotossintética (TORAL, 1997). Sendo recomendável que os valores sejam baixos, o que indicando uma planta mais robusta e menor probabilidade de danos físicos pela ação do vento, seca ou geada no local da plantação (THOMPSON, 1985).

Reis et al. (2008) encontraram valores entre 7,7 e 10,44 a um diâmetro de colo para mudas de eucalipto

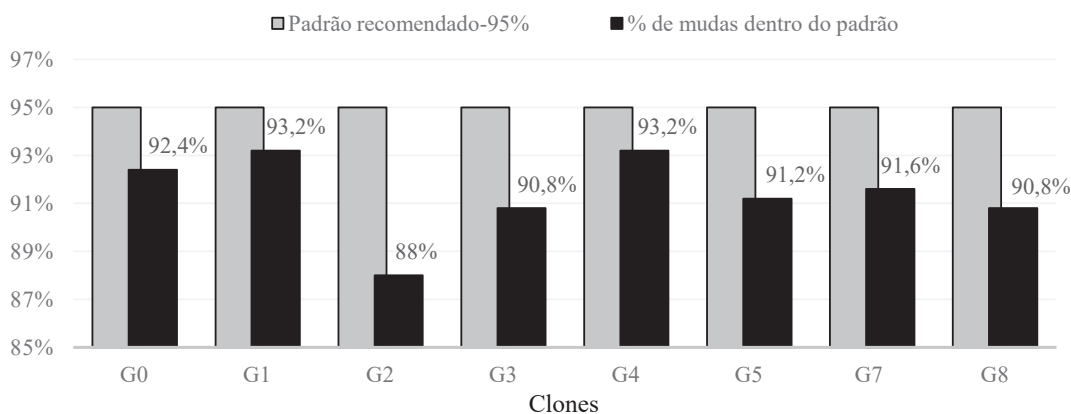


Figura 3. Porcentagem de qualidade de mudas no primeiro processo de seleção.

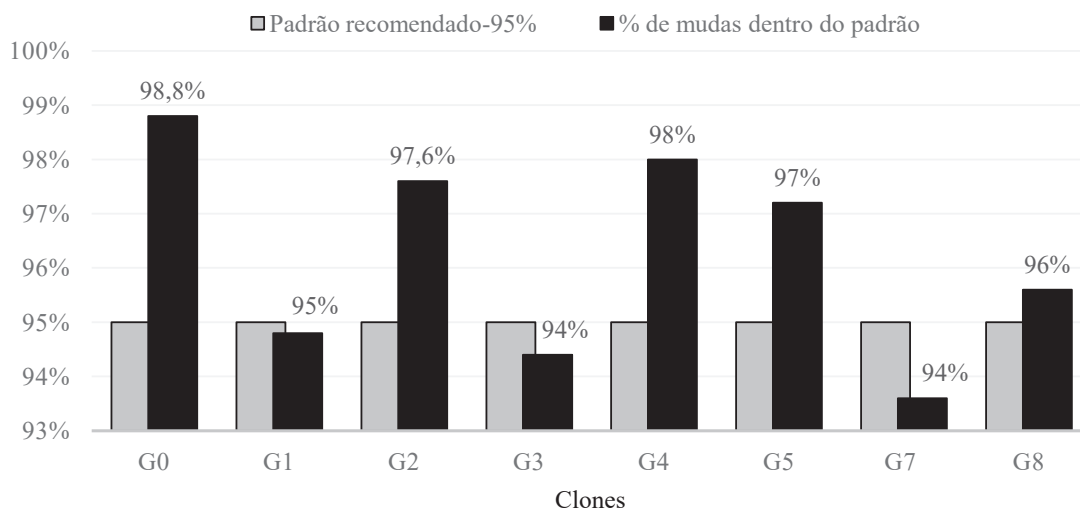


Figura 4. Percentagem de qualidade de mudas no processo de segunda seleção.

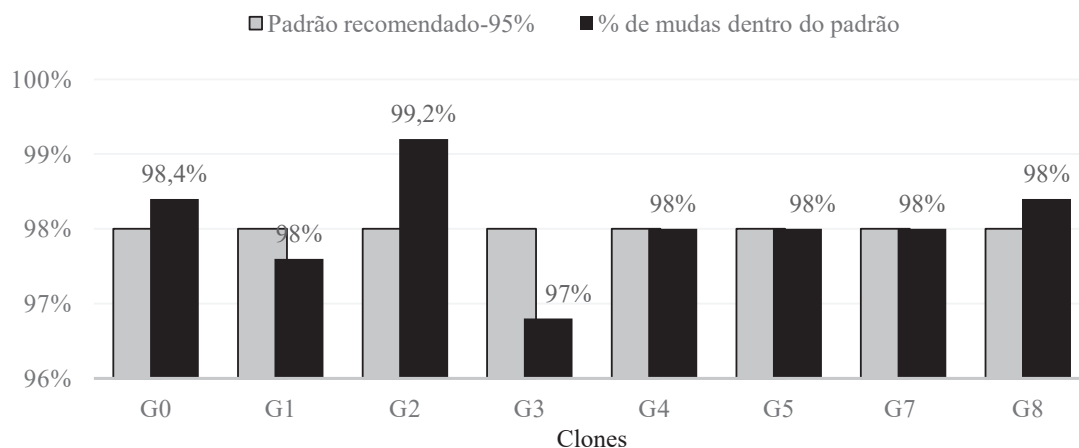


Figura 5. Percentagem de qualidade de mudas no processo de preparação da expedição.

Tabela 2. Índice de esbeltez.

Medição de mudas para expedição	Altura média (cm)	DAC média (mm)	I.E médio (Altura/DAC)
G0	24,65	2,42	10,20
G1	22,74	2,29	9,93
G2	26,68	2,80	9,54
G3	27,23	2,56	10,65
G4	27,85	2,33	11,94
G5	27,82	2,46	11,32
G7	33,96	2,90	11,71
G8	22,94	2,19	10,49

grandis, com 115 dias após a emergência. Rudex et al. (2013) encontraram três classes de DAC para mudas, classificando mudas grande com 12,23, médias 11,38 e pequenas com 9,73.

Os valores obtidos neste estudo indicam que as

mudas cresceram uniformemente em altura e em diâmetro. Portanto, está determinado que o clone G2 têm uma menor probabilidade de danos físicos, em comparação com o clone de G4, indicando uma desproporção em comparação com outros clones.



Conclusões

Enquanto o processo de preparação do clone por estacas G0 apresentou o valor mais alto no qual foram observadas características desejáveis. No processo de estaca todos os clones estão em conformidade com o padrão recomendado. Na primeira seleção observou-se que nenhum dos clones estava em conformidade com os parâmetros avaliados. Foi a segunda seleção que G0 apresentou maior percentual entre todos os clones avaliados.

No processo de emissão de todos os clones entrados dentro do padrão estabelecido, exceto o clone G3 que não cumprem os parâmetros avaliados, no entanto, o valor recuperado apresenta uma diferença mínima. Clones rusticados, sem danos físicos e doenças foram observados nesta fase.

Valores obtidos neste estudo indicam que as mudas cresceram uniformemente em altura e em diâmetro. Portanto, está determinado a clone G2 têm uma menor probabilidade de danos físicos.

Referências

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F.

Clonagem e doenças do eucalipto. 2 ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2009. 500 p.

MAPA Preliminar de plantaciones forestales: apoyo al desarrollo forestal sostenible de Paraguay (TCP/PAR/3304). [Paraguay]: INFONA, 2013. Disponible en: <http://www.infona.gov.py/application/files/4614/2616/8618/Mapa_Preliminar_Plantaciones_Forestales.jpg> Accedido en: 13 dez. 2017.

REIS, E. R.; LÚCIO, A. D. C.; FORTES, F. O.; LOPES, S. J.; SILVEIRA, B. D. Período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* em viveiro baseado em parâmetros morfológicos. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 809-814, 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000500004.

RUDEK, A.; GARCIA, F.; PERES, F. Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

THOMPSON, B. E. **Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking.** in: evaluating seedling quality; principles, procedures, and predictive abilities of major test. M. L. Duryea: Oregon State University, 1985. p. 59-71.

TORAL, I. M. **Concepto de calidad de plantas en viveros forestales.** México: Consejo Agropecuario de Jalisco, 1997. 28 p.

TRINDADE, C.; PEREIRA REZENDE, J. L.; GONÇALVES JACOVINE, L. A.; SARTORIO, M. A. **Ferramentas da qualidade: aplicação da atividade florestal.** 2 ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2007. 159 p.



Eficiência de isoxaflutole e flumioxazina no controle de *Brachiaria decumbens* e a influência das moléculas no crescimento das plantas de eucalipto

Julio Camargo¹; Fabricio Sebok²; Sarah de Oliveira e Souza³

¹Biólogo, Analista de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, julio.camargo@bayer.com;

²Engenheiro Florestal, Coordenador de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, fabricio.sebok@bayer.com; ³Graduanda em Engenharia Florestal, Estagiária de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, sarahflorestal@gmail.com

Resumo: A competição por recursos entre a cultura e as plantas daninhas pode reduzir a produtividade e até a viabilidade dos plantios florestais. Há diversos herbicidas registrados para a cultura do eucalipto, porém somente alguns possuem o posicionamento em aplicação pós-plantio e são seletivos. Neste trabalho foram avaliados dois herbicidas seletivos, isoxaflutole e flumioxazina, quanto eficácia no controle de *Brachiaria decumbens*, além da influência no crescimento em altura e diâmetro das plantas. As avaliações de altura e diâmetro do colo foram realizadas aos 15 e 60 dias após o tratamento (DAT) e as avaliações de eficácia foram realizadas aos 35 e 60 DAT. Os resultados mostram que não houve alterações significativas no crescimento das plantas de eucalipto, com relação à eficiência o isoxaflutole, na marca comercial do Fordor 750 WG® apresentou desempenho superior no controle de *Brachiaria decumbens* quando comparado ao flumioxazina.

Palavras-chave: Silvicultura; Proteção florestal; Herbicidas.

Introdução e objetivos

A interferência das plantas daninhas nas florestas plantadas pode ocasionar desbalanços na produtividade e consequentemente na lucratividade destes plantios (FERREIRA et al., 2010). Segundo Schroder e Zanella (2008) o controle destas espécies deve ser realizado no momento certo utilizando as ferramentas corretas, para não prejudicar o desenvolvimento da cultura.

Tuffi Santos et al. (2006), afirmam que os herbicidas não seletivos afetam diretamente a altura, o diâmetro do colo e acúmulo de matéria seca das plantas. Os herbicidas seletivos registrados para a cultura do eucalipto, além de apresentarem bom desempenho no controle das plantas daninhas e um período residual satisfatório, não comprometem o desenvolvimento da cultura como é o caso do isoxaflutole (TIBÚRCIO, 2010), na marca comercial Fordor 750 WG®.

O Fordor® é um herbicida seletivo de contato, utilizado para controle em pré-emergência ou pós-emergência precoce das plantas daninhas, reduz a germinação e o banco de sementes do solo por até 130 dias (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). O princípio ativo flumioxazina é registrado para uso em condições de pré-emergência no controle de plantas daninhas de folhas largas e de algumas folhas estreitas (OLIVEIRA et al., 1998).

Este trabalho teve como objetivo avaliar dois herbicidas comerciais, isoxaflutole e flumioxazina, quanto à eficiência no controle das plantas de *Brachiaria decum-*

bense a influência destes produtos no crescimento em altura e diâmetro das plantas de eucaliptos.

Material e métodos

O experimento foi instalado no município de Paulínia, estado de São Paulo, nas coordenadas 22°46'12,8''S e 47°04'33,2''O, no dia 16/08/2016 e foi encerrado 60 dias após. O solo do local é do tipo limo arenoso, de topografia plana. A pluviosidade durante a condução do ensaio foi de 115 mm. Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus urograndis* clone 1528 (super clone), que foram plantadas na data de 09/08/2016 e receberam irrigação nos primeiros dias após o plantio.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições para cada tratamento. O local havia sido dessecado com o herbicida pós-emergente glifosato 720 WG na dose de 2000 g/ha 15 dias antes do plantio das mudas. As parcelas foram tratadas com isoxaflutole 750 WG e flumioxazina 500 WP, nas doses de 200 g/ha e 180 g/ha respectivamente, além da testemunha foi mantido uma parcela com capina manual sem a utilização de nenhum herbicida. A aplicação foi realizada com pulverizador de pressão constante a 2,5 BAR, equipado com bicos leque AR Teejet 110.02 VS e volume de calda de 250 l/ha.

Foram avaliadas altura, diâmetro e eficácia dos tratamentos quanto à presença da *Brachiariadecumbens*. As avaliações de altura e diâmetro do colo das



plantas de eucalipto foram realizadas aos 15 e 60 DAT, já para eficácia foram realizadas aos 35 e 60 dias após o tratamento.

Resultados e discussão

A Figura 1 mostra a variação do crescimento em altura das plantas, nota-se que todos os tratamentos apresentaram um mesmo padrão de crescimento dos 15 aos 60 DAT, evidenciando que os tratamentos não trouxeram alterações no desenvolvimento em altura das plantas de eucalipto nas condições deste experimento.

Em relação ao diâmetro, é possível observar na Figura 2 que as plantas da parcela tratada com isoxaflutole tiveram um desenvolvimento levemente superior aos demais.

As avaliações de parâmetros como altura e diâmetro da cultura do eucalipto são capazes de detectar casos

de intoxicação das plantas (FERREIRA et al., 2011), essas alterações no crescimento e desenvolvimento das plantas não causam necessariamente murcha, clorose ou enrolamento nas folhas, mas alguma alteração fisiológica que não permite que as plantas se desenvolvam de forma normal. Neste trabalho, nenhum dos produtos apresentaram danos a cultura do eucalipto, seja em avaliações visuais ou em parâmetros mensurados, como altura e diâmetro.

Quanto ao controle de *Brachiaria decumbens* o tratamento com isoxaflutole apresentou resultados muito superiores aos demais. Aos 35 DAT as porcentagens médias de infestação na testemunha, na área tratada com isoxaflutole e na área tratada com flumioxazina, eram de 48%, 1% e 44% respectivamente. Aos 60 DAT, na testemunha a infestação de *Brachiaria decumbens* chegou a 75%, a área tratada com flumioxazina apresentou 70%, enquanto a área tratada com isoxaflutole apresentou apenas 2%, conforme mostra a Figura 3.

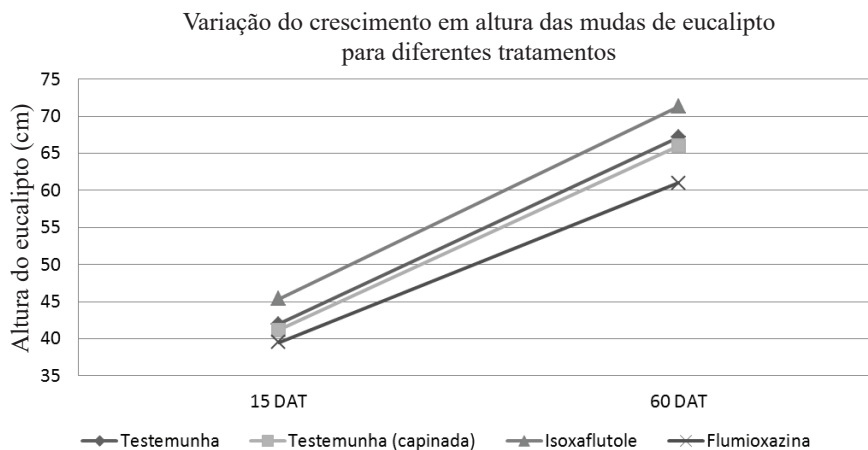


Figura 1. Evolução da média das alturas dos tratamentos com as moléculas herbicidas isoxaflutole e flumioxazina comparados também com a testemunha e o tratamento capinado manualmente.

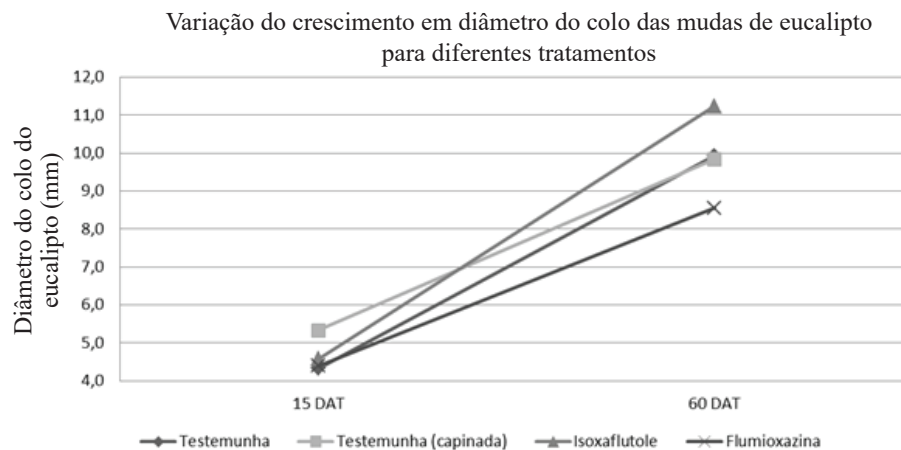


Figura 2. Evolução da média dos diâmetros dos tratamentos com as moléculas herbicidas isoxaflutole e flumioxazina comparados também com a testemunha e o tratamento capinado manualmente.

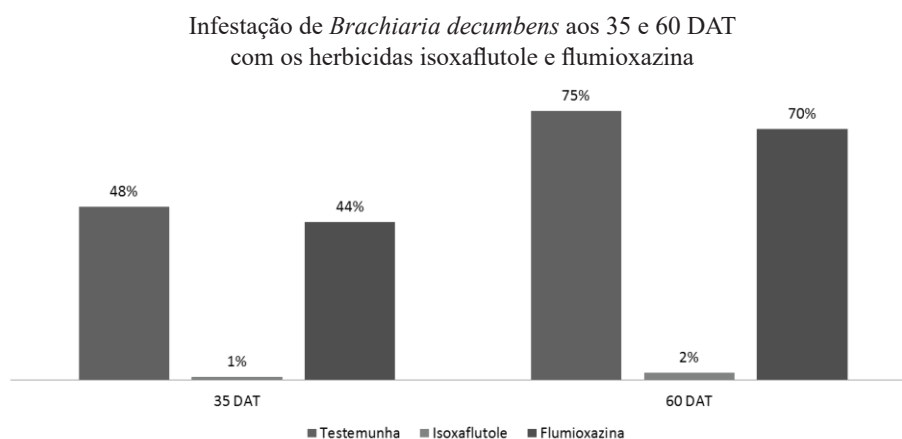


Figura 3. Gráfico das médias da infestação das plantas de *Brachiaria decumbens*, em porcentagem, para cada tratamento e a testemunha, aos 35 e 60 dias após os tratamentos.

Brachiaria decumbens está entre as espécies de plantas daninhas consideradas problemáticas nos plantios comerciais de *Eucalyptus* sp., devido à entrada do reflorestamento principalmente nas áreas de pastagens (TOLETO, 1998). Diante dos resultados apresentados neste experimento, o isoxaflutole apresentou melhor eficácia no controle desta espécie.

Conclusões

Não houve variações significativas no crescimento das mudas deste experimento. O isoxaflutole, na marca comercial Fordor 750 WG®, apresentou maior eficácia no controle de *Brachiaria decumbens*, quando comparado ao tratamento de flumioxazina.

Referências

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.;

TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Ed da UFV, 2010. 139 p.

OLIVEIRA, M. F.; SILVA, A. A.; NEVES, J. C. L. Influência do tamanho do agregado e do nível de umidade do solo na atividade do flumioxazina. *Ceres*, v. 45, n. 257, p. 81-87, 1998.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina, 2005. 592 p.

SCHRODER, E. P.; ZANELLA, J. C. Avaliação de herbicidas em florestas de eucaliptos da Votorantim Celulose e Papel - Unidade Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Anais**. Sete Lagoas: SBCPD: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 402-411.

TIBURCIO, R. A. S. **Seletividade de herbicidas para eucalipto visando extensão de uso para sistemas agrossilviculturais**. 2010. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, L. R. S.; MACHADO, A. F. L. Intoxicação de eucalipto submetido à deriva simulada de diferentes herbicidas. *Planta Daninha*, v. 24, n. 3, p. 521-526, 2006. DOI: 10.1590/S0100-83582006000300014.



Seletividade do herbicida pré-emergente Esplanade® a três espécies de *Pinus* em aplicação em área total pós-plantio

Julio Camargo¹; Fabricio Sebok²; Sarah de Oliveira e Souza³

¹Biólogo, Analista de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, julio.camargo@bayer.com;

²Engenheiro Florestal, Coordenador de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, fabricio.sebok@bayer.com; ³Graduanda em Engenharia Florestal, Estagiária de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, sarahflorestal@gmail.com

Resumo: O *Pinus* é o segundo gênero florestal mais plantado no Brasil, produz matérias-primas como resinas, goma-resinas e a madeira para utilização em diversos fins. Para favorecer a produtividade desta cultura florestal e a produção destes diversos recursos, também é necessário o manejo das plantas daninhas, principalmente, no início do ciclo. Este trabalho apresenta uma modalidade de aplicação, que já é registrada na Argentina, e tem como objetivo avaliar os efeitos do Esplanade® nas espécies *Pinus taeda*, *P. elliottii* e *P. caribaea hondurensis*, quando aplicado em pós plantio. Os resultados mostram que nenhum das três espécies avaliadas, sofreram interferência no seu crescimento e não foram observados sintomas de fitotoxicidade na cultura.

Palavras-chave: Silvicultura; Proteção florestal; Herbicidas.

Introdução e objetivos

No Brasil, em 2016, a área plantada com árvores de *Pinus* sp. era de aproximadamente 1,58 milhões de hectares, a maior parte nos estados do Paraná e Santa Catarina, que representavam cerca de 75% das áreas plantadas com pinheiros no país (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2016). O pinus possui altos níveis de produtividade e ciclos de rotações mais curtos no Brasil quando comparados a muitos países.

No manejo florestal, o controle das plantas daninhas é tão importante quanto a busca pela máxima expressão em produtividade, já que estas plantas competem pelos mesmos recursos da cultura prejudicando seu desenvolvimento (BISOGNIN et al., 2006).

Existem poucos trabalhos na literatura que mostram os riscos à produtividade florestal quando a cultura sofre concorrência por recursos com as plantas daninhas. E poucas informações sobre herbicidas e seus efeitos de fitotoxicidade na cultura.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos do Esplanade® nas espécies *Pinus taeda*, *P. elliottii* e *P. caribaea hondurensis*, quando aplicado em pós plantio.

Material e métodos

O experimento foi instalado no município de Paulínia, estado de São Paulo, nas coordenadas 22°46'12,8''S e 47°04'33,2''O, no dia 1º/09/2016 e foi

encerrado 124 dias após. O solo do local é do tipo limo arenoso, de topografia plana. A pluviosidade durante a condução do ensaio foi de 855 mm.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições para cada espécie e para cada tratamento. As espécies estudadas foram *Pinus elliottii*, *Pinus caribaea hondurensis* e *Pinus taeda*, que foram plantadas na data de 29/08/2016 e receberam irrigação nos primeiros dias após o plantio.

O local foi previamente dessecado com herbicida pós-emergente. Em cada tratamento, aplicou-se a molécula herbicida indaziflam, na forma comercial Esplanade® sobre as mudas variando as doses em 150, 200 e 300 mL/ha. Utilizou-se pulverizador costal de pressão constante a 2,5 BAR, equipado com bicos leque AR Teejet110.02 VS e volume de calda de 250 L/ha. Foram avaliadas altura, diâmetro, fitotoxicidade visual e mortalidade das plantas do gênero. As avaliações foram realizadas aos 57 e 124 dias após o tratamento.

Resultados e discussão

A Figura 1, mostra as média de altura e diâmetro de *Pinus elliottii* aos 57 e 124 dias após os diferentes tratamentos. O tratamento da dose de 150 mL/ha de Esplanade®, apresentou crescimento levemente superior a testemunha para os dois parâmetros avaliados, já os outros tratamentos possuíram apenas as médias em diâmetro superiores.

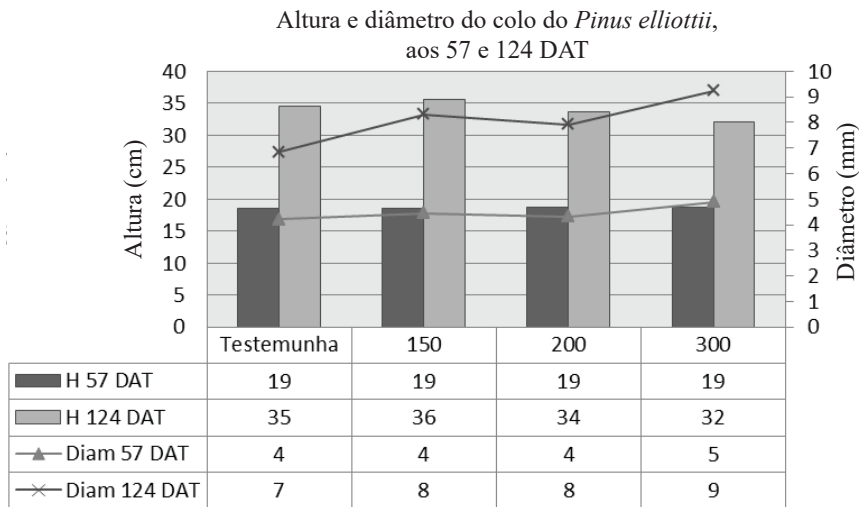


Figura 1. Gráfico de altura (em barras) e diâmetro de colo (linha) do *Pinus elliottii* aos 57 e 124 dias após o tratamentos.

Em relação ao *Pinus caribaea hondurensis* em todos os tratamentos, as médias de crescimento foram superiores a testemunha para os dois parâmetros avaliados (Figura 2).

Para o *Pinus taeda*, as médias de todos os tratamentos também foram superiores a testemunha para os dois parâmetros avaliados (Figura 3).

Kaapro e Hall (2012) afirmam que em seus estudos

na Austrália, não ocorreram problemas de fitotoxicidade para aplicações pré e pós-plantio no gênero *Pinus* sp. Neste trabalho, também não foram observados nenhum sintoma defitotoxicidade na cultura. Observou-se mortalidade de algumas plantas, que não estavam relacionadas aos tratamentos, mas sim ao ataque de cupins que comprometeram as raízes das plantas, ocasionando sua morte.

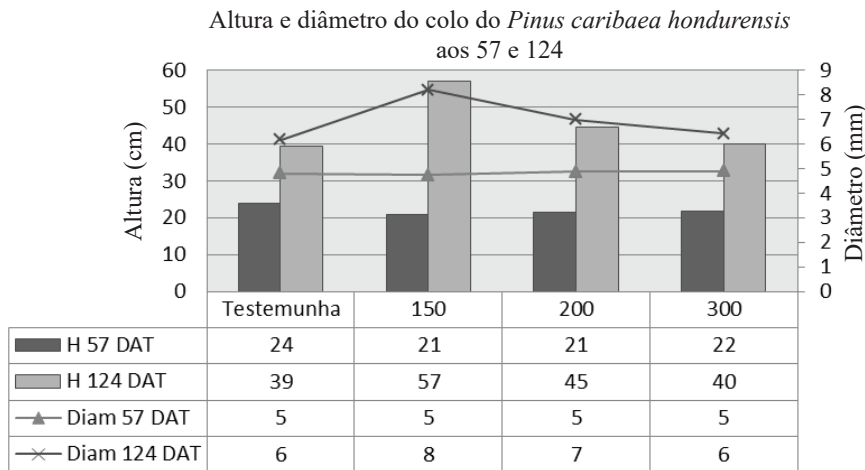


Figura 2. Gráfico de altura (em barras) e diâmetro de colo (linha) do *Pinus caribaea hondurensis* aos 57 e 124 dias após o tratamentos.

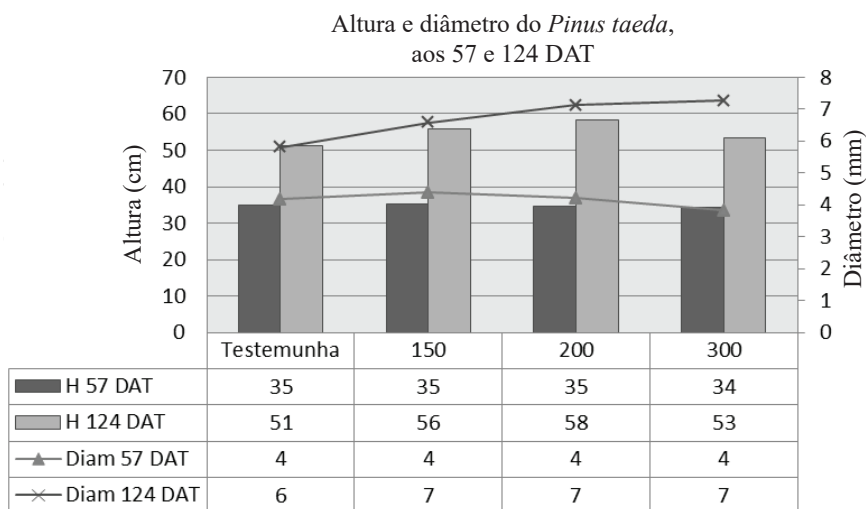


Figura 3. Gráfico de altura (em barras) e diâmetro de colo (linha) do *Pinus taeda* aos 57 e 124 dias após o tratamentos.

Conclusões

Apesar desta forma de aplicação sobre as mudas ainda não ser registrada para este produto no Brasil, em outros países como a Argentina este posicionamento é permitido. Tendo em vista a segurança em relação à fitotoxicidade, nas três espécies do gênero *Pinus* nota-se o produto como potencial para esta modalidade de aplicação no país.

Referências

BISOGNIN, C. E.; OLIVEIRA, M. S. L.; CORRÊA, C. E.; PEZZUTTI, R. Efeito do manejo de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de *Pinus taeda* em várzeas na Argentina. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 711-18, 2006.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2016**. Brasília, DF, 2016. Relatório anual do IBÁ 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2018.

KAAPRO, J.; HALL, J. Indaziflam-a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Weed Science Research**, v. 18, nesp, p. 267-270, 2012.



Influência da dessecação na ação do herbicida pré-emergente Esplanade®

Julio Camargo¹; Fabricio Sebok²; Sarah de Oliveira e Souza³

¹Biólogo, analista de desenvolvimento de produtos, Bayer, Paulínia, SP, julio.camargo@bayer.com; ²Engenheiro Florestal, coordenador de desenvolvimento de produtos, Bayer, Paulínia, SP, fabricio.sebok@bayer.com;

³Graduanda em Engenharia Florestal, estagiária de desenvolvimento de produtos, Bayer, Paulínia, SP, sarahflorestal@gmail.com

Resumo: O controle das plantas daninhas é de grande importância para garantir a produtividade florestal, pois elas competem pelos mesmos recursos que a cultura implantada. Este trabalho teve como objetivo comparar diferentes doses de glifosato, na qualidade da dessecação associado ou não à aplicação do herbicida pré-emergente Esplanade®. Foram aplicadas doses de 500, 1000, 1500 e 2000 g/ha de glifosato na dessecação e posteriormente realizou-se a aplicação do herbicida pré-emergente na dose recomendada. Os resultados mostram que as aplicações de glifosato nas doses de 1500 e 2000 g/ha seguidas de aplicação de Esplanade® apresentaram maior eficiência no controle de plantas daninhas, além de um maior período residual.

Palavras-chave: Silvicultura; Plantas daninhas; Herbicidas.

Introdução e objetivos

O Brasil apresenta uma das maiores taxas de produtividade e menor tempo de rotação dos plantios florestais (FERREIRA; MILANI, 2002; ALFENAS et al., 2004). Ainda assim, os plantios florestais apresentam alta sensibilidade à interferência das plantas daninhas. Essa interferência em florestas de eucalipto deve-se principalmente à competição por recursos do meio, como água, luz e nutrientes, sendo mais expressiva no primeiro e segundo anos de instalação da cultura (PITELLI; MARCHI, 1991; TOLEDO, 1998).

Estima-se em termos médios, cerca de 20-30% do custo de produção refere-se ao controle de plantas daninhas (FERREIRA et al., 2011), portanto é necessário o uso adequado de equipamentos, máquinas e produtos, bem como o monitoramento constante para evitar falhas neste controle. Cobucci et al. (1999), afirmam que a estratégia de controle das plantas infestantes deve associar o melhor método e o momento oportuno, antes do período crítico de competição.

O glifosato é um herbicida sistêmico, não seletivo e ainda é o pós-emergente mais utilizado, por exercer efetivo controle em uma série de plantas infestantes de habitat florestal (CHRISTOFFOLETI, 2003). Pode ser aplicado antes do plantio para limpeza da área, ou ainda após o plantio nas entrelinhas, com aplicação dirigida para evitar o contato com a cultura.

Os herbicidas pré-emergentes proporcionam controle das plantas daninhas por maior período do que os pós-emergentes (TOMPKINS, 2010; KAAPRO;

HALL, 2012). O que torna necessário o uso de um produto pós-emergente para limpeza da área e a subsequente aplicação de um pré-emergente para manter a área sem interferência de plantas daninhas por um período maior de tempo.

As opções de herbicidas para o setor florestal aumentaram nos últimos anos, assim como a qualidade dos produtos, porém é importante ressaltar que se não forem seguidas às boas práticas e as recomendações de cada produto os resultados podem ser muito inferiores aos desejados prejudicando assim, o ciclo de produção.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar diferentes doses do herbicida pós-emergente na qualidade da dessecação, associado ou não à aplicação do herbicida pré-emergente Esplanade®.

Material e métodos

O experimento foi instalado no município de Paulínia, estado de São Paulo, nas coordenadas 22°46'12,8''S e 47°04'33,2''O, no dia 15/01/2015 e foi encerrado 215 dias após. O solo do local é do tipo limo arenoso, de topografia plana. A pluviosidade durante a condução do experimento foi de 743 mm. As principais plantas daninhas encontradas previamente na área eram *Brachiaria decumbens* e *Sida* spp..

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições para cada tratamento. A dessecação nos tratamentos foi realizada com glifosato 720 WG nas doses de 500, 1000, 1500 e 2000 g/ha. Seguida da aplicação de Esplanade 500 SC®, na dose comercial de 150 mL/ha. Foi utilizado pulverizador costal pressurizado a 2,5 BAR, equipado com quatro



bicos leque AR Teejet 110.02 VS e volume de calda de 250 l/ha. As avaliações de eficácia ocorreram aos 28, 75, 131, 183 e 215 dias após o tratamento.

Resultados e discussão

A Figura 1, mostra o comparativo das aplicações de glifosato 720 WG na dose de 500 g/ha com e sem a aplicação subsequente de Esplanade®, onde é possível observar que a eficácia de ambos é semelhante e bem abaixo do recomendado para a área florestal. O que prova que em situações em que a dessecação não foi eficaz os efeitos do herbicida pré-emergente também não são satisfatórios.

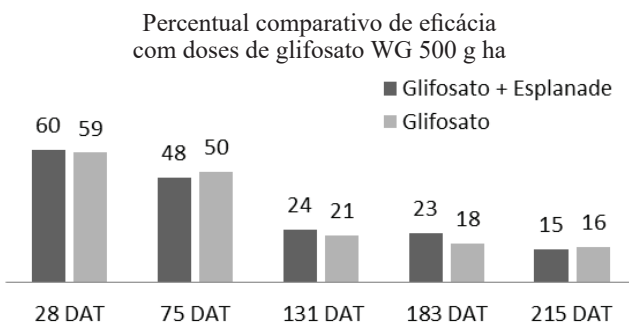


Figura 1. Evolução percentual da eficácia no controle das plantas daninhas tratadas com herbicida pós-emergente glifosato 720 WG na dose de 500 g/ha comparado com o mesmo herbicida mais o pré-emergente Esplanade (150 mL/ha).

Na Figura 2, é possível observar que a dose de glifosato a 1000 g/ha teve uma eficácia superior quando comparado com as doses de 500 g/ha. As avaliações neste tratamento mostram que a eficiência foi superior nos tratamentos com o Esplanade®, porém a residualidade do produto atingiu nível insatisfatório aos 131 DAT.

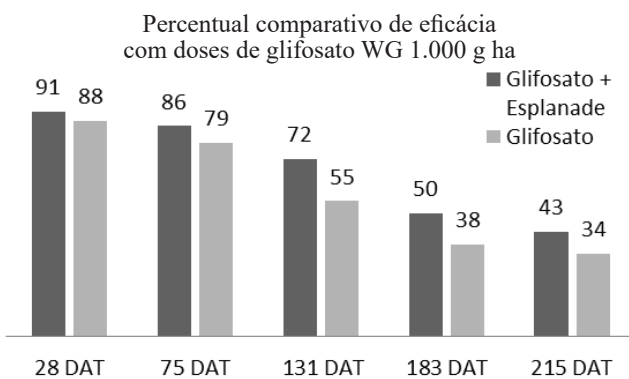


Figura 2. Evolução percentual da eficácia no controle das plantas daninhas tratadas com herbicida pós-emergente glifosato 720 WG na dose de 1000 g/ha comparado com o mesmo herbicida mais o pré-emergente Esplanade (150 mL/ha).

A Figura 3 mostra que com a dose de 1500 g/ha de glifosato na dessecação, a eficiência do glifosato e do glifosato+Esplanade® é semelhante aos 28 DAT. Nas avaliações subsequentes ocorre a diferenciação dos tratamentos, com glifosato+Esplanade® chegando aos 183 DAT com eficácia superior aos 80%, enquanto o glifosato apresenta 38%. Aos 215 dias a eficácia de controle do tratamento glifosato+Esplanade® foi superior ao dobro do que o tratamento somente com o dessecante sistêmico. Aos 215 DAT, a eficácia ainda se encontrava acima dos 71%.

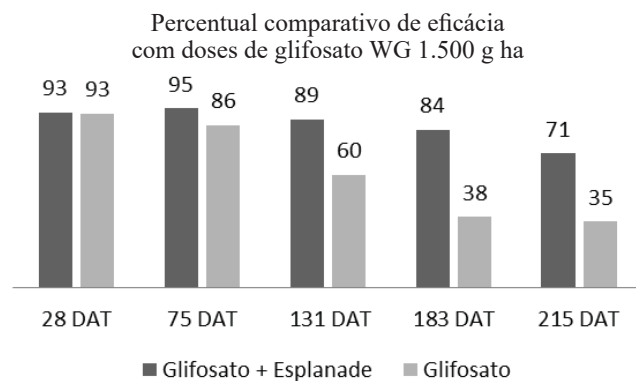


Figura 3. Evolução percentual da eficácia no controle das plantas daninhas tratadas com herbicida pós-emergente glifosato 720 WG na dose de 1500 g/ha comparado com o mesmo herbicida mais o pré-emergente Esplanade (150 mL/ha).

As doses de glifosato de 2000 g/ha também apresentaram os mesmos padrões da dose de 1500 g/há, como mostra a Figura 4. O que evidencia, que a dessecação realizada de forma adequada, garante o controle das plantas daninhas *Brachiaria decumbens* e *Sida spp.* E a aplicação do herbicida pré-emergente contribuiu com o longo período residual.

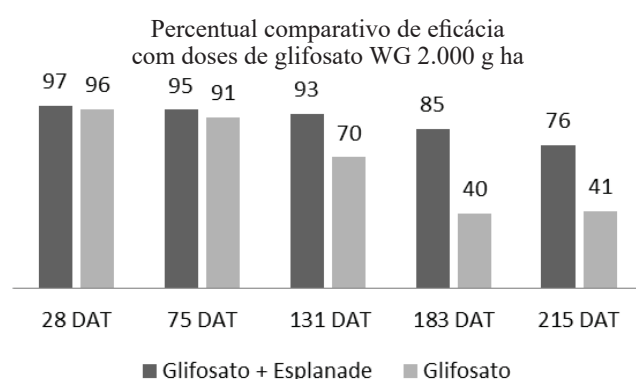


Figura 4. Evolução percentual da eficácia no controle das plantas daninhas tratadas com herbicida pós-emergente glifosato 720 WG na dose de 2000 g/ha comparado com o mesmo herbicida mais o pré-emergente Esplanade (150 mL/ha).



As Figuras 5A e 5B mostram os tratamentos que receberam glifosato na dose de 2000 g/ha com e sem o herbicida pré-emergente aos 215 DAT.

Diante do exposto, fica clara a necessidade de uma dessecação eficiente das plantas daninhas para que o poder residual do herbicida pré-emergente seja percebido e traga benefícios práticos para o manejo florestal. A Figura 5A evidencia a pouca quantidade de plantas daninhas vivas enquanto que a Figura 5B mostra a alta infestação de plantas daninhas na área, o que causaria grande desequilíbrio na busca por recursos em um plantio florestal.

Fotos: Julio Camargo

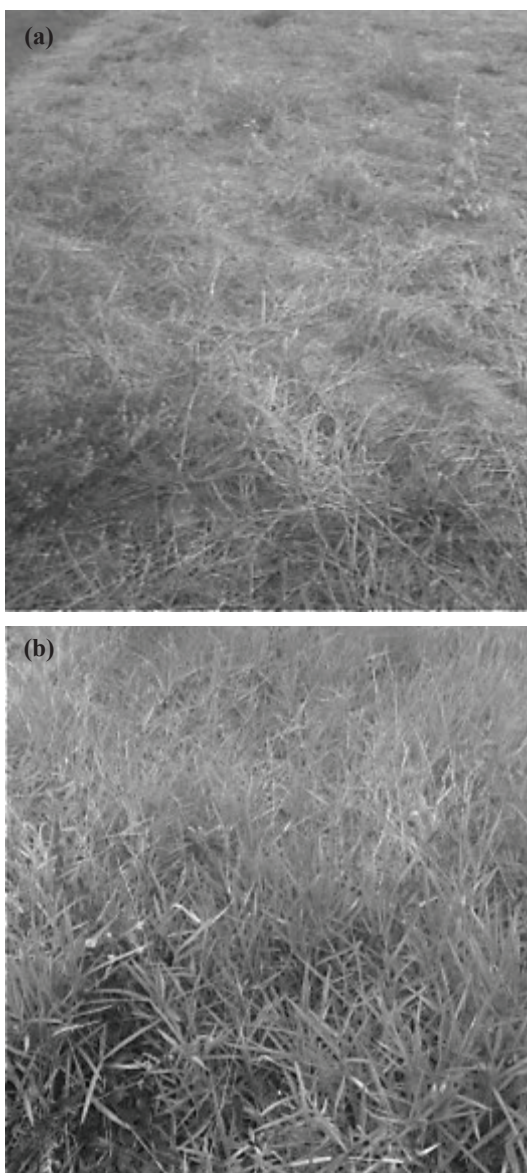


Figura 5. (a) Aplicação de glifosato na dose 2000 g/ha com o herbicida pré-emergente Esplanade aos 215 DAT. (b) Aplicação de glifosato na dose de 2000 g/ha aos 215 DAT.

Conclusão

Para que o herbicida pré-emergente possa expressar seu longo período residual é necessário que a dessecação seja realizada de forma eficiente com doses adequadas de herbicida pós-emergente. A aplicação de glifosato nas doses de 1500 e 2000 g/ha seguida da aplicação de Esplanade apresentaram maior eficiência no controle de plantas daninhas, além de um maior período residual, aos 183 DAT o controle era superior aos 80% enquanto o glifosato puro o controle era inferior a 40%. A dessecação bem feita é fundamental para a percepção do bom desempenho do herbicida pré-emergente Esplanade.

Referências

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2009. 442 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Plantas Daninhas**, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003. DOI: 10.1590/S0100-83582003000300020.

COBUCCI, T.; DI STEFANO, J. G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999.

FERREIRA, F. A.; MILANI, D. **Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil**. Mogi-Guaçu: International Paper, 2002. 104 p.

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2011. 140 p.

KAAPRO, J.; HALL, J. Indaziflam: a new herbicide for preemergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 18, p. 267-270, 2012. Special issue.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1991. p. 110-123.

TOLEDO, T. E. B. **Efeitos da faixa de controle e dos períodos de controle e de convivência de *Brachiaria decumbens* Stapf no desenvolvimento inicial de plantas de *Eucalyptus urograndis***. 1998.

TOMPKINS, J. **Pesticide fact sheet: indaziflam**. 2010. Disponível em: <http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-10.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2018.



Atividade da urease em plantio de eucalipto com aplicação de biochar

Krisle da Silva¹; Itamar Antonio Bognola¹; Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto¹;
Letícia Machado dos Santos²; Lucília Maria Parron Vargas¹; Claudia Maria Branco de Freitas Maia¹

¹Doutor em Engenharia Agrônômica, pesquisador na Embrapa Florestas, Colombo, PR; ²Estudante de Agronomia na Pontífice Universidade Católica de Curitiba, PR; krisle.silva@embrapa.br

Resumo: A adição de carvão, ou biochar, ao solo visa a melhoria de suas propriedades físicas, químicas e biológicas e, simultaneamente, para o aumento das reservas estáveis de carbono na matéria orgânica do solo. Três importantes estratégias, porém, devem estar associadas ao conceito do biochar: a reciclagem de resíduos orgânicos, a geração de energia renovável e a agricultura de baixa emissão de carbono. Assim, neste trabalho, em parceria com uma empresa reflorestadora do Paraná, a Embrapa está estudando o efeito do uso do biochar sobre a adubação comercial adotada pela empresa em plantios de eucalipto. Aqui apresentamos resultados sobre a atividade da enzima urease no solo após 3 meses do plantio. Os resultados indicaram que o biochar e a adubação utilizada apresentaram efeitos significativos na atividade da enzima urease. Houve aumento significativo da urease em solos que receberam biochar após três meses de plantio.

Palavras-chave: Enzimas; Micro-organismos; Biocarvão.

Introdução e objetivos

O termo biochar ou biocarvão refere-se à biomassa pirolisada ou carbonizada para uso agrícola. Estudos de solos antropogênicos da Amazônia de alta fertilidade, as Terras Pretas de Índio, revelaram entre outros atributos uma alta fração de carbono pirogênico ou fragmentos de carvão nos perfis destes solos. Há fortes indícios que esta fração, quando associada à matéria orgânica humificada e aos nutrientes sistematicamente adicionados a estes solos no processo de sua formação, levaram à sustentabilidade de sua fertilidade. Este conhecimento levou à idéia de se adicionar carvão ao solo para a melhoria de suas propriedades físicas, químicas e biológicas e, simultaneamente, para o aumento das reservas estáveis de carbono na matéria orgânica do solo. Três importantes estratégias, porém, devem estar associadas ao conceito do biochar: a reciclagem de resíduos orgânicos, a geração de energia renovável e a agricultura de baixa emissão de carbono. Assim, neste trabalho, em parceria com uma empresa reflorestadora do Paraná, a Embrapa está estudando o efeito do uso do biochar como condicionador de solos em plantios de eucalipto. O biochar é produzido a partir de cavacos de eucaliptos provenientes de rejeitos de serraria. A pirólise é realizada em equipamento apropriado para este fim, através de um processo de pirólise lenta. O material particulado é usado diretamente no solo. Ensaio preliminares demonstraram que o uso de duas toneladas deste material no solo, levou a incrementos de pelo menos 10% em diâmetro e altura após 11 meses

do plantio. Um novo estudo foi implantando em 2017 em um plantio de clones de *Eucalyptus urograndis* para avaliar o efeito do biochar sobre a adubação comercial adotada pela empresa.

Os microrganismos do solo desempenham papel importante na ciclagem de nutrientes, via a decomposição de matéria orgânica na qual diversas enzimas estão envolvidas. A atividade dessas enzimas é sensível a alterações e tem sido utilizada como indicadores. A grande maioria do nitrogênio no solo está presente em estruturas orgânicas. Na hidrólise do nitrogênio orgânico diversas hidrolases estão envolvidas entre elas a L-asparagina, L-glutaminsase, amidase e urease (LANNA et al., 2010). A urease (ureia amido hidrolase – EC 3.5.1.5) é a enzima que catalisa a hidrólise de ureia (composto orgânico) a CO₂ e NH₃ (KANDELER; GERBER, 1988). No entanto, poucos trabalhos têm estudado o efeito da aplicação de biochar na atividade enzimática do solo (ZHU et al., 2017). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade enzimática da urease em solos sob plantio de eucalipto com aplicação de biochar e doses diferentes de fertilizantes mineirais.

Material e métodos

• Área experimental

A área experimental está situada no município de São Jerônimo da Serra, Paraná (Figura 1), em altitude



Tabela 1. Fertilidade do solo e análise granulométrica de amostras da área experimental.

Prof. (cm)	pH		Al ³⁺ mg dm ⁻³	H + Al ³⁺ %	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	T	Areia	Argila	Silte
	CaCl ₂	SMP									
0-10	4,2	5,1	2,4	11,5	1,4	0,5	0,3	13,7	518	326	156
10-20	4,2	5,0	2,3	11,9	1,0	0,3	0,2	13,4	509	358	133
20-40	4,1	5,0	2,8	12,3	0,7	0,1	0,1	13,2	482	374	144

média de 1.114 m. A área apresenta um relevo variando de plano (0% a 3% de declividade), suave ondulado (3% a 6% de declividade) e suave ondulado a ondulado (6% a 10% de declividade). O clima na região é classificado como Cfb, segundo Köppen, quente e temperado. A temperatura média é 17,9 °C e a pluviosidade média anual de 1442 mm. O solo é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A húmico, textura argilosa. Baseado nos resultados de análise (Tabela 1), calculou-se a calagem para eucalipto através do seguinte procedimento (GONÇALVES, 1995): $10\{[20-(Ca+Mg)]/PRNT\}$, em T/ha. Sendo Ca+Mg, dados em mmolc/dm³ solo. Obteve-se a média de 1,625 mmolc/dm³ de Ca+Mg, para a camada 0-20 cm, ou 16,25 mmolc/dm³. Considerando um PRNT de 100%, chegou-se a: $10\{[20-(16,25)/100]\} = 375$ kg/há, a ser incorporado na camada 0-20 cm.

• Desenho experimental

O experimento foi desenhado em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com e sem biochar. As parcelas foram formadas por 4 linhas de plantio contendo nove árvores definitivas e oito mudas temporárias, que foram retiradas aos 3 meses de idade para avaliação de raízes. O espaçamento entrelinhas foi de 3 m e entre mudas 1,5 m, sendo que o espaçamento entre mudas definitivas é de 3 m. Todas as parcelas foram totalmente cercadas por uma linha de bordadura. Foram estabelecidos três tratamentos de adubação com e sem biochar. Os tratamentos de adubação foram: sem fertilizante; dose de fertilizante reduzida em 20% e dose de fertilizante comercial. O experimento foi delineado em blocos casualizados com 4 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais.

• Aplicação de biochar

O biochar foi produzido a partir de pequenos cavacos de eucalipto obtidos em serraria da região. A pirólise foi do tipo lenta (cerca 8h), com temperatura máxima em torno de 450 °C. A análise imediata do biochar mostrou os seguintes resultados: 8,34% Cinzas (base seca); 3,63 % Umidade; e 27,75% de material volátil. O pH CaCl₂ foi de 6,14. Foram aplicados 9 kg de biochar nas linhas de plantios das parcelas com biochar, em faixa com 1 m de largura, na dose de 1 kg

por árvore, ou o equivalente a dose de 3,21 toneladas por hectare (base seca).

• Adubação e plantio

A adubação foi feita com auxílio de matraca. Três doses de adubo NPK foram adotadas: zero; 120 g por árvore e 150 g por árvore distribuídas em duas covas de 60 ou 75 g cada, a 10 cm da muda, no sentido da linha. O adubo usado foi NPK 4:42:6, composto de mono-amônio fosfato (MAP), superfosfato simples e cloreto de potássio. As mudas de eucalipto (clone 144 do híbrido *E. urograndis*) foram transplantadas no sistema rocambole no dia sete de novembro de 2017.

• Avaliações realizadas

Após 3 meses do plantio, foi feita a primeira avaliação no experimento. Para isto foram coletadas amostras de solo na linha de plantio, próximo as mudas de eucaliptos. Foram coletadas oito amostras simples aleatoriamente dentro de cada parcela para formar uma amostra composta. O solo foi acondicionado em caixa térmica com gelo até a chegada ao Laboratório de Microbiologia do Solo. O solo foi então peneirado, em peneira de 4 mm para remoção de raízes. A atividade de urease foi determinada segundo método descrito por Kandeler e Gerber (1988). O ensaio foi realizado em triplicatas. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e o teste de média de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

A análise de variância indicou efeitos significativos para a presença do biochar e adubação, mas a interação entre biochar e adubação não foi significativa. A aplicação de biochar aumentou a atividade da enzima urease (Figura 1). A média da atividade da urease nos solos que receberam biochar foi de 15,6 µg NH₄-N g de solo⁻¹ h⁻¹ e dos solos que não receberam biochar de 10,9 µg NH₄-N g de solo⁻¹ h⁻¹ (Figura 1). Wu et al. (2012) também verificaram aumento significativo na atividade da urease na presença de biochar. Já Zhu et al. (2017) detectaram pequenas alterações

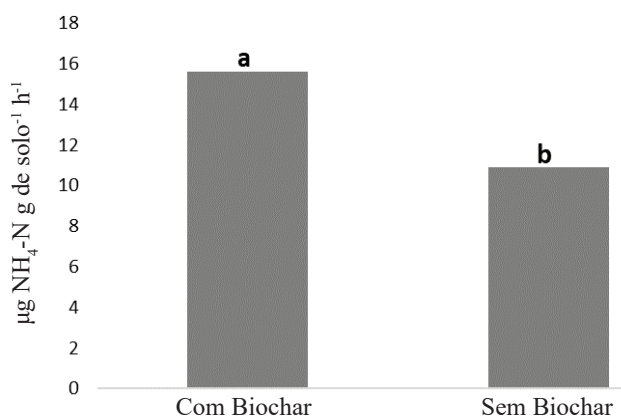


Figura 1. Atividade média da enzima urease com e sem aplicação de biochar em experimento com plantio de eucalipto. Scott-Knott a 5% de probabilidade.

na atividade da urease. As diferenças obtidas podem estar correlacionadas com o material de origem do biochar. No entanto, em nosso estudo, com a presença do biochar houve incrementos na atividade de urease e isto pode ter efeito direto numa maior mineralização de nitrogênio orgânico.

Além da presença do biochar, os tratamentos de adubação influenciaram a atividade da enzima urease (Figura 2). Foi possível observar que os tratamentos que não receberam adubação e com a dose comercial de 100% de adubo foram estatisticamente similares apresentando valores de 11,3 e 13,0 µg NH₄-N g de solo⁻¹ h⁻¹, respectivamente. Já o tratamento com redução de 20% da dose comercial de adubo foi

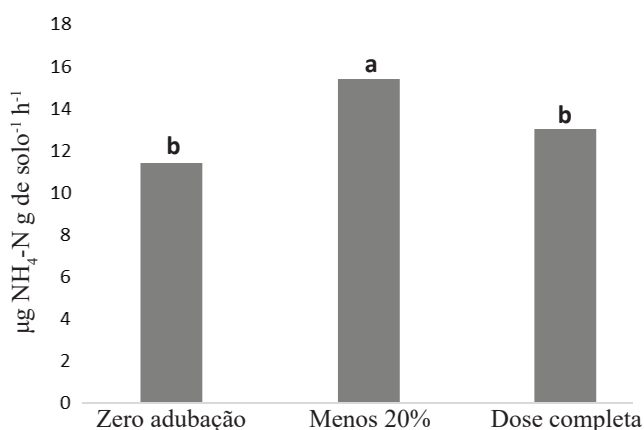


Figura 2. Atividade da enzima urease de acordo com os tratamentos de adubação. Scott-Knott a 5% de probabilidade.

significativamente superior com média de 15,4 µg NH₄-N g de solo⁻¹ h⁻¹ (Figura 2).

A análise do desdobramento da aplicação do biochar em cada tratamento de adubação é apresentada na tabela 2. Apesar de não existir interação significativa entre biochar X adubação, é possível verificar que a presença do biochar favoreceu a atividade da enzima nitrogenase, principalmente nos tratamentos que receberam adubação mineral.

Conclusões

O biochar apresentou efeito significativo e positivo na atividade da urease. A adubação completa (100% da dose comercial) apresentou efeito negativo sobre a atividade da urease, sendo similar ao tratamento sem adubação. O monitoramento da atividade deve ser continuado para a verificação desses efeitos ao longo do tempo.

Agradecimentos

À SLB do Brasil, pelo financiamento da pesquisa e bolsa de iniciação científica.

Referências

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- KANDELER, E.; GERBER, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. **Biology and Fertility of Soils**, v. 6, p. 68-72, 1988.
- LANNA, A. C.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, M. B.; FERRARESI, T. M.; KLIEMANN, H. J. Atividade de urease no solo com feijoeiro influenciada pela cobertura vegetal e sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1933-1939, 2010.
- ZHU, L.; XIAO, Q.; CHENG, H.; SHI, B.; SHEN, Y.; LI, S. Seasonal dynamics of soil microbial activity after biochar addition in a dryland maize field in North-Western China. **Ecological Engineering**, v. 104, p. 141-149, 2017. DOI: 10.1016/j.ecoeng.2017.04.026.
- WU, F.; JIA, Z.; WANG, S.; CHANG, S. X.; STARTSEV, A. Contrasting effects of wheat straw and its biochar on greenhouse gas emissions and enzyme activities in a Chernozemic soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 555-565, 2012. DOI: 10.1007/s00374-012-0745-7.



Efeito da fertilização e controle da matocompetição em povoamentos de *Eucalyptus* em idades avançadas no estado de Minas Gerais

Laís Grazielle Silva¹; Luiz Felipe Ramalho de Oliveira¹; Reynaldo Campos Santana²;
Marcio Leles Romarco de Oliveira³

¹Mestre em Ciência Florestal, discente de pós-graduação na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, lais.engflorestal@yahoo.com.br; ²Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, docente na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG; ³Doutor em Ciência Florestal, docente na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG

Resumo: O Brasil é um dos países com maior área de florestas plantadas do mundo e a produtividade desses plantios é influenciada por fatores limitantes e redutores de crescimento. O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da fertilização adicional e controle da matocompetição na área basal de povoamentos clonais de *Eucalyptus* em idades superiores a 2,5 anos. Utilizou-se o método de parcelas gêmeas. A fertilização adicional proporcional teve efeito significativo na área basal dos povoamentos. Entretanto, o mesmo resultado não foi verificado para o controle da matocompetição.

Palavras-chave: Eucalipto; Herbicidas; Área basal.

Introdução e objetivos

A produtividade de florestas plantadas no Brasil é influenciada por fatores limitantes e redutores de crescimento. Dentre os limitantes, além da água pode-se destacar os nutrientes que são essenciais em vários processos metabólicos da planta e, dentre os redutores a ocorrência de plantas daninhas ou matocompetição podem interferir no desenvolvimento dos plantios, uma vez que elas competem diretamente com a cultura principal por recursos como luz, espaço, água e nutrientes.

Nos plantios com *Eucalyptus*, maiores respostas à fertilização são geralmente observadas na fase inicial de desenvolvimento da floresta, anteriormente a fase de tocar de copas (aproximadamente 2 anos de idade), em que há elevada atividade metabólica dos componentes, altas taxas de absorção de nutrientes e quando o índice de área foliar tende ao máximo (GONÇALVES et al., 2013). Assim, esses plantios podem não ser responsivos a aplicação de nutrientes após esse estágio de desenvolvimento, e poucos são os trabalhos com fertilização em plantios de eucalipto em idades avançadas.

O controle da matocompetição na fase de implantação e estabelecimento da floresta também é uma operação muito importante para garantir maiores produtividade dos plantios e assim como para a fertilização, maiores resposta da cultura quanto a esse controle são observadas nos primeiros anos após o plantio, antes do sombreamento ocasionado pelo fechamento de copas. É nesse período que a matocompetição promove maior interferência para as plantas de eucalipto, pois estas

encontram-se mais sensíveis à competição, devido ser uma fase de intenso crescimento.

Uma forma de avaliar a produtividade de florestas plantadas é através do cálculo da área basal dos povoamentos. Esta consiste no somatório das áreas seccionais de cada árvore e trata-se de um importante parâmetro de densidade do povoamento, que fornece o grau de ocupação de determinada área por madeira (SOARES et al., 2011).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da fertilização adicional e controle da matocompetição na área basal de povoamentos clonais de *Eucalyptus* em idades superiores a 2,5 anos, no estado de Minas Gerais.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em povoamentos clonais de *Eucalyptus*, implantados em seis regiões (R) do estado de Minas Gerais: Três Marias e Lassance (R1); Rio Pardo de Minas (R2); Ibiritoga, São João Del Rei, Luminárias, Ingaí, Nazareno, Santo Antônio do Amparo e Ibituruna (R3); João Pinheiro (R4); Buritizeiro (R5); Olhos D'água e Diamantina (R6). Utilizou-se o método de parcelas gêmeas (PG) proposto por Stape et al. (2006). Da rede de inventário florestal contínuo (IFC) desses povoamentos, selecionaram 142 parcelas circulares e ao lado de cada uma delas foram anexadas as PG na proporção de 1:1, totalizando 244 parcelas circulares, com 60 árvores por parcela, implantadas em espaçamentos variando de 4,9 a 9,5 m² por planta, 15



clones, dois regimes de manejo (alto fuste e talhadia) e em quatro classes de idade: 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 anos. Para avaliar o efeito do controle da matocompetição, foram selecionadas 73 das 142 parcelas de IFC, e cada uma dessas receberam uma terceira PG que constituiu o tratamento de controle da matocompetição. As parcelas gêmeas foram implantadas entre os meses de março a maio de 2011 e instaladas a 5 linhas após o término da parcela de inventário florestal contínuo.

Os tratamentos avaliados foram: Fertilização Operacional (FO) (Tabela 1) representada pelas parcelas de IFC, as quais receberam as melhores práticas silviculturais da empresa; Fertilização adicional (FA) – representada pelas 142 PG e prescrita para eliminar possíveis limitações nutricionais (STAPE et al., 2006) e, controle adicional da matocompetição (MT) – representado pelas 73 PG e prescrito para eliminar qualquer competição com outras espécies após 2,5 anos de idade. A FA foi parcelada em quatro aplicações, a primeira (FA1) na instalação das parcelas gêmeas e as demais aos 6 (FA2), 12 (FA3) e 18 (FA4) meses subsequentes (Tabela 4).

Todas as parcelas receberam os procedimentos operacionais realizados pela empresa. Diante disso, a fertilização adicional aplicada e o controle da matocompetição realizado foram além do que é comumente praticado pela empresa, por isso o nome de fertilização adicional.

O controle da matocompetição foi realizado por capina manual sempre que alguma vegetação se desenvolveu nas áreas das parcelas. O controle operacional da matocompetição é realizado com a aplicação de 1,0 kg ha⁻¹ de glifosato até aproximadamente dois anos de idade, quando ocorre o fechamento de copas.

Mensurou-se o diâmetro a 1,30 m do solo (*dap*) de todas as 60 árvores das parcelas com os tratamentos FO, FA e MT na instalação das parcelas gêmeas e a cada seis meses subsequentes, entre 2011 a 2013. De posse dos valores de *dap*, calculou-se as áreas seccionais (*g*) de cada árvore e a área basal (*AB*) por parcela e posteriormente por hectare (equação 1).

$$AS \text{ (m}^2\text{)} = \frac{\pi * dap^2}{40000} \quad AB \text{ (m}^2 \text{ ha}^{-1}\text{)} = \sum_{i=1}^2 AS_i \quad (1)$$

Para assegurar o caráter gêmeo inicial das parcelas aplicou-se o teste t-pareado, com nível de significância de 0,05, entre as áreas basais de FO x FA e FO x MT. O efeito dos tratamentos FA e MT sobre o grau de ocupação de madeira nas áreas estudadas foi avaliado por meio do teste t-pareado, com nível de significância de 0,05, comparando os valores finais de *AB* (m² ha⁻¹) dos tratamentos: FO x FA e FO x MT. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

Tabela 1. Média e desvio padrão dos nutrientes aplicados na fertilização operacional (FO) por região.

Local	n°	kg ha ⁻¹								
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	B	Cu	Zn
..... Alto fuste										
R1	71	14 (7)	156 (62)	177 (50)	635 (234)	121 (71)	22 (14)	4 (1)	1 (1)	3 (3)
R2	38	13 (11)	107 (68)	93 (52)	468 (325)	208 (206)	36 (35)	5 (3)	1 (1)	1 (1)
R3	42	9 (5)	129 (64)	102 (56)	325 (256)	67 (83)	13 (8)	3 (1)	0 (0)	1 (1)
R4	43	13 (7)	191 (47)	191 (30)	564 (126)	206 (50)	18 (11)	4 (1)	0 (0)	7 (1)
R5	18	16 (7)	181 (49)	131 (19)	835 (233)	119 (38)	19 (9)	4 (1)	1 (1)	2 (1)
R6	23	10 (5)	75 (28)	177 (50)	428 (232)	75 (41)	17 (16)	5 (1)	0 (0)	3 (2)
Média		13	140	145	543	133	21	4	1	3
..... Talhadia										
R1	33	0 (0)	125 (43)	83 (49)	327 (175)	71 (35)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	0 (0)
R5	9	0 (0)	102 (46)	64 (68)	129 (59)	28 (17)	1 (4)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Média		0	114	74	228	50	1	2	0	0

n° = Número de talhões; Valor entre parênteses refere-se ao desvio padrão, pois cada talhão no qual a parcela foi estabelecida recebeu uma prescrição de fertilização específica.



Tabela 2. Nutrientes aplicados na fertilização adicional (FA).

Fertilizantes	Dose aplicada	kg ha ⁻¹											
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃	B	Cu	Zn	Fe	Mn	Mo
..... FA1													
Fosfato Monoamônico (MAP)	538	48	258	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calcário Rima	839	-	-	0	447	101	-	-	-	-	30	5	-
Magnesita	249	-	-	-	-	199	-	-	-	-	-	-	-
Gesso	2268	-	5	-	680	-	401	-	-	-	-	-	-
Cloreto de Potássio + 1%B	403	-	-	218	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Sulfato de Amônio	627	132	-	-	-	-	144	-	-	-	-	-	-
Borogram	10	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Sulfato de cobre	30	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
Sulfato de zinco	270	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-	-
Sulfato Manganoso	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-
Molibdato de Amônio	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
..... FA2, FA3 e FA4													
Fosfato Monoamônico (MAP)	377	34	181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloreto de potássio	403	-	-	218	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Amônio	696	146	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-

FA1 aplicada na instalação das parcelas gêmeas, as demais aos 6 (FA2), 12 (FA3) e 18 (FA4) meses subsequentes .

Resultados e discussão

O teste t-pareado aplicado para comparar as áreas basais iniciais dos tratamentos FO e FA foi não significativo, confirmando o caráter gêmeo inicial entre as parcelas (Figura 1). Esse resultado foi verificado tanto para o regime de alto fuste quanto para a talhadia. A dispersão dos pontos em torno da linha 1:1, evidencia a relação entre as áreas basais de FO e FA, ou seja, a proximidade dos pontos em relação à linha indica que os valores das áreas basais entre elas se equivalem. As áreas basais iniciais médias foram de 14,05 m² ha⁻¹

para FO e 14,04 m² ha⁻¹ para FA nos povoamentos em alto fuste. Na talhadia esses valores foram de 9,83 e 9,84 m² ha⁻¹ para FO e FA, respectivamente.

A FA proporcionou resposta positiva no grau de ocupação de madeira das áreas estudadas tanto nos povoamentos em alto fuste quanto para a talhadia (Figura 2). No alto fuste, as PG que receberam esse tratamento apresentaram, em média, um valor de AB 6,0% superior à encontrada para o tratamento FO (FA: 18,8 m² ha⁻¹ e FO: 17,6 m² ha⁻¹). Já nos povoamentos em regime de talhadia a diferença entre as áreas basais dos tratamentos FO e FA foi maior quando comparada com

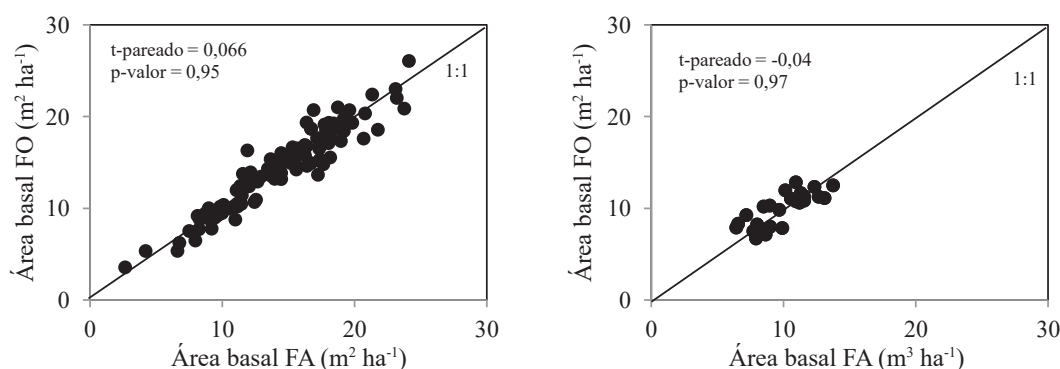


Figura 1. Caráter gêmeo inicial entre as áreas basais (m² ha⁻¹) dos tratamentos de fertilização operacional (FO) e fertilização adicional (FA) nos povoamentos em regime de alto fuste (esquerda) e talhadia (direita).

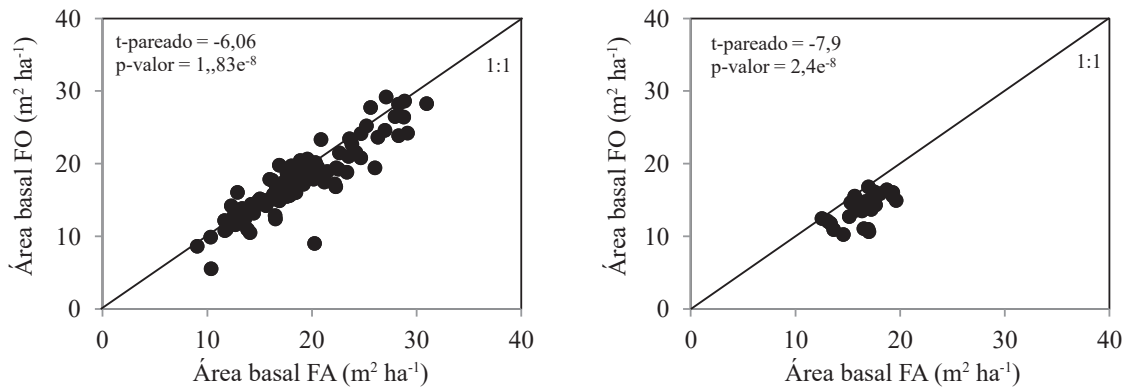


Figura 2. Relação entre as áreas basais da fertilização operacional (FO) e da fertilização adicional (FA), nas idades finais, considerando os plantios em regime de alto fuste (esquerda) e talhadia (direita).

o alto fuste, onde a AB média para FA foi 18% superior a AB média encontrada para FO (FA: 16,4 m² ha⁻¹ e FO: 13,9 m² ha⁻¹).

As fertilizações em florestas plantadas com eucalipto, geralmente se concentram nos primeiros dois anos de idade com o objetivo de assegurar o crescimento até a fase em que a ciclagem de nutrientes esteja estabelecida, que normalmente ocorre após o tocar de copas. Respostas a fertilizações realizadas depois desse período não são comumente observadas ou podem ser mínimas, resultando apenas em resposta biológica, mas não promovem retorno financeiro. Estudos realizados no estado de São Paulo, também avaliaram o efeito da fertilização adicional em povoamentos de eucalipto após 2,5 anos. Esses verificaram resposta positiva a fertilização adicional, corroborando com os resultados do presente estudo (STAPE et al., 2006; FERREIRA; STAPE, 2010, SILVA et al., 2016).

O teste t-pareado aplicado para verificar o caráter gêmeo inicial entre as áreas basais dos tratamentos FO e MT também foi não significativo para ambos os regimes de manejo (Figura 3), indicando que as AB iniciais médias entre os dois tratamentos não diferiram estatisticamente. Para o alto fuste as AB médias foram

de 14,5 m² ha⁻¹ (FO) e 14,4 m² ha⁻¹ (MT) e para a talhadia foram de 9,3 m² ha⁻¹ (FO) e 9,2 m² ha⁻¹ (MT).

As médias finais de AB (m² ha⁻¹) entre os tratamentos FO e MT não se diferiram estatisticamente pelo teste t-pareado nos povoamentos em alto fuste e talhadia (Figura 4). Isso indica que o controle da matocompetição nesses povoamentos não teve efeito significativo no grau de ocupação de madeira nas áreas estudadas. As AB finais médias encontradas foram de 18,3 m² ha⁻¹ (FO) e 18,4 m² ha⁻¹ (MT), para os povoamentos em alto fuste e, 12,7 m² ha⁻¹ (FO) e 13,1 m² ha⁻¹ (FA) para a talhadia.

O efeito não significativo da eliminação rigorosa da matocompetição em povoamentos de eucaliptos com idades acima de 2,5 anos, além do procedimento de limpeza adotado operacionalmente, era em parte esperado. Pois, a partir do tocar de copas o sombreamento imposto à vegetação competidora que se encontra no sub-bosque dificulta o seu desenvolvimento e consequentemente a capacidade de competir com a espécie alvo. O acúmulo de serapilheira que se inicia após esse estágio também pode impedir o crescimento dessas espécies competidoras (GONÇALVES et al., 2013).

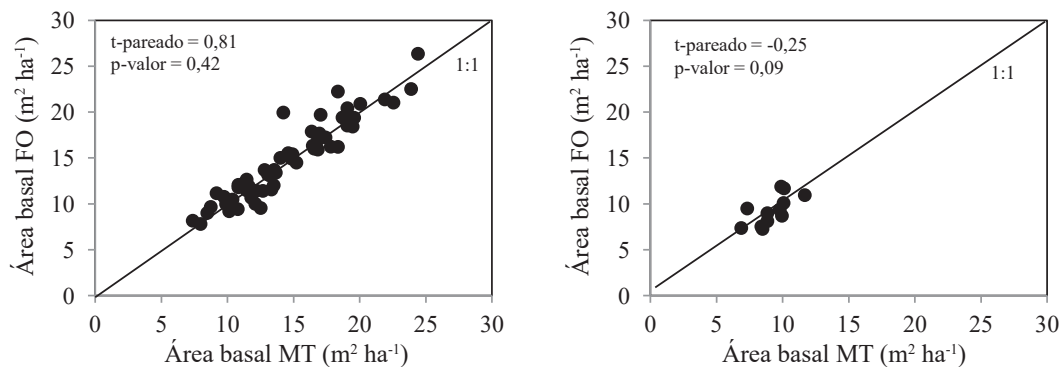


Figura 3. Caráter gêmeo inicial entre as áreas basais (m² ha⁻¹) dos tratamentos de fertilização operacional (FO) e controle da matocompetição (MT) nos povoamentos em regime de alto fuste (esquerda) e talhadia (direita).

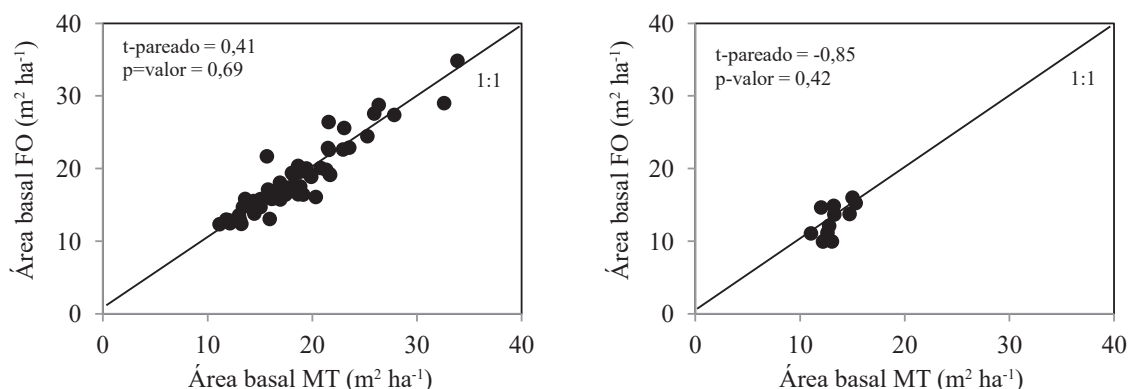


Figura 4. Relação entre as áreas basais da fertilização operacional (FO) e do controle da matocompetição (MT), nas idades finais, considerando os plantios em regime de alto fuste (esquerda) e talhadia (direita).

Conclusão

A fertilização adicional teve efeito positivo no grau de ocupação de madeira em áreas com plantios clonais de *Eucalyptus* com idades acima de 2,5 anos, proporcionando um aumento de 6 e 18% na área basal das idades finais avaliadas dos povoamentos em alto fuste e talhadia, respectivamente. Entretanto, não foi verificado efeito do controle da matocompetição em povoamentos de eucalipto em idades avançadas.

Referências

- FERREIRA, J. M. A.; STAPE, J. L. Productivity gains by fertilisation in *Eucalyptus urophylla* clonal plantations across gradients in site and stand conditions. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, v. 71, n. 4, p. 253-258, 2010. DOI: 10.2989/SF.2009.71.4.1.1028.
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; RIOYEI HIGA, A.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S.

- F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. *Forest Ecology and Management*, v. 301, p. 6-27, 2013. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.12.030.

- R CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016.

- SILVA, R. M. L.; EIJI HAKAMADA, R.; BAZANI, J. H.; OTTO, M. S. G.; STAPE, J. L. Fertilization response, light use, and growth efficiency in *Eucalyptus* plantations across Soil and climate gradients in Brazil. *Forests*, v. 7, p. 117, 2016.

- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. *Dendrometria e inventário florestal*. 2. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2011. 272 p.

- STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; JACOB, W. S.; TAKAHASHI, E. N. A twin-plot approach to determine nutrient limitation and potential productivity in *Eucalyptus* plantations at landscape scales in Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 223, n. 103, p. 358-362, 2006. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.11.015.



Envelhecimento acelerado modificado em sementes de *Toona ciliata* M. Roem var. *australis*

Larissa Campos de Sá¹; Marília Lazarotto²; Júlio Rieger Lucchese³; Carolina Zambrano Bonotto¹;
Victoria Dillenburg de Siqueira¹

¹Acadêmica do curso de Agronomia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS; ²Dr^a. em Engenharia Florestal, Professora Adjunta do Depto. de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, marilia.lazarotto@ufrgs.br; ³Mestre em Fitotecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

Resumo: O cultivo de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) vem se expandindo no Brasil. O seu principal método de produção de mudas se dá via sexuada, porém ainda são escassos os estudos e as metodologias de avaliação de vigor de sementes da espécie. O presente trabalho teve como objetivo verificar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado modificado para fins de estratificação em níveis de vigor de lotes de sementes de cedro-australiano (*T. ciliata*). Foram utilizados 4 lotes de sementes de cedro-australiano, comercializadas sendo estes com datas de coleta e procedências distintas: SP (2012), SP (2014), SP (2015); BA (2016). O envelhecimento acelerado foi conduzido a 41°C por períodos de 24 e 48 horas, método tradicional, sem NaCl (somente água); NaCl (11g/100 mL água), NaCl (40g/100 mL água). Ao término de cada período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, permanecendo em câmaras de incubação, com temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 16 horas. Após 7 dias de incubação, a primeira contagem de germinação ocorreu, contabilizando-se somente as plântulas normais. Após 21 dias foi encerrado o teste de germinação, sendo então registrado o número de plântulas normais e anormais, sementes duras e mortas. Determinou-se também o teor de água das sementes antes e após os diferentes períodos de envelhecimento. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância, sendo cada repetição composta por uma *gerbox* contendo 25 sementes e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os tratamentos com solução salina reduziram o teor de água de sementes após o envelhecimento, retardando o processo de deterioração. Recomenda-se a realização do teste de envelhecimento acelerado modificado com NaCl (40g/100 mL água) por 24 horas para avaliação de sementes de cedro-australiano.

Palavras chave: Cedro-australiano; Solução salina; Vigor.

Introdução e objetivo

No Brasil, o cultivo de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) vem se expandindo nos últimos anos visando a produção de madeira nobre para serraria e indústria moveleira. A produção de mudas é baseada principalmente na utilização de sementes e, devido à recente introdução da espécie no país, informações sobre a qualidade fisiológica dos materiais disponíveis para utilização ainda são incipientes. Deste modo, a carência de estudos envolvendo o cedro-australiano se estabelece como um entrave para que sua utilização se torne amplamente difundida (MORETTI et al., 2011).

A qualidade fisiológica de sementes está relacionada principalmente a vida do embrião e determina o

desempenho da semente, ou seja, sementes de qualidade alta apresentam alta germinação e vigor de crescimento (YANG; WEN, 2016), sendo a sua probabilidade de sobrevivência a campo aumentada. Diversos são os testes capazes de diferenciar lotes de sementes conforme a sua qualidade fisiológica. Dentre eles, o teste de envelhecimento acelerado é o teste de vigor mais conhecido (MARCOS FILHO, 2015). O mesmo avalia a performance da espécie frente às condições adversas, com possibilidade de aplicação para sementes de diversas culturas (MCDONALD, 1995). Entretanto, para sementes relativamente pequenas, tem-se obtido resultados menos consistentes neste teste, devido à variação muito acentuada no grau de umidade ao final do período de envelhecimento (RAMOS et al., 2004). Este fato foi observado em estudos iniciais com sementes



de cedro-australiano. Por isso, Radke et al. (2016) comentam que vêm sendo estudadas alternativas para a condução do teste de envelhecimento acelerado com sementes com essas características, como a substituição da água por soluções salinas. Outra contribuição do uso de solução alternativa para o teste de envelhecimento acelerado é a redução de microrganismos durante o processo, o que contribui para melhor uniformidade das sementes (FESSEL et al., 2005).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado modificado com solução saturada para estratificação de lotes de sementes de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) de acordo com seu vigor e assim estabelecer metodologia adequada para a espécie.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório do Departamento de Horticultura e Silvicultura pertencente à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. Foram utilizados quatro lotes de *T. ciliata* var. *australis* adquiridas de empresas credenciadas no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) e armazenadas em câmara fria a 5 °C até a instalação do experimento. Cada lote de semente foi caracterizado pelo estado de procedência (São Paulo – SP e Bahia – BA) e ano de coleta, sendo eles: SP (2012), SP (2014), SP (2015); BA (2016).

Para realização do teste de envelhecimento acelerado, para cada tratamento foram distribuídas 100 sementes sobre tela em aço inox, fixada em caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 40 mL de solução com diferentes composições, sendo elas: C1 – água destilada, a qual corresponde a 100% de umidade relativa (UR); C2 – Solução saturada a 94% de UR, com o uso de 11g de NaCl/ 100 mL de água e C3 – Solução saturada a 76% de umidade relativa (UR) com o uso de 40g NaCl/ 100 mL de água. As caixas contendo as sementes foram fechadas e as sementes mantidas em câmara germinadora regulada a temperatura de 41 °C por 24 e 48 horas. Ao término de cada período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação. Um tratamento testemunha, sem envelhecimento, também foi realizado a fim de verificar a germinação inicial do lote.

Após a submissão às condições adversas do teste de envelhecimento acelerado, foi montado o teste de germinação em substrato sobre-papel (MEDEIROS et al., 2015). Para isso, as sementes foram distribuídas em caixas do tipo gerbox previamente lavadas com hipoclorito 1% e álcool 96 °GL, forradas com uma folha de papel germitest, que foram previamente autoclavadas por 20 minutos à pressão de 1,2 atm. O papel germitest

foi umedecido com volume de água esterilizada correspondente a 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). As caixas foram transferidas para câmaras de incubação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), com temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 16 horas (condições de incubação estabelecida em testes anteriores).

Após 7 dias de incubação, avaliou-se a primeira contagem de germinação (PCG), contabilizando somente as plântulas normais. O teste de germinação encerrou após 21 dias de incubação, sendo registrado o número de plântulas normais e anormais, sementes duras e mortas, obtendo-se então a germinação total dos lotes.

A determinação do teor de água atingido pelas sementes após os diferentes períodos de envelhecimento, visando o monitoramento dos resultados, também foi realizada. Adotou-se o método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, utilizando-se quatro repetições de 100 sementes para cada lote e para cada tratamento. Os resultados foram expressos em porcentagem na base úmida.

Os tratamentos foram arranajados em esquema fatorial 3×4 (concentrações solução \times lotes), totalizando 12 tratamentos. Os tempos de envelhecimento (0,24 e 48 horas) foram avaliados separadamente. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo cada repetição composta por uma *gerbox* contendo 25 sementes. Quando houve diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o pacote estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados de teor de água e germinação inicial dos quatro lotes de sementes de cedro-australiano avaliados, os quais

Tabela 1. Teor de água e germinação inicial de quatro lotes de sementes de cedro-australiano antes da submissão ao teste de envelhecimento acelerado modificado.

Lote	Teor de água	Germinação inicial
		%
SP 2012	8,81	14,00d
SP 2014	8,74	31,00c
SP 2015	8,24	54,50a*
BA2016	8,21	39,00b
CV(%)	-	25,2

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, teste de Tukey a 5% de probabilidade. Sendo: Lote SP 2012 – coletado em São Paulo em 2012, SP2014 – lote coletado em São Paulo em 2014, SP2015 - lote coletado em São Paulo em 2015 e BA2016 - lote coletado na Bahia em 2016.



foram semelhantes entre si permitindo assim a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 2015). Além disso, segundo Bonner (2008), o teor de água inferior a 10% é considerado adequado para manter a viabilidade durante o armazenamento de sementes ortodoxas.

Ainda na Tabela 1, de acordo com os resultados obtidos para germinação inicial, verificou-se que todos os lotes difeririam estatisticamente entre si, sendo o lote SP2015 o que apresentou desempenho superior entre os demais.

O teor de água apresentado pelas sementes dos quatro lotes após os dois períodos de envelhecimento testados e as três concentrações da solução salina estão apresentados na Tabela 2. Assim como esperado, as sementes apresentaram teor de água superior no período maior de envelhecimento (48 horas) bem como para as soluções que proporcionavam maior umidade relativa do ar. Ou seja, para a C1 (100 % UR – somente água destilada) o teor de água foi sempre superior às demais concentrações. Isso acontece porque, segundo Costa et al. (2008), as sementes tendem a alcançar o equilíbrio higroscópico em teores de água mais elevados, conforme aumenta a umidade relativa do ar. Considerando os resultados, observa-se, por exemplo, valores baixos de teor de água, especialmente na C3 sendo que, por exemplo para os lotes SP2012 e BA2016 os valores foram de 12,6% e 17 %, respectivamente após 24 horas de exposição e de 18,9% para 48 horas de exposição para o lote BA2016, valores extremamente baixos se considerarmos o valor máximo observado para C1 de 74,9% para o lote SP2012 após 48 horas de exposição.

A observação destes resultados apresentados na Tabela 2 comprova a afirmação de Bhéring et al. (2006) de que sementes menores absorvem água de forma rápida e desuniforme, em relação às sementes maiores, durante o período de envelhecimento, acarretando aceleração do processo de deterioração ou variação de dados entre assementes de uma mesma amostra, interferindo na precisão dos resultados. Por isso a

importância do teste de envelhecimento modificado como uma alternativa para a manutenção da umidade das sementes em um nível que não acelere sua deterioração e impeça a avaliação dos resultados, especialmente pela menor incidência de microrganismos em sementes com menor umidade.

Os resultados do teste de germinação após envelhecimento acelerado em três condições de saturação estão apresentados na Tabela 3. A análise dos dados de germinação das sementes, após o envelhecimento acelerado por um período de 24 horas, foi suficiente para estratificar os lotes de sementes em níveis de vigor, sendo observado que SP2015 manteve germinação superior aos demais lotes em todas as concentrações de solução. Já SP2012 e SP2014 tiveram germinação nula, mesmo na solução com maior concentração de sal e por conseguinte, menor umidade relativa (C3). Estes resultados se assemelham ao que já havia sido observado na germinação inicial (Tabela 1), entretanto, cabe ressaltar que, apesar do lote BA2016 tivesse germinação inicial intermediária (39%), o que poderia classificá-lo ainda como um lote médio, também apresentou germinação drasticamente reduzida e, inclusive nula na C1.

Quando o período de envelhecimento, ainda pelo método tradicional, foi estendido para 48 horas, passou-se a não observar diferenças de vigor entre os lotes de sementes (Tabela 3). Porém, para as concentrações C2 e C3, a germinação do lote SP2015 de manteve estatisticamente superior aos demais, indicando que a utilização do método de envelhecimento acelerado modificado pela saturação da solução é uma alternativa para condução deste teste de vigor para cedro-australiano, uma vez que a semente da espécie se mostrou muito sensível à deterioração pelo método tradicional (100 % de umidade relativa – C1). Além disso, observou-se aumento no coeficiente de variação à medida que aumentou o período de exposição ao envelhecimento de 24 para 48 horas, reduzindo também a precisão do teste. Radke et al. (2016), também optaram pelo período de envelhecimento de 24 horas com solução saturada para estratificação de lotes de sementes de coentro *Coriandrum sativum* L., ressaltando que

Tabela 2. Dados médios de teor de água (%) obtidos após os períodos de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução salina) de sementes de quatro lotes de sementes de cedro-australiano.

Lote	24 horas			48 horas		
	C1*	C2	C3	C1	C2	C3
SP 2012	51,59	39,79	12,58	74,94	46,44	45,81
SP 2014	73,07	41,18	34,47	73,99	47,22	25,47
SP 2015	49,80	32,38	21,53	37,59	24,36	28,35
BA 2016	35,51	28,16	17,01	74,01	40,54	18,94

* Sendo: C1 – solução com água destilada (100% UR), C2 – solução com 11 g de NaCl/ 100 mL de água destilada (94 % de UR) e C3 - solução com 40 g de NaCl/ 100 mL de água destilada (76 % de UR); Lote SP 2012 – coletado em São Paulo em 2012, SP2014 – lote coletado em São Paulo em 2014, SP2015 - lote coletado em São Paulo em 2015 e BA2016 - lote coletado na Bahia em 2016.



Tabela 3. Dados médios de germinação total (%) obtidos após teste de envelhecimento acelerado (procedimento tradicional e com solução salina) de sementes de quatro lotes de sementes de cedro-australiano.

Lote	24 horas			48 horas		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
SP 2012	0,00bA(*)	0,00bA	0,00bA	0,00aA	0,00cA	0,00bA
SP 2014	0,00bA	0,00bA	0,00bA	0,00aB	18,75bA	0,00bB
SP 2015	38,00aB	54,00aA	41,00aB	8,00aB	32,00aA	15,00aB
BA 2016	0,00bA	4,25bA	1,75bA	0,00aA	11,00bcA	0,00bA
p-valor		0,0001			0,0001	
CV(%)		41,47			96,63	
EPM		1,39			3,41	

* Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%. Sendo: C1 – solução com água destilada (100% UR), C2 – solução com 11 g de NaCl/ 100 mL de água destilada (94 % de UR) e C3 - solução com 40 g de NaCl/ 100 mL de água destilada (76 % de UR); Lote SP 2012 – coletado em São Paulo em 2012, SP2014 – lote coletado em São Paulo em 2014, SP2015 - lote coletado em São Paulo em 2015 e BA2016 - lote coletado na Bahia em 2016.

períodos menores para resultado de testes de vigor é uma característica desejável por fornecer resultados em um menor intervalo de tempo possível.

O envelhecimento acelerado com solução saturada, conduzido a 41 °C durante 24 horas, igualmente ao que foi observado no método tradicional, nesse mesmo período, permitiu a estratificação dos lotes em níveis de vigor das sementes (Tabela 3) e identificou o lote SP2015 como sendo superior ao demais. Em função da menor contaminação com microrganismos observada no tratamento com solução salina com 76% de umidade relativa (C3), recomenda-se que esta seja adotada como padrão para teste de envelhecimento acelerado em sementes de cedro-australiano. Esta concentração também reduz expressivamente o teor de água das sementes durante o teste, o que torna o procedimento menos drástico para a semente que não possui tegumento duro e tem dimensões muito reduzidas. Em trabalhos realizados com aveia preta (GARCIA; MENEZES, 1999; SOUZA et al., 2009) e coentro (RADKE, 2016) também foi observado que o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl pelo período de 24 horas é adequado para estimar o vigor de sementes, todas sementes consideradas pequenas.

Observa-se que para espécies com sementes pequenas, o envelhecimento acelerado pode apresentar limitações quando realizado pelo método tradicional, em decorrência das mesmas absorverem água mais rapidamente, resultando em deterioração mais acentuada e redução mais drástica da germinação pós-envelhecimento (RODO et al., 2000). Diante disso, como mencionado em trabalhos realizados com estas condições, a utilização de solução saturada de NaCl favorece o aprimoramento da metodologia do teste de envelhecimento acelerado para fins de avaliação do vigor uma vez que proporciona condições para absorção de menores quantidades de água e de maneira mais uniforme pelas sementes (TORRES,

2004; NASCIMENTO, 2007). Desta forma, esse procedimento alternativo pode auxiliar na padronização do teste de envelhecimento acelerado permitindo que o mesmo seja empregado em programas de controle de qualidade de diversas sementes como as florestais de maneira eficiente.

Conclusão

O teste de envelhecimento acelerado modificado com solução saturada com adição de 40 g de NaCl em 100 mL de água, representando 76% de umidade relativa, conduzido a 41 °C por 24 horas é o método mais adequado para estratificação dos lotes de sementes de cedro-australiano em níveis de vigor.

Referências

- BHÉRING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; VIDIGAL, D. S.; NAVEIRA, D. S. P. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p. 64-71, 2006.
- BONNER, F. T. *The woody plant seed manual*. Washington: Government Printing Office, 2008. 1223 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Manual de análise sanitária de sementes*. Brasília, DF, 2009. 202 p.
- COSTA, C. J.; TRZECIAK, M.; VILLELA, F. A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 144-148, 2008. DOI: 10.1590/S0102-05362008000200003.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.



- FESSEL, S. A.; SILVA, L. J. R.; GALLI, J. A.; SADER, R. Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Ciêntifica**, v. 33, n. 1, p. 27-34, 2005. DOI: 10.15361/1984-5529.2005v33n1p27+-+34.
- GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. Teste de envelhecimento precoce para sementes de azevém, aveia preta e milho. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 233-237, 1999. DOI: 10.1590/S0103-84781999000200008.
- Mc DONALD, M. B. Standardization of seed vigour tests. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 24., 1995. **Proceedings...** Copenhagen: ISTA, 1995. p. 88-97.
- MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0007.
- MEDEIROS, L. R.; MONTEIRO, M. A.; MIGLIORINI, P.; LAZAROTTO, M.; TUNES, L. Standardization of germination test and response to nacl salt stress in *Toona ciliata* seeds. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 845-852, 2015. DOI: 10.5380/ufv.v45i4.39140.
- MORETTI, B. S.; FURTINI NETO, A. E.; PINTO, S. I. C.; FURTINI, I. V.; MAGALHÃES, C. A. S. Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 453-463, 2011. DOI: 10.1590/S0104-77602011000400003.
- NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. de; GOMES, E. M. L.; SOARES, A. S. Metodologia para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervilha. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 205-209, 2007. DOI: 10.1590/S0102-05362007000200015.
- RADKE, A. K.; REIS, B. B.; GEWEHR, E.; ALMEIDA, A. S.; TUNES, L. M.; VILLELA, F. A. Alternativas metodológicas do teste de envelhecimento acelerado em sementes de coentro. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 95-99, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140188.
- RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. O.; MENDONÇA, E. A. F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.
- RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 289-292, 2000.
- SOUZA, S. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C. G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p.155-163, 2009.
- TORRES, S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 20-24, 2004.
- YANG, L.; WEN, B. Seed quality. In: THOMAS, B.; MURRAY, B. G.; MURPHY, D. J. (Ed.). **Encyclopedia of applied plant sciences**. 2nd. ed. Oxford: Academic Press, 2016.



Extração sequencial de Cu e Zn no solo e o manejo de resíduos florestais em uma plantação de *Eucalyptus grandis*

Liamara Santos Masullo¹; José Leonardo de Moraes Gonçalves²; Alexandre de Vicente Ferraz³; Patrícia Andressa de Ávila⁴; Gabriel de Castilho Valdo⁵

¹Mestre em Recursos Florestais, doutoranda na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, liamaramasullo@usp.br; ²Professor titular na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ³Doutor em Recursos Florestais, coordenador Técnico do Programa Cooperativo de Silvicultura e Manejo, Piracicaba, SP; ⁴Mestre em Ciências Florestal, doutoranda na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ⁵Técnico em Química, graduando em Química na Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP

Resumo: Os micronutrientes podem estar distribuídos no solo em formas solúveis, ou fitodisponíveis, e insolúveis e indisponíveis às plantas. O manejo silvicultural pode impactar a dinâmica desses nutrientes no solo tornando-os mais ou menos lábeis. Estudou-se as formas de Cu e Zn no solo em função da presença e da ausência de resíduos florestais. A extração de Cu e Zn do solo foi realizada sequencialmente em amostras da camada superficial (0 a 20 cm) coletadas aos 6 meses pós-plantio. A remoção dos resíduos florestais aumentou principalmente a complexação de Cu pela matéria orgânica do solo.

Palavras-chaves: Micronutrientes; Biodisponibilidade; Fracionamento.

Introdução e objetivos

Até recentemente, poucos relatos de deficiências de Cu e Zn foram feitos em plantações florestais no Brasil. Entretanto, o aumento da produtividade e as sucessivas rotações de cultivo têm tornado mais frequente o surgimento de sintomas atrelados à deficiências micronutricionais (SEQUEIRA et al., 2011). A deficiência de Cu em plantações de eucalipto ocasiona sérios problemas de crescimento e regularidade na forma do fuste, principalmente, devido à inadequada lignificação da parede celular (RODRIGUES et al., 2010). A falta de Zn ocasiona plantas atrofiadas, com internódios curtos, em roseta, e folhas jovens reduzidas (DELL et al., 2001).

O teor total de micronutrientes no solo é derivado do material de origem e das entradas antropogênicas, tal como a aplicação de fertilizantes e corretivos. Os micronutrientes podem estar distribuídos em diferentes frações no solo, compreendendo formas solúveis em água, trocáveis, ligados aos óxidos, aos carbonatos, à matéria orgânica (MO) e residual. A forma solúvel em água e a trocável são consideradas biodisponíveis para as plantas e as frações ligadas aos óxidos, aos carbonatos e à MO são consideradas potencialmente biodisponíveis, mas a fração residual é indisponível para plantas e microrganismos (ALLOWAY, 2013).

A manutenção de resíduos florestais é uma das premissas básicas do cultivo mínimo (GONÇALVES; VALERI, 2001) e de extrema importância para a

conservação dos estoques de micronutrientes no solo (VIEIRA et al., 2016), sobretudo, aqueles de caráter distrófico e em regiões com baixa disponibilidade hídrica. Apesar de servirem como fonte de nutrientes, os resíduos florestais (ex. copa e casca oriundas da colheita) podem agir negativamente sobre a disponibilidade de Cu e Zn no solo, como por exemplo, por meio da complexação desses elementos pela matéria orgânica (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

O objetivo deste estudo foi avaliar a disponibilidade e a distribuição de Cu e Zn em diferentes frações no solo em função da presença ou ausência de resíduos florestais em uma plantação de *Eucalyptus grandis*.

Material e métodos

O trabalho foi realizado com amostras da camada superficial (0 a 20 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média (20 % de argila). Nesta camada, os teores iniciais de Zn e Cu determinados pelo método DTPA foram de 1,0 mg dm⁻³ de Cu e de 0,4 mg dm⁻³ de Zn. A área foi instalada na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (EECFI – ESALQ/USP) localizada no município de Itatinga – SP (23°02’42.03”S e 48°37’47.61”). Segundo Köppen, o clima da região é classificado como mesotérmico úmido (Cfa), com temperatura média anual de 20,4 °C e precipitação pluvial média de 1300 mm ano⁻¹.



O experimento foi instalado em 2016, após o corte raso de um povoamento de *Eucalyptus grandis* com 8 anos de idade. Após a colheita, o preparo de solo foi realizado por subsolagem até 40 cm de profundidade e os tratamentos foram aplicados de acordo com a Tabela 1. Os tratamentos consistiram nas omissões isoladas de B, Cu e Zn ou aplicação completa destes nutrientes em contraste com a manutenção ou remoção total de resíduos florestais (serapilheira e copa da rotação anterior). No plantio, foram utilizadas mudas de uma monoprogrênie de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden, comumente plantada na região do estudo.

O fracionamento químico do Cu e Zn foi realizado em amostras de solo coletadas nos tratamentos -Cu-R e -Cu+R. Em cada parcela, foram coletadas 9 amostras simples de solo, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, a cerca de 1 metro das árvores, no sentido da entrelinha de plantio. As amostras simples foram agrupadas gerando amostras compostas por parcela e camada do solo.

A metodologia adotada para a extração sequencial de Cu e Zn no solo foi proposta por Silveira et al. (2006), com adaptações. A fração trocável (E-Tro) foi obtida após duas horas de agitação em temperatura ambiente com 15 mL de CaCl_2 0,1 mol L⁻¹. A fração ligada à MO (E-MO) foi obtida utilizando-se 5 ml NaOCl 5 % (pH 8,5) sob aquecimento de 90 °C por 30 minutos em quatro repetições consecutivas. A fração associada aos óxidos de Fe, Al e Mn (E-Ox) foi obtida com uso de 40 mL de ácido oxálico 0,2 mol L⁻¹ + oxalato de amônio 0,2 mol L⁻¹ + ácido ascórbico 0,1 mol L⁻¹ (pH 3) por 30 minutos sob aquecimento e penumbra. As frações Residual (Res) e Total foram obtidas após digestão semi-total com HNO_3 + HCl por 30 minutos em micro-ondas - EPA 3051A (UNITED STATES OF AMERICA, 2007).

Para a extração sequencial, amostras de 1 g de solo foram maceradas, peneiradas a 150 µm e adicionadas a tubos de centrífuga de policarbonato. Ao final de cada

etapa, a solução extratora e a fase sólida residual das suspensões foram separadas por meio da centrifugação das amostras a 1225 g por 20 minutos. A cada extração, os resíduos sólidos foram lavados com 5 mL de NaCl 0,1 mol L⁻¹, agitados manualmente e centrifugados, para o deslocamento da solução utilizada na etapa anterior, evitando a dispersão da amostra e limitando a reabsorção dos metais. Uma gota de HNO_3 1 % foi adicionada aos extratos para sua preservação. Os teores de Cu e Zn foram determinados por espectrometria de absorção atômica.

Resultados e discussão

O Cu apresentou teor total de 5,9 mg kg⁻¹ em ambos os tipos de manejo dos resíduos florestais. As frações de Cu trocável e de Cu residual não apresentaram variações entre os tratamentos. Entretanto, as frações de Cu ligadas à MO e aos óxidos de Fe e Al tiveram comportamento antagônico. Com a remoção dos resíduos florestais, a fração de Cu-MO foi acrescida em 45% e, a ligada aos óxidos, reduzida em 10 % (Figura 1). O Cu retido na MO pode estar associado a grupos funcionais COOH e OH-fenólicos formando complexos altamente estáveis (SILVA; VITTI, 2008). Assim, a remoção dos resíduos florestais pode ter aumentado a quelatização do Cu presente no solo, contribuindo com a formação de fortes complexos organominerais (ex.Cu-MO).

Os teores totais médios de Zn extraídos das amostras foram de 7,7 mg kg⁻¹ nas parcelas que tiveram os resíduos florestais removidos e, de 8,1 mg kg⁻¹, quando os resíduos florestais foram mantidos. Não houve diferença atribuída ao manejo de resíduo florestal entre as formas de Zn no solo. O teor de Zn trocável e de Zn ligado à MO representaram 10% e 15% do Zn total. As formas de Zn ligado aos óxidos e Zn residual foram predominantes, juntas representando mais de 70% do Zn presente no solo (Figura 1). Similar ao Cu,

Tabela 1. Doses de fertilizantes minerais, manejo de resíduos e calagem em cada tratamento.

Trat.	Resíduo*	Calcário t ha ⁻¹	Fertilização**									
			Plantio			1ª cobertura			2ª cobertura			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cu	N	K ₂ O	B	N	K ₂ O
COMP	M	1,6	10	60	10	1,5	0,5	20	50	5	30	80
-Zn+R	M	1,6	10	60	10	0,0	0,5	20	50	5	30	80
-Zn-R	R	1,6	10	60	10	0,0	0,5	20	50	5	30	80
-Cu+R	M	1,6	10	60	10	1,5	0,0	20	50	5	30	80
-Cu-R	R	1,6	10	60	10	1,5	0,0	20	50	5	30	80
-B+R	M	1,6	10	60	10	1,5	0,5	20	50	0	30	80
-B-R	R	1,6	10	60	10	1,5	0,5	20	50	0	30	80

*Manutenção (M) e remoção (R) dos resíduos florestais sobre o solo. **Fertilizantes utilizados: sulfato de amônio (21 % de N); superfosfato triplo (46 % de P₂O₅); cloreto de potássio (60 % de K₂O); bórax (11 % de B); sulfato de Cu (25% de Cu); sulfato de Zn (21 % de Zn); calcário dolomítico (PRNT 85 %; 40 % CaO; 10 % MgO).

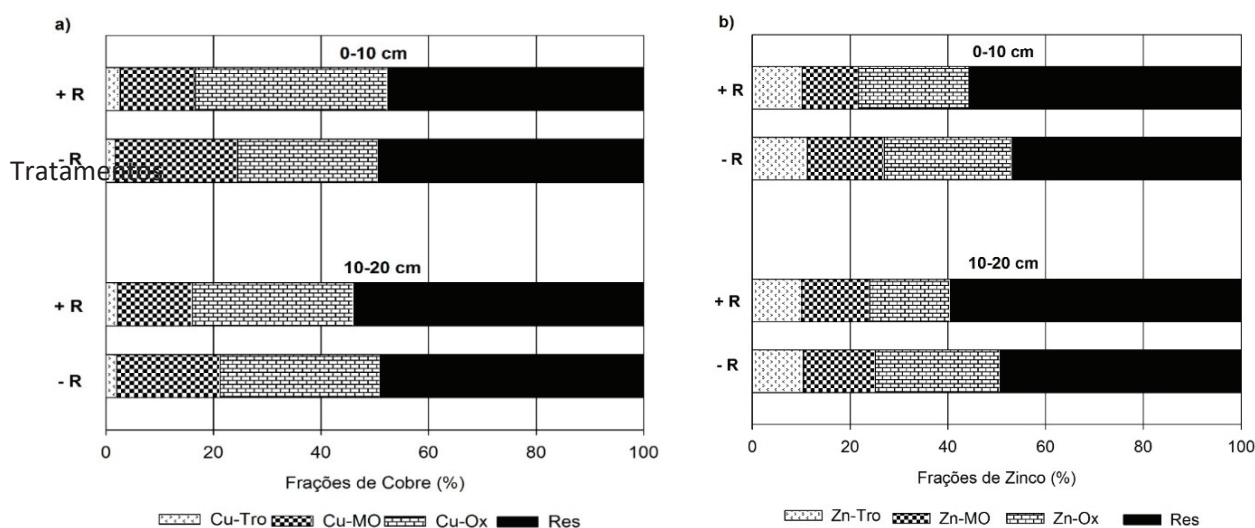


Figura 1. Distribuição relativa do Cu (a) e do Zn (b) nas frações do solo (Extração: Cu/Zn-tro (Fração trocável) - CaCl₂ 0,1 mol L⁻¹; Cu/Zn-MO (Fração ligada à MO) - NaOCl 5% (pH 8,5); Cu/Zn-Ox (fração ligada aos óxidos) - ácido oxálico 0,2 mol L⁻¹ + oxalato de amônio 0,2 mol L⁻¹ + ácido ascórbico 0,1 mol L⁻¹ (pH 3); Res (fração residual) - HNO₃ + HCl). Tratamentos: manutenção dos resíduos (+R) sobre o solo e remoção de resíduos (-R).

a adsorção do Zn no solo também pode ser controlada principalmente pelos minerais de argila e pela MO do solo; no entanto elementos com maior afinidade com a MO, como por exemplo o Cu, podem deslocar o Zn dos sítios de adsorção, aumentando a proporção de Zn ligado aos óxidos de Fe e Al (NASCIMENTO; FONTES, 2004; SILVA; VITTI, 2008).

Conclusão

A manutenção dos resíduos florestais da colheita não contribuiu para o aumento dos teores disponíveis de Cu e Zn do solo até os 6 meses pós-plantio. Contudo, a remoção dos resíduos florestais aumentou a complexação de Cu pela matéria orgânica do solo.

Referências

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. 3. ed. Glasgow: Springer, 2013.

DECHEN, D. R.; NACHTIGALL, G. R. XIII – Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DELL, B.; MALAJCZUK, N.; XU, D.; GROVE, T. S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts**. 2nd ed. Canberra, Australia: ACIAR, 2001.

GONÇALVES, J. L. de M.; VALERI, S. V. **Eucalyptos e pinus**. In:

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. de (Org.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. 3. ed. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 600.

NASCIMENTO, C. W. A.; FONTES, T. L. F. Correlação entre características de Latossolos e parâmetros de equações de adsorção de cobre e zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 965-971, 2004.

RODRIGUES, F. A. V.; BARROS, N. F. de; NEVES, J. C. L.; ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. Disponibilidade de cobre para mudas de eucalipto em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 1923-1932, 2010.

SEQUEIRA, C. H.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; ALLEY, M. Micronutrient soil-test levels and *Eucalyptus* foliar contents. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 42, n. 4, p. 475-488, 2011. DOI: 10.1080/00103624.2011.542227.

SILVA, M. L. de S.; VITTI, G. C. Fracionamento de metais pesados em solo contaminado antes e após cultivo de arroz. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1385-1391, 2008.

SILVEIRA, M. L.; ALLEONI, L. R. F.; O'CONNOR, G. A.; CHANG, A. C. Heavy metal sequential extraction methods-A modification for tropical soils. **Chemosphere**, v. 64, n. 11, p. 1929-1938, 2006.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Method 3051A**: microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. [S. l.], 2007. p. 1-30.

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Biomassa e exportação de nutrientes pela colheita do eucalipto. In: VIEIRA, M. (Org.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria, RS: Ed. UFMS, 2016. p. 243-270.



Impacto do ataque da ferrugem sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*

Liamara Santos Masullo¹; José Leonardo de Moraes Gonçalves²; Alexandre de Vicente Ferraz³; Patrícia Andressa de Ávila⁴; Vitória Duarte Derisso⁵

¹Mestre em Recursos Florestais, doutoranda na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, liamaramasullo@usp.br; ²Professor titular na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ³Doutor em Recursos Florestais, coordenador Técnico do Programa Cooperativo de Silvicultura e Manejo, Piracicaba, SP; ⁴Mestre em Ciências Florestais, doutoranda na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ⁵Graduanda em Engenharia Florestal na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP

Resumo: A ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psiddi* Winter é uma das principais doenças foliares que afetam a produtividade de plantações de eucalipto, ocasionando perdas que variam em função do seu grau de ataque às plantas. Neste sentido, estudou-se as perdas de crescimento do eucalipto devido ao ataque da ferrugem. Nos casos onde o nível de severidade foi elevado, a produtividade foi drasticamente reduzida nos primeiros 18 meses após o plantio das mudas, chegando a comprometer em até 70 % o volume de madeira produzido pelas árvores.

Palavras-chaves: Doenças florestais; Perdas de crescimento; Produtividade.

Introdução e objetivos

A ferrugem causada pelo fungo *Puccinia psiddi* Winter é uma das principais doenças foliares que afetam a produtividade de plantações de eucalipto. Causadora de pústulas amareladas localizadas na superfície foliar e no pecíolo, a ferrugem leva à necroses, deformações e morte de tecidos afetados, principalmente, em plantas jovens com até 1,5 ano de idade e com altura inferior a 4 m (ALFENAS et al., 2009).

A redução da capacidade fotossintética da planta devido a doenças foliares, como a ferrugem, pode causar perdas de crescimento e predispor a planta ao ataque de outros patógenos. A ferrugem do eucalipto pode reduzir o crescimento volumétrico de madeira em mais de 50 %, dependendo da severidade, do padrão, do tempo e da frequência com que o patógeno ataca as plantas (BALMELLI et al., 2013; ALVARES et al., 2017).

Masson et al. (2013) realizaram uma estimativa da perda econômica gerada pelo ataque da ferrugem nos principais estados com plantações florestais no Brasil. Dos 3,3 milhões de hectares, cerca de 270 mil hectares estão sob risco de ataque. Considerando um dano médio de 20% à estas florestas e uma produtividade média de 30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, as perdas econômicas seriam maiores que US\$ 2,0 milhões por ano no Brasil.

Neste contexto, avaliaram-se as perdas em diâmetro à altura do peito (DAP), em altura e volume do tronco,

bem como em área foliar de árvores de *Eucalyptus grandis* atacadas pela ferrugem em diferentes intensidades.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido em uma área experimental localizada no município de Itatinga, SP (23°02'42.03”S e 48°37'47.61”). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média (20% de argila). Segundo Köppen, o clima da região é o mesotérmico úmido (Cfa), com temperatura média anual de 20,4 °C e precipitação pluvial média de 1300 mm ano⁻¹. A instalação da área foi realizada no inverno de 2016, após o corte raso de um povoamento de *Eucalyptus grandis* de 8 anos de idade. Após o corte do povoamento anterior, foram efetuados o preparo de solo por subsolagem a 40 cm de profundidade e o plantio de mudas seminais de uma monoprogrênie de *Eucalyptus grandis*.

A incidência e a severidade da ferrugem do eucalipto foram avaliadas mensalmente entre janeiro e junho de 2017, período de alta incidência da doença. As avaliações de severidade foram realizadas utilizando como parâmetro a escala diagramática proposta por Takahashi (2002) e modificada por Zamprogno et al. (2008). A escala classifica o ataque da ferrugem em quatro níveis de sintomas: 0 – Sem sintomas; 1



– Poucas pústulas; 2 – Muitas pústulas e esporulação intensa; e 3 – Muitas pústulas, esporulação intensa e perda da dominância apical.

Os danos causados pela ferrugem sobre o eucalipto foram quantificados a partir da avaliação do diâmetro à altura do peito (DAP), da altura do tronco (H), volume de madeira com casca e índice de área foliar (IAF), todos mensurados aos 6, 9, 12, 15 e 18 meses de idade. Aos 12 meses, foram realizadas amostragens destrutivas para o ajuste de equações de crescimento volumétrico (Equação 1) e de IAF (Equação 2).

$$Vol_{cc} = 0,00005877 \cdot DAP^{1,743} \cdot H^{0,934} \cdot (R^2_{aj.} = 0,976; p < 0,01) \quad (1)$$

$$IAF = 1,59654 + 0,01696 \cdot DAP^2 H \cdot (R^2_{aj.} = 0,866; p < 0,01) \quad (2)$$

Em que: DAP (cm) = Diâmetro à altura do peito; H (m) = Altura total; Vol_{cc} (m³) = Volume de madeira com casca; IAF (m² m⁻²) = Índice de área foliar.

Resultados e discussão

Seis meses pós-plantio, em janeiro de 2017, as plantas apresentaram os primeiros sintomas de ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*). Os sintomas foram caracterizados por pústulas amarelas que provocaram seca e morte dos tecidos atingidos. Aos 12 meses após o plantio, com o prolongamento do período seco e a diminuição da suscetibilidade das plantas ao ataque da *Puccinia psidii*, os esporos desapareceram, deixando algumas sequelas.

Em média, 35% das plantas não apresentaram sintomas do ataque por ferrugem. Os níveis 1 e 2 foram os mais recorrentes, com 33% das plantas atacadas em nível 1 e 28% em nível 2. O nível de maior prejuízo para o crescimento das plantas (nível 3) foi observado em cerca de 4% das plantas avaliadas. Aos 6 meses de idade, a incidência da ferrugem foi maior em nível 1 (52%). A incidência em nível 2 foi maior aos 9 meses de idade, atingindo cerca de 45% das plantas. Aos 12 meses, com o aumento da temperatura e diminuição da umidade do ar, houve queda acentuada no percentual de plantas atingidas em níveis 1 e 2 da ferrugem, e aumento no número de plantas sadias (56%) (Figura 1).

A severidade do ataque da ferrugem se correlacionou negativamente com a altura do tronco ($r = -0,790$; $p = 0,0343$), DAP ($r = -0,927$; $p = 0,0027$) e volume de madeira ($r = -0,861$; $p = 0,0128$) aos 15 meses de idade. As perdas variam de acordo da classe de infestação pela ferrugem (Figura 2). O percentual de perda em altura foi de 13% para a classe 2 de infestação e de 28% para a classe 3. Já o DAP foi reduzido em 25% em plantas com nível 2 e 41% em nível 3. O volume individual das árvores foi o mais impactado, sendo que a classe de infestação 1 ocasionou perdas de 26%, a classe 2 de 52% e a classe 3 de 71% até os 18 meses após o plantio.

No Vale do Paraíba do Sul - SP, Takahashi (2002) verificou perdas de 25 a 35% em altura e DAP em plantações seminais de *Eucalyptus grandis* com 6 meses de idade como consequência da severidade do ataque da ferrugem. Neste estudo, o ataque da ferrugem em nível 3 levou a redução média de 35% na altura e de 45% em diâmetro aos 18 meses.

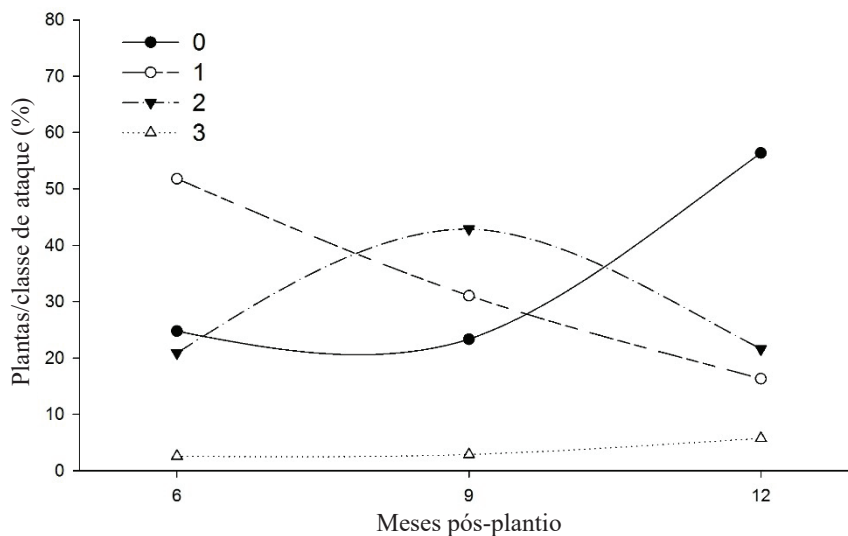


Figura 1. Percentual de plantas acometidas pela ferrugem de acordo com a intensidade de ataque até os 12 meses após a implantação de um povoamento de *Eucalyptus grandis*.

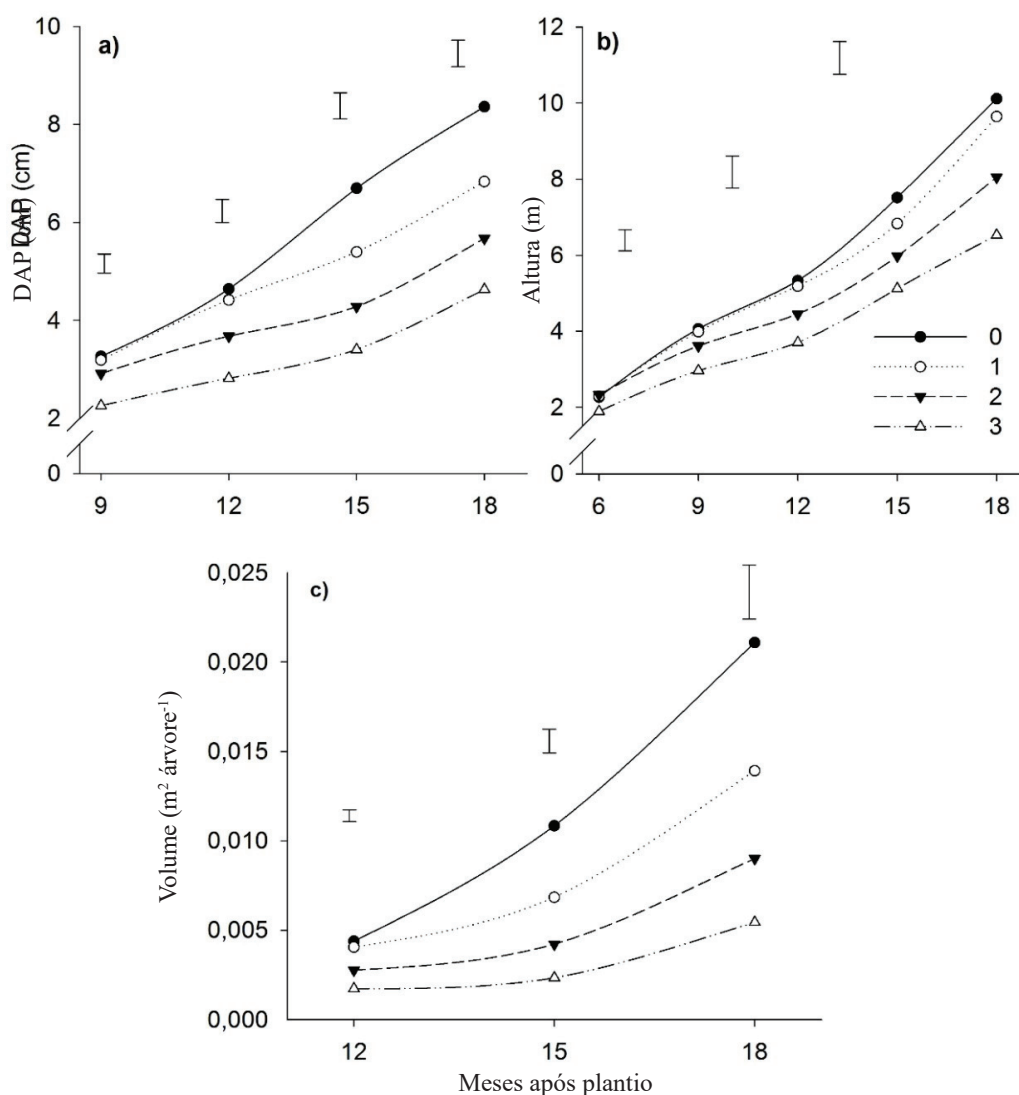


Figura 2. Diâmetro à altura do peito (DAP) (a), altura do tronco (b) e volume de madeira (c) de árvores de *Eucalyptus grandis* em diferentes classes de severidade de ataque por ferrugem, aos 6, 9, 12, 15 e 18 meses. Classes: 0 – plantas livres da infestação; 1 – presença de poucas pústulas, 2 – presença de pústulas espalhadas pelo limbo e predominantes em tecidos jovens; e 3 – abundante presença de pústulas e necrose das regiões atingidas. *Barras na vertical indicam a diferença mínima significativa entre as classes de ataque da ferrugem pelo teste LSD ($p < 0,05$)

O IAF se correlacionou de forma inversa e significativa ao ataque da ferrugem ($r = -0,851$; $p = 0,015$). As perdas em IAF foram de 5% em plantas atacadas com baixa severidade (classe 1), 22% com média severidade (classe 2) e 36% com alta severidade (classe 3) (Figura 3). Hakamada et al. (2015) verificaram aumento de 8% no IAF em plantio de *Eucalyptus* atacados por ferrugem com controle curativo ($4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) e, de 22%, com controle preventivo ($4,5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), comparativamente

aos povoamentos não tratados ($3,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$). O dano causado pela ferrugem ao IAF pode ser considerado um dos principais fatores que influencia o crescimento das plantas, pois quanto maior o grau de ataque menor será a área fotossintética disponível às plantas. Assim, o IAF é uma variável que representa a capacidade da planta de explorar o meio, estando estreitamente associado ao ciclo do carbono, ao ciclo da água e à produtividade florestal (CANTINHO et al., 2014).

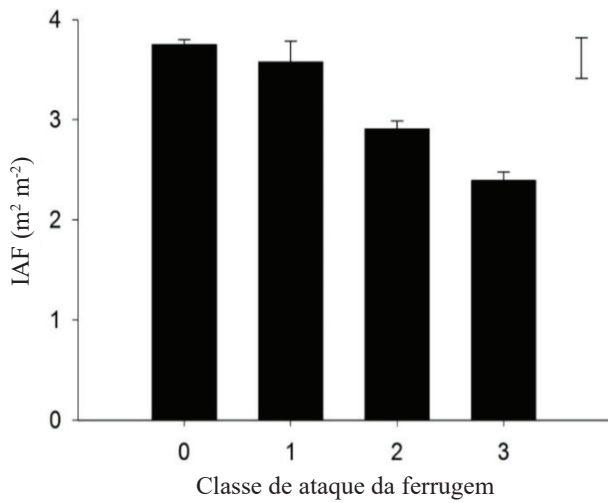


Figura 2. Índice de área foliar médio (IAF) das árvores de *Eucalyptus grandis* em diferentes classes de severidade causada pela ferrugem (*Puccinia psidii*), aos 12 meses após o plantio. Classes: 0 – plantas livres da infestação; 1 – presença de poucas pústulas, 2 – presença de pústulas espalhadas pelo limbo e predominantes em tecidos jovens; 3 – abundante presença de pústulas e necrose das regiões atingidas. *Barra na vertical indica a diferença mínima significativa entre as classes de ataque da ferrugem pelo teste LSD ($p < 0,05$).

Conclusão

O índice de área foliar do *Eucalyptus grandis* foi intensamente afetado pelo ataque da ferrugem (*Puccinia psidii*), variando de acordo com a severidade da doença. Nos casos onde o nível de severidade foi elevado, a produtividade foi drasticamente reduzida nos primeiros 18 meses após o plantio das mudas, chegando a comprometer em até 70 % o volume de madeira das árvores.

Referências

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2009.
- ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; MATTOS, E. M.; MIRANDA, A. C.; MORAES, W. B.; SILVA, P. H. M.; FURTADO, E. L.; STAPE, J. L. Climatic favourability zones for *Eucalyptus* rust in Brazil. **Forest Pathology**, v. 47, n. 1, p. 1-17, 2017. DOI: 10.1111/efp.12301.
- BALMELLI, G.; SIMETO S.; ALTIER, N.; MARRONI, V.; DIEZ, J. J. Long term losses caused by foliar diseases on growth and survival of *Eucalyptus globulus* in Uruguay. **New Forests**, v. 44, n. 2, p. 249-263, 2013. DOI: 10.1007/s11056-012-9314-z.
- CANTINHO, R. Z.; PONZONI, F. J.; SANTOS, S. B. Estimativas de índice de área foliar de plantios de *Eucalyptus* spp. segundo três alternativas metodológicas. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 485-492, 2014. DOI: 10.1590/01047760201420031516.
- HAKAMADA, R.; TAKAHASHI, S.; TEIXEIRA, J. da S.; MOREIRA, G.; LEMOS, C.; VOMERO, P.; GARCIA, C. Wood productivity and light use efficiency affected by Rust (*Puccinia psidii*) in *Eucalyptus urophylla* Clone. In: IUFRO Eucalypt Conference, 2015. **Proceedings...** Zhanjiang: IUFRO, 2015.
- MASSON, M. V.; MORAES, W. B.; FURTADO, E. L. Chemical control of *Eucalyptus* Rust: brazilian experiences. In: FUNGICIDES: showcases of integrated plant disease management from around the world. [S. l.]: InTech, 2013.
- TAKAHASHI, S. S. **Ferrugem do eucalipto**: índice de infecção, análise temporal e estimativas de danos relacionadas à intensidade da doença no campo. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu.
- ZAMPROGNO, K. C.; FURTADO, E. L.; MARINO, C. L.; BONINE, C. A.; DIAS, D. C. Utilização de análise de segregantes agrupados na identificação de marcadores ligados a genes que controlam a resistência à ferrugem (*Puccinia psidii* Winter) em *Eucalyptus* sp.. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 3, p. 253-255, 2008. DOI: 10.1590/S0100-54052008000300009.



Enraizamento de mini estacas de diferentes clones de *Sequoia sempervirens*

Lucas Bonez de Lemos¹; Natália Saudade de Aguiar¹; Carolina Moraes¹; Gabriel Souza¹; Mariane de Oliveira Pereira²

¹Universidade do Estado de Santa Catarina, Curso de Engenharia Florestal, Lages, SC, lucas_caslu_lemos@hotmail.com, talia.saguiar@yahoo.com.br, rolesca182@gmail.com, gaabrieel_souzazaa@hotmail.com; ²Universidade Federal do Paraná, Pós-graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, PR, maripereira.florestal@gmail.com

Resumo: Objetivou-se avaliar o enraizamento de mini estacas de *Sequoia sempervirens* provenientes de clones cultivados em minijardim clonal. Foram utilizados quatro clones para avaliação de porcentagem de enraizamento e número de raízes por estaca. O clone denominado “A100” mostrou-se superior aos demais nas duas variáveis avaliadas, com alta taxa de enraizamento e grande número de raízes por estaca, demonstrando seu potencial para utilização na propagação vegetativa.

Palavras-chave: Propagação vegetativa; Estaquia; Mudas.

Introdução e objetivos

A *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. pertencente à família Cupressaceae, é originária do norte da Califórnia, noroeste dos Estados Unidos. Popularmente conhecida como “sequoia” ou também “Coastal Redwood”, devido a coloração marrom-avermelhada que o cerne apresenta. É resistente ao ataque de agentes xilófagos, pois apresenta uma casca grossa, em torno de 30 centímetros, e pela presença de extrativos. O gênero desta espécie é conhecido por chegar a mais de 100 metros de altura e diâmetros superiores a 6 metros, estas vivem muitos anos e são consideradas fósseis vivos, sendo a mais velha registrada no mundo com mais de 4.000 anos (MARCHIORI, 1996).

A demanda por novas espécies florestais é crescente e a madeira de espécies nobres é cada vez mais valorizada economicamente (PEREIRA, 2017b). A madeira de sequoia é uma das mais valiosas e desejadas em todo mercado internacional (TORAL et al., 2005). Apresenta boa estabilidade dimensional, boa usinabilidade, alta aderência a tintas e vernizes, além de não possuir resina, sendo estas excelentes características para laminação, fabricação de painéis e indústria moveleira. Embora a madeira possua uma densidade média relativamente baixa (0,31g/cm³), está entre as mais duráveis (MARCHIORI, 1996; SPICHINGER, 2004).

No Sul do Brasil, a espécie pode encontrar condições adequadas para o seu desenvolvimento, destacando-se os locais mais altos, como a serra gaúcha e o planalto-serra catarinense. Mas para que a espécie seja plantada em maior escala são necessários alguns

estudos, como de seleção de indivíduos superiores e a sua propagação, podendo assim, alavancar o cultivo dessa espécie nessas regiões e se tornar mais uma opção para o silvicultor (NAVROSKI et al., 2015). Ainda de acordo com os mesmos autores, na produção de mudas, para reduzir os problemas com a baixa germinação das sementes e viabilidade das plântulas, a propagação vegetativa por estaquia pode ser utilizada. Porém, a estaquia dessa espécie apresenta alguns problemas, como a baixa taxa de enraizamento e pouca produção de raízes finas, podendo prejudicar a sobrevivência das mudas (LIU et al., 2006). É possível obter mais de 90% de enraizamento com o uso de matrizes jovens e uso de irrigação por nebulização e reguladores de crescimento (OLSON et al., 1990). Segundo Pluss et al. (1989) o ácido indolbutírico (AIB) é preferível para utilização em relação ao ácido indolacético (AIA), devido à elevada estabilidade e capacidade de indução de raízes, o qual é rapidamente metabolizado e inativado pela planta quando aplicado.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi comparar o enraizamento de estacas originadas de diferentes clones de *Sequoia sempervirens* cultivadas em minijardim clonal.

Material e métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação no viveiro florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina, localizado em Lages, SC (27°47'33.62”S; 50°18'4.60”O) com altitude de aproximadamente 900 metros. De acordo com a classificação de Köppen o



clima do município é mesotérmico úmido com verão ameno (Cfb-temperado). A temperatura média anual é de 15 °C e a precipitação média anual de 1300 a 1500 mm.

Os tratamentos foram compostos de quatro clones denominados de A100, A130, A135, A138. As mini estacas foram colocadas para enraizar em tubetes com volume de 180 cm³. O substrato utilizado foi MáxFértil®. As mini estacas de 8 cm a 10 cm de comprimento foram obtidas a partir de clones mantidos em minijardim clonal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições para cada tratamento, totalizando 4 tratamentos e 16 repetições. A parcela experimental foi constituída de 24 estacas resultando em um total de 384 mini estacas. O experimento foi instalado em abril de 2017 e avaliado 100 dias após a instalação.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR® (FERREIRA, 2011), e a comparação estatística entre os tratamentos foi feita pelo teste de Scott-Knott.

Resultados e discussão

Para as variáveis enraizamento e número de raízes, por meio de análise de variância foi observado que houve diferença significativa entre os clones (ANOVA - $p < 0,05$). O clone A100 demonstrou ser estatisticamente superior aos demais para ambas as variáveis avaliadas. Um dos fatores mais importantes e que justificam a propagação clonal é a possibilidade de fixação de clones superiores. Os diferentes materiais genéticos podem dirigir diferentes passos desde a possibilidade de resgate vegetativo, multiplicação até chegar nos testes e plantios clonais. Alguns estudos apontam que o processo de enraizamento em espécies lenhosas é dependente do genótipo. Até mesmo clones parentais podem promover diferentes índices de enraizamento (MOKOTEDI et al., 2000).

A média geral de enraizamento foi de 72,6%, com variação entre 60,4% (A138) e 89,6% (A100). Pereira (2017a), em estudo realizado com *Sequoia*

sempervirens obteve média de enraizamento de aproximadamente 80%, com alta variação entre clones, variando de 25% a 100% de enraizamento. Navroski (2015) obteve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as doses de AIA e as variáveis porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca e comprimento médio das raízes. Em relação ao enraizamento das estacas em função das concentrações de AIA, houve um comportamento quadrático. A concentração de máxima eficiência técnica (CMET) foi estimada em 4.083 g.L⁻¹ de AIA, correspondendo a uma taxa de enraizamento de 80,9% e um acréscimo de 42% em relação à testemunha (ausência de AIA). O uso da maior dosagem de AIA testada (6000 g.L⁻¹) provocou redução no enraizamento. Esse resultado demonstra que a aplicação de auxina exógena é fundamental para elevar a porcentagem de enraizamento de estacas de sequoia. Os ganhos advindos da aplicação dos reguladores de crescimento têm sido mais frequentes em materiais com maior dificuldade de enraizamento, seja por questões genéticas ou em função do estágio de maturação dos propágulos (XAVIER et al., 2013).

Quanto ao número de raízes formadas por estaca, a média geral foi de 2,7 raízes por estacas, sendo que o clone A100 apresentou a maior média (4,91) e o clone A148 a menor (1,61). Pereira (2017a), no mesmo estudo citado anteriormente, encontrou uma alta variação entre clones para o número de raízes por estaca, variando de 1,4 a 16,8. Além do percentual estacas com raízes, é muito importante também o desenvolvimento do sistema radicular. O número de raízes formadas nas estacas aliada ao comprimento de raízes, por exemplo, são informações muito relevantes, pois indicam que as mudas possuirão maiores chances de sobrevivência quando transplantadas para o campo (LIMA; OHASHI, 2016). Essa variável é importante no processo de estaquia da sequoia, pois mesmo apresentando enraizamento, estacas de sequoia podem apresentar alta mortalidade no processo de aclimação, devendo-se tomar cuidado com condições ambientais, principalmente em relação a altas temperaturas (LUNA, 2008).

Também foi observada a presença de calos na base das estacas, sendo que a alta taxa de enraizamento pode ter sido favorecida pelos calos, os quais podem durante algum tempo, realizar a função das raízes, ou seja, absorção de água e sais minerais (HARTMANN et al., 2011).

Conclusões

Conclui-se que houve diferença entre os clones no enraizamento das miniestacas de *Sequoia sempervirens*, para porcentagem de enraizamento e número de raízes por estaca. O clone A100 se destacou dos demais

Tabela 1. Porcentagem de enraizamento e número de raízes em clones de *Sequoia sempervirens*.

Clone	Enraizamento (%)	Número de raízes
A100	89,6 a	4,9 a
A130	73,9 b	2,5 b
A135	66,7 b	1,8 c
A138	60,4 b	

*Médias na mesma coluna seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.



para as duas variáveis, podendo-se afirmar que este seria um clone recomendado para a propagação vegetativa. Possivelmente as mudas provenientes desse clone apresentariam maior sobrevivência no campo, porém estudos complementares são necessários.

Referências

- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.
- LIMA, C. C.; OHASHI, S. T. Substrato no enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n. 23, p. 1271-1282, 2016.
- LIU, C.; XIA, X.; YIN, W.; HUANG, L.; ZHOU, J. Shoot regeneration and somatic embryogenesis from needles of redwood (*Sequoia sempervirens* (D. Don.) Endl.). **Plant Cell Reports**, v. 25, p. 621-628, 2006. DOI: 10.1007/s00299-006-0120-y.
- LUNA, T. Vegetative Propagation of Coastal Redwood (*Sequoia sempervirens* (Lamb. ex D. Don) Endl.). **Native Plants Journal**, v. 9, n. 1, p. 25-28. 2008.
- MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das gimnospermas**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 1996.
- MOKOTEDI, M. E. O.; WATT, M. P.; PAMMENTER, N. W. In vitro rooting and subsequent survival of two clones of cold-tolerant *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus nitens* Hybrid. **Hortscience**, v. 35, n. 6, p. 1163-1165, 2000.
- NAVROSKI, M. C.; PEREIRA, M. O.; HESS, A. F.; SILVESTRE, R.; ÂNGELO, A. C.; FAZZINI, A. J.; ALVARENGA, A. A. Resgate e propagação vegetativa de *Sequoia sempervirens*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 383-392, 2015. DOI: 10.5380/rf.v45i2.35407.
- OLSON, D. F.; ROY, D. F.; WALTERS, G. A. *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. redwoods. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. (Ed.). **Silvics of North America**. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook, 1990. p. 541-551.
- PEREIRA, M. de O.; ÂNGELO, A. C.; NAVROSKI, M. C.; DOBNER JUNIOR, M.; OLIVEIRA, L. M. Vegetative rescue and rooting of cuttings of different stock plants of *Sequoia sempervirens*. **Cerne**, v. 23, n. 4, p. 435-444, 2017b.
- PEREIRA, M. de O.; NAVROSKI, M. C.; ÂNGELO, A. C.; FRIGOTTO, T.; MENEGUZZI, A.; FELIPPE, D. Enraizamento de estacas de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. em função de concentrações e reaplicações de AIB. **Revista Espacios**, v. 38, n. 21, p. 15-26, 2017a.
- SPICHINGER, O. A. **Aprovechamiento em el aserrado de sequoia (*Sequoia sempervirens* (D. DON) Endl.) y clasificación de la madeira obtenida**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidad de Chile, Santiago do Chile.
- TORAL, M.; GONZÁLEZ, L. Y.; GARFIAS, R. **Secuoya: nueva opción, productos y mercados para el sur de Chile**. [S. l.]: Universidad de Chile, 2005. 201 p.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 279 p.



Enraizamento de miniestacas de diferentes espécies de eucalipto

Lucas Bonez de Lemos¹; Natália Saudade de Aguiar¹; Carolina Moraes¹; Gabriel Souza¹; Marcio Navroski²

¹Universidade do Estado de Santa Catarina, Curso de Engenharia Florestal, Lages, SC, lucas_caslu_lemos@hotmail.com; talia.saguiar@yahoo.com.br; rolesca182@gmail.com; gaabrieel_souzaa@hotmail.com; ²Universidade do Estado de Santa Catarina, professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Lages, SC, marcio.navroski@udesc.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o enraizamento de 3 espécies do gênero *Eucalyptus*, sendo: *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus deanei*, e *Eucalyptus camaldulensis*. Não houve uma espécie que demonstrou ser superior as demais nos quesitos avaliados. As três espécies apresentaram médias semelhantes na sua porcentagem de enraizamento, calogênese e quantidade de raízes por estaca.

Palavras-chave: *Eucalyptus*; Estaquia; Mudas.

Introdução e objetivos

O método de estaquia em eucalipto foi inicialmente desenvolvido e empregado em escala comercial na República Popular do Congo, onde, em 1975, implantou-se 3.000 ha de florestas tendo como meta atingir 30.000 ha (DELWAULLE et al., 1983). No mesmo ano, no Brasil, iniciavam-se estudos e adaptações do método para a região litorânea do Espírito Santo onde, em 1979, iniciou-se a produção massal das mudas (CAMPINHOS JUNIOR, 1983). Posteriormente, o método estendeu-se a outras regiões menos propícias ao enraizamento de estacas nas condições ambientais. Em Lassance, MG, Borba e Brune (1983) realizaram vários estudos e mostraram a viabilidade do método em condições ambientais controladas (casa de vegetação). Nas últimas décadas a propagação vegetativa por estaquia e mais recentemente por miniestaquia se tornou o principal método para produção de mudas de eucalipto. Apresentando também elevado potencial para maximizar os ganhos genéticos obtidos.

A propagação por estaquia ou miniestaquia possibilita a obtenção de várias plantas idênticas a partir de uma única planta matriz (FACHINELLO et al., 2005). Entretanto, vários fatores podem influenciar a capacidade e a rapidez no enraizamento das estacas, destacando-se os ambientais, o estado fisiológico, a maturação, o tipo de propágulo e a época de coleta da estaca (PAIVA; GOMES, 2001). Além destes, o potencial genético de cada cultivar também exerce influência no enraizamento (TREVISAN et al., 2000).

A produção de mudas através da estaquia em condições climáticas que exigem estruturas caras para manutenção do controle ambiental necessita de um domínio perfeito da técnica, para que se maximize o uso dessas estruturas. Essa maximização deve ser obtida

através do aumento da capacidade da casa de vegetação e a manutenção do tempo de permanência da estaca na casa, aliado a um alto percentual de enraizamento. Assim o presente trabalho procurou verificar se alguma das espécies analisadas apresenta maior capacidade de enraizamento de miniestacas e conseqüentemente maior potencial de multiplicação por meio vegetativo.

Material e métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação no viveiro florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina, localizado em Lages, SC. Os tratamentos consistiram de três espécies (*Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus deanei* e *Eucalyptus camaldulensis*). As miniestacas de 8 a 10 cm de comprimento foram obtidas a partir de clones mantidos em minijardim clonal, e foram inseridas em tubetes com volume de 180cm³. O substrato utilizado para o enraizamento foi MáxFértil®. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez repetição para cada tratamento com 10 miniestacas cada. As bandejas contendo os tubetes com as miniestacas foram acondicionadas em um estufim de cobertura plástica (estrutura apresentando 8,0 m de comprimento x 1,20 m de largura x 0,9 m de altura). A temperatura no interior do estufim varia geralmente entre 20-32 °C e umidade relativa do ar mantem-se superior a 80%, sendo a irrigação realizada por microaspersão durante 5 minutos, 5 vezes por dia. As miniestacas permaneceram nesta condição por 70 dias, momento em que foi realizada a avaliação do experimento. O experimento foi instalado em junho de 2017.

Avaliou-se a porcentagem de enraizamento; porcentagem de miniestacas que apresentavam calos, número



de raízes emitidas por miniestaca enraizada e origem da raiz. Foram consideradas sobreviventes as miniestacas que apresentavam lenho vivo, folhas velhas ou brotações jovens, enraizadas ou não. Com calos foram consideradas as miniestacas vivas, com formação de massa celular indiferenciada na base, enraizadas ou não. A porcentagem de enraizamento foi considerada sobre o total, não somente sobre as miniestacas sobreviventes. Considerou-se como enraizadas aquelas com indução de primórdios radiculares de no mínimo 5 mm de comprimento. Para a origem da raiz, houve a classificação em raiz com origem do calo, raiz com origem no tecido lenhoso (podendo ser do córtex, câmbio, raio vascular ou parênquima do floema) e em ambos os locais.

Após a verificação da normalidade dos dados, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, e da homogeneidade pelo teste de Bartlett, realizou-se a análise de variância. Quando necessário, os dados foram transformados pela função $(x + 0,5)0,5$, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Para as variáveis enraizamento, calogênese e número de raízes, por meio de análise de variância foi observado que não houve diferença significativa entre as espécies (ANOVA - $p < 0,05$). A espécie *E. saligna* apresentou média um pouco maior de enraizamento e calogênese, porém o teste Skott-Knott mostrou que essa diferença não é significativa.

A média geral de enraizamento foi de 51,2%, com variação entre 48,1% (*E. deanei*) e 53,7% (*E. saligna*). Higa e Borsatto (1983) obtiveram em seus estudos taxas de enraizamento que variaram de 23,8% a 85,7% para *E. deanei*, e de 28,8% a 100% para *E. saligna*. Quanto à porcentagem de estacas com calos formados, a média geral foi de 54,6%, sendo que a espécie *E. saligna* apresentou a maior média (62,9%) e a espécie *E. deanei* a menor (45,5%). Para a variável número de raízes, a média geral foi de 1,69 raízes por estaca. Lima e Ohashi (2016) destacam a importância não apenas do percentual de raiz formada nas estacas, mas também do desenvolvimento do sistema radicular. O número de raízes formadas nas estacas aliada ao comprimento de raízes, por exemplo, são informações muito relevantes, pois indicam que as mudas possuirão maiores chances de sobrevivência quando transplantadas para o campo.

Frequentemente as raízes emergem dos calos, levando a acreditar que sua formação é essencial para o enraizamento. Em espécies de fácil enraizamento, a formação de raízes é independente da formação do calo, e embora ambos envolvam a divisão celular. A simultânea ocorrência é devido à independência das mesmas condições internas e ambientais. Para espécies de difícil enraizamento, a origem das raízes adventícias tem sido associada com a formação de calos (HARTMANN et al., 2002).

Quanto a origem das raízes (Tabela 2) a maior parte das raízes teve origem do tecido lenhoso, caracterizando-as como de fácil enraizamento. As espécies que apresentam iniciais de raízes pré-formadas (raízes originadas no tecido lenhoso) geralmente enraízam mais fácil e rapidamente. As raízes induzidas por lesões no

Tabela 1. Porcentagem de enraizamento, calogênese e número de raízes nas diferentes espécies de eucalipto.

Clone	Estrutura		
	Enraizamento (%)	Calos (%)	Nº de raízes
<i>E. saligna</i>	53,7 ^{ns}	62,9 ^{ns}	1,59 ^{ns}
<i>E. deanei</i>	48,1	45,5	1,85
<i>E. camaldulensis</i>	51,8	55,5	1,64

^{ns} não significativo a 5% de erro.

Tabela 2. Origem das raízes - % (calo, tecido lenhoso ou ambos) nas diferentes espécies de eucalipto.

Clone	Origem da raiz (%)		
	Calo	Tecido lenhoso	Calo e tecido lenhoso
<i>E. saligna</i>	17,2 a	48,3 b	34,5 a
<i>E. deanei</i>	7,7 b	57,7 a	34,6 a
<i>E. camaldulensis</i>	17,8 a	64,4 a	17,8 b

* Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.



tecido (calos) desenvolvem-se somente após o preparo das estacas. Estas são denominadas como formadas devido ao processo de desdiferenciação e rediferenciação que sofrem (HARTMANN et al., 2002).

Conclusões

Conclui-se que não houve diferença significativa entre os clones das espécies analisadas no enraizamento, na formação de calos e no número de raízes. As três espécies apresentaram maior número de raízes originadas no tecido lenhoso, indicando que são espécies com bom potencial de enraizamento pois não passam pelo processo de diferenciação.

Referências

BORBA, A. M. de; BRUNE, A. Enraizamento de estacas de *Eucalyptus*: um mito desfeito. **Silvicultura**, v. 8, n. 32, p. 758-60, 1983.

CAMPINHOS JUNIOR, E. Produção de propágulos vegetativos

por enraizamento de estacas de *Eucalyptus* spp em viveiro. In: SEMINÁRIO DA AMCEL, 2, Serra do Navio, 1983. 16 p.

DEWAULLE, J. C.; LAPLACE, Y.; QUILLET, G. Produção massal de estacas enraizadas de *Eucalyptus* na República Popular do Congo. **Silvicultura**, v. 8, n. 32, p. 779, 1983.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 221 p.

HARTMANN, H. T.; KERSTER, D. E.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HIGA, R. C. V.; BORSSATO, I. **Propagação vegetativa por estaquia de espécies/procedências de *Eucalyptus***. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 2 f. (EMBRAPA-URPFCS. Pesquisa em andamento, 31).

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. (Série cadernos didáticos, 83).

TREVISAN, R.; SCHWARTZ, E.; KERSTEN, E. Capacidade de enraizamento de estacas de ramos de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) de diferentes cultivares. **Revista Científica Rural**, v. 5, n. 1, p. 29-33, 2000.



Determinação de zonas para o número de falhas e plantas mortas em um plantio comercial de *Eucalyptus* sp. no Rio Grande do Sul

Lúcio de Paula Amaral¹; Rafael Marques Nascimento²; Vilmar Fernando Kunz de Santana³;
Regiane Aparecida Ferreira⁴

¹Doutro em Engenharia Florestal, professor Adjunto do Departamento de Engenharia Rural, PPGAP–Colégio Politécnico, UFSM, Santa Maria, RS, amaralufsm@gmail.com; ²Mestre em Agricultura de Precisão, PPGAP–Colégio Politécnico, UFSM, Santa Maria, RS; ³Graduando em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS; ⁴Engenheira Florestal autônoma, Santa Maria, RS

Resumo: As geotecnologias e análises espaciais associadas a dados de campo geram informações importantes sobre os plantios florestais. Neste trabalho foi realizado o mapeamento em SIG do número de falhas e do número de plantas mortas em um plantio comercial de *Eucalyptus* sp. no Rio Grande do Sul. Os mapas mostraram que ambos ocorreram pontualmente na floresta. Foi possível determinar zonas de maior ocorrência de falhas e de plantas mortas, no total de 4,69 ha (3,22% da área). A falha foi a variável de maior ocorrência, possivelmente devido ao excesso de resíduos da colheita florestal.

Palavras-chave: Eucalipto; Silvicultura de precisão; Agricultura de precisão.

Introdução

As formações florestais, sejam originadas por plantios florestais comerciais – silvicultura, sejam florestas nativas, geralmente apresentam algum grau de estrutura espacial ou auto-correlação para suas variáveis ou atributos (AMARAL, 2010, 2014). Este pressuposto, permite utilizar o conhecimento da variabilidade espacial para auxiliar na definição do manejo mais adequado para distintas zonas de manejo, zonas de produção ou unidades de gestão, dentre outras denominações para distintas áreas homogêneas dentro de uma mesma população, com demandas de manejo e tratamentos culturais específicas, configurando a Silvicultura de Precisão ou Floresta de Precisão, assim como na Agricultura de Precisão (AMARAL, 2014; MOLIN et al., 2015).

Para Vettorazzi e Ferraz (2000) a Silvicultura de Precisão pode ser considerada um método de gerenciamento das atividades silviculturais, que se baseia na coleta e análise de dados geoespaciais, viabilizando intervenções localizadas na floresta, com a exatidão e precisão adequadas. Este conceito é aplicável tanto a florestas plantadas, como àquelas de ocorrência natural e exploradas sob regime de manejo sustentável. A Floresta de Precisão, ora entendida como Silvicultura de Precisão, Colheita de Precisão, Manejo Florestal de Precisão, tem sido vista como tendência de sustentabilidade para a produção de florestas plantadas e melhor entendimento das florestas nativas, abordando questões de variabilidade de atributos do solo, clima, pragas e doenças, proteção florestal contra incêndios,

dentre outras aplicações (MAEDA et al., 2014, 2015; ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DA BASE FLORESTAL, 2016).

Independentemente da terminologia adotada, o uso das geotecnologias é cada vez maior para a coleta de dados, armazenamento, monitoramento, processamento, geração de informação, mapeamento e suporte a tomada de decisões, dentre outros fins, aplicados a resolução dos mais variados problemas. Os métodos e técnicas de geoprocessamento, com o apoio da geoestatística, análise espacial e da estatística clássica, têm fornecido subsídios para a identificação e a correlação das variáveis que afetam a produtividade agrícola e florestal, por meio do armazenamento, tratamento, cruzamento e da sobreposição dos dados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Segundo Gonçalves e Álvares (2005), a adoção da silvicultura de precisão, bem como o da agricultura de precisão, pressupõe o uso de tecnologias da informação, como o sensoriamento remoto, os sistemas globais de navegação por satélites (GNSS) e os sistemas de informações geográficas (SIG), além do uso de máquinas e implementos capazes de realizar serviços ou aplicações, localizadas e variadas, de insumos diversos, bem como de operações florestais multilinhas e multifunções (AMARAL, 2018). Gonçalves e Álvares (2005) ainda comentam que se tem conseguido maior precisão e detalhamento técnico-financeiro de recomendações silviculturais, cada vez mais específicas, resultando em melhor adequação da planta ao ambiente e na diminuição das ocorrências e dos graus de gravidade dos impactos ambientais negativos. Com isso, ocorre



a otimização dos rendimentos operacionais, a racionalização no uso de insumos e a redução dos custos de produção, bem como a formação de *standes* mais uniformes.

A análise espacial é uma das bases para o desenvolvimento de pesquisas e trabalhos com agricultura de precisão, floresta de precisão, dentre outras inúmeras aplicações. Para tanto, faz uso também de outras geotecnologias como o posicionamento pelo GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite), o uso de banco de dados espaciais (BDE), o uso de sistemas de informações espaciais (SIG), sensoriamento remoto (SR), fotogrametria digital e foteointerpretação, principalmente com uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) ou aeronaves remotamente pilotadas (ARPs), processamento de imagens, geoestatística, cartografia digital e temática, dentre outras. As características da análise espacial referem-se às potencialidades que os SIG têm de realizar simultaneamente análises de dados espaciais e seus atributos alfanuméricos. Essas aplicações são fundamentais para esse tipo de sistema, tornando-o diferenciado dos *softwares* gráficos e de outros sistemas de informação (FITZ, 2008).

Para Molin et al. (2015), dentro da abordagem da agricultura de precisão, o que pode ser extrapolado também para floresta de precisão, para realizar a análise de dados e obter mapas em SIG, é necessário que ocorram em várias etapas tais como o planejamento da grade amostral (geração da grade para que os pontos estabeleçam a mais fiel representação amostral da área), análise espacial exploratória dos dados (realizar análise descritiva dos dados coletados), modelagem do comportamento espacial de cada atributo (avaliação espacial de cada atributo na área de estudo), obtenção das superfícies interpoladas (estimativa de valores não amostrados, com base na vizinhança amostrada), análise das superfícies obtidas (são realizadas interpretações visuais e/ou numéricas e estatísticas), recomendação da intervenção (integrar informações contidas em diferentes mapas, assim, gerando novos mapas, voltados para intervenções na área em estudo – recomendação técnica), dentre outros aspectos.

Por fim, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), estão difundidos por sua capacidade de auxiliar gestores na tomada de decisão nas mais variadas áreas do conhecimento. Dentro do contexto de SIG, existe um pilar definido Análise Espacial, que consiste, de acordo com O'Sullivan (2009), na distribuição de entidades espaciais em conjunto com a distribuição dos atributos dos dados.

No monitoramento de plantios florestais, são utilizadas diversas geotecnologias, como as aeronaves remotamente pilotadas. Mas a análise espacial em SIG pode ser associada à dados de inventários e levantamentos a campo, possibilitando até mesmo o reuso de dados já coletados, com possibilidade de obter

informações que, em muitos casos, ainda não foram exploradas pelos gestores. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade espacial do número de falhas e de plantas mortas em um plantio comercial de *Eucalyptus sp.*, determinar possíveis zonas distintas para estas variáveis combinadas, e determinar as estatísticas associadas as mesmas, utilizando SIG e análises espaciais.

Materiais e métodos

A área em estudo compõe uma fração de um Horto Florestal, localizado no município de Butiá-RS, na Região Carbonífera do Estado do Rio Grande do Sul. A mesma encontra-se entre as coordenadas 30° 05' 00" a 30° 06' 30" de latitude Sul e 51° 52' 00" a 51° 54' 00" de longitude Oeste, com altitude média de 104 m em relação ao nível médio do mar. A área de plantio em estudo, estava em regime de reforma florestal, possui aproximadamente 145 hectares com plantio de clones do gênero *Eucalyptus*, dividida em oito talhões com três diferentes materiais genéticos, sendo aproximadamente 55 ha com clone *E. Grandis* x *E. Urophylla*, aproximadamente 62 ha com clone *E. Grandis* x *E. Urophylla* e aproximadamente 27 ha de material genético não identificado.

As principais classes de solo no entorno da floresta em estudo foram Planossolo Háplico Eutrófico (SXe), Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd) e Luvisolo Háplico Órtico (TXo) (STRECK et al., 2008). O clima da localidade, de acordo com a classificação de Koppen, encontra-se numa transição entre temperado quente (Cfb) e temperado subtropical (Cfa). Já segundo a classificação de Koppen adaptado por Maluf (2000), o clima é temperado, mesotérmico brando 2, com temperatura variando entre 11,5° e 13° C e mesotérmico brando 1 entre 13 e 15° C segundo Koppen modificado por Braga e Ghellere (1999) (WREGE et al., 2011).

Na época do levantamento de falhas de plantio e mortalidade, o plantio possuía em torno de 100 dias, momento no qual foram instaladas 36 unidades amostrais (ua) georreferenciadas, distribuídas de forma aleatória na floresta, a aproximadamente 4,3 ha, formando uma grade irregular devido à forma dos talhões em função das áreas de preservação permanente, estradas e carregadores, dentre outros. Os talhões a serem inventariados foram previamente definidos, o número de unidades amostrais para cada talhão foi determinado em função de suas respectivas áreas, e sua locação foi feita mediante caminhamento no interior do talhão de forma aleatória até se chegar aos pontos de implantação das respectivas unidades amostrais. A partir de cada ponto foi estipulado um raio de 9,77 m para delimitação da área de cada ua (299,87m²), dentro



das quais deveria haver 40 plantas de *Eucalyptus sp.*, assim, obtendo-se 1333 plantas ha⁻¹. Foi adotado um desvio admissível de 5%, assim, o número de plantas poderia variar dentro da ua de 38 a 42, sendo equivalente aos limites de 1266 a 1399 plantas por hectare.

Os levantamentos foram realizados em três etapas de 12 unidades amostrais cada, perfazendo um total de 36 unidades. Para medir a área de cada uma foi utilizado trena de 50 m, para demarcar as extremidades das linhas utilizaram-se estacas de madeira. O ponto central de cada unidade foi georreferenciado com um receptor GPS de navegação, com uso de coordenadas projetadas do tipo Universal Transversa de Mercator – UTM, tendo como referência espacial o sistema geodésico WGS84. O erro de posicionamento informado pelo receptor variou de 5 a 10 m. As coordenadas dos pontos foram inseridas em uma planilha, onde foram anotados os dados coletados, sendo a contagem de falhas e a de mortalidade de plantas.

Os dados coletados provenientes do campo foram convertidos em planilhas eletrônicas com auxílio do programa Excel®, sendo referenciadas às coordenadas de cada unidade amostral. No Excel foi realizada a análise de estatística descritiva dos dados amostrais para melhor entendimento dos mesmos. Posteriormente a tabela com os dados de campo foi adicionada para o SIG Arc Map® 10, convertida em *shapefile* de feição pontual, para posterior interpolação dos dados por ponderação pelo inverso da distância (IDW), afim de gerar superfícies que descreveram variabilidade espacial das variáveis levantadas a campo, gerando mapas (planos de informação) das mesmas.

Resultados e discussões

As variáveis número de falhas e números de plantas mortas apresentaram, respectivamente, médias de 1,19

e 0,11; variância de 1,59 e 0,16; desvio padrão de 1,26 e 0,40; coeficiente de variação de 105,56 e 358,57. Segundo Andriotti (2003) valores de coeficiente de variação abaixo de 40% refletem homogeneidade da amostra, já valores elevados, acima de 100%, representam amostras com grande heterogeneidade.

O comportamento observado nos dados se deve, provavelmente, em função das variáveis ocorrerem de forma dispersa na floresta, como eventos pontuais na área de estudo. Este comportamento foi um ponto positivo para o desenvolvimento da floresta. Indica que em muitas unidades amostrais não foram observadas as variáveis que caracterizam problemas ou baixa qualidade das atividades silviculturais no plantio, tais como número de falhas e plantas mortas, mantendo altos e homogêneos o número de plantas por ua.

O número de falhas foi a variável de maior abrangência entre as unidades amostrais e por consequência entre os talhões (Figura 1a), variando de 0 a 5 plantas (0% a 12,5%). Grzybowski et al. (2012) avaliaram um plantio de *Eucalyptus grandis* na Fazenda Inácio em Riversul-SP, e observaram que as falhas de plantio também foi o principal problema encontrado em seu estudo, onde representou 20,3% de covas sem plantio, em relação ao número de indivíduos do povoamento. Já a mortalidade de indivíduos ocorreu de maneira pontual no plantio em estudo (Figura 1b), variando de 0 a 2 plantas mortas por ua (0% - 5%). No entanto, seria indicado e viável uma intervenção de replantio, onde a atividade poderia ser feita de maneira localizada, sendo desnecessário percorrer toda a área plantada. No levantamento realizado por Grzybowski et al. (2012), a mortalidade representou 8,5% das plantas levantadas.

Por álgebra de mapas, foi obtido no SIG a variabilidade espacial da soma do número de falhas de plantio e do número de plantas mortas (Figura 2a). Observou-se a variação de 0 a 6 plantas por ua (0% - 15%), com ocorrência de regiões onde estes problemas foram

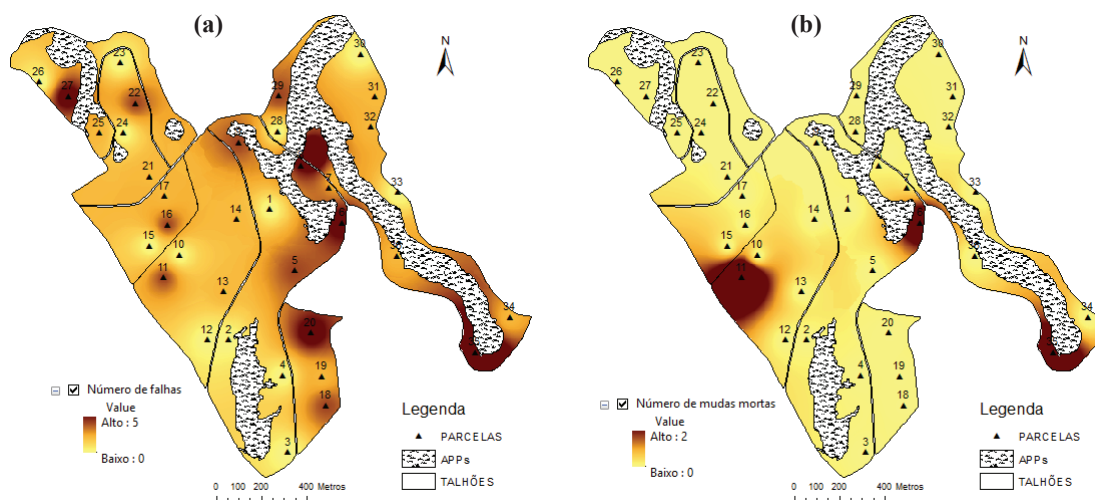


Figura 1. Variabilidade espacial do número de falhas de plantio (a) e do número de plantas mortas (1.b) na área de estudo.

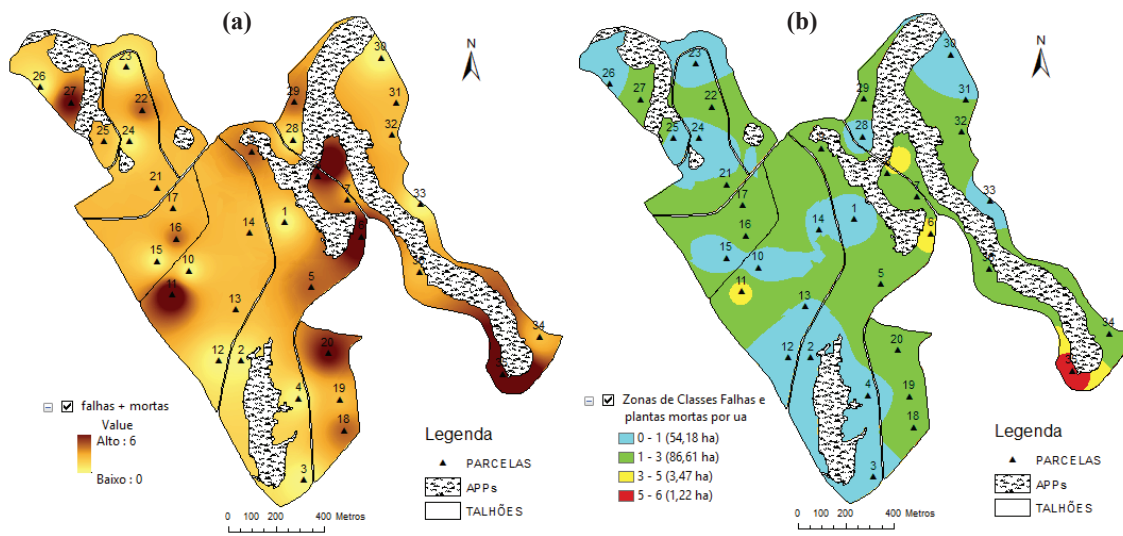


Figura 2. Resultado da álgebra de mapa (a) e zonas de ocorrência de falhas e plantas mortas na área de estudo (b).

mais intensos. O comportamento das falhas pode ter sido influenciado pelo excesso de resíduos de colheita florestal na área. Já para a mortalidade, nota-se que as atividades de plantio não proporcionaram alta mortalidade de plantas, indicando serem adequadas as operações para esta variável. Na Figura 2b, foi criado um mapa com quatro zonas de número de falhas de plantio e número de plantas mortas, onde foi possível observar que se faz necessário intervir na floresta, com replantio de mudas, em apenas 4,69 ha (aproximadamente 3,22 %) em toda área de estudo (aproximadamente 145 ha).

Os resíduos florestais agregam qualidade ao solo, mas dificultam as operações das próximas atividades silviculturais, quando for o caso de se reformar ou conduzir a nova floresta. Os galhos grossos, as toras residuais esquecidas pelos operadores do baldeio, as árvores finas derrubadas e não retiradas, todas acabam atrapalhando a movimentação das máquinas das operações de preparo do solo e de plantio. Por essa razão, muitas empresas têm como prática enleirar os restos de colheita, ou de retirar a galharia grossa e toretes para uso como biomassa combustível. Os restos florestais de pequeno diâmetro e as cascas não são fatores que atrapalham as máquinas, se bem dispersos ou se enleirados corretamente (FOELKEL, 2007).

Para Ruza et al. (2017) os inventários florestais de sobrevivência têm importância, pois são utilizados para identificar previamente a mortalidade e, garantir que a silvicultura possa intervir a tempo na floresta, para que no futuro, os plantios sejam mais homogêneos e produtivos.

Com o auxílio de mapas, gerados por dados de campo interpolados em SIG ou por outras geotecnologias, a exemplo de imagens obtidas por sensores embarcados em aeronaves remotamente pilotas, podem ser conhecidos os locais prioritários para a realização

destas intervenções, que no caso do mapas de zonas de falhas e mortalidade (Figura 2b) são as regiões em vermelho e amarelo.

Conclusões

A análise espacial em SIG mostrou grande potencial para mapear a variabilidade espacial do número de falhas e de plantas mortas em um plantio comercial de *Eucalyptus* sp., com uso de dados de levantamento de campo.

Com os dados e metodologia utilizados foi possível determinar zonas de falhas de plantio e de plantas mortas na floresta comercial de *Eucalyptus* sp., sendo encontrados 4,69 ha com necessidade de replantio de mudas, conhecendo sua localização em meio a floresta. Estas informações, se obtidas em tempo adequado, permitem a intervenção em áreas específicas na floresta.

Outras geotecnologias e procedimento podem ser adotados para também obter essas informações, e podem atender grandes extensões de área. Independente da geotecnologia e procedimentos disponíveis, o importante é adotar a Silvicultura de Precisão para a formação de florestas mais produtivas, com maior eficiência no uso de recursos, gestão otimizada e menor impacto ambiental.

Referências

- AMARAL, L. P.; FERREIRA, R. A.; DULLIUS, M.; WATZLAWICK, L. F. Geoestatística aplicada à caracterização de florestas. In: FARIA, A. B. C.; BRUN, E. J.; FERRARI, F. (Org.). **Ciências florestais e biológicas – CIFLORBIO**. Curitiba: Ed da UTFPR, 2015. p. 159-192. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1594/1/cienciasflorestais.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2017.



- AMARAL, L. P. **Geoestatística aplicada ao manejo florestal experimental em Floresta Ombrófila Mista**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- AMARAL, L. P. **Geoestatística na caracterização do solo e da vegetação em Floresta Ombrófila Mista**. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava.
- AMARAL, L. P. Silvicultura de precisão: a evolução da Silvicultura de Precisão. **Opiniões**, v. 15, n. 50, p. 18-20, 2018.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo: Ed da Unisinos, 2003, 165 p.
- ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL. **Silvicultura de precisão é tendência na produção de floresta plantada**. Disponível em: <<http://www.apreflorestas.com.br/noticias/congresso-florestal/652/silvicultura-de-precisao-e-tendencia-na-producao-de-floresta-plantada>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- FITZ, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 143 p.
- FOELKEL, C. **Gestão eficiente dos resíduos florestais lenhosos da Eucaliptocultura**. 2007. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2018.
- GONÇALVES, J. L. M.; ÁLVARES, C. A. A silvicultura de precisão e as exigências ambientais. **Visão Agrícola**, n. 4, p. 80-82, 2005. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-ciencia-e-tecnologia01.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2018.
- GRZYBOWSKI, C. U.; COELHO, V. C. M. Avaliação qualitativa e quantitativa de povoamento de *Eucalyptus Grandis* na fazenda Santo Inácio – Riversul/SP. In: ENCONTRO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1., Jaguariáiva. **Anais...** Jaguariáiva: Faculdade União Latino-Americana de Tecnologia, 2012. p. 76-82.
- MAEDA, S.; AHRENS, S.; CHIARELLO, S. R.; OLIVEIRA, E. B.; STOLLE, L.; FOWLER, J. A. P.; BOGNOLA, I. A. **Resultados de um novo olhar: silvicultura de precisão**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 467-477.
- MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de textos. 2015. 238 p.
- O’SULLIVAN, D.; UNWIN, D. J. **Geographic information analysis**. New York: John Wiley & Sons, 2009. 41 p.
- RUZA, M. S.; CORTE, A. P. D.; HENTZ, A. M. K.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, C. A.; SCHOENINGER, E. R. Inventário de sobrevivência de povoamento de *Eucalyptus* com uso de redes neurais artificiais em fotografias obtidas por VANTS. **Advances in Forestry Science**, v. 4, n. 1, p. 83-88, 2017.
- STRECK, V. S.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3 ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.
- VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. Silvicultura de precisão: uma nova perspectiva para o gerenciamento de atividades florestais. In: BORÉM, A.; GIUDICE, M. P. del; QUEIROZ, D. M. de; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R. do; GOMIDE, R. L. (Ed.). **Agricultura de precisão**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 65-75.
- WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região sul: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 333 p.



Estimativa do crescimento de diferentes clones híbridos de *Eucalyptus* no distrito de Paraguari, Paraguai

Luis Fernando Garay Guanes¹; Junior Javier Rivas Giménez²; Maria Laura Quevedo Fernandez³; William Tomaz Folman⁴; Jorge Paiva Avalos⁵

¹Estudante de Engenharia Florestal, Universidade Nacional da Assunção, San Lorenzo, Paraguai, luisguanes53@gmail.com; ²Estudante de Engenharia Florestal, Universidade Nacional da Assunção, San Lorenzo, Paraguai, javierrivas092@gmail.com; ³M. Sc. en Engenharia Florestal, Universidade Nacional da Assunção, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ⁴Doutor em Engenharia Florestal; ⁵Engenheiro Florestal, Felber Forestal, Caazapá, Paraguai, jordan_paiva@hotmail.com

Palavras-chaves: Crescimento; Inventario florestal; Eucalipto.

Introdução e objetivos

O inventário florestal permite a avaliação do estado atual e fornece a base para análise e planejamento, que constituem o ponto de partida do bom manejo florestal. Sua importância reside no fato de que só é possível adotar decisões baseadas em informações confiáveis e sólidas, razão pela qual um processo cíclico de coleta de dados, tomada de decisão e avaliação dos resultados obtidos é necessário (CHAGAS CAMPOS; GARCIA LEITE 2013).

As plantações florestais favorecem o uso social, ecológico e econômico dos recursos florestais. Várias empresas envolvidas nesta atividade requerem dados confiáveis para garantir o uso ideal dos recursos, através de um bom planejamento que ajuda a determinar a quantidade de madeira a ser colhida; Além de conhecer e controlar variáveis, tais como volume de estoque e taxas de crescimento. As atividades de inventar o recurso e de prever o crescimento e aumento do mesmo, são uma parte essencial na administração de uma plantação (GARCÍA NIETO et al., 2017).

Considerando o potencial de uso de madeira de eucalipto no Paraguai e o avanço na pesquisa no setor florestal, esta pesquisa teve o objetivo geral de estimar o crescimento de diferentes clones de híbridos de eucalipto em uma plantação florestal no distrito de Paraguari, Paraguai

Materiais e métodos

O estudo foi realizado no estabelecimento Jerovia da Agroganadera R5, localizada na empresa Cerro León, distrito de Paraguari, no departamento do mesmo nome na Região Leste. Nesta área de estudo predominam os solos da ordem Alfisol. Este tipo de solo é rico em alumínio (Al) e ferro (Fe), com um regime típico, o

que significa que o solo não está seco durante a maior parte do ano, com um regime de precipitação de 1.500 mm por ano no departamento.

O propósito das plantações é enérgico e tem espaçamento de 4 m x 2 m, densidade 1.250 árvores/ha, de diferentes idades e origem, procurando obter variedades com maior rendimento e adaptação ao tipo de solo já mencionado. Os clones foram considerados para o estudo: VM01 (*Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis*), I144 (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, I407, A08, KL108, AEC2034 (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *urophylla*, AR01, KL103, AEC2111 *E.urophylla* x (*E.camaldulensis* x *E.grandis*).

Com o software ArcGIS 10.4, uma malha de pontos foi feita, georreferenciada e distribuída aleatoriamente, considerando que a massa da floresta é heterogênea, estratificando a mesma e localizando as parcelas em um mapa de base da área.

Dos 200 ha de plantação, foram delimitados aproximadamente 165 ha, dos quais 35 ha definidos como zonas improdutivas, portanto, não faziam parte do planejamento do gabinete. Nas zonas produtivas, foram encontrados 41 stands, selecionados de acordo com o material genético.

No mês de outubro de 2017, foram instaladas parcelas retangulares de 20 m x 25 m (500 m²). Foi realizada uma pré-amostragem de 4 parcelas por suporte ao cálculo do número de parcelas a serem instaladas.

Dados como DAP e Ht foram gravados em um modelo de campo pré-designado para o efeito. O DAP foi medido com fita diametral na altura 1.30 do solo, a altura total até o ápice da árvore foi medida com o clinômetro, pois sua instalação foi contada no suporte de fitas métricas. Os vértices da parcela foram marcados com tinta indicando a direção da medida, na árvore 1 a marcação foi realizada com três anéis completos e um anel na base seguindo o norte, e uma participação de 1,5 m foi colocada, o que Foi pintado de amarelo e



Tabela 1. Material genético.

Povoamento	Material genético	Idade (meses)	Superfície (ha)
1	I144	28	2,8
2	VM01	30	0,5
3	VM01	32	16,0
4	VM01	32	29,4
5	VM01	32	5,7
6	VM01	29	6,3
7	I144	28	1,6
8	I144	28	4,3
9	I144	28	4,1
10	VM01	29	8,5
11	A08	30	2,6
12	A08	30	1,9
13	I407	32	1,8
14	A08	31	3,4
15	VM01	31	1,4
16	A217	30	3,4
17	A08	27	3,1
18	A08	27	8,2
19	I144	25	5,2
20	AEC2034	13	0,6
21	AEC2111	29	2,0
22	VM01	26	1,5
23	VM01	26	2,2
24	KL103	29	1,7
25	KL103	29	0,7
26	AR01	29	2,1
27	KL108	30	1,3
28	VM01	31	3,0
29	VM01	31	10,8
30	I407	31	2,7
31	I407	31	0,9
32	VM01	29	4,6
33	VM01	31	10,3
34	VM01	29	2,9
35	VM01	29	1,5
36	VM01	29	1,2
37	VM01	29	8,6
38	I144	32	2,2
39	I144	32	1,8
40	I144	31	1,9
41	I407	32	6,7

na parte superior o suporte e a parcela a que pertence foi indicado com tinta preta, a última árvore foi marcada com dois anéis completos e um na base. Assim, todas as árvores no limite da parcela foram marcadas com meio anel. Em média, 60 indivíduos foram avaliados.

Os dados do inventário foram processados em planilhas digitais Excel, tendo os parâmetros dasométricos, a área basal foi calculada, a média das alturas totais e a estimativa do volume, pois utilizou-se um fator de 0,4, sugerido pela empresa.

Depois de obter o volume de cada árvore, procedemos à soma total para analisar o crescimento de cada clone usando a forma do IMA (Aumento médio anual) para divulgar seu desempenho.

Resultados e discussão

• Determinação dos parâmetros dasométricos de diferentes clones de híbridos de Eucalipto

Levando em consideração o primeiro parâmetro dasométrico, na Figura 1 o DAP médio por material genético é observado

O valor mais alto foi de 0,12 m com idade de 29 meses, o que corresponde ao clone híbrido VM01 (*urophylla* x *camaldulensis*). Por outro lado, o valor mais baixo, 0,05 m de DBH e 13 meses de idade, correspondente ao clone do híbrido AEC 2034 (*camaldulensis* x *grandis*) x *urophylla* para as condições edafoclimáticas.

Levando em consideração o segundo parâmetro dasométrico, a Figura 2 mostra a altura média, por material genético

A altura média mais alta foi de 15,32 m com uma idade de 29 meses, o que corresponde ao clone do híbrido AEC 2111 *E. urophylla* x (*E. camaldulensis* x *E. grandis*). Por outro lado, a altura média mais baixa foi de 5,27 m, com uma idade de 13 meses, o que corresponde ao clone do híbrido AEC 2034 (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*.

Com os dados obtidos nas medições e cálculos, o volume por suporte foi estimado (Figura 3). Utilizou-se o fator de forma 0,4, sugerido pelos técnicos da empresa

O volume médio mais alto com uma idade de 26 meses correspondente ao híbrido I144 (*E. urophylla* x *E. grandis*). Por outro lado, observou-se o menor volume médio com o híbrido AEC2034 (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla* com 13 meses de idade. Deve-se notar que estes últimos correspondem aos indivíduos mais jovens da empresa.

Na Figura 4 o aumento médio anual por material genético por povoamento é apresentado.

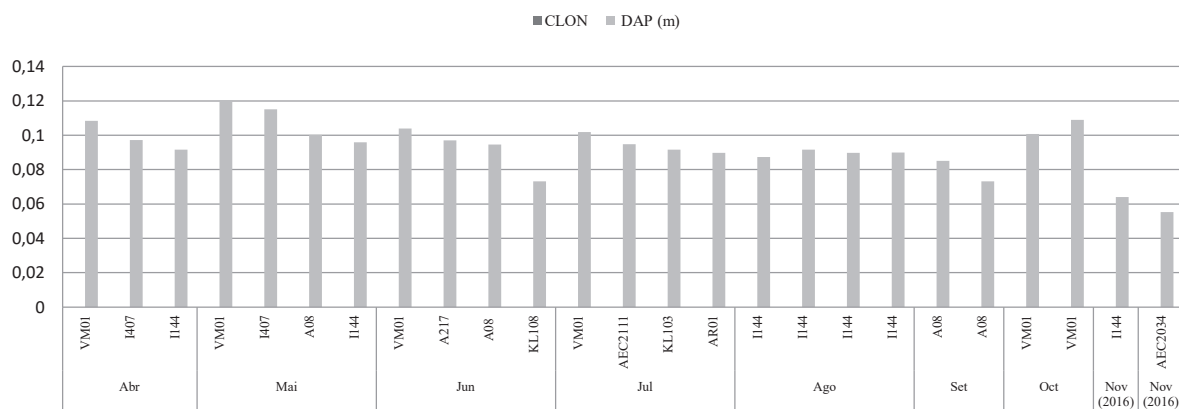


Figura 1. DAP promedio por material genético.

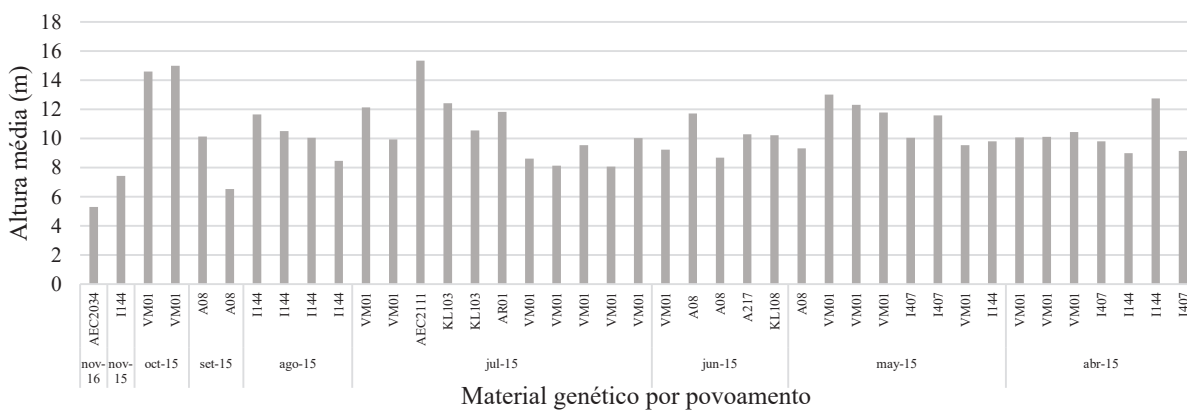


Figura 2. Altura média por material genético.

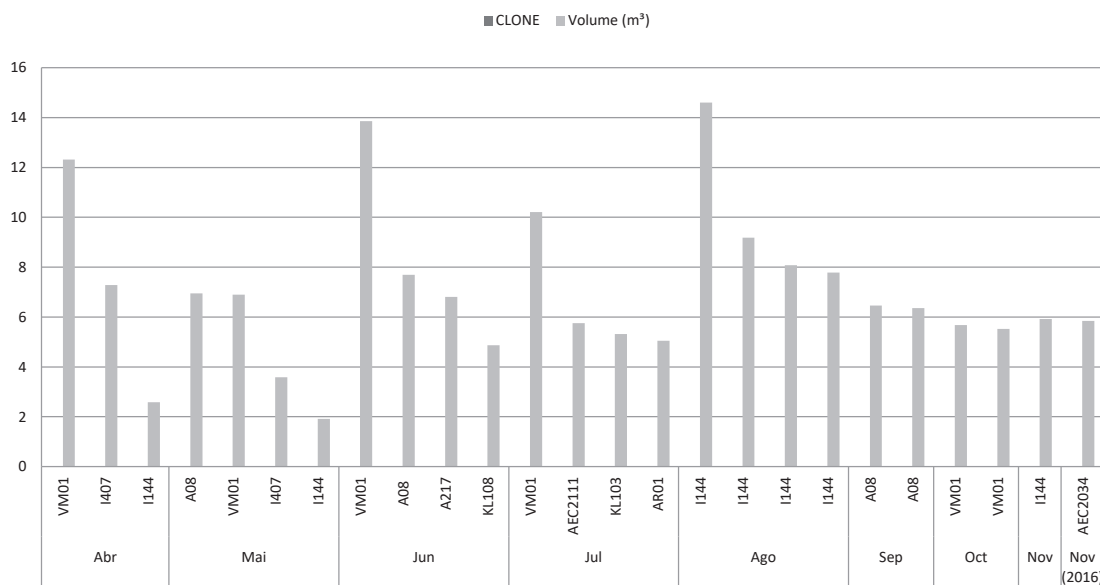


Figura 3. Volume médio por material genético por povoamento.

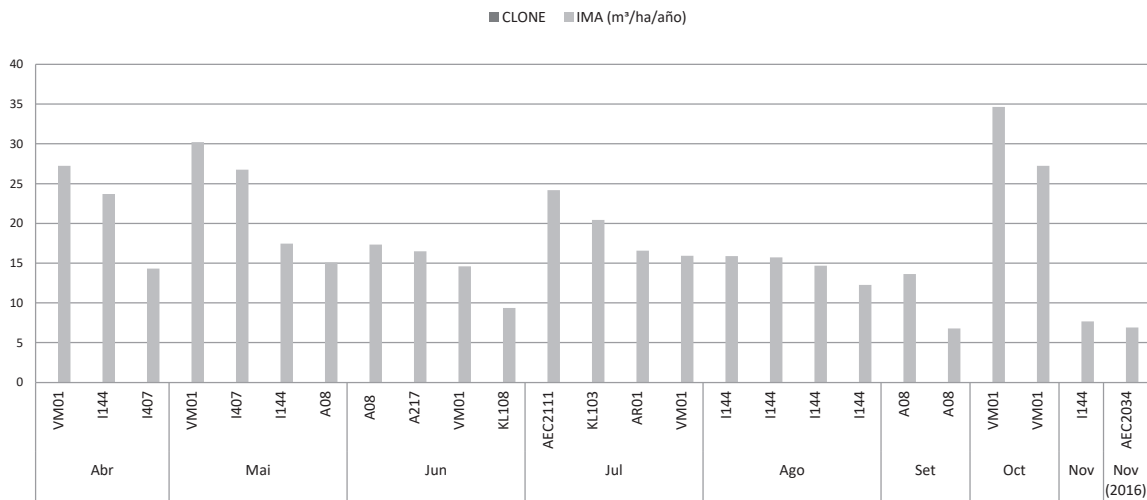


Figura 4. Aumento médio anual por material genético por povoamento

O maior IMA, com um valor de 34,65 m³ / ha / ano com 26 meses de idade, foi apresentado com o VM01 híbrido (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*). Por outro lado, o menor valor de 6,80 m³/ha/ano, foi observado no híbrido A08 com idade de 25 meses.

De acordo com (CHAGAS CAMPOS; GARCÍA LEITE, 2013), a idade da taxa de crescimento máximo geralmente ocorre entre 18 a 30 meses, que pode ser observada no VM01 híbrido que se situa entre esses intervalos de crescimento.

Na Figura 5 o incremento mensal médio por suporte é apresentado.

O maior IMM foi observado no híbrido A08, com um valor de 2,88 m³/ha/mês e uma idade de 30 meses. Por outro lado, o valor mais baixo, 0,56 m³/ha/ano,

foi apresentado no híbrido VM01 (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*), com idade de 29 meses.

Referências

CHAGAS CAMPOS, J. C.; GARCIA LEITE, H. **Mensuração florestal**: perguntas e respostas. 4. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2013. 605 p.

GARCÍA NIETO, M.; MARTÍNEZ TRINIDAD, T.; DE LOS SANTOS POSADAS, H.; LUGO ESPINOSA, O.; ACOSTA MIRELES, M.; ENRIQUE ARJONA-SUAREZ, E.; JIMÉNEZ CASAS, M. Aplicação do processo unificado no desenvolvimento de software que estima estoque de madeira e crescimento em plantações de eucalipto. **Madera y Bosques**, v. 23, n. 1, p. 163-178, 2017.

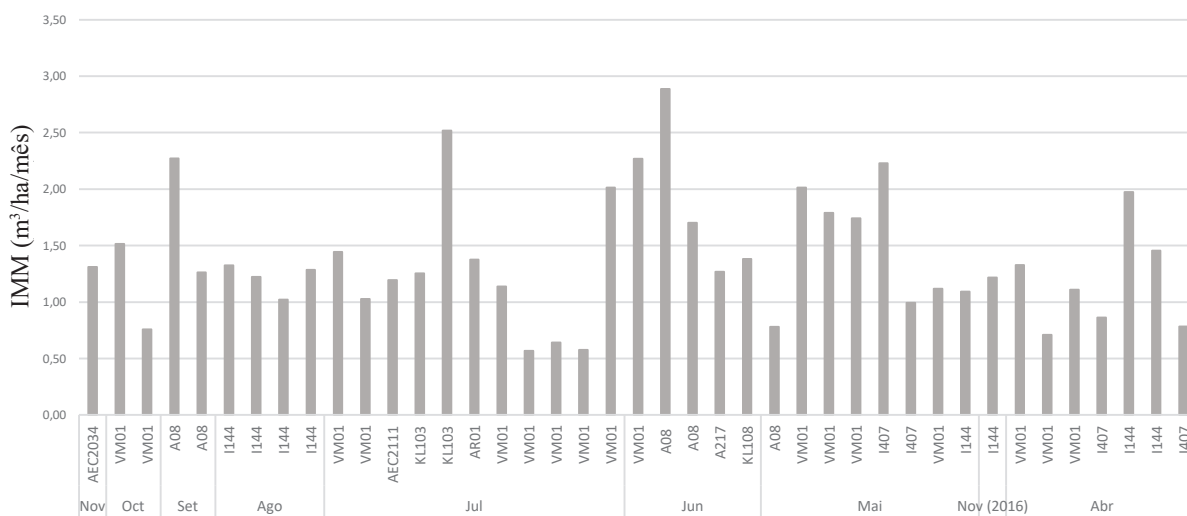


Figura 5. Incremento mensal médio por material genético por povoamento.



Estimativa do teor de nitrogênio foliar em *Eucalyptus* por sensor hiperespectral

Luiz Felipe Ramalho de Oliveira¹; Laís Grazielle Silva²; Reynaldo Campos Santana³;
Leonardo Henrique Ramalho de Oliveira⁴

¹Doutorando em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, luizfelipe@florestal.eng.br; ²Mestre em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG; ³Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG; ⁴Engenheiro Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estimar o teor de N em folhas de *Eucalyptus* utilizando um sensor hiperespectral pela regressão por mínimos quadrados parciais. Realizaram-se dois estudos para calibração e validação dos modelos para estimativa do teor de N em povoamentos de eucalipto nos municípios de Lassance e Três Marias, Minas Gerais – Brasil. Os teores de nitrogênio foliares podem ser estimados com precisão em *Eucalyptus* por meio de sensor hiperespectral.

Palavras-chave: Monitoramento nutricional; Reflectância foliar; Análise não destrutiva.

Introdução e objetivos

A quantificação dos teores dos nutrientes nas plantas é uma etapa importante para o manejo nutricional e de produção, seja a espécie madeireira, frutífera, folhosa, entre outras. Os teores dos nutrientes foliares podem ser utilizados para ajustar as taxas de fertilizantes e otimizar as recomendações de adubação, aumentando a qualidade do produto e reduzindo o impacto ambiental ocasionado por estas intervenções.

Dentre os nutrientes foliares, destaca-se o nitrogênio (N) com relação direta quanto a produtividade do eucalipto (SMETHURST et al., 2003; JESUS et al., 2012). O N está na planta majoritariamente em ligações covalentes com compostos de carbono e hidrogênio, que interagem com a energia eletromagnética na região do visível e infravermelho próximo (400 – 1000 nm). Além disso, o N faz parte da estrutura molecular da clorofila, grande responsável pela absorção da radiação luminosa na região do visível (400 – 700 nm).

Desta forma, o teor de N vem sendo estimado por meio de sensores em culturas agrícolas por meio de índices de vegetação (CLEVERS; GITELSON, 2013; SCHLEMER et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2017). Contudo índices de vegetação utilizam apenas duas ou três bandas do espectro eletromagnético, que podem não ser suficientes para detectar variações nos teores foliares de N.

Sensores hiper-espectrais são capazes de captar a reflectância em comprimentos de ondas, ou bandas, muito estreitas, em que é possível se extrair bastante informações. No entanto, a modelagem de dados

hiper-espectrais está sujeita a autocorreção e colinearidade. Para contornar este efeito, a regressão por mínimos quadrados parciais vem sendo bastante utilizada na quimiometria.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estimar o teor de N em folhas de *Eucalyptus* utilizando um sensor hiperespectral pela regressão por mínimos quadrados parciais.

Material e métodos

Realizaram-se dois estudos (Estudo I e Estudo II) para calibração e validação dos modelos para estimativa do teor de N em povoamentos de eucalipto nos municípios de Lassance e Três Marias, Minas Gerais – Brasil. O Estudo I foi desenvolvido em povoamentos de eucalipto aos 25 meses de idade, implantados no arranjo de 7 m x 1,3 m, com os clones GG680, GG682, I144. Nestes povoamentos foram alocadas nove parcelas de 10 ha, três por clone. Folhas oriundas do terço inferior das copas das árvores foram classificadas visualmente em cinco padrões de cor (7.5 GY 8/8; 7.5 GY 8/4; 7.5 YR 4/2; 2.5 Y 7/6; 2.5 Y 8/10) tomando como referência a carta de Munsell para tecidos vegetais (Gretag–Macbeth, New Winsor, NY, USA).

Em seguida, procedeu-se a coleta de 30 folhas para cada padrão de coloração em cada uma das nove parcelas. A coleta foi realizada de forma aleatória com caminhamento em zigzag coletando apenas uma folha por árvore. O conjunto de 30 folhas constituiu uma amostra composta, totalizando 45 amostras compostas



(3 clones x 3 parcelas x 5 padrões de coloração foliares). Esta amostragem foi realizada para obter resultados com ampla variação nos teores de N foliares. Imediatamente após a coleta, realizou-se a leitura da reflectância foliar (400 – 900 nm) na parte abaxial de cada folha, a 10 mm da borda inferior, no lado esquerdo das folhas com o mini-espectrômetro CI-710 (CID Bio-Science - Camas, Washington, EUA).

Após a leitura da reflectância, as 30 folhas de cada amostra composta foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa com circulação forçada de ar à 65°C. Depois de moídas, o N total das 45 amostras foi determinado pelo método Kjeldhal (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1990).

O estudo II foi realizado em plantios comerciais do híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla* ST Blake (I144) nas idades de 9, 12, 15, e 25 meses. 16 parcelas de 10 ha foram alocadas, 4 para cada idade. As folhas foram obtidas das 25 árvores do estrato superior dos plantios. Foram coletadas 100 folhas segundo metodologia proposta por Belotti e Silva (2000). Os procedimentos de determinação do teor de nitrogênio e coleta do espectro de reflectância foram os mesmos do estudo I.

Os resultados obtidos nos Estudos I e II foram agrupados em um único banco de dados contendo 45 amostras dos teores de N e reflectância foliares oriundas do Estudo I e 16 amostras dos teores de N e reflectância foliares oriundas do Estudo II. Todos os espectros de reflectância foram suavizados utilizando o algoritmo Savitzky-Golay com polinômio de grau 2 (SAVITZKY; GOLAY, 1964). Além disso, mais três métodos de pré-processamentos do espectro de reflectância foram utilizados comparativamente: transformação logarítmica do espectro de reflectância, primeira e segunda derivada da reflectância.

Os espectros de reflectância pré-processados de cada amostra composta ($n = 61$) constituíram o conjunto de variáveis independentes, em que a reflectância em cada comprimento de onda é uma variável ($n^\circ \lambda = 2884$). Os teores de N foliares, obtidos pela análise química foliar realizada em laboratório, constituiu o conjunto de variáveis dependentes ($n = 61$). Para cada transformação do espectro foram ajustados modelos com base na regressão por mínimos quadrados parciais (PLSR).

O número de variáveis latentes (LV) dos modelos foram determinados com base na minimização da Soma de Quadrado dos Erros Residuais de Predição (PRESS). Durante o processo de calibração e validação do modelo, foram gerados vários modelos para cada transformação do espectro, escolheu-se como melhor modelo aquele que apresentou menor raiz quadrada do erro médio quadrático na calibração e validação ($RMSE_c$ e $RMSE_{cv}$, eq. 1) e maior coeficiente de determinação (R_c^2 e R_{cv}^2). O método de validação cruzada

utilizado foi o leave-one-out (LOOCV), em que se obteve a $RMSE_{cv}$. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software R Core Team (2017) versão 3.4.0, com auxílio da plataforma RStudio versão 1.0.143.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2}$$

em que: Y_i é o teor do nutriente da amostra i estimada pela equação; y_i é o teor do nutriente observado em laboratório da amostra i ; e n é o número total de amostras. $RMSE$ em: $g\ kg^{-1}$.

Resultados e discussão

Em análise dos pré-processamentos da reflectância foliar, verifica-se que o espectro de reflectância foliar suavizado apresentou maior desvio padrão na região do visível (400 – 700 nm), mais especificadamente nos comprimentos de onda entre 550 e 700 nm (Figura 1A). Em comparação ao espectro alisado, a transformação logarítmica da reflectância aumentou o desvio padrão principalmente nos comprimentos de onda próximos à região do azul (400 – 500 nm) (Figura 1B). Enquanto que nos espectros submetidos a primeira derivada, o ponto de máxima inflexão da curva na região do vermelho distante (IPP, ~700 nm) foi a região com maiores desvios padrão (Figura 1C). Algo semelhante pode ser notado ao se verificar comprimentos de onda próximos aos 700 e 730 nm nos espectros submetidos a segunda derivada (Figura 1C).

Os pré-processamentos provocaram mudanças em regiões distintas do espectro de reflectância, o que é interessante para modelar os teores de N foliar, que apresentaram grandes desvios padrão (Tabela 1). Os maiores desvios padrão verificados entre os comprimentos de onda de 550 e 700 nm no espectro apenas alisado (Figura 2A) são compatíveis com aqueles apresentados em várias espécies de plantas (ASNER et al., 2011; DECHANT et al., 2017). Bem como, o aumento no desvio padrão nos comprimentos de onda inferiores a 550 nm ocasionado pela transformação logarítmica do espectro (Figura 2B), também é verificado em outras espécies de plantas (Du et al., 2016). Realizados os pré-processamentos da primeira e segunda derivada do espectro (Figura 2C,D), comprimentos de onda entorno dos 700 nm apresentaram maiores desvios padrão. Essa região do espectro eletromagnético reflete diretamente o estágio fisiológico da planta (HORLER et al., 1983).

Maior precisão foi obtida ao se utilizar a primeira derivada da reflectância com seis variáveis latentes (LV) para estimar os teores de N foliares em eucalipto (Tabela 2). Geralmente, os teores deste nutriente apresentam estimativas com elevada precisão por meio

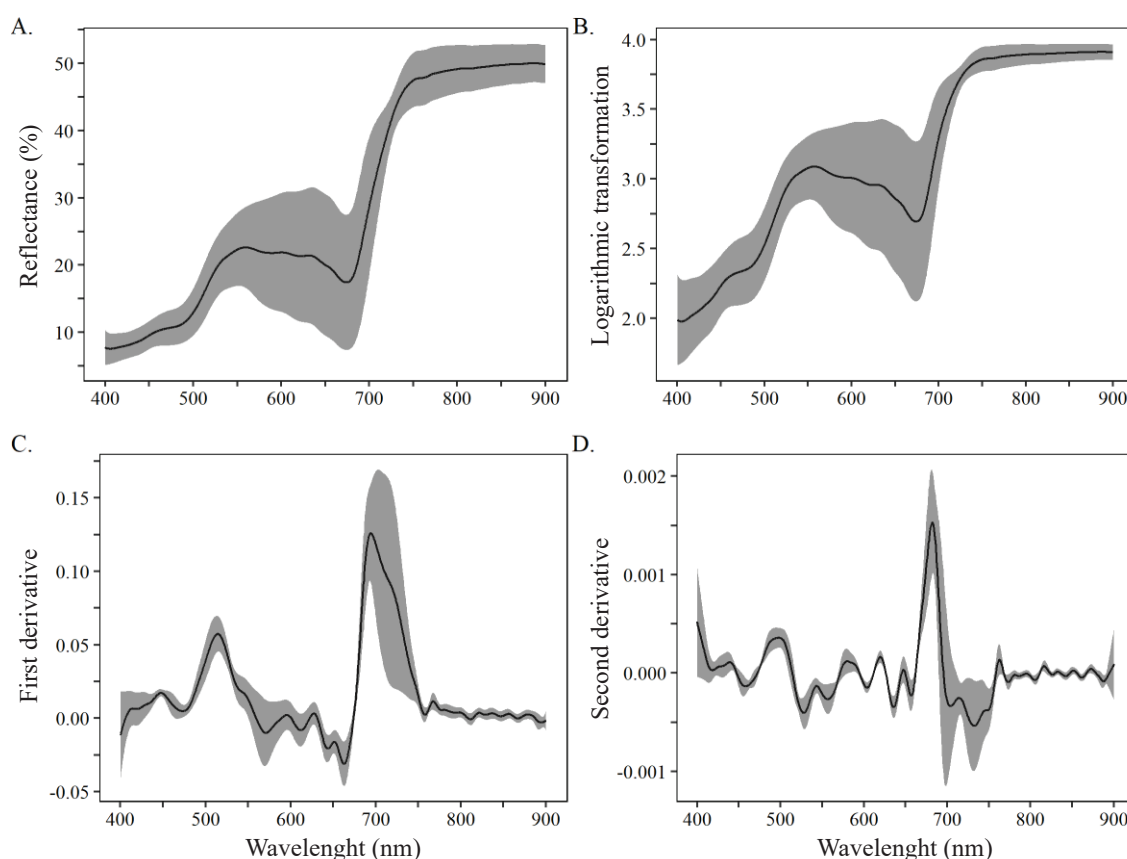


Figura 1. Médias e desvios padrão dos pré-processamentos dos espectros de reflectância. A) Suavização do espectro de reflectância. B) Transformação logarítmica. C) Primeira derivada. D) Segunda derivada.

Tabela 1. Estatística descritiva dos teores de nitrogênio foliares em *Eucalyptus*.

	Médio	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
N (g kg ⁻¹)	10,20	5,94	2,36	18,95

Tabela 2. Resultados das estimativas para estimativa do teor de nitrogênio (N) pela regressão por mínimos quadrados parciais (PLSR).

PLSR	Suavização	Transformação logarítmica	Primeira derivada	Segunda derivada
Nº LV	9	7	6	4
RMSE _{train}	1,05	1,10	0,90	1,00
RMSE _{cv}	1,34	1,30	1,26	1,37
R ² _{train}	0,97	0,97	0,98	0,97
R ² _{cv}	0,95	0,95	0,95	0,95

de dados espectrais (ASNER et al., 2011; RAMOELO et al., 2013; PANDEY et al., 2017). Isso porque, o N está altamente correlacionado com características fotossintéticas das plantas.

Os teores de N foram estimados com excelente precisão (Tabela 2, Figura 2A). Em relação aos coeficientes da PLSR, verifica-se que no modelo utilizado para estimar o teor de N os coeficientes associados aos comprimentos de onda de 740 e 780 nm apresentaram maiores pesos modulares (Figura 2B).

As regiões do vermelho (620 – 700 nm) e vermelho distante (700 – 700 nm) são amplamente utilizadas nas estimativas de N foliares em diversas culturas (MUTANGA et al., 2005; SCHLEMMER et al., 2013; YU et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2017). Provavelmente por isso, essas regiões apresentaram maiores pesos modulares na estimativa do teor de N (Figura 2B) e a primeira derivada do espectro foi selecionada, tendo em vista os maiores desvios padrões nesta região (Figura 1C).

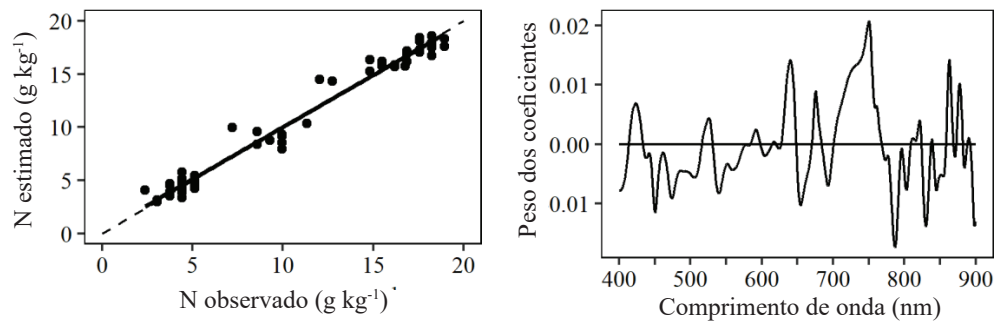


Figura 2. Estimativas da regressão por mínimos quadrados parciais (PLSR). A) Relação entre os teores de nitrogênio (N) observados em laboratório e estimados pela PLSR. B) Pesos dos coeficientes da PLSR.

Conclusão

Os teores de nitrogênio foliares podem ser estimados com precisão em *Eucalyptus* por meio de sensor hiperespectral. O processamento do espectro de reflectância com a primeira derivada do espectro eleva a capacidade de estimativa do teor de nitrogênio.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Nitrogen (total) in fertilizers**. Rockville, MD, 1990. (AOAC Official Method 978.02).
- ASNER, G. P.; MARTIN, R. E.; KNAPP, D. E.; TUPAYACHI, R.; ANDERSON, C.; CARRANZA, L.; MARTINEZ, P.; HOUCHEIME, M.; SINCA, F.; WEISS, P. Spectroscopy of canopy chemicals in humid tropical forests. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, p. 3587-3598, 2011.
- CLEVERS, J. G. P. W.; GITELSON, A. A. Remote estimation of crop and grass chlorophyll and nitrogen content using red-edge bands on Sentinel-2 and -3. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 23, p. 344-351, 2013.
- DECHANT, B.; CUNTZ, M.; VOHLAND, M.; SCHULZ, E.; DOKTOR, D. Estimation of photosynthesis traits from leaf reflectance spectra: Correlation to nitrogen content as the dominant mechanism. **Remote Sensing of Environment**, v. 196, p. 279-292, 2017. DOI: 10.1016/j.rse.2017.05.019.
- DU, L.; GONG, W.; SHI, S.; YANG, J.; SUN, J.; ZHU, B.; SONG, S. Estimation of rice leaf nitrogen contents based on hyperspectral LIDAR. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 44, p. 136-143, 2016. DOI: 10.1016/j.jag.2015.08.008.
- HORLER, D. N.; DOCKRAY, M.; BARBER, J. The red edge of plant leaf reflectance. **International Journal of Remote Sensing**, v. 4, p. 273-288, 1983.
- JESUS, G. L.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; HENRIQUE, E. P.; LIMA, V. C.; FERNANDES, L. V.; SOARES, E. M. B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade de eucalipto e nas frações da matéria orgânica do solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 201-214, 2012.
- MUTANGA, O.; SKIDMORE, A. K.; KUMAR, L.; FERWERDA, J. Estimating tropical pasture quality at canopy level using band depth analysis with continuum removal in the visible domain. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, n. 6, p. 1093-1108, 2005. DOI: 10.1080/01431160512331326738.
- OLIVEIRA, L. F. R.; OLIVEIRA, M. L. R.; GOMES, F. S.; SANTANA, R. C. Estimating foliar nitrogen in Eucalyptus using vegetation indexes. **Scientia Agricola**, v. 74, n. 2, p. 142-147, 2017. DOI: 10.1590/1678-992x-2015-0477.
- PANDEY, P.; GE, Y.; STOERGER, V.; SCHNABLE, J. C. High throughput *in vivo* analysis of plant leaf chemical properties using hyperspectral imaging. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 1348, p. 1-12, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.01348.
- RAMOELO, A.; SKIDMORE, A. K.; CHON M. A.; MATHIEU, R.; HEITKÖNIG, I. M. A.; DUDENI-TLHONE, N.; SCHLERF, M.; PRINS, H. H. T. Non-linear partial least square regression increases the estimation accuracy of grass nitrogen and phosphorus using *in situ* hyperspectral and environmental data. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 82, p. 27-70, 2013. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2013.04.012.
- SAVITZKY, A.; GOLAY, M. J. E. Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. **Analytical Chemistry**, v. 36, n. 8, p. 1627-1639, 1964.
- SAUR, E.; NAMBIAR, E. K. S.; FIFE, D. N. Foliar nutrient retranslocation in Eucalyptus globulus. **Tree Physiology**, v. 20, n. 16, p. 1105-1112, 2000.
- SCHLEMMER, M.; GITELSON, A.; SCHEPERS, J.; FERGUSON, R.; PENG, Y.; SHANAHAN, J.; RUNDQUIST, D. Remote estimation of nitrogen and chlorophyll contents in maize at leaf and canopy levels. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 25, p. 47-54, 2013. DOI: 10.1016/j.jag.2013.04.003.
- SMETHURST, P.; BAILLIE, C.; MARIA CHERRY, M.; HOLZ, G. Fertilizer effects on LAI and growth of four *Eucalyptus nitens* plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 176, p. 531-542, 2003. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00226-8.
- YU, K.-Q.; ZHAO, Y.-R.; SHAO, Y.-N.; LIU, F.; HE, Y. Hyperspectral imaging for mapping of total nitrogen spatial distribution in pepper plant. **PLoS ONE**, v. 9, n. 12, p. 1-19, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0116205.



Desenvolvimento inicial de eucalipto submetido à fertilização química e aplicação de dejetos líquidos de suínos

Márcia Toffani Simão Soares¹; Shizuo Maeda¹; Antonio Francisco Jurado Bellote¹;
Guilherme de Castro Andrade²; Itamar Antonio Bognola¹; Sérgio Henrique Fassina³

¹Engenheiros-agrônomos, doutores em agronomia, pesquisadores da Embrapa Florestas, Colombo, PR, marcia.toffani@embrapa.br; ²Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR; ³Engenheiro Agrícola, Cooperativa Agroindustrial CVale, PR

Resumo: O presente estudo tem por objetivo identificar doses mais adequadas do resíduo da biodigestão de dejetos líquidos de suínos (DLS) para aplicação em plantios de eucalipto estabelecidos na região Oeste do Paraná. O experimento está sendo conduzido na Fazenda Piquiri, Palotina, PR, em tratamentos sob uso de DLS e sob fertilização mineral. A avaliação do desenvolvimento das árvores ao longo do ciclo da cultura permitirá comparar o desempenho das diferentes doses de DLS na produção de biomassa e, desta forma, obter recomendações silviculturais para o estabelecimento de plantios florestais energéticos na região.

Palavras-chave: Adubação orgânica; *Eucalyptus*; Plantio.

Introdução e Objetivos

A região oeste do Paraná apresenta grande volume de produção de grãos, associado ao bom potencial de uso agrícola de suas terras. Ampla quantidade de biomassa florestal é utilizada para secagem de grãos, caldeiras das agroindústrias, aquecimento de aviários e outras atividades do agronegócio que demandam energia térmica. Outro aspecto da produção a ser considerado para o planejamento regional é a conversão da sua produção de grãos em proteína animal pela suinocultura confinada, bem como a possibilidade de reaproveitamento dos dejetos suínos gerados como biofertilizante. O uso racional destes resíduos como insumo em plantios florestais, respeitando-se os critérios de quantidade e qualidade necessárias ao solo e à planta, pode auxiliar a sustentabilidade da atividade silvicultural na região, ao possibilitar a reposição da exportação de nutrientes do solo concomitante à redução de gastos com a aquisição de fertilizantes químicos. A fim de auxiliar no aumento da competitividade das cadeias produtivas de espécies florestais introduzidas no oeste do Paraná, a Itaipu Binacional e a CiBiogas, em parceria da Embrapa Florestas desenvolvem um amplo projeto voltado à produção e uso de espécies florestais introduzidas na região, através do teste, validação e integração de tecnologias, com o intuito de garantir a oferta de biomassa florestal energética necessária as demandas regionais de energia térmica. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo identificar doses mais adequadas do resíduo da biodigestão de dejetos líquidos de suínos para aplicação em plantios de eucalipto,

considerando aspectos de crescimento e produtividade do eucalipto e da legislação ambiental.

Material e Métodos

O experimento está sendo conduzido na Fazenda Piquiri, pertencente à Cooperativa Agroindustrial CVale, localizada no município de Palotina, PR, Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri. Trata-se de uma área de reforma anteriormente cultivada com eucalipto por 12 anos. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico textura média/argilosa conforme Santos et al. (2013).

A área experimental, de 11.430 m², foi submetida ao controle da mata competição e ao ataque de formiga com iscas formicidas e, aos 27-31 dias antes do plantio, à calagem, que consistiu na aplicação de 2 ton/ha de calcário dolomítico na superfície do solo à lanço em área total, incorporados na camada 0-20 cm do solo, conforme resultados analíticos do solo e recomendação de adubação espécies do gênero *Eucalyptus* (BELLOTE; SANTOS, 2001). As linhas de plantio foram definidas em 24 de outubro de 2017, com o uso de subsolador acoplado ao trator, ajustado para mobilização do solo a profundidade de 0,6 m (Figura 1).

Foram selecionadas para plantio a campo, no espaçamento 2,5 m entre linhas e 2,4 m entre plantas (6 m²), mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, que está entre os mais utilizados em plantios comercial no Brasil (STAPE et al., 2010), sendo considerado como um dos mais indicados para



plantios que visem ao fornecimento de matéria-prima para geração de energia (SANTOS; PALUDZYSZYN FILHO, 2014).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com dois blocos, sete tratamentos e três repetições dentro do bloco, totalizando 42 parcelas. Os tratamentos foram T1 = Controle, sem adubação e sem aplicação de DLS, T2 = $10\text{m}^3\text{ ha}^{-1}$ de DLS, sem suplementação mineral; T3 = $20\text{m}^3\text{ ha}^{-1}$ de DLS, sem suplementação mineral; T4 = $40\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de DLS, sem suplementação mineral; T5 = $80\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de DLS, sem suplementação mineral; T6 = $10\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de DLS + suplementação fosfatada; T7 = fertilização mineral de referência. Os dejetos líquidos de suínos (DLS) foram oriundos de sistemas de lagoas de estabilização em operação na Fazenda Piquiri, cuja granja tem a finalidade de produção de leitões para os cooperados da CVale. As doses de DLS foram previamente definidas tendo-se como referência a recomendação de fertilização nitrogenada para a espécie (GONÇALVES et al., 1997), bem como na concentração de nitrogênio total no DLS, estimada com base em laudos analíticos obtidos a partir de amostras coletadas em setembro de 2017 (dados não apresentados). Os tratamentos T6 e T7 receberam, no ato do plantio (14-15.nov.17), na projeção da copa e levemente incorporado ao solo, 180 gramas por planta de superfosfato triplo (41% de P_2O_5), o que corresponde à aproximadamente 120 kg/ha de P_2O_5 conforme recomendações de fertilização para florestamentos de eucalipto (GONÇALVES et al., 1997; BELLOTE; SANTOS, 2001). No tratamento T7 (fertilização mineral de referência) foram aplicados a aproximadamente 30 dias após o plantio, (12.12.2017), em covetas laterais às mudas, 120 g/planta de sulfato de amônio (21%N), o que corresponde a 40 kg/ha de N conforme recomendações de fertilização da espécie, e 60 gramas por planta de KCl (60% de K_2O), o que corresponde a aproximadamente 60 kg/ha de K_2O conforme recomendações de fertilização da espécie (GONÇALVES et al., 1997; BELLOTE; SANTOS, 2001). O DLS utilizado no experimento foi obtido da Lagoa 2 com o auxílio de misturador acoplado a um trator e caminhão tanque com capacidade de 6-8 mil litros. A aplicação de DLS

nos tratamentos T2 a T6 foi realizada entre os dias 08 e 11 de janeiro de 2018, manualmente, com uso de regadores previamente calibrados. O resíduo foi aplicado na superfície do solo, em cobertura, nas entrelinhas de plantio, em distância mínima aproximada de 50 cm das mudas estabelecidas à campo (Figura 1). Uma campanha de campo foi realizada entre os dias 23 e 26 de janeiro (15 dias pós aplicação de DLS) e 28 de fevereiro a 1º de março de 2018 (49 dias pós aplicação de DLS) para avaliação preliminar da sobrevivência, da qualidade das plantas pós aplicação de DLS, e para amostragem de solo voltada à caracterização química para fins de fertilidade.

Resultados e discussão

Aos 15 dias pós aplicação de DLS foi possível observar sensíveis diferenças entre tratamentos, com leve expansão de área foliar e do volume da copa das plantas nas parcelas sob fertilização química em relação ao tratamento Controle e aos tratamentos com aplicação de DLS sem suplementação de fertilizante mineral. As diferenças pouco evidentes nesta fase de desenvolvimento da espécie podem ser atribuídas ao processo fisiológico de adaptação das mudas a campo, quando a alocação de fotoassimilados e nutrientes existentes na copa são mobilizadas para a síntese de raízes, prioritariamente (GONÇALVES et al., 2000). Aos 49 dias pós aplicação de DLS foi possível observar maior crescimento em altura e volume da copa nas plantas que receberam fertilizante mineral e também naquelas que receberam $80\text{ m}^3/\text{ha}$ de DLS, em relação ao tratamento Controle (Figura 2), efeito que pode estar associado à maior atividade metabólica dos componentes das mudas após a fase de adaptação à campo (BAZANI et al., 2014), com consequente aumento da absorção e assimilação dos nutrientes disponíveis no solo nestes dois tratamentos. Para comparação dos tratamentos serão ainda realizadas nas parcelas experimentais, anualmente, avaliações de crescimento, DAP e altura das árvores, possibilitando acompanhar a dinâmica de crescimento e, consequentemente, a produção e a



Fotos: Márcia Toffani Simão Soares

Figura 1. (a) Vista geral da área de implantação do experimento, durante o preparo do solo (subsolagem); (b e c) Área experimental entre 08 e 11/01/2018, com (b) muda à campo sob fertilização mineral (Tratamento 7) e (c) sob a aplicação de $20\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de DLS (Tratamento 3).



Fotos: Márcia Toffani Simão Soares

Figura 2. Área experimental em 01/03/2018, com clone AEC 144 à campo (a) sem fertilização (Controle), (b) sob a aplicação de $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (Tratamento 5) e (c) sob fertilização mineral (Tratamento 7).

qualidade da biomassa produzida ao longo da rotação. Parâmetros nutricionais, bem como de qualidade e fertilidade do solo serão também monitorados, a fim de relacionar o desenvolvimento das plantas ao status químico do solo e da planta, bem como a mobilidade de nutrientes no perfil do solo.

Conclusões

Até o presente momento, foi possível observar nas plantas à campo sob fertilização química e sob a dose $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ de DLS leve incremento em altura e volume da copa. A avaliação do crescimento das árvores em altura e DAP ao longo do ciclo da cultura permitirá comparar o desempenho do plantio quanto a produção de biomassa sob uso de DLS, o que contribuirá para a definição de recomendações silviculturais voltadas ao estabelecimento de plantios florestais energéticos na região.

Agradecimentos

À Larissa Caroline Sbalqueiro, Thiago Gonzáles, Giordano Corradi (CIBiogás), Alcemir Chiodelli, Guilherme Daniel (CVale), Sr. Jair Zago (viveirista e prestador de serviços florestais) e equipe pelo auxílio e acompanhamento das atividades de campo.

Aos pesquisadores João Bosco Vasconcello Gomes, Edilson Batista de Oliveira e Krisle da Silva (Embrapa Florestas) pelas valiosas sugestões e contribuições realizadas.

À CIBiogás, Itaipu Internacional, CVale Cooperativa Agroindustrial e Funpar pelo apoio logístico e financeiro.

Referências

BAZANI, J. H.; GONÇALVES, J. L. M.; ROCHA, J. H. T.; MELO, E. S. A. C.; PRIETO, M. Nutrição fosfatada em plantações de eucalipto. *Informações Agrônomicas*, n. 148, p. 1-11, 2014.

BELLOTE, A. F. J.; NEVES, E. J. M. **Calagem e adubação em espécies florestais plantadas na propriedade rural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 54). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/306311/1/CT0054.pdf>>.

GONÇALVES, J. L. M.; RAIJ, B. van; GONÇALVES, J. C. Florestais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 247-260.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. p. 1-57.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E. Critérios para escolha de eucaliptos para plantio. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J.; GOULART, I. C. G. dos R. (Ed.). **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 1-138.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M.; LIMA, A. M.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; SILVA, G.; ANDRADE, H.; ALVES, J. M. The Brazil *Eucalyptus* potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, v. 259, p. 1684-1694, 2010. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.01.012.



Influência da intensidade dos danos da broca-do-pinhão na germinação e vigor de sementes de araucária

Marcílio José Thomazini¹; João Antonio Pereira Fowler²

¹Engenheiro-agrônomo, Doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, marcilio.thomazini@embrapa.br; ²Engenheiro-agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Resumo: A broca-do-pinhão, *Cydia araucariae* (Lepidoptera: Tortricidae), é a principal praga das sementes de araucária, causando perdas tanto na germinação quanto também para consumo. Verificou-se a influência da intensidade dos danos de *C. araucariae*, avaliados pelo método de raios X, na germinação e no vigor de sementes de araucária. O ataque da broca-do-pinhão causa redução da germinação e vigor das sementes de araucária, proporcionalmente a porcentagem de sementes atacadas e a intensidade do dano. O teste de raios X é eficiente na detecção dos danos causados pela praga.

Palavras-chave: *Cydia araucariae*; *Araucaria angustifolia*; Praga florestal.

Introdução e objetivos

A maioria das espécies com sementes recalcitrantes são madeireiras e frutíferas de alto valor comercial, e por isso têm papel significativo na economia dos países em desenvolvimento, entre os quais o Brasil e como é o caso do pinheiro-do-paraná, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze.

Além das demandas para a produção de mudas visando atender os projetos de florestamento e reflorestamento, as sementes dessa espécie são muito utilizadas na composição de diversos pratos da culinária da região sul do Brasil, assim a manutenção de sua qualidade física e fisiológica, torna-se importante também para essa alternativa de uso, uma vez que as sementes deterioradas não apresentam valor também para o consumo alimentício (AMARANTE et al., 2007).

Entre os fatores que afetam a produção de sementes de araucária estão as pragas. A broca-do-pinhão, *Cydia araucariae* Pastrana, 1950 (Lepidoptera: Tortricidae) é relatada como a principal praga da araucária, encontrada em toda a região de ocorrência da espécie (ACHTEN, 1995). As lagartas danificam os órgãos reprodutivos (pinha e estróbilo) e, mais raramente, vegetativos (gemas apicais) da araucária, prejudicando a germinação e o crescimento.

Os danos mais graves ocorrem nas sementes (pinhões), com destruição do conteúdo, causando problemas na germinação, podendo reduzir a produção de sementes viáveis (PEDROSA-MACEDO, 1993). Thomazini et al. (2011) encontraram 31,1% de incidência da praga em sementes de araucária em Colombo,

PR. A presença de lagartas no interior das sementes é citada como problema relacionado ao produto como alimento (GODOY et al., 2010).

A constatação da praga em sementes de araucária é verificada visualmente quando se abre o pinhão ou quando a lagartafaz o orifício de saída. Nesse caso, para um diagnóstico mais rápido e possíveis ações de controle, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos para detecção não destrutiva da presença do inseto no interior da semente.

O teste de raios X é considerado um método rápido e não destrutivo que tem o objetivo de detectar sementes vazias, cheias e presença de danos internos causados por insetos ou danos mecânicos, sendo um método amplamente utilizado e reconhecido nas regras internacionais para análise de sementes (INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING, 2004), bem como das R.A.S. Brasileiras (BRASIL, 2009). Este teste não afeta a germinação da semente.

Os equipamentos utilizados para raios-X requerem tempos de exposição diferentes bem como níveis de intensidades diferentes para produzir a melhor imagem. As regulagens variam também para diferentes espécies. O método é utilizado para a visualização de danos ocasionados por insetos e injúrias mecânicas, bem como para a detecção de embriões anormais, com a vantagem de permite a aplicação do teste de vigor e germinação posteriores (BATTISTI et al., 2000).

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência da intensidade dos danos de *C. araucariae*, avaliados pelo método de raios X, na germinação e no vigor de sementes de araucária.



Material e métodos

As pinhas foram coletadas nos municípios de Campo do Tenente e Castro no Paraná e Irani, Caçador e Curitibanos em Santa Catarina no mês de maio de 2016. Após as coletas, as pinhas foram transportadas ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas para a extração das sementes e formação de 5 lotes cada um correspondendo a um tratamento (procedência). Em seguida foi determinado o grau de umidade das sementes, conforme metodologia prescrita nas Regras de Análise de Sementes - R.A.S. (BRASIL, 2009).

Na sequência os lotes transportados à Piracicaba (SP) para execução do teste de raios X, conduzido no Laboratório de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal da Esalq/USP. Para esse experimento as sementes foram numeradas de 1 a mil, correspondendo a 200 sementes por tratamento (procedência), divididas em 4 repetições de 50 sementes cada, para serem radiografadas em um aparelho digital de raios X Faxitron® modelo MX-20DC-12, a uma distância de 19 cm da fonte emissora de radiação. Este aparelho fica conectado a um computador acoplado a câmera marca Olympus digital modelo C-3040200, 3.3 megapixels onde as imagens geradas foram salvas para análise posterior.

Para avaliação do dano das lagartas de *C. araucariae* nas sementes de araucária, foram determinados três níveis de infestação pela praga, sendo nível 1 (consumo de até 50% do endosperma), 2 (consumo de mais de 50% do endosperma) e 3 (ataque ao embrião) (Figura 1).

Fotos: João Antonio Pereira Fowler

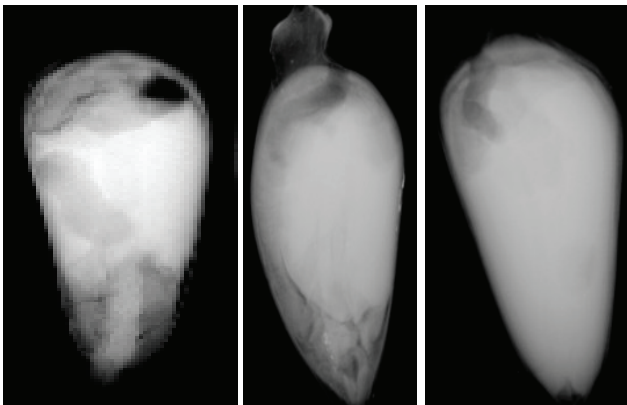


Figura 1. Radiografia de sementes de araucária. Da esquerda para a direita, sementes de araucária com intensidade de dano de 3, 2, e 1, causado pela broca-do-pinhão. Fotos tiradas com raios X.

Após a execução do teste de raios X, os lotes de sementes foram transportados ao Laboratório de Sementes da Embrapa Florestas para instalação dos

testes de germinação e vigor. Esse experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, cada um deles composto de 4 repetições de 50 sementes cada, totalizando 1000 sementes e conduzido conforme metodologia descrita nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Resultados e discussão

Houve diferenças estatisticamente significativas para a germinação e vigor das sementes entre os tratamentos. O destaque foi para as sementes procedentes de Castro (PR), que apresentaram os menores níveis de intensidades de dano e porcentagem de sementes infestadas, e índice de germinação superior aos demais locais. As sementes de Curitibanos foram mais infestadas e tiveram os menores índices de germinação e vigor, apesar de não diferirem estatisticamente das sementes de Caçador (Tabela 1).

Verifica-se que o ataque da broca-do-pinhão causa redução da germinação e vigor das sementes em araucária. No entanto, nem toda semente atacada perde a viabilidade. Ataques somente no endosperma, sem danificar o embrião podem não afetar a germinação.

Outros fatores também interferem na viabilidade das sementes, como a redução do grau de umidade abaixo de 38% (EIRA et al., 1994), uma vez que as sementes do pinheiro-do-paraná apresentam grau de umidade de 53% no ponto de maturação, quando a germinação média é de 84%. Contudo quando a pinha desliga-se da árvore matriz naturalmente, a germinação decresce rapidamente (FERREIRA, 1977).

De modo geral, os danos causados pela broca-do-pinhão afetaram a qualidade fisiológica das sementes do pinheiro-do-paraná com diferentes intensidades nos tratamentos testados. As diferenças na qualidade fisiológica das sementes de pinheiro-do-paraná entre procedências já foram constatações por Fowler e Bianchetti (1999) em trabalho que avaliou o vigor das sementes provenientes de pinheirais nativos localizados em diferentes condições edafoclimáticas da região sul do país, como indicador para futuras coletas, nos municípios de Irati, Prudentópolis, Pitanga, Turvo e Rio Azul no Paraná e Caçador em Santa Catarina, onde constataram que as sementes com maior vigor foram obtidas nos municípios de Irati e Turvo, PR, tendo inferido que as condições edafoclimáticas mais favoráveis foram as variáveis que provavelmente influenciaram as diferenças observadas, contudo consideraram necessárias outras investigações para confirmar se estas diferenças permanecem ao longo dos anos.

Considerando os dados do IBGE (2016) o Brasil produziu 7.746 toneladas de pinhão cujo valor correspondente foi R\$ 22.405.000,00, considerando a perda



Tabela 1. Número de sementes de araucária atacadas por *C. araucariae* por intensidade de dano, porcentagem total de sementes atacadas, germinação e vigor.

Locais de coleta	Intensidade de dano (nº de sementes)			Sementes infestadas (%)	Germinação (%)*	Vigor (IVG)*
	1	2	3			
Castro (PR)	15	02	07	12,0	93,0 a	22,9 a
Irani (SC)	13	09	12	17,0	87,0 b	22,1 a
Campo do tenente (PR)	15	09	17	20,5	84,5 b	21,5 a
Caçador (SC)	18	07	17	21,0	84,3 b c	20,2 a b
Curitibanos (SC)	29	07	14	25,0	81,0 c	18,0 b
Médias	18	6,8	13,4	19,1		

*Comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

média de 19,1%, o que inviabiliza para uso dos pinhões como alimentação e para produção de mudas 1.479,5 toneladas o equivalente a R\$ 4.279.355,00 naquele ano.

Conclusões

Pode-se concluir que a principal causa da redução da germinação e do vigor das sementes do pinheiro-do-paraná são os danos causados pela broca-do-pinhão, com valores de redução de 12% no caso das sementes da procedência Castro, PR a 25% da procedência Curitibanos, SC.

O teste de raios X é eficiente na detecção do ataque e na determinação dos danos da broca-do-pinhão em sementes de araucária, sendo possível correlacionar a intensidade desses danos com a germinação e o vigor do lote. A técnica de raios X pode ser usada na melhoria da qualidade de lotes de sementes de araucária, e consequentemente no desenvolvimento de sua silvicultura.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Silvio Moure Cícero e ao Dr. Francisco Guilhien Gomes Junior, do Laboratório de Análise de Imagens, do Departamento de Produção Vegetal, da Esalq/Usf, Piracicaba, SP, pela cessão e auxílio na utilização do aparelho de raios X.

Referências

- ACHTEN, W. *Untersuchungen zur Oekologie und Schadwirkung der Kleinschmetterlinge an der Araukarie (Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.) in Suedbrasilien*. 1995. 136 f. Thesis (PhD) –Albert-Ludwigs-Universitaet, Freiburg im Breisgau.
- AMARANTE, C. V. T. do; MOTA, C. S.; MEGGUER, C. A.; IDE, G. M. Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenadas em diferentes temperaturas. *Ciência Rural*, v. 37, n. 2, 2007.
- BATTISTI, A.; CANTINI, R.; FECCI, E.; FRIGIMELICA, G.; GUIDO, M.; RAQUES, A. Detection and evaluation of seed damage of cipress, *Cupressus sempervirens* L. Italy. *Seed Science and Technology*, v. 28, n. 3, p. 729-738, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.
- EIRA, M. T. S.; SALOMÃO, A. N.; CUNHA, R. da; CARRARA, D. K.; MELLO, C. M. C. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. – Araucariaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 16, n. 1, p. 71-75, 1994.
- FERREIRA, A. G. *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.: germinação da semente e desenvolvimento da plântula. 1977. 123 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociência, São Paulo.
- FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. Vigor de sementes de pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze – Araucariaceae) coletadas em diferentes municípios da Região Sul do Brasil. *Informativo ABRATES*, v. 9, n. 1/2, p. 182, 1999. Edição de resumos do XI Congresso Brasileiro de Sementes, 1999.
- GODOY, R. C. B.; DELIZA, R.; NEGRE, M. F. Atitude do consumidor em relação ao pinhão: estratégias para valorização e conservação da espécie *Araucaria angustifolia*. In: SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO EM ANÁLISE SENSORIAL, 6., 2010, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Ciências Sensoriais, 2010. CD-ROM
- IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**: PVES. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 16 fev. 2018.
- INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. ISTA. Zürich, 2004. 180 p.
- PEDROSA-MACEDO, J. H. **Manual de pragas em florestas: pragas florestais do sul do Brasil**, Viçosa, MG: IPEF/SIF, 1993. 112 p. 2 v.



SANTOS, A. J. dos; CORSO, N. M.; MARTINS, G.;
BITTENCOURT, E. Aspectos produtivos e comerciais do
pinhão no Estado do Paraná. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 163-169,
2002.

THOMAZINI, M. J.; TEDESCHI, V. H. P.; MEIRA, J. R.
Incidência e danos da broca-do-pinhão, *Cydia araucariae*
(Pastrana), em sementes de araucária. Colombo: Embrapa
Florestas, 2011. 4 p. (Embrapa Florestas, Comunicado técnico, 276).



Caraterização dos consumidores de produtos dendroenergéticos do sudeste da região oriental do Paraguai

Marco Antonio Martínez Báez¹; Maria Laura Quevedo Fernandez²; William Tomaz Folmann³

¹Graduando em Engenharia Florestal, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguai, marcmarti1994@gmail.com; ²M Sc. professora-pesquisadora da Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ³Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: A biomassa florestal, é o combustível mais antigo conhecido, encontra-se diretamente ligada à descoberta do fogo. Hoje seu uso está vinculado aos produtos como carvão, lenha e partícula de madeira (VALVERDE et al., 2012). No Paraguai o consumo final de energia consiste em 46% de biomassa, a alta taxa de biomassa no consumo final cria problemas ambientais, uma vez que a biomassa é derivada quase exclusivamente de madeira obtida da floresta nativa (BORSY et al., 2013).

Palavras-chave: Biomassa florestal; Dendroenergia; Consumo de energia.

Introdução e objetivos

Muitas das matérias-primas utilizadas na indústria contêm resíduos combustíveis (casca de coco, casca de arroz, bagaço de cana de açúcar, etc.) que são usados para atender as necessidades de energia. Há também na indústria uma grande difusão no uso de caldeiras de lenha.

De acordo Giz et al (2011), lenha é o principal produto da biomassa no Paraguai. O consumo per capita de lenha no Paraguai é quase uma tonelada anual, o maior da América Latina. A lenha é usada principalmente para fazer fogo em lareiras ou fogões. Historicamente, foi obtida do uso dos remanescentes do desmatamento (troncos e ramos da rosa), mas devido à perda de florestas, o produto se tornou escasso (especialmente na parte oriental do país) e a população deve comprar ou investir muito tempo em obtê-lo. Nestas circunstâncias, os produtos dendroenergéticos adquirem características de um mercado comercial com sua rede de transporte, e venda com preços definidos. Uma parte importante da produção de combustíveis de madeira proveniente de desmatamento, portanto, não é sustentável.

Muitas pessoas dependem totalmente ou parcialmente de lenha como fonte de energia, sendo o a única ou principal fonte de energia para mais de metade da população mundial.

É considerado muito importantes dados sobre o consumo de produtos dendroenergéticos ao nível de país, devido à falta de informações confiáveis por causa da informalidade. Este trabalho tem como objetivo a caracterização dos consumidores de produtos dendroenergéticos do sudeste da região oriental do Paraguai.

Materiais e Métodos

A área de estudo inclui os estados de Caaguazú, Canindeyú, Alto Paraná, Itapúa e Misiones, onde no total foram visitados e entrevistados 38 consumidores de produtos dendroenergéticos.

A coleta de dados início no mês de novembro de 2017, na tabela a seguir observa-se o número de empresas visitadas por Estado:

Estados	Quantidade
Caaguazú	7
Canindeyú	9
Alto Paraná	9
Itapúa	9
Misiones	4

Nas empresas visitadas, foi aplicado um questionário, que foi desenhado, socializado com atores chave e posteriormente validado.

O questionário é estruturado em vários segmentos e visa obter informações relativas a: dados do entrevistado, associação a qual faz parte, tamanho do setor, além disso busca saber se a empresa tem plantações florestais, florestas nativas, se eles usam produtos próprios e se vendem estes produtos para outras empresas.

Com as entrevistas, também se busca estimativas do consumo anual de empresas e dados por unidade de produto, bem como os montantes dos locais de consumo.

Busca-se identificar produtos dendroenergéticos utilizados, preço de compra, condições de umidade,



como é fornecido, dimensões do produto adquirido, documentação, origem, distância aproximada da origem dos produtos.

Nas empresas, o instrumento de coleta de dados foi geralmente aplicado aos gerentes das empresas.

Após a coleta de dados, estes foram processados em planilhas eletrônicas para obtenção dos resultados

Resultados e discussão

Das 38 empresas entrevistadas, 15 não se encontravam relacionadas a nenhuma associação produtiva. Enquanto 19 delas definem-se como grande empresa, 19 definem-se como empresa de médio porte.

Na Figura 1 observa-se a classificação por tipo de empresa:

Das 38 empresas visitadas e entrevistadas, 23 são silos, 3 são ervateiras e 3 também moinhos de farinha, 2 são empresas de laticínios assim como também 2 são moinhos de arroz.

No que se refere a autossuficiência dos produtos dendroenergéticos, 10 delas são autossuficientes em 100%.

Possuem plantações florestais 21 empresas, das quais 13 possuem dados de superfície, as quais corresponde um total de 2.196,5 hectares plantados. Apenas 2 delas têm planos para aumentar a área de plantações florestais, totalizando 1.800 hectares.

Em termos de posse da reserva nativa, apenas 16 empresas possuem floresta nativa num total de 9230,5 ha, e 6 não têm esses dados. A extração dessas áreas é feita por apenas 2 empresas, primeiro com uma frequência de extração em 30 anos e o outro não forneceu dados de frequência de extração de lenha.

Apenas 5 delas estão vendendo produtos para outras empresas, mas apenas uma fornece a quantidade comercializada, variando entre 300.000 kg de lenha por ano.

Os tipos de produtos são descritos na Figura 2.

92,10% das empresas entrevistadas utilizam lenha, 5,26% utilizam a lenha e a gás e apenas 2,63% utiliza cascas de arroz.

Em termos dos preços de compra obtidos nas entrevistas que usados madeira, um 30,55% adquirir seus produtos com um sistema de pagamento em Guarani por metros cúbicos de lenha empilhada, enquanto os

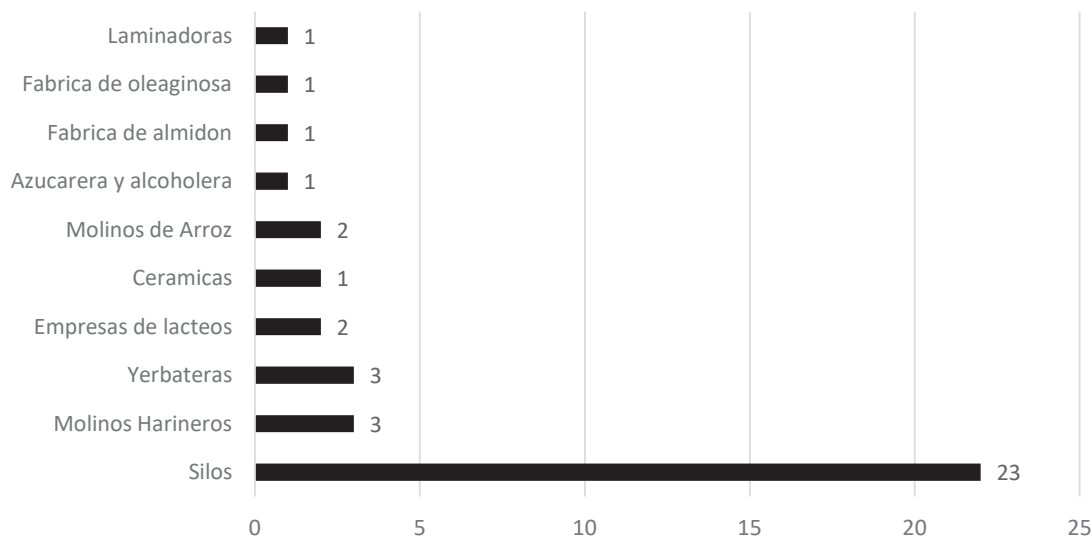


Figura 1. Tipos de empresas consumidoras de produtos dendroenergéticos.

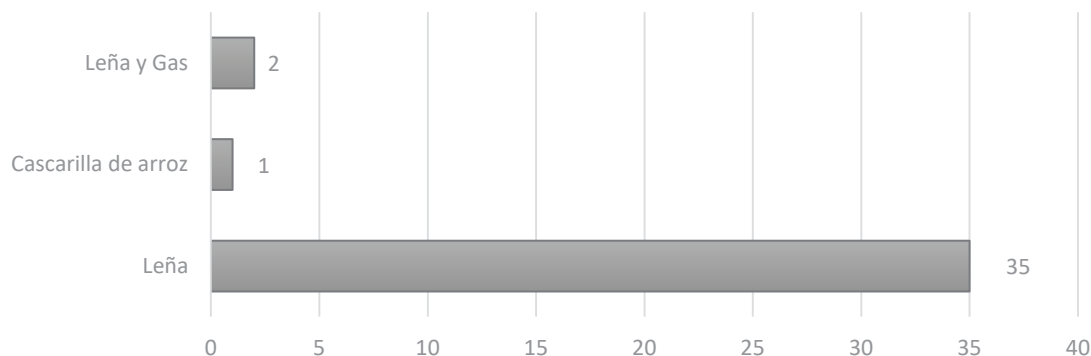


Figura 2. Tipos de produtos utilizados pelas empresas.



restantes 69,45% das empresas adquirem seus produtos pagando em Guaranis por quilograma. O preço de compra varia entre 45.000 gs/m³ e 140.000 gs/m³, com uma média de um preço de 70.454 gs/m³.

Como uma exigência de compra dos produtos, 95% tiveram como requisito ter toras de 1 metro de comprimento e apenas 5% aceitaram com 80 cm.

Quem deu detalhes de compra em guaranis por quilograma, tiveram uma média de 155,37 gs/kg, sendo 80gs/kg preço mínimo e um máximo de 300 gs/kg de lenha. Duas das 38 empresas não tiveram nenhum dado compra ou preço de lenha.

Havia raios de um mínimo de 4 km a 100 km no máximo, com média de 37,5 km de onde vieram os fornecedores dos produtos dendroenergéticos.

13 empresas consideram o preço como um fator decisivo no momento da compra, 19 delas têm como exigência o tamanho do produto, 12 a documentação e apenas 2 consideram a qualidade dos produtos comprados.

Nenhuma das empresas tem como requisito a porcentagem de humidade ou realizam controles no momento da recepção das mercadorias.

Conclusões

Há uma variedade de empresas que exigem a geração de energia para sua produção. Verificou-se que

a principal fonte de energia é a queima com 92,10% das empresas visitadas. Apenas 7,9% usam cascas de carvão e gás ou arroz. Os preços da lenha são muito variados em termos de áreas e também da distância da origem.

É necessário o aprofundamento de estudos em nível nacional dos consumidores de produtos dendroenergéticos, por ser um setor muito informal, visando perspectivas de futuro.

Referencias

BELT, C.; PUENTES, D.; CANDIA, R.; DOMANICZKY, P.; ESTIGARRIBIA, S.; PULFER, J. C.; PAOLI, E. V.; DOMANICZKY, J.; LEVIN, A.; MAIRHOFER, L. G.; BALSEVICH, J. L. **Situacion energias renovables en el Paraguay**. [S. l.]: Cooperacion Alemana de desarrollo; 2011. Disponible em: <www.ssme.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf>. Acceso em: 10 mayo 2017.

BORSY, P.; ORTIZ, R.; BALSEVICH, J.; RÍOS, M.; KALTSCHMITT, M. **Evaluación de potenciales de energía renovable en Paraguay**: estudio de cuatro casos. [S. l.]: MOPC, VMME, GTZ, 2013. 44 p.

VALVERDE, S.; MAFRA, J. W. A.; MIRANDA, M. A.; SOUZA, C. S.; VASCONCELOS, D. C. **Silvicultura brasileira**: oportunidades e desafios da economia verde. [S. l.]: Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável, 2012. Disponible en: <<http://fbds/1MG/pdf/doc-549.pdf>>. Acceso em: 4 mayo 2017.



Zoneamento agroclimático do eucalipto para a região da Bacia do Paraná 3 em escala semidetalhada

Marcos Silveira Wrege¹; João Bosco Vasconcellos Gomes¹; Itamar Antonio Bognola¹;
Wilson Anderson Holler²

¹Engenheiros-agrônomo, Doutores, Pesquisadores da Embrapa Florestas, Colombo, PR; marcos.wrege@embrapa.br (autor correspondente); ²Engenheiro Cartógrafo, Mestre, Analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Resumo: O eucalipto é o gênero que compreende as espécies florestais mais plantadas atualmente no Brasil, como o *Eucalyptus grandis*, *E. urograndis* e *E. benthamii*. Apesar da importância econômica, existem poucas informações, em escala municipal (1:25.000), sobre quais são as regiões ideais, com os menores riscos climáticos, para plantio comercial dessas espécies. Assim, nesse trabalho, foi feito um estudo dos riscos climáticos para determinar as regiões com baixos riscos para o plantio de cada espécie na Bacia do Paraná 3 em escala semidetalhada, considerando as limitações de cada espécie.

Palavras-chave: *Eucalyptus*; Plantio; Condições meteorológicas.

Introdução e objetivos

O eucalipto é o gênero que compreende as espécies mais plantadas no Brasil atualmente, incluindo o estado do Paraná. As espécies mais plantadas são *Eucalyptus grandis*, *E. urograndis* e *E. benthamii*. Apesar da importância econômica, existem poucas informações, em escala municipal (1:25.000), sobre quais são as regiões ideais, com os menores riscos climáticos, para plantio comercial dessas espécies no Brasil, inclusive no estado do Paraná. Os trabalhos apresentados atualmente são de escala estadual (1:250.000) (WREGE et al., 2017). Na Bacia do Paraná 3 (BP3), região de vocação agrícola, principalmente para espécies de ciclo anual, como a soja, o milho e o trigo, o uso do eucalipto tem finalidades energéticas, entre as quais lenha para secagem de grãos, aquecimento de aviários e uso em caldeiras agroindustriais. O objetivo deste trabalho, assim, foi fazer o zoneamento agrícola de riscos climáticos do eucalipto em escala semidetalhada para os municípios da Bacia do Paraná 3, por meio da análise dos riscos de geada e do cálculo da diferença entre precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETP), a P-ETP, para determinar as regiões com baixos riscos climáticos para o plantio de cada espécie de eucalipto, considerando as limitações de cada espécie.

Material e métodos

Os riscos climáticos foram calculados usando-se a base de dados climáticos do Instituto Agronômico

do Paraná (Iapar), do 8° Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8° Disme/Inmet) e da Agência Nacional das Águas (Ana), usando os dados consistidos, compilados e analisados no livro de Wrege et al. (2011).

O risco de geadas foi calculado usando-se como base a temperatura mínima que ocorre no abrigo meteorológico, situado a 1,5 metros de altura e, portanto, onde existe um gradiente de temperatura de 3 °C a 4 °C entre o abrigo e a superfície do terreno. Em função deste gradiente, utilizou-se a temperatura mínima diária de 3 °C registrada no abrigo meteorológico para o fim de cálculo de ocorrência de geada, definida por Grodzki et al. (1996). Foi calculada a frequência com que ocorria essa temperatura a cada 10 dias, usando-se decêndio móvel com passo 1. Ocorrendo uma ou mais geadas no decêndio, este era computado como decêndio com ocorrência de geada. Esse cálculo foi feito para todas as estações meteorológicas da rede no estado do Paraná no mês de julho, o mais frio do ano.

Os resultados da probabilidade de ocorrência de geadas em julho foram mapeados em sistemas geográficos de informações (SIG), usando uma regressão linear múltipla que correlacionava a probabilidade ocorrida em cada estação meteorológica com a latitude, a longitude e a altitude do local (WREGE et al., 2011). O corte de risco foi classificado em: menor que 30% para a zona preferencial; entre 31% e 40% para a zona intermediária e maior que 50% para a zona com restrições, valores atualmente em uso para os zoneamentos feitos no âmbito do Ministério da Agricultura, para que as culturas sejam cobertas pelo sistema público de



seguro rural, o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro).

O risco de déficit hídrico foi calculado pela relação P-ETP (P: precipitação pluvial; ETP: evapotranspiração potencial). A ETP foi calculada pelo método de Thornthwaite (1948).

Resultados e discussão

Na Bacia do Paraná 3 (Figuras 1 e 2), ocorrem grandes variações de altitude em poucos quilômetros de distância, partindo de pouco mais de 100 m às margens do Rio Paraná, chegando até os 874 m na parte mais alta da Bacia, o que confere uma variação de pouco menos de 800 m. Se, a cada 100 m de altitude, existe uma variação de 0,79 °C na região (FRITZSONS et al., 2008), existe portanto uma diferença de temperatura de pouco mais de 6 °C do ponto mais baixo para o ponto mais alto. Como existe uma relação da geada com as temperaturas mínimas ocorridas no abrigo meteorológico, o risco de geadas também varia de uma região para outra, sendo maior em Cascavel (maior que 40%), município de maior altitude da região, e menor em Guaira e Terra Roxa (0-20 %), municípios de menor altitude, situados na parte norte da Bacia (Figura 2).

A Bacia do Paraná 3 é situada na região do estado do Paraná por onde entram as frentes frias que trazem as chuvas e, portanto, é a segunda região com maior volume pluvial, depois do Litoral. Assim, os volumes de chuva na região variam entre 1.700 mm (município de Terra Roxa) e 2.000 mm (município de Cascavel) acumulados em um ano (WREGE et al., 2011), o que é suficiente para a maioria das culturas agrícolas, incluindo-se as espécies florestais. O volume pluvial diminui do sul (Cascavel) para o norte (Terra Roxa), passando de 140 mm para 60 mm em julho, mês mais crítico em relação à disponibilidade hídrica (WREGE et al., 2018), o que reflete no balanço hídrico (Figura 4). Mesmo assim, não ocorre déficit hídrico, e existe um saldo positivo (P-ETP) que varia entre 0 mm e 100 mm.

O risco climático de maior peso na região é o de geada. Esse é o fator de exclusão, usado para definir quais espécies podem ser plantadas em cada região, em função de sua sensibilidade ao frio. Em seguida, com menor expressão, vem o risco de déficit hídrico, neste trabalho expresso pela relação P-ETP. Como resultado da combinação destes dois fatores de riscos climáticos, foi estabelecido o zoneamento agrícola de riscos climáticos na Bacia do Paraná 3 em escala semidetalhada

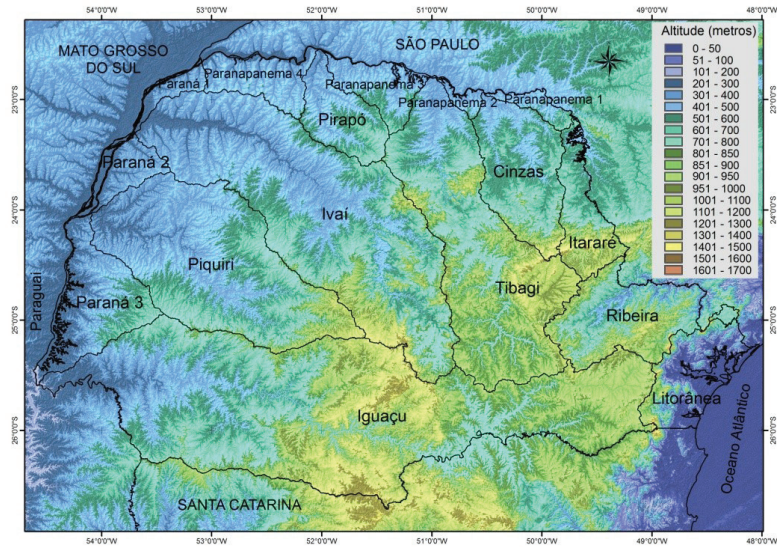


Figura 1. Bacias hidrográficas do Paraná e mapa de altitude (escala 1:250.000).

Fonte: Wrege et al. (2018).

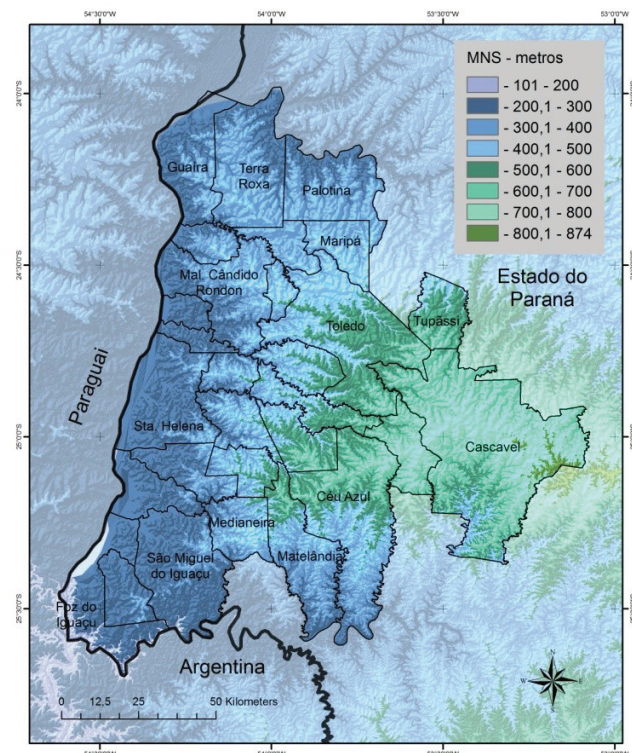


Figura 2. Modelo Numérico de Superfície (MNS) da Bacia Hidrográfica do Paraná 3 (escala 1:25.000).

Fonte: Wrege et al. (2018).

(Figuras 5 a 7). O zoneamento indica, em uma escala maior que a tradicionalmente utilizada (1:25.000), quais são as melhores regiões para plantio de cada espécie de eucalipto, entre as quais: *E. grandis* (Figura 5), *E. urograndis* (Figura 6) e *E. benthamii* (Figura 7), as principais espécies de valor comercial utilizadas no

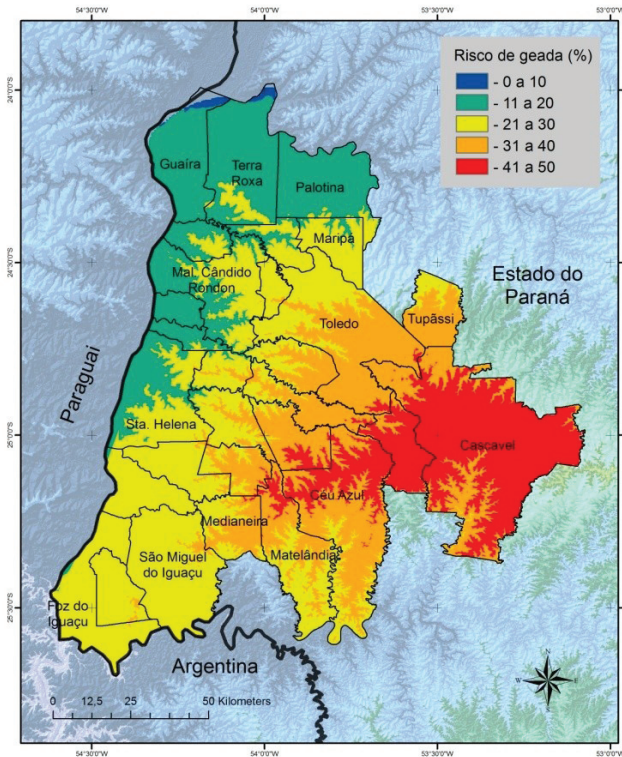


Figura 3. Risco de geadas na Bacia do Paraná 3 (escala 1:25.000).

Fonte: Wrege et al. (2018).

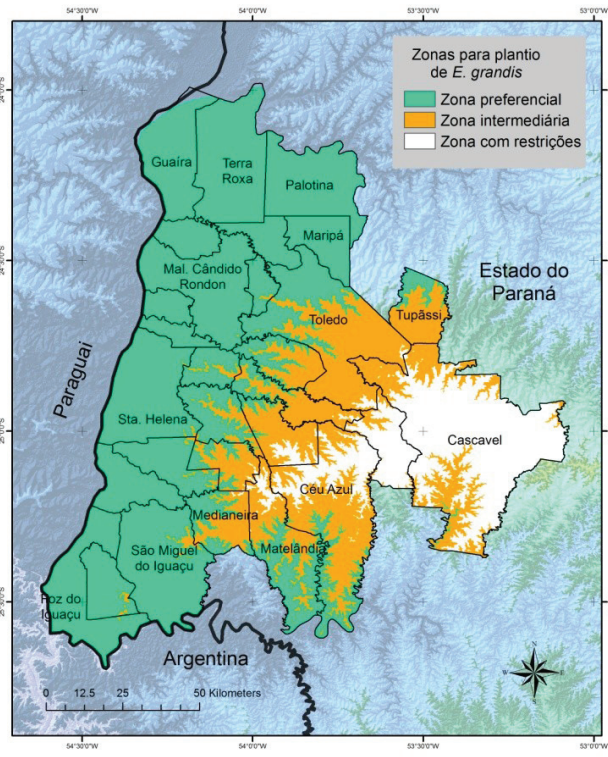


Figura 5. Zoneamento agrícola de riscos climáticos do eucalipto (*E. grandis*) para a região da Bacia do Paraná 3, Paraná, Brasil (escala 1:25.000).

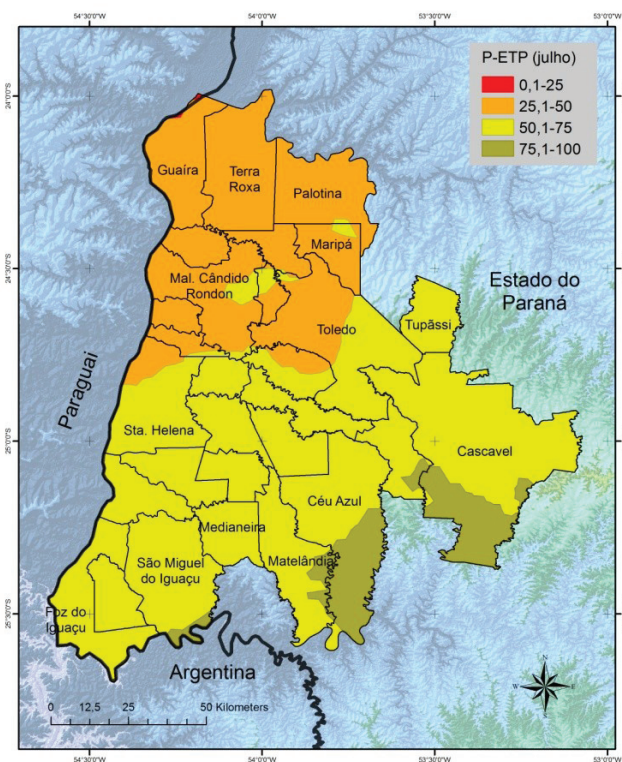


Figura 4. Relação P-ETP na Bacia do Paraná 3(WREGE et al., 2018) no mês de julho (o mais crítico).

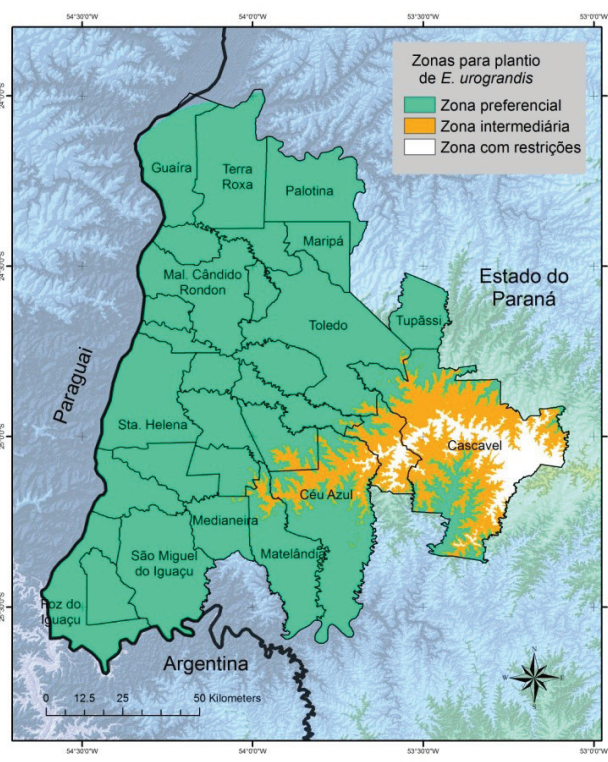


Figura 6. Zoneamento agrícola de riscos climáticos do eucalipto (*E. urograndis*) para a região da Bacia do Paraná 3, Paraná, Brasil (escala 1:25.000).

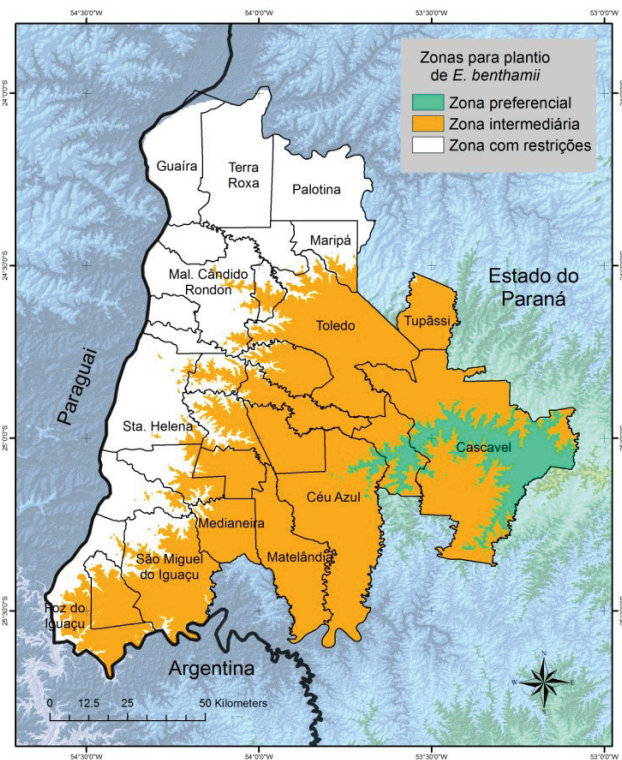


Figura 7. Zoneamento agrícola de riscos climáticos do eucalipto (*E. benthamii*) para a região da Bacia do Paraná 3, Paraná, Brasil (escala 1:25.000).

estado do Paraná. Os mapas foram classificados em três zonas: ‘preferencial’, ‘intermediária’ e ‘zona com restrições’ ao plantio de eucalipto.

Conclusões

A Bacia do Paraná 3 situa-se em uma região de latitudes médias com grande variação das cotas de altitude, o que tem forte relação com as variações dos padrões espaciais das variáveis climáticas, sendo fundamental, assim, seguir o zoneamento agrícola para reduzir os riscos e, com isso, reduzir as perdas de produção pelo plantio de espécies em áreas indevidas. Foi possível, assim, fazer um zoneamento agrícola do eucalipto para a região, em escala semidetalhada, identificando regiões para plantio de *E. grandis*, *E. urograndis* e *E. benthamii*.

E. grandis e *E. urograndis* são espécies que não toleram geadas e, por essa razão, podem ser plantados na parte norte da BP3, onde o risco de geadas é menor, enquanto *E. benthamii* pode ser plantado na

parte sudeste da Bacia, região de maior altitude e com maior risco de geada, pois é espécie que tolera o frio.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Itaipu Binacional, financiadora do projeto “Validação das tecnologias integradas para a produção de biomassa florestal energética e aumento da competitividade das cadeias produtivas de espécies florestais introduzidas na Bacia do Paraná 3”, pelo apoio financeiro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa pela oportunidade de realizar o projeto “Desenvolvimento de tecnologias para florestas energéticas no oeste do Paraná - Bioeste”, fornecendo o apoio financeiro e logístico.

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo apoio financeiro ao projeto “Simulação dos impactos das mudanças climáticas globais sobre os setores da agricultura, floresta e energia” (SIMCAFE) – Meta Física 7 – Convênio 01.09.0324.00.

Referências

- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, 2008. DOI: 10.5380/abclima.v18i0.39471.
- GRODZKI, L.; CARAMORI, P. H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D. E.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de geada no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 1, p. 93-99, 1996.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification climate. **Geographical Review**, v. 38, p. 55-94, 1948.
- WREGGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; FRITZSONS, E.; PARTALA, A.; CHRISTENSEN, G. L. Agroclimatic zoning for eucalyptus in the state of Paraná and the new scenarios defined by global climate change. **Revista GEAMA**, v. 3, n. 4, 2017.
- WREGGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; NITSCHKE, P.; FRITZSONS, E.; BOGNOLA, I. A.; SOARES, M. T. S.; GOMES, J. B. V.; HOLLER, W. A. **Cartas climáticas dos municípios da Bacia do Paraná 3**. Colombo: Embrapa Florestas, 2018. (Embrapa Florestas. Documentos, 314). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172424/1/Livro-Doc-314-1536-final.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2018.
- WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.



Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de eucalipto

Maria Renata Rocha Pereira¹; Antonio Carlos da Silva Junior²; Dagoberto Martins³

¹Doutora em Agronomia, professora na Fatec Capão Bonito, SP; ²Doutor em Agronomia, FCAV-Unesp, Jaboticabal, SP; ³Doutor em Agronomia, professor FCAV-Unesp, Jaboticabal, SP

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da aplicação de subdoses de glyphosate no desenvolvimento de plantas de eucalipto em campo. O experimento foi instalado e conduzido plantio comercial de eucalipto, dispostos em blocos, arranjados em uma esquema inteiramente casualizado, com oito repetições. A aplicação do herbicida glyphosate foi realizada aos 120 dias após o transplantio das mudas, nas subdoses: 0; 7,5; 15; 30 e 60 g e.a. ha⁻¹. Foram realizadas avaliações de fitointoxicação, incremento em altura e diâmetro do caule, diâmetro de copa, altura e diâmetro aos 0, 30, 60 e 150 DAA. As diferentes doses do herbicida não provocaram intoxicação às plantas. A dose de 30 g e.a. ha⁻¹ em aplicação única proporcionou maiores incrementos em altura e diâmetro, bem como maiores diâmetros de copa das árvores. Todos os parâmetros avaliados foram reduzidos com a dose de 60g.

Palavras-chave: Silvicultura; Proteção florestal; Herbicidas.

Introdução e objetivos

O Brasil é mundialmente conhecido por seu forte setor florestal, suas florestas plantadas geram 621.502 mil de empregos diretos e 1.319.762 milhões de empregos indiretos (ANUÁRIO..., 2013). De acordo com Xavier e Silva (2010), a área de plantios clonais de *Eucalyptus* vem sendo ampliada cada vez mais em todo o território brasileiro, graças à disponibilidade de clones selecionados para as mais diversas regiões e propósitos comerciais, aliado a um custo competitivo. Além disso, tem possibilitado a implantação de projetos de reflorestamento em áreas até então não indicadas em função da limitação de material genético via seminal (semente).

A ocorrência de plantas daninhas em áreas de plantio de eucalipto prejudica o crescimento e o desenvolvimento da cultura, em razão da competição por água, nutrientes e luz, principalmente no período inicial de desenvolvimento. Para evitar os prejuízos é recomendado efetuar o manejo das mesmas antes que ocorra interferência na cultura. (TIBURCIO et al., 2012). Santos et al. (2005) afirmaram que, em povoamentos de *Eucalyptus*, a interferência da matocompetição é mais expressiva no primeiro ano de implantação da cultura.

Com isso, o manejo de plantas daninhas tornou-se fundamental dentro da silvicultura. Com a adoção do sistema de plantio direto, o controle químico ganhou importância em substituição ao controle realizado por meio de arações e gradagens, no cultivo convencional (GOMES JUNIOR; CHRISTOFFOLETI, 2008).

O herbicida glyphosate é um dos principais produtos registrados para a cultura do eucalipto no Brasil (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005), mas estudos recentes demonstram que a deriva deste herbicida ou seja, o contato da planta com uma pequena quantidade do produto, proporcionou um maior desenvolvimento das plantas de *E. grandis*, conforme demonstrado por Pereira et al. (2010), Rodrigues-Costa et al. (2012) e de plantas de *E. urophylla* (TUFFI SANTOS et al., 2006), como também uma superbrotação de acordo com Pereira et al. (2011) e maior crescimento em espécies arbóreas nativas (PEREIRA et al., 2015).

O glyphosate é um herbicida sistêmico, utilizado no controle de plantas daninhas, na dessecação, e em culturas resistentes (VELINI et al., 2010). Esse herbicida inibe a ação da enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase), associada à rota do ácido chiquímico. Dessa forma, impede a produção de aminoácidos essenciais como fenilalanina, tirosina e triptofano. Além de alguns metabólitos secundários como: lignina, antocianina, tanino, fitoalexina e alcalóides (TAN et al., 2006; REDDY et al., 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

A absorção do glyphosate é um processo que envolve rápida penetração inicial através da cutícula, seguida por uma absorção lenta. A difusão é considerada o principal processo de transporte do glyphosate pela cutícula; portanto, o gradiente de concentração entre a região de deposição e o interior da planta influencia a absorção (ERICKSON; DUKE, 1981).

Segundo Carvalho et al. (2015), clones de eucalipto respondem de forma variável ao glyphosate, em materiais suscetíveis podem causar efeitos deletérios



sobre o crescimento, desenvolvimento e produção, ou até mesmo matar as plantas das culturas de interesse (CARVALHO et al., 2012), pois de acordo com Salgado et al. (2011), a aplicação de 143,3 g e.a. ha⁻¹, causou redução média de 50% na altura, massa seca área foliar.

Já estudos realizados por Velini et al. (2008), foi verificado que várias espécies apresentaram maior crescimento com a aplicação de subdoses de glyphosate, como milho, soja convencional, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Pinus caribea* L. e *Commelina benghalensis* L., sendo a dose variável de acordo com a espécie sendo de 1,8-36 g i.a. ha⁻¹. Os autores também observaram elevados níveis de ácido chiquímico em tecido de soja e milho, que tiveram seu desenvolvimento estimulado.

Sabe-se que espécies arbóreas, como as de eucalipto têm ritmo de crescimento lento, o que diminui a competitividade destas com as plantas daninhas em áreas de implantação florestal. Assim, a aplicação de subdoses de glyphosate pode ser um recurso viável para aumentar o desenvolvimento das plantas de eucalipto.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos causados pela aplicação de subdoses de glyphosate em plantas de *Eucalyptus x urograndis*, em campo, pois é uma linha de pesquisa que ainda esta carente de informações, devido às limitações de conhecimento na utilização deste herbicida como fitoregulador.

Material e métodos

O experimento foi conduzido durante 6 meses (maio a novembro de 2015), em campo, localizado em área de plantio comercial de eucalipto (híbrido de *E. urophylla* e *E. grandis*) no sudoeste paulista (24°0'14"S, 48°20'21"W e altitude de 728 m).

De acordo com a classificação de Koppen, a região possui clima é do tipo Cfb (subtropical de região serrana, úmido e sem estiagem), sendo a temperatura média anual de 18,5 °C, o mês mais quente é janeiro, com 29 °C em média e o mês mais frio junho, com média de 9 °C (ICMBio, 2008). Apresenta uma média de 700 m acima do nível do mar e o relevo suavemente ondulado com paisagem muito uniforme, com altitude mínima de 650 m, com predominância de latossolos.

No período de condução do trabalho as caracterizações climáticas na área (médias) foram (Figura 1): temperatura mínima de 10,5 °C, temperatura máxima de 26,2 °C e precipitação média de 75 mm.

As mudas utilizadas no plantio foram produzidas em tubetes plásticos de polietileno com volume de 50 cm³ preenchidos com substrato comercial, e conduzidas de acordo com os procedimentos da empresa florestal.

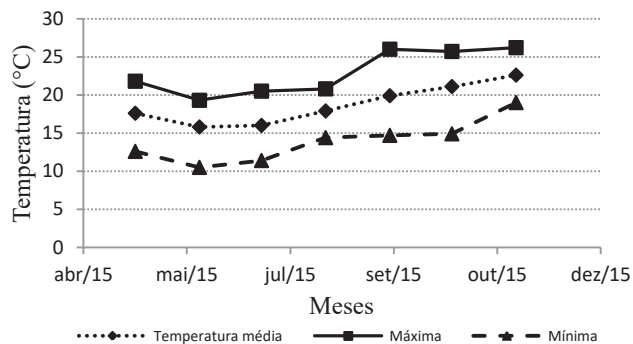


Figura 1. Temperaturas mínimas, médias e máximas no período do experimento.

O transplântio das mudas foi realizado em janeiro de 2015, com adubação de 300 kg ha⁻¹ de 12-20-16 e manejo silvicultural conforme normas da empresa.

A aplicação do herbicida foi realizada aos 120 dias após o transplântio, quando as plantas estavam com altura média de 56,6 cm.

Foi realizada aplicação do herbicida glyphosate na formulação comercial Scout®, nas seguintes doses: 0; 7,5; 15; 30 e 60 g e.a. ha⁻¹, com a utilização um pulverizador costal, equipado com barra de aplicação contendo quatro pontas de pulverização tipo jato plano XR11002 VS, com um consumo de calda de 200 L ha⁻¹.

O experimento foi conduzido por seis meses após a aplicação (MAA) dos tratamentos. Foram realizadas avaliações dos efeitos dos tratamentos químicos sobre as plantas aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação através de uma escala porcentual de notas, na qual zero consiste em ausência de injúria e cem em morte das plantas (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995).

As avaliações de altura e diâmetro foram realizadas aos 0; 30; 60 e 150 DAA. Para o cálculo do incremento de altura e diâmetro, estas foram medidas no momento da aplicação e aos 150 DAA, para ter-se o ganho destes parâmetros. Aos 60 DAA também foi aferido o diâmetro da copa das árvores.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro parcelas. Cada parcela foi composta por 3 linhas de plantio, com 54 m² (9 m x 6 m) e 12 plantas, sendo utilizadas as 2 plantas centrais, totalizando oito plantas por tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, no qual foi selecionado o modelo significativo de maior ordem (R²) empregando-se a equação que melhor se ajustou aos dados.

Resultados e discussão

Não foi observado efeito de fitointoxicação do herbicida em nenhuma das doses. Na Figura 2 estão

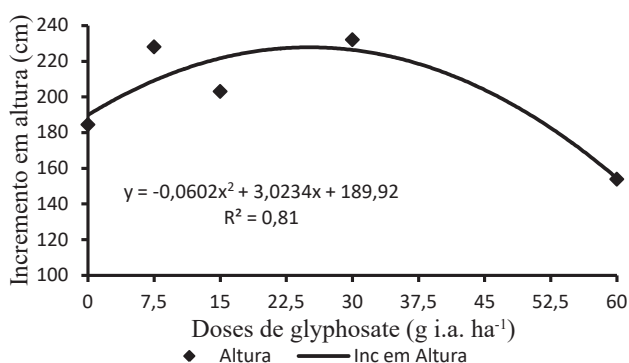


Figura 2. Incremento médio em altura nas plantas de eucalipto submetidas à aplicação de diferentes subdoses de glyphosate.

apresentados os dados de incremento em altura, aumentando de acordo com o aumento da dose aplicada, sendo os maiores valores observados com a aplicação de 30 g de glyphosate. Em relação à testemunha, as plantas submetidas a esta dose apresentaram aumento médio de 25,7%, já com a dose de 60 g verificou-se redução de 16,6%.

Os resultados do incremento em diâmetro (Figura 3) acompanharam os de altura, sendo os maiores valores observados com a aplicação de 30 g, sendo 28,6% maior que o tratamento sem aplicação. Com 60 g também registra-se queda no incremento, sendo de 2,9%, queda esta mais discreta que na altura.

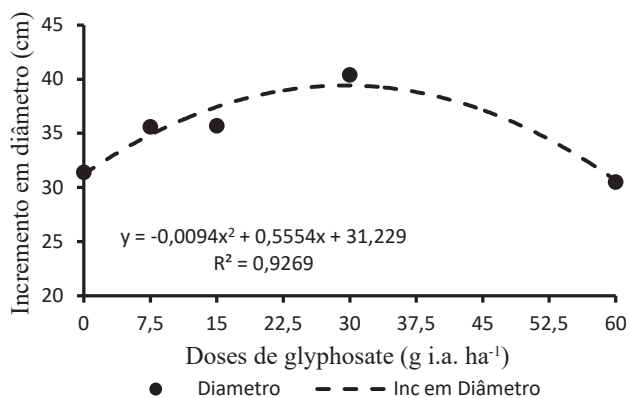


Figura 3. Incremento médio em diâmetro nas plantas de eucalipto submetidas à aplicação de diferentes subdoses de glyphosate.

Aumento na altura e no diâmetro de plantas de eucalipto com aplicação de subdoses de glyphosate também foram observados em estudo realizado por Pereira et al. (2013), com doses de 3,6 g a 93,7 g atingindo até 11% no incremento em altura em relação à testemunha. Também verificaram que doses até 41,95 g aumentaram o diâmetro em até 5,92% e que a aplicação de 62,5 g diminuiu o diâmetro do caule em até 3,92%.

Em estudo realizado por Pereira et al. (2010), a aplicação de 30 g de glyphosate em plantas de eucalipto, observaram uma diminuição da resistência estomática e conseqüente aumento da transpiração gerando uma redução na temperatura das folhas, indicando maior crescimento das plantas, podendo assim o herbicida ter agido como um estimulante de crescimento.

Na Figura 4 estão apresentados os dados de diâmetro de copa aos 60 DAA, quando as plantas já estavam com 180 DAT. As copas das árvores com aplicação de 30 g foram 16% maiores em relação à testemunha, e 5% menores com a aplicação de 60 g. O aumento do diâmetro da copa das árvores pode influenciar no fechamento do dossel, o que diminuiria a infestação de plantas daninhas na entre linha de plantio.

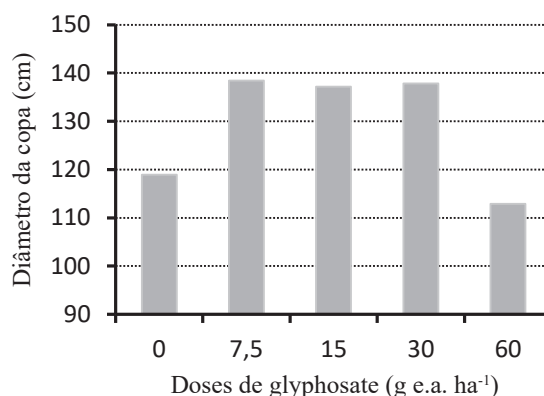


Figura 4. Diâmetro de copa das plantas de eucalipto submetidas à aplicação de diferentes subdoses de glyphosate, aos 60 DAA.

Todos os parâmetros foram reduzidos com a aplicação de 60 g de glyphosate, sugerindo que acima desta dose haja uma possível fitointoxicação.

De acordo com Tuffi Santos et al. (2006) os sintomas verificados em plantas de cinco espécies de eucalipto que receberam as doses a partir de 86,4 g foram murcha, clorose e enrolamento das folhas dos ápices. Corroborando estas informações Pereira et al. (2011) observaram que subdoses a partir de 80 g de glyphosate aplicadas em *E. grandis* pode afetar negativamente o crescimento das plantas, diminuindo o ganho em altura e em diâmetro, massa seca da parte aérea e área foliar. Salgado et al. (2011) também constatou que doses a partir de 98,3 g foram suficientes para causar decréscimo de 50% na altura das mudas.

Pereira et al. (2013) observaram sintomas visuais de fitotoxicidade em plantas de *E. urograndis*, caracterizados por amarelecimento da ponta com aplicação de doses a partir de 36 g de glyphosate.

Nos trabalhos aqui citados as plantas foram conduzidas em casa de vegetação, em vaso, e no presente estudo as plantas foram conduzidas em campo, e não



foram observados sintomas visuais de fitotoxicidade, indicando maior tolerância das plantas em situação real de plantio.

Os resultados encontrados neste estudo corroboram Pereira et al. (2015), que também não observaram fitointoxicação em espécies nativas com a aplicação de subdoses de glyphosate. Verificaram também maiores incrementos em altura e diâmetro, bem como maiores massas secas em plantas de pau-viola e araçá-amarelo com a aplicação das dose de 30 e 60 g e.a. ha⁻¹, respectivamente.

Na Figura 4 estão apresentados os resultados de altura ao longo do tempo, e nota-se que até os 60 DAA não há diferenças entre os tratamentos. No entanto aos 150 DAA pode-se verificar o distanciamento da altura das plantas com aplicação de 7,5; 15 e 30 g de glyphosate, e até do tratamento sem aplicação em relação as plantas com aplicação de 60 g, sendo estas plantas com os menores resultados, e a dose de 30 g proporcionou os maiores resultados, conforme já constatado na Figura 1.

O diâmetro de caule (Figura 5) também acompanha os resultados de altura, sendo possível a diferenciação dos tratamentos aos 150 DAA, com maior diâmetro com a aplicação de 30 g, e menor com 60 g.

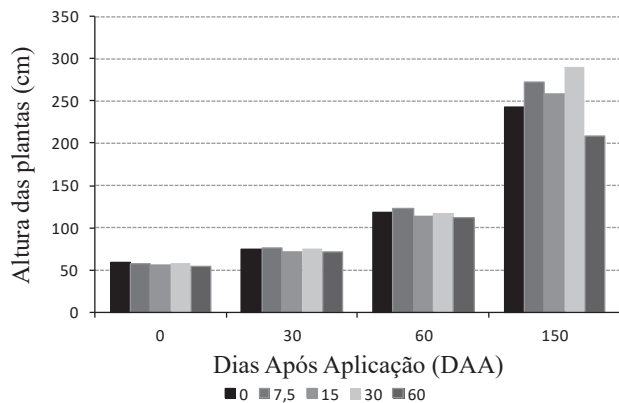


Figura 5. Altura das plantas de eucalipto submetidas à aplicação de diferentes subdoses de glyphosate, aos 0, 30, 60 e 150 DAA.

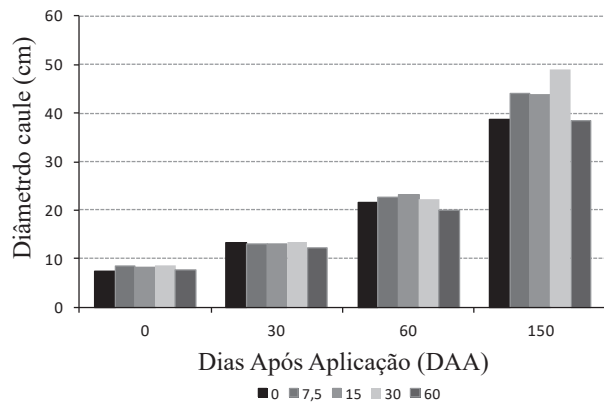


Figura 6. Diâmetro das plantas de eucalipto submetidas à aplicação de diferentes subdoses de glyphosate, aos 0, 30, 60 e 150 DAA.

Conclusões

As diferentes doses do herbicida não provocaram intoxicação nas plantas em nenhuma das aplicações. A dose de 30 g e.a. ha⁻¹ proporcionou maiores incrementos em altura e diâmetro de caule, bem como de diâmetro de copa. A dose de 60 g reduziu todos os parâmetros avaliados.

Referências

- ANUÁRIO Estatístico da ABRAF 2013. Brasília, DF: ABRAF, 2013. Disponível em <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2018.
- CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; BIANCO, S.; PRADO, R. Physiological dose-response of coffee (*Coffea arabica* L.) plants to glyphosate depends on growth stage. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 72, n. 2, p. 182-187, 2012.
- CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; COSTA, F. R. Differential response of clones of eucalypt to glyphosate. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 177-187, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000100017
- ERICKSON, C. G.; DUKE, W. B. The effect of glyphosate and surfactant concentrations on penetration and translocation in quack



grass. **Proceedings of the Northeastern Weed Science Society**, v. 35, p. 52, 1981.

GOMES JUNIOR., F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

ICMBIO. **Cadastro nacional de unidades de conservação**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=79>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

PEREIRA, F. C. M.; NEPOMUCENO, M. P.; PIRES, R. P.; PARREIRA, M. C.; ALVES, P. L. C. A. Response of eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*) plants at different doses of glyphosate. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 1, p. 66-74, 2013. DOI: 10.5539/jas.v5n1p66.

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. R.; CAMPOS, C. F.; MELHORANÇA FILHO, A. L. M.; MARTINS, D. Absorção de subdoses glyphosate aplicadas em diferentes locais de plantas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 589-594, 2011. DOI: 10.1590/S0100-67622011000400002.

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; MARTINS, D.; KLAR, A. E.; SILVA, M. R. Deriva de glyphosate sobre características fisiológicas em plantas de eucalipto. **Interciencia**, v. 35, n. 4, p. 279-283, 2010.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; FONSECA, E. D.; MARTINS, D. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 326-332, 2015. DOI: 10.14393/bj-v31n2a2015-21924.

REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O.; NANDULA, V. K. Aminomethylphosphonic acid accumulation in plant species treated with glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 6, p. 2125-2130, 2008. DOI: 10.1021/jf072954f.

RIBEIRO C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2005. 591 p.

RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; COSTA, N. V.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D. Efeito da deriva simulada de glyphosate em diferentes partes da planta de *Eucalyptus grandis*. **Semina**:

Ciências Agrárias, v. 33, n. 5, p. 1663-1672, 2012.

SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A.; KUVA, M. A.; TAKAHASHI, E. N.; DIAS, T. C. S.; LEMES, L. N. Sintomas da intoxicação inicial de *Eucalyptus* proporcionados por subdoses de glyphosate aplicadas no caule ou nas folhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 913-922, 2011. DOI: 10.1590/S0100-83582011000400022.

SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; MEIRA, R. M. S. A.; BARROS, N. F.; FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005. DOI: 10.1590/S0100-83582005000100016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAN, S.; EVANS, R.; SINGH, B. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. **Amino Acids**, v. 30, n. 2, p. 195-204, 2006. DOI: 10.1007/s00726-005-0254-1.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; MACHADO, M. S.; MACHADO, A. F. L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 523-531, 2012.

TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; SANTOS, M. V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas a deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006. DOI: 10.1590/S0100-83582006000200020.

VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M. C.; MESCHÉDE, D. K.; SOUZA, R. T.; DUKE, S. O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, v. 64, n. 4, p. 489-496, 2008. DOI: 10.1002/ps.1562.

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B.; BARBERIS, L. R. M.; DUKE, S. O. Growth regulation and other secondary effects of herbicides. **Weed Science**, v. 58, p. 351-354, 2010. DOI: 10.1614/WS-D-09-00028.1.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomia Costarricense**, v. 34, n. 1, 2010.



Manejo de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) em plantios florestais na Região Sul do Brasil

Mariane Aparecida Nickele¹; Wilson Reis Filho²; Susete do Rocio Chiarello Penteadó³; Elisiane Castro de Queiroz⁴

1Pós-doutoranda em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia, Curitiba, Paraná, nickele.mariane@gmail.com; ²Doutor em Entomologia, pesquisador da Epagri/Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, wilson.reis@colaborador.embrapa.br; ³Doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, susete.penteadó@embrapa.br; ⁴Doutora em Entomologia, funcionária do Funcema, Colombo, Paraná, elisiane.queiroz@colaborador.embrapa.br

Resumo: As formigas cortadeiras destacam-se como as principais pragas de plantios de *Pinus* e *Eucalyptus*. Na Região Sul do Brasil, por haver poucas informações sobre o comportamento das espécies de formigas cortadeiras, até pouco tempo atrás o combate era realizado de maneira padronizada, não levando em consideração as particularidades de cada região. Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar os resultados das pesquisas sobre o manejo de *Acromyrmex* em plantios de pinus e eucalipto na Região Sul do Brasil, realizadas pela Embrapa Florestas, em parceria com a Epagri, UFPR e Funcema, visando a otimização do controle dessas formigas. Foram encontradas 7 espécies de *Acromyrmex* associadas aos plantios florestais localizados na Região Sul do Brasil, sendo que *Acromyrmex crassispinus* é a mais frequente. A densidade de ninhos de *A. crassispinus* aumenta gradualmente ao longo do tempo em plantios de pinus e eucalipto, mas diminui drasticamente quando o dossel da floresta se fecha. Os ataques de *Acromyrmex* em plantas de pinus e eucalipto ocorrem principalmente nos primeiros meses após o plantio, e é influenciado pelo manejo de plantas daninhas em plantios de pinus. Assim, o combate às formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em plantios de pinus e eucalipto localizados na Região Sul do Brasil, depende da espécie plantada e do manejo florestal. Mas, de maneira geral, deve ser direcionado para o período mais vulnerável dos plantios, que são os primeiros meses de idade do plantio, o que pode representar uma grande economia de insumos e mão-de-obra.

Palavras-chave: Formigas cortadeiras; Controle; Praga florestal; Pinus; Eucalipto.

Introdução e objetivos

As formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) utilizam essencialmente substratos vegetais frescos para o cultivo do fungo do qual se alimentam. Destacam-se, como as formigas de importância econômica, pois são nocivas ao sistema agroflorestal, já que podem cortar e utilizar ampla diversidade de espécies vegetais que são cultivadas pelo homem (DELLA LUCIA et al., 2011).

As formigas cortadeiras podem causar a desfolha total, tanto de mudas como de plantas adultas. No entanto, idade das plantas pode influenciar na vulnerabilidade aos prejuízos causados por formigas. Os danos são maiores em plantas jovens, sendo que na fase inicial do plantio, as perdas por esses insetos podem ser irreversíveis, pela fragilidade das mudas (DELLA LUCIA et al., 2011).

As desfolhas provocadas por saúvas afetam significativamente o volume final de madeira das espécies *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus tereticornis* Smith (ZANETTI et al., 2000), sendo que a redução na produção de madeira para cada 2,67m² de área de saúveiro é de 0,68; 3,26 e 1,78% em cada espécie, respectivamente, em plantios comerciais em áreas de Cerrado em Minas Gerais, Brasil (ZANETTI et al., 2003). Em plantios de eucalipto localizados em áreas de Mata Atlântica em Minas Gerais, as formigas cortadeiras reduzem a produtividade de madeira entre 0,04 a 0,13 m³/ha⁻¹, para cada m² de área de terra solta de saúveiro, a depender do sítio cultivado com eucalipto (SOUZA et al., 2011). Densidades maiores que 30 ninhos/ha da saúva *A. laevigata* em plantios de *P. caribaea*, com 10 anos de idade, na Venezuela, podem reduzir mais de 50% da produção de madeira por hectare (HERNÁNDEZ & JAFFÉ, 1995).



É indiscutível a necessidade de controle de saúvas nos plantios florestais durante todo o seu ciclo. No entanto, na região Sul do Brasil, a ocorrência de espécies de formigas cortadeiras de importância econômica é mais restrita do que nas demais regiões do país. Nessa região há o predomínio de espécies de *Acromyrmex*, sendo que *Acromyrmex crassispinus* (Forel) é altamente relevante, chegando, em alguns municípios, a alcançar 95% de prevalência em relação às outras espécies (NICKELE et al., 2009).

Até pouco tempo atrás, o controle de formigas cortadeiras em plantios florestais localizados na Região Sul do Brasil era realizado de maneira padronizada, não levando em consideração as particularidades de cada região. Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar os resultados das pesquisas sobre o manejo de *Acromyrmex* em plantios de pinus e eucalipto na Região Sul do Brasil, realizadas pela Embrapa Florestas, em parceria com a Epagri, UFPR e Funcema, visando a otimização do controle dessas formigas.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados em plantios de *Pinus* localizados nos municípios de Arapoti, Bituruna, e Jaguariaíva, PR; Campo Belo do Sul, Ponte Serrada, Rio Negrinho, e Três Barras, SC, e em plantios de eucalipto nos municípios de Arapoti, Sengés, e Telêmaco Borba, PR, no período de 2006 até o presente.

Em cada plantio foram demarcadas 3 parcelas de 1 hectare, onde não foi realizado o controle de formigas cortadeiras. Em cada parcela foi registrada a densidade de ninhos de formigas cortadeiras e o número de plantas atacadas por essas formigas. Foram considerados quatro níveis de desfolha no caso de *Pinus* (nível 1: 50%; nível 2: 75%; nível 3: 100% e nível 4: 100% de desfolha e corte do meristema apical). Em *Eucalyptus* foram considerados três níveis de desfolha (nível 1: 50%; nível 2: 75%; nível 3: 100% de desfolha e corte do meristema apical). As avaliações foram realizadas desde a implantação até os plantios completarem no mínimo 3 anos de idade.

Foi coletada uma amostra de cada ninho encontrado para a identificação das espécies de formigas.

Resultados e discussão

Foram encontradas sete espécies de *Acromyrmex* associadas aos plantios de pinus e eucalipto localizados na região Sul do Brasil, sendo que a espécie *Acromyrmex crassispinus* é a mais frequente (Figura 1).

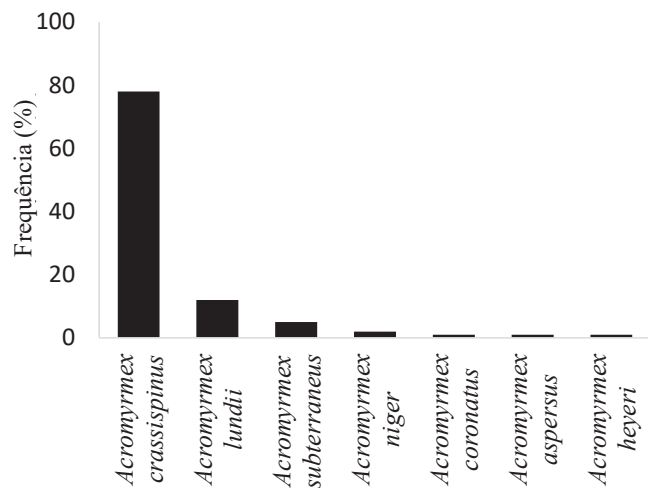


Figura 1. Frequência de espécies de *Acromyrmex* (n = 760) associadas a plantios florestais localizados na região Sul do Brasil.

Fonte: os autores.

A densidade de ninhos de *A. crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* L. é menor no início do desenvolvimento da floresta, praticamente duplica em plantios com três anos, e reduz após o fechamento do dossel da floresta, que ocorre a partir dos 54 meses após o plantio, sendo praticamente inexistente a partir dos seis anos de idade se não houver a poda dos galhos inferiores das plantas e nem desbastes (NICKELE et al., 2009; 2015).

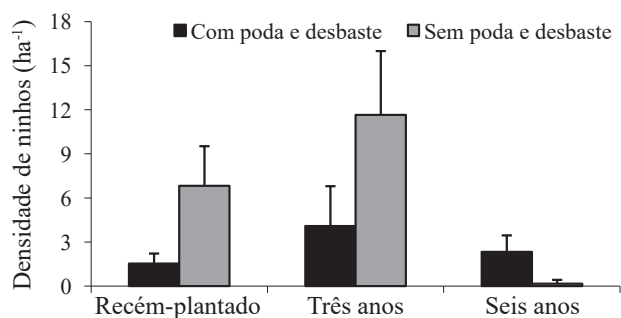


Figura 2. Densidade de ninhos de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de pinus com (Rio Negrinho, SC) e sem (Três Barras, SC) poda e desbaste.

Fonte: Nickele et al., 2009.

Em plantios de *Eucalyptus* há um aumento gradual na densidade de ninhos de *A. crassispinus* até os 18 meses após o plantio. Aos 24 meses após o plantio, quando o dossel da floresta se fecha, a densidade de ninhos diminui drasticamente (Figura 3).

Acromyrmex crassispinus prefere nidificar em áreas abertas. Em áreas recém-plantadas, os ninhos novos se instalam a partir do momento em que ocorrem as revoadas. Com o tempo, há um aumento na densidade

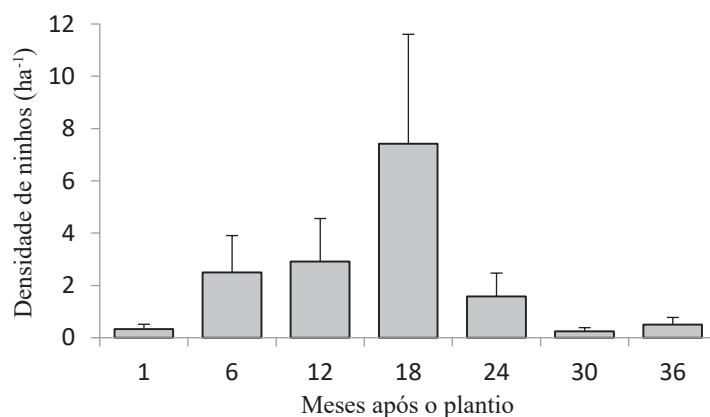


Figura 3. Densidade de ninhos de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Eucalyptus urograndis* (Arapoti, PR).

Fonte: os autores.

de ninhos. O fato de a densidade de ninhos diminuir quando a floresta está adulta está relacionado ao fechamento do dossel da floresta, o que pode dificultar a instalação de novos ninhos, ou pode estar relacionado à baixa diversidade do sub-bosque, ou seja, à carência de recursos vegetais para o forrageamento das formigas (ZANETTI et al., 2000; NICKELE et al., 2009, 2015).

Um estudo realizado em Rio Negrinho e Três Barras, SC, demonstrou que a maior porcentagem de ataque de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* ocorreu no primeiro mês de idade do plantio. As avaliações nos meses subsequentes mostraram que a porcentagem de plantas atacadas diminuiu significativamente. Nesses locais, o manejo de plantas daninhas foi realizado através de roçadas (NICKELE et al., 2012).

Os estudos realizados em plantios de pinus nos demais municípios, sugerem que o manejo de plantas daninhas pode influenciar no ataque de *Acromyrmex*. Nos plantios de pinus onde o manejo de plantas daninhas é realizado com a aplicação de herbicidas, houve um aumento nos ataques de formigas ao longo

do tempo (Exemplo em Arapoti, PR - Figura 4). Já nos plantios de pinus em que o manejo de plantas daninhas é realizado através de roçada, o ataque de formigas foi maior no início do plantio e foi reduzindo ao longo do tempo (Exemplo em Ponte Serrada, SC - Figura 5).

As formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* somente atacam as plantas de *P. taeda* com mais de um ano idade pela falta de outros recursos vegetais. Sendo assim, a vegetação nativa entre as linhas de plantio, quando não competitivo com as plantas cultivadas, deve ser mantida, já que são alternativas de recursos para o forrageamento das formigas cortadeiras (ARAÚJO et al., 2003; NICKELE et al., 2013).

Em plantios de *Eucalyptus urograndis*, o ataque de *Acromyrmex* foi intenso nos primeiros meses após o plantio. Entretanto, a partir dos seis meses de idade do plantio, o ataque foi insignificante (Exemplo em Arapoti, PR - Figura 6).

A maioria das plantas atacadas por *Acromyrmex* a partir dos 6 meses de idade dos plantios de eucalipto,

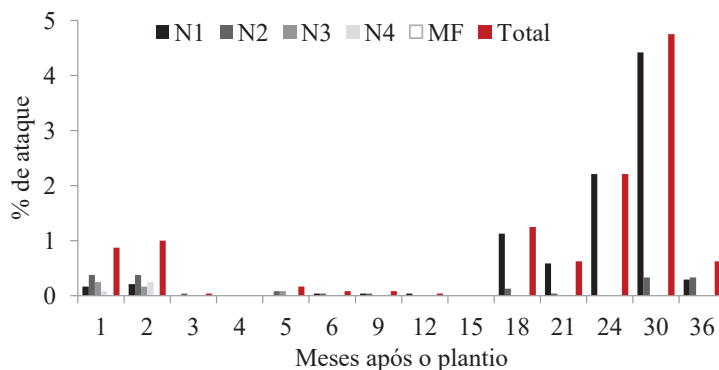


Figura 4. Porcentagem média de plantas de *Pinus taeda* atacadas por *Acromyrmex* onde o manejo de plantas daninhas foi realizado com o uso de herbicidas (Arapoti, PR). N1: 50% de desfolha; N2: 75% de desfolha; N3: 100% de desfolha; N4: 100% de desfolha, mais corte do meristema apical; MF: planta morta por formiga cortadeira.

Fonte: os autores.

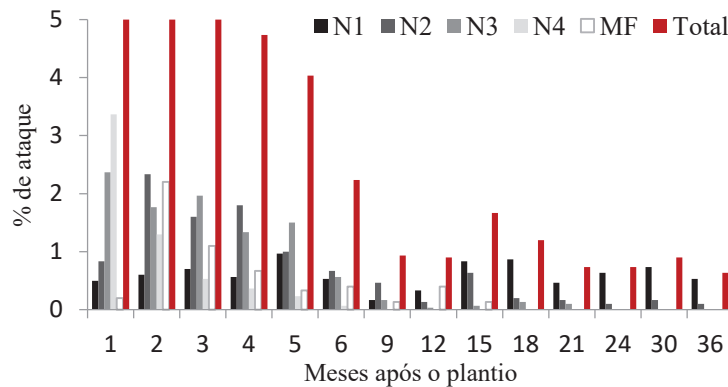


Figura 5. Porcentagem média de plantas de *Pinus taeda* atacadas por *Acromyrmex* onde o manejo de plantas daninhas foi realizado com o uso de roçadas (Ponte Serrada, SC). N1: 50% de desfolha; N2: 75% de desfolha; N3: 100% de desfolha; N4: 100% de desfolha, mais corte do meristema apical; MF: planta morta por formiga cortadeira.

Fonte: os autores.

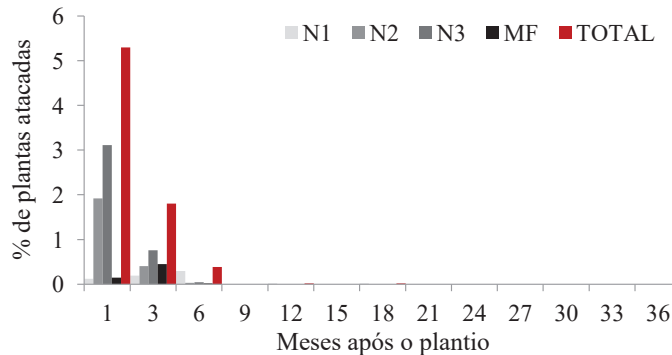


Figura 6. Porcentagem média de plantas de *Eucalyptus urograndis* atacadas por *Acromyrmex* (Arapoti, PR). N1: 50% de desfolha; N2: 75% de desfolha; N3: 100% de desfolha; MF: planta morta por formiga cortadeira.

Fonte: os autores.

e a partir de um ano de idade dos plantios de pinus, encontravam-se no nível 1 de desfolha (até 50%). Esse nível de desfolha não causa prejuízos significativos no desenvolvimento das plantas (REIS FILHO et al., 2011; NICKELE et al., 2012). Assim, conclui-se que os maiores prejuízos causados por *Acromyrmex* nos plantios de pinus e eucalipto na Região Sul do Brasil ocorrem nos primeiros meses após o plantio, onde os níveis de desfolha das plantas atacadas por formigas são mais intensos.

Com base nos experimentos avaliados até o momento, foram elaboradas recomendações para o controle químico de formigas cortadeiras em plantios de *Pinus* e *Eucalyptus*, levando em consideração os gêneros de formigas cortadeiras, a espécie vegetal plantada e as diferentes formas de manejo florestal adotadas pelas empresas de base florestal, visando a redução do uso de iscas formicidas, sem que haja prejuízos aos produtores (REIS FILHO et al., 2015).

Assim, em plantios de *Pinus*, o controle pré-corte raso só se justifica em locais onde houver a ocorrência

de *Atta* (saúvas). Se predominar formigas do gênero *Acromyrmex* (quenquém), não é necessário realizar o controle pré-corte raso, uma vez que, em plantios de *Pinus*, que não sofrem poda e nem desbastes, é rara a presença de ninhos de quenquéns e também devido à dificuldade de localizar os ninhos em plantios com sub-bosque denso.

O controle sistemático pré-plantio deve ser realizado em áreas de implantação; em áreas onde o intervalo entre o corte raso e o novo plantio for superior a seis meses (área exposta durante o período de revoada das formigas cortadeiras na primavera); em área de reforma, cujo plantio anterior era com poda e desbaste; e em área de reforma, cujo plantio anterior era sem poda nem desbaste, mas com o corte raso e novo plantio ocorrendo durante a primavera/verão.

Não é necessário realizar o controle sistemático pré-plantio em áreas de reforma, que não sofreram poda e nem desbaste, mas com corte raso e novo plantio ocorrendo durante o outono e o inverno, em locais de ocorrência somente de quenquéns e distantes de áreas



de matas nativas (APPs, reserva legal). Quando ocorrer essa situação, o primeiro combate após o plantio deve ser realizado o mais breve possível.

O controle pós-plantio deve ser realizado de 7 a 30 dias após o plantio de pinus, percorrendo todo o plantio, realizando o combate localizado somente nos locais em que houver ninhos ou plantas atacadas. O mesmo procedimento poderá ser repetido aos 90 e aos 180 dias após o plantio.

O combate às formigas durante a manutenção dos plantios de pinus deve ser realizado de maneira localizada, somente onde forem observados ninhos ou plantas atacadas, considerando as seguintes situações:

- Em plantios que são mantidos totalmente no limpo, pela aplicação de herbicidas, e havendo o predomínio de quenquéns, as manutenções deverão ser efetuadas em até 15 dias após cada aplicação de herbicida, até que o plantio complete três anos de idade.
- Em plantios que são mantidos no limpo somente com roçadas e que ocorre apenas quenquéns, a manutenção deve ser realizada somente até o plantio completar um ano de idade.

Em plantios de *Eucalyptus* com a ocorrência apenas de quenquéns, nas etapas de pré-corte raso, pré-plantio e pós-plantio, deve-se seguir as mesmas recomendações sugeridas para plantios de *Pinus*. Já a manutenção deve ser realizada apenas até o plantio completar um ano de idade, não sendo necessário realizar as manutenções durante todo o ciclo florestal, assim como é recomendado para os plantios onde há a ocorrência de saúvas.

Conclusões

A densidade de ninhos de *A. crassispinus* aumenta gradualmente ao longo do tempo dos plantios de pinus e eucalipto, mas diminui drasticamente quando o dossel da floresta se fecha.

Os maiores prejuízos causados por *Acromyrmex* em plantas de pinus e eucalipto na Região Sul do Brasil ocorrem nos primeiros meses após o plantio.

O combate às formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em plantios de pinus e eucalipto na região Sul do Brasil, depende da espécie plantada e do manejo florestal. Mas, de maneira geral, deve ser direcionado para o período mais vulnerável dos plantios, que são os primeiros meses de idade do plantio, o que pode representar uma grande economia de insumos e mão-de-obra.

Referências

- ARAÚJO, M. da S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Estratégias alternativas de controle de formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, v. 6, p. 71-74, 2003.
- DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas cortadeiras**: da Bioecologia ao Manejo. Viçosa: Editora UFV, 419 p., 2011.
- HERNÁNDEZ, J.V.; JAFFÉ, K. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 287-298, 1995.
- NICKELE, M. A.; PIE, M. R.; REIS FILHO, W.; PENTEADO, S. R. C. Formigas cultivadoras de fungos: estado da arte e direcionamento para pesquisas futuras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, p. 53-72, 2013. DOI: 10.4336/2013.pfb.33.73.403.
- NICKELE, M. A.; REIS FILHO, W.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T.; CALDATO, N.; STRAPASSON, P. Leaf-cutting ant attack in initial pine plantations and growth of defoliated plants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 892-899, 2012.
- NICKELE, M.A.; REIS FILHO, W.; OLIVEIRA, E.B. de; IEDE, E.T. Densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 347-353, 2009.
- NICKELE, M. A.; REIS FILHO, W. Population dynamics of *Acromyrmex crassispinus* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) and attacks on *Pinus taeda* Linnaeus (Pinaceae) plantations. **Sociobiology**, v. 62, p. 340-346, 2015. DOI: 10.13102/sociobiology.v62i3.422.
- SOUZA, A.; ZANETTI, R.; CALEGARIO, N. Nível de dano econômico para formigas-cortadeiras em função do índice de produtividade florestal de Eucaliptais em uma região de Mata Atlântica. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 483-488, 2011. DOI: 10.1590/S1519-566X2011000400012.
- REIS FILHO, W.; NICKELE, M. A.; PENTEADO, S. R. C.; MARTINS, M. F. O. **Recomendações para o controle químico de formigas cortadeiras em plantios de Pinus e Eucalyptus**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 354).
- REIS FILHO, W.; SANTOS, F. dos; STRAPASSON, P.; NICKELE, M.A. Danos causados por diferentes níveis de desfolha artificial para simulação do ataque de formigas cortadeiras em *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, p. 37-42, 2011. DOI: 10.4336/2011.pfb.31.65.37.
- ZANETTI, R.; VILELA, E. F.; ZANÚNCIO, J. C.; LEITE, H. G.; FREITAS, G. D. Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de saúvas em eucaliptais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1911-1918, 2000.
- ZANETTI R.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F.; LEITE, H. G.; JAFFE, K.; OLIVEIRA, A. C. Level of economic damage for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology**, v. 42, p. 433-442, 2003.



Avaliação da biomassa de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes condições de disponibilidade hídrica

Natália Saudade de Aguiar¹; Enéas Ricardo Konzen²; Lucas de Lima Ribeiro¹; Marcio Carlos Navroski³

¹Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, talia.saguiar@yahoo.com.br; lucas.ribeiro@edu.udesc.br; ²Doutor em Ciências, professor colaborador no Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, erkonzen@gmail.com;

³Doutor em Engenharia Florestal, professor associado no Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, marcio.navroski@udesc.br

Resumo: Avaliou-se a biomassa de mudas de *Eucalyptus benthamii* em diferentes regimes de disponibilidade hídrica. As plantas foram submetidas a déficit e saturação hídrica e tratamento controle em casa de vegetação; sombreamento em telado; e área de pleno sol. As plantas normalmente irrigadas (controle) e as submetidas à saturação hídrica, comparativamente aos demais, mostraram valores superiores de massa seca radicular, foliar e total. O excesso de água não prejudicou o crescimento e desenvolvimento das mudas. O sombreamento não favoreceu o aumento da biomassa das plantas.

Palavras-chave: Viveiro; Déficit hídrico; Saturação hídrica.

Introdução e Objetivos

A busca por maior produtividade no setor florestal tem demandado pesquisas sobre materiais genéticos mais produtivos e adaptados às diferentes condições ambientais (VELLINI, 2008). Os principais elementos climáticos que afetam o crescimento das árvores são: radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica (SOUZA et al., 2006).

Na produção de mudas, a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso de água pode limitar o desenvolvimento das mesmas, sendo que a falta de água leva ao estresse hídrico, além da diminuição na absorção de nutrientes (LOPES, 2005). A deficiência hídrica afeta os processos fisiológicos e morfológicos das plantas e conseqüentemente, o acúmulo de massa (SILVA, 1998). Por outro lado, a saturação hídrica do solo pode afetar o crescimento de raízes e da parte aérea das plantas, por conta da inibição do alongamento dos entrenós, da expansão das folhas, e também pode acelerar a senescência e abscisão destas (SCALON, 2011).

O crescimento e o desenvolvimento dos vegetais são conseqüências de vários processos fisiológicos e são controlados pelas condições ambientais e também pelas características genéticas de cada espécie vegetal (PEREIRA, 2010). Assim, nesse experimento foi estudado *E. benthamii* Maiden & Cabbage, espécie adaptada às condições do Sul do Brasil por suportar baixas temperaturas (próximo a -10°C), e a ocorrência de geadas (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). Há poucas referências na literatura que tratam da

resistência dessa espécie ao déficit hídrico.

Dessa forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a biomassa de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes condições de disponibilidade hídrica.

Material e métodos

O experimento foi realizado no viveiro florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UEDESC), localizado em Lages, Santa Catarina. Mudas de *Eucalyptus benthamii* com aproximadamente 6 meses, aptas a serem plantadas no campo, foram transferidas de tubetes para vasos com capacidade de 8 litros, no final do mês de maio de 2017.

Assim, após a adaptação das mudas aos vasos, começaram a ser aplicados os tratamentos. Em casa de vegetação, foram compostos os tratamentos: controle, no qual as plantas foram irrigadas adequadamente, de acordo com irrigação padrão do viveiro (± 8 mm, diariamente); déficit hídrico, em que a irrigação foi suspensa após a fase de adaptação das mudas; saturação hídrica, no qual os vasos eram irrigados de forma a ser mantida uma camada de água acima do substrato. Também foram aplicados tratamentos sem controle das condições ambientais, sendo eles: sombreado, em que não foi realizada a irrigação, porém, as plantas se encontravam em local coberto com tela de sombreamento; e ambiente externo, no qual não foi realizada a irrigação e as plantas foram deixadas em local aberto.

O experimento foi realizado em blocos casualizados



subdivididos espacialmente, com três blocos em cada ambiente (casa de vegetação, casa de sombreamento e ambiente externo). Assim, dentro da casa de vegetação foram mantidos três blocos com os tratamentos controle, déficit hídrico e saturação hídrica, com cinco repetições (Figura 1a-b). Na casa de sombra havia três blocos, porém somente com cinco plantas por bloco, visando avaliar o efeito do sombreamento (Figura 1, c). E no ambiente externo (pleno sol) também havia três blocos de cinco repetições (Figura 1, d).

As plantas foram submetidas aos tratamentos por aproximadamente 21 dias. Para obtenção da biomassa foram retiradas todas as folhas, caule e ramos finos, e raiz, separadamente, para cada planta. Estes foram submetidos à estufa em temperatura de 50 °C, por até 10 dias (até massa constante), e posteriormente foram pesados em balança de precisão para obtenção da massa seca radicular, foliar, caulinar e total.

Como o estudo trata de um experimento com déficit hídrico, inclusive com tratamentos submetidos às condições ambientais locais, ou seja, sem nenhum controle, as variáveis climáticas são cruciais para determinar o desenvolvimento das plantas. Assim, foram obtidos dados climáticos diários provenientes do banco de dados do INMET-Lages, sendo consideradas

como variáveis importantes a se considerar: temperatura mínima, média e máxima; umidade relativa média; radiação solar média; e precipitação. Foram obtidos dados de 14 de agosto a 5 de setembro de 2017, período em que as plantas foram submetidas aos tratamentos.

Podemos observar por meio da Figura 2a os dados de temperatura mínima, média e máxima, em que se nota uma grande variação de temperaturas, tanto diárias, quanto durante esse período. A temperatura mínima registrada foi de 0,4 °C, a máxima 27,6 °C e a média de todo o período foi 14,6 °C. Como o experimento foi realizado durante o inverno eram esperadas temperaturas baixas, porém, também ocorreram temperaturas amenas, e até mesmo próximas à 30 °C em alguns dias. A umidade relativa média diária variou de 57,1% a 95,8%.

Na Figura 2b temos dados de precipitação, sendo que houveram três dias com precipitação superior a 1 mm, no sétimo dia do experimento a precipitação registrada foi de 33,8 mm, a maior para o período. Assim, para os tratamentos sombreamento e ambiente externo, que sofreram maior interferência ambiental, pode ser considerado que a quantidade de água recebida pelas plantas foi somente esta registrada pela estação meteorológica.



Fotos: Enéas Ricardo Konzen

Figura 1. Imagens do experimento instalado: (a) e (b) Tratamentos controle, seco e alagado, em três blocos, na casa de vegetação; (c) tratamento sombreado; (d) ambiente externo.

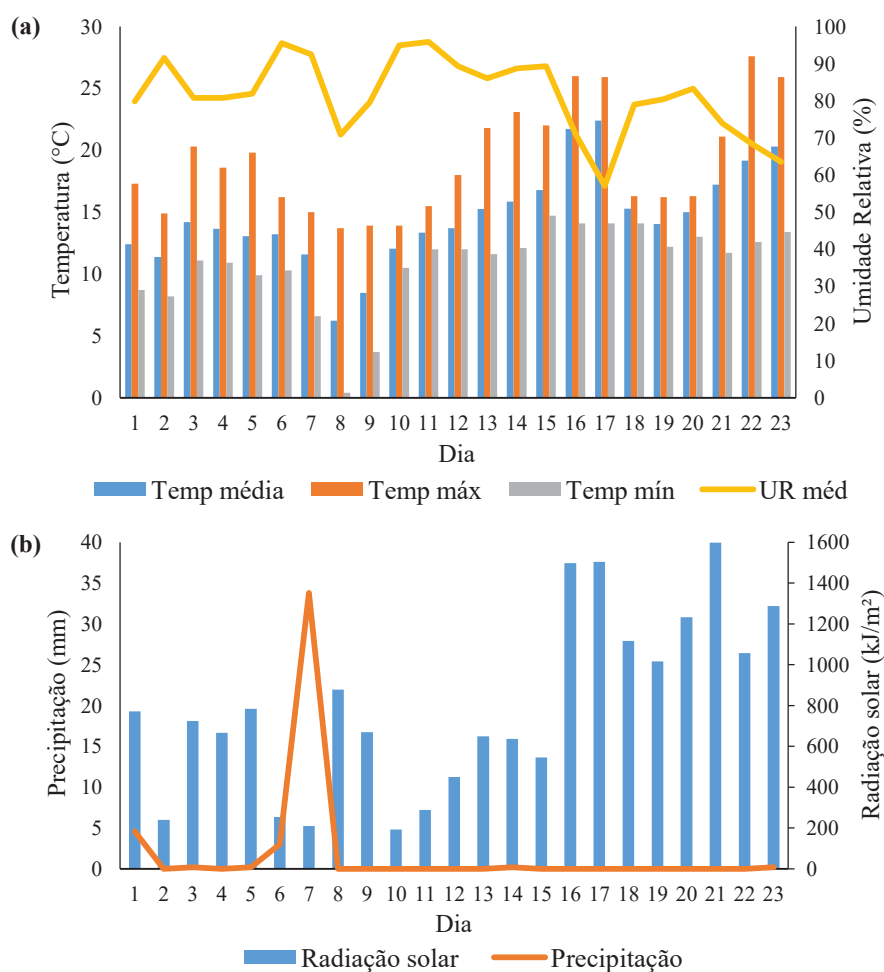


Figura 2. Variáveis climáticas diárias no período de 14 de agosto a 05 de setembro de 2017. (a) Temperatura (°C) mínima, média e máxima, e umidade relativa média (%); (b) precipitação (mm) e radiação solar média (kJ/m²).

Resultados e discussão

Com relação à biomassa, avaliada pelo peso seco (g), a análise de variância mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para todas as variáveis, com exceção do peso seco de caule. Por meio do teste Scott-Knott observou-se que para a biomassa de raiz, os tratamentos controle e de saturação hídrica implicaram em valores mais altos de biomassa, comparativamente aos demais. O acúmulo de massa seca foliar ao longo do tempo foi mais elevado nos tratamentos controle, de saturação hídrica e nas plantas mantidas em pleno sol. A biomassa total apresentou os maiores valores nos tratamentos controle e de saturação hídrica. Dessa forma, pode-se afirmar que os tratamentos que mais se destacaram foram o controle, como esperado, pelo fato de as mudas não terem sido submetidas às condições de déficit hídrico, e a saturação hídrica, que não apresentou diferença significativa em relação ao controle em nenhuma variável, demonstrando que o excesso de água não afetou substancialmente

o desenvolvimento das plantas. Pode ser observado também que em condições ambientais sem controle, o sombreamento não favoreceu o aumento da biomassa das mudas.

Em estudo realizado por Martins et al. (2008) com *E. saligna* e *E. grandis*, foi concluído que o crescimento e desenvolvimento das mudas foram afetados pela deficiência hídrica, porém as plantas apresentaram boa adaptação à deficiência hídrica no solo, superior que a maioria das culturas anuais e perenes estudadas.

Vellini et al. (2008), estudando clones de *Eucalyptus* spp. em diferentes regimes de irrigação, chegaram à conclusão de que a redução na disponibilidade de água no substrato afetou negativamente a maioria dos caracteres avaliados, entre eles massa seca de raiz, caule e folhas, sendo que os melhores desempenhos foram observados no regime de irrigação diária. A produção de massa seca de raízes foi severamente prejudicada no regime de irrigação a cada seis dias, confirmando a condição desfavorável imposta por este regime ao desenvolvimento das plantas.



Tabela 1. Médias de biomassa (g) para raiz, caule, folhas e total.

Tratamentos	Raiz	Caule	Folhas	Total
Controle	14,01* a	11,90 b	12,50 a	38,40 a
Déficit hídrico	9,25 b	9,86 b	9,00 b	28,11 b
Saturação hídrica	13,88 a	11,34 b	12,65 a	37,87 a
Sombreado	9,81 b	8,60 b	9,46 b	27,87 b
Pleno sol	9,94 b	10,91 b	11,75 a	32,60 b

*Médias na mesma coluna seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

Schwider et al. (2013), em experimento com *E. urophylla* x *E. grandis*, constataram que conforme o nível de água disponível no solo foi reduzido abaixo de 75% da capacidade de campo, ocorreu uma redução gradativa da produção de biomassa total. Semelhante ao que ocorreu nesse estudo, o tratamento com saturação hídrica apresentou valores de matéria seca muito próximos ao controle, demonstrando a adaptação de *E. benthamii* a solos úmidos.

Quanto à proporção de raiz, caule, folhas e parte aérea, nota-se que para a proporção de raiz, o tratamento de saturação hídrica destaca com 38% de raiz (Figura 2b), demonstrando que mesmo em condições acima do ponto de saturação do solo, as raízes de *E. benthamii* conseguem se desenvolver bem. Para a proporção de caule, se destaca o tratamento de déficit

hídrico, com 35%. Já para a proporção de parte aérea, ou seja, da soma da biomassa de caule e folhas, em relação ao total, nota-se uma grande semelhança entre os tratamentos de déficit hídrico com 68%, e o ambiente externo com 69%, mostrando maior proporção de parte aérea que os demais.

A razão entre a biomassa das raízes e da parte aérea foi maior no tratamento de saturação hídrica, demonstrando que a raiz se desenvolveu mais do que a parte aérea, mesmo com a saturação do solo. De acordo com Taiz e Zeiger (2013) ocorre aumento da razão do crescimento das raízes em relação à parte aérea em resposta ao déficit hídrico, o que não foi observado nesse estudo, pois os tratamentos alagado e ambiente externo apresentaram baixa razão raiz parte aérea.

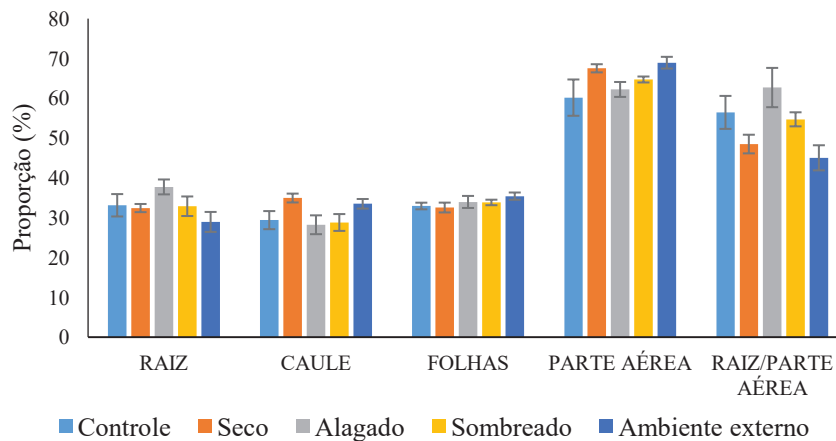


Figura 2. b) Proportão de raiz, caule, folhas e parte aérea em relação ao total, e razão raiz/parte aérea, para os cinco tratamentos.



Conclusão

Dessa forma, conclui-se que os tratamentos que mais se destacaram no experimento pela avaliação da biomassa foram o controle e o submetido à saturação hídrica, que não apresentaram diferença estatisticamente significativa em nenhuma variável. Esse resultado demonstra que o excesso de água pode não afetar substancialmente o desenvolvimento das mudas de *E. benthamii*, nas condições em que este experimento foi conduzido, o que possibilita o plantio da espécie em áreas com solo úmido. Pode ser observado também que, em condições ambientais sem controle, o sombreamento não favoreceu o aumento da biomassa das mudas.

Referências

- LOPES, L. J. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 97-106, 2005.
- MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1297-1306, 2008.
- PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos; FERREIRA, C. A. **Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. (Embrapa Florestas. Documentos, 129).
- PEREIRA, M. R. R. Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Irriga**, v. 15, n. 1, p. 98-110, 2010. DOI: 10.15809/irriga.2010v15n1p98.
- SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial demudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011. DOI: 10.5902/198050984510.
- SCHWIDER, Y. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; CÔRREA, V. B.; TOLEDO, J. V.; XAVIER, T. M. T. Efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de eucalipto em diferentes condições microclimáticas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 888-900, 2013.
- SILVA, M. R. da. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hilex Maide submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SOUZA, M. J. H. de.; RIBEIRO, A.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; MINUZZI, R. B. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 399-410, 2006. DOI: 10.1590/S0100-67622006000300010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000400006.



Alternativa para produção silvícola na Bahia

Nayara Ribeiro dos Santos Aguiar Silva¹; Vanessa Lucena Vanderlei Pereira¹; Rozimar de Campos Pereira²

¹Graduandos em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, nanayribas12@gmail.com; nessalucena1@gmail.com; ²Profa. dra. do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas, BA, rozimar@ufrb.edu.br

Resumo: Os sistemas agroflorestais (SAF's) representam uma alternativa agroecológica de produção, sob regime sustentável, para os agricultores familiares em algumas mesorregiões do estado da Bahia - Brasil, especialmente nas regiões abrangidas pela Mata Atlântica, principalmente no que se refere ao manejo florestal, à diversidade de produtos e à geração de renda. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi compreender as diferentes formas de apropriação e de manejo dos recursos naturais através dos SAF's, nos subsistemas roça, sítio ou quintais florestais, como componente para a sustentabilidade e também avaliar os Sistemas Agroflorestais multiestratificados de agricultores familiares, identificando as espécies vegetais e seus usos. A partir de entrevistas foram catalogadas as espécies de maior interesse dos agricultores familiares e avaliados os SAF produtivos. Utilizou-se estudo de caso com aplicação de questionários, entrevistas e observação participante. Avaliou-se 82 sistemas agroflorestais em seis municípios (Cruz das Almas, Muritiba, São Felipe, Amargosa, Conceição do Almeida e Taperoá). Foram identificadas 76 espécies, 68,4% são utilizadas na alimentação, 14,5% medicinais, 13,2% são madeiras e o restante (3,9%) é utilizado para outros fins. Do total de espécie 51,3% são frutíferas e 13,2% são espécies florestais nativas. Nota-se que as espécies frutíferas detêm a preferência dos agricultores, pois estas fazem parte da dieta alimentar dos mesmos. Constatou-se que 59,2% das espécies são arbóreas, 14,5 % são arbustivas e 26,3% são herbáceas. Os SAF's, constituído pelos os subsistemas: roça, quintal florestal, proporcionam produtos tanto para subsistência quanto para comercialização local, e estabelecendo a agricultura como fundamental atividade nos municípios avaliados.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais; Madeira; Agrossilvicultura.

Introdução e objetivos

Para o cenário brasileiro, o crescimento dos plantios florestais e os avanços tecnológicos alcançados no campo da silvicultura (manejo, condução, produtividade, genética, etc.) têm propiciado o uso da biomassa lenhosa como alternativa energética para a geração térmica, uso na construção civil, movelaria (BRITO; CINTRA, 2004).

O crescimento dos reflorestamentos também tem gerado maior pressão sobre o uso da terra, acarretando concentração de monocultivos florestais consolidados em grandes produtores (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015; VALVERDE et al., 2016). Segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) (2017), estima-se que o Brasil possua entre 25 e 30 mil famílias rurais com propriedades de pequeno a médio porte que dependem da agricultura de pequena escala e do uso e produção da madeira, e que, em muitos casos, enfrentam barreiras à competição no

mercado de madeira face à sua concentração econômica por parte dos grandes produtores.

Portanto, o emprego da madeira principalmente para geração de energia traz grandes desafios para o setor florestal e para as economias rurais. Buscar sistemas de produção florestal que consigam aliar sustentabilidade e produtividade, visando bioenergia, sem marginalizar os pequenos e médios produtores, mas também mitigar os efeitos adversos sobre o meio ambiente, é um importante desafio. A partir desse ponto de vista, os SAF's podem representar uma alternativa interessante de uso da terra e de produção de madeira para energia, por integrar produção de biomassa e alimentos acessível à agricultura familiar.

Os sistemas agroflorestais constituem uma alternativa de produção de madeira que busca minimizar o efeito da intervenção humana nos sistemas naturais. Principalmente na Mata Atlântica que é considerada uma das áreas de maior prioridade para a conservação do planeta devido a sua biodiversidade biológica



e elevado grau de ameaça. A consorciação de várias espécies dentro de uma área aumenta a diversidade do ecossistema, em que as interações benéficas são aproveitadas entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções (FEIDEN, 2009).

Munslow et al. (2012, 2014) e Mirck e Quinkenstein (2015), demonstram que sistemas agroflorestais, como o *Alley Cropping* e o *Taungya*, têm sido desenvolvidos nas últimas décadas com o objetivo principal de produção de madeira para energia. Através da integração da produção arbórea e de cultivos agrícolas, estes sistemas têm demonstrado potencial para oferecer o auto-abastecimento energético em áreas rurais e, também, a diversificação da produção agrícola, focando no fornecimento de biomassa para energia em indústrias locais, integrado à produção de alimentos (GRUENEWALD et al., 2007).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) sucessionais e biodiversos são dotados de uma lógica agroecológica intrínseca, pois utilizam os conhecimentos locais e são desenhados a partir dos potenciais naturais da região. Num novo mundo rural, onde ocorre a agricultura familiar ou o pequeno produtor rural como protagonistas no desenvolvimento local sustentável. Os SAFs são bastante apropriados as condições socioeconômicas e culturais destes segmentos da sociedade, tanto no que se refere a conhecimentos e mão de obra disponível, quanto à diversificação e integração de cultivos, o que, de fato, contribui para a segurança alimentar das famílias; além de ser um sistema que contribui para minimizar a degradação dos recursos naturais, como solos e águas (RODRIGUES et al., 2008; SIMINSKI, 2009). Além disso, necessitam baixo investimento, pois apresentam baixa necessidade de insumos externos (SCALES; MARDEN, 2008).

Nesses agroecossistemas há um aproveitamento mais intensivo de recursos como água, radiação solar e nutrientes do solo, pela reciclagem da folhagem, requerendo, assim, a utilização de baixos insumos, além de provocarem menos danos ambiente. Assim os SAF's representam uma alternativa agroecológica de produção, sob regime sustentável, para os agricultores familiares, nestes as plantas cultivadas são introduzidas em consórcio, de forma a preencher todos os nichos, inclusive, considerando nessa combinação, espécies nativas remanescentes, espécies da regeneração ou reintroduzidas. Além de combinar as espécies no espaço, combinam-se os consórcios no tempo como no processo de sucessão natural de espécies, em que os consórcios se sucedem uns após outros, num processo dinâmico, dependendo do ciclo de vida das espécies. As árvores utilizadas em SAF's podem ter diversas funções: fornecimento de matriz energética (lenha) para obtenção de biocombustíveis, arborização de pastos e culturas, barreiras vivas, cercas vivas, quebra-ventos, revegetação de áreas degradadas, fonte

de proteína para animais, adubação verde, bosque de proteção, apicultura, forragem, alimentação e celulose (MANESCHY et al., 2009).

O plantio de árvores na propriedade pode reduzir os custos de produção agrícola devido aos menores gastos na conservação de solos e combate de pragas e doenças, substituição de material para cercas e construções, fonte alternativa para abastecimento energético e rendas alternativas com a madeira explorada e subprodutos. Essa situação também leva a uma menor pressão na utilização de florestas nativas como fonte de matéria-prima, principalmente para energia. Com base nessas considerações, o presente estudo objetivou avaliar os Sistemas Agroflorestais - SAF multiestratificados de agricultores familiares em uma área de Mata Atlântica no estado da Bahia - Brasil, identificando as espécies vegetais e seus usos madeireiros.

Material e métodos

O estudo foi realizado nos Municípios de Cruz das Almas (20 proprietários), Muritiba (10 proprietários), São Felipe (10 proprietários), Amargosa (10 proprietários), Conceição do Almeida (14 proprietários) e Taperoá (18 proprietários), localizados na Microrregião Recôncavo e Recôncavo Sul da Bahia a aproximadamente 160 Km da capital Salvador, BA. A avaliação dos SAF multiestratificados comerciais produtivos nos municípios de estudo foram realizadas com o auxílio de entrevistas semi-estruturadas. A partir de entrevistas foram catalogadas as espécies de maior interesse dos agricultores familiares e por meio de inventário florístico foram avaliados os SAF produtivos, identificando as espécies arbóreas (componentes principais). O método empregado foi o estudo de Caso com aplicação de questionários, entrevistas e observação participante.

Os SAF avaliados pertencem a 82 agricultores familiares nos seis municípios. Para a identificação das espécies foram feitas coletas de material botânico. As exsiccatas desse material encontram-se incorporadas no Herbário da Universidade Federal de Viçosa (VIC). Os famílias e espécimes foram identificados utilizando o site Tropicos (www.tropicos.org).

Resultado e discussão

A composição florística e a distribuição das espécies nos SAFs são determinadas por fatores externos e internos, como função e tamanho da área, bem como fatores socioeconômicos e culturais, além da influência direta da família que seleciona as espécies de acordo com as suas necessidades (NAIR, 1986). Nos SAF's do Recôncavo da Bahia registrou-se 76 espécies, pertencentes a 68 gêneros e 35 famílias (Tabela 1). As



Tabela 1. Espécies presentes nos sistemas agroflorestais e quintais florestais nos municípios de Cruz das Almas, Muritiba, São Felipe, Amargosa, Conceição do Almeida e Taperoá – Bahia (Nordeste do Brasil). Categorias de uso: 1 = alimentar; 2 = frutífera; 3 = medicinal; 4 = ornamental; 5 = madeireira; 6 = produção de sombra; 7 = Outros usos. Ab.= Abundância, N = número de indivíduos, P = Porcentagem. Status: N = Nativa; E = exótica.

Nome vulgar	Nome científico	Família	N	P	Status	Usos
Abacateiro	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	64	28,19	N	1, 2, 3 e 6
Abil	<i>Lucuma caimito</i> (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.	Sapotaceae	16	4,1	N	1 e 2
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> L.	Arecaceae	30	13,22	N	1
Acerola	<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	Malpighiaceae	74	40,2	E	2
Alfavaca-Louro	<i>Ocimum gratissimum</i> L. alfavaca-louro	Lamiaceae	21	11,4	N	3
Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mimosaceae	10	5,4	N	5 e 6
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Malvaceae	12	6,5	E	3 e 4
Amora	<i>Morus alba</i> L.	Moraceae	56	24,67	N	1 e 3
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. cebil	Mimosaceae	21	9,25	N	5
Apara-raio	<i>Nicotiana glauca</i> Grah.	Solanaceae	4	1,76	N	3
Araça	<i>Psidium araca</i> Raddi.	Myrtaceae	37	9,4	N	1, 4, 5,
Aroeirinha	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	19	8,8	N	2,3
Arruda	<i>Ruta graveolens</i> L.	Rutaceae	29	13,5	N	3
Banana	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	62	28,8	E	1
Cacaueiro	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	82	36,12	N	1,2
Cajá	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	96	44,7	N	1
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	73	18,6	N	1
Calumbi	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Mimosaceae	18	4,6	N	5
Camboatá	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	15	6,61	N	5,7
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Oxalidaceae	28	9,9	E	2,3
Cereja	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	Rosaceae	21	7,4	N	5
Chuva de ouro	<i>Cassia fistula</i> L.	Fabaceae	41	19,1	N	5,6
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	95	41,85	N	2
Cravo-da-india	<i>Syzygium aromaticum</i> L.	Myrtaceae	87	38,33	N	3
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> L.	Malvaceae	119	52,42	N	2
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Urticaceae	26	14,1	N	3,5,7
Erva-cidreira	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.	Verbenaceae	57	31,0	N	3
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	7	3,8	E	5
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Fabaceae	36	15,86	E	4
Flamboyanzinho	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> L.	Caesalpinaceae	16	7,05	E	5,4
Fruta-pão	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Moraceae	34	12,0	N	2,5
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	68	29,96	N	2,3
Gonçalo-alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Anacardiaceae	6	3,3	N	5,6
Gonçalinho	<i>Casearia sylvestris</i>	Anacardiaceae	3	1,6	N	5,6
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	45	24,5	E	
Graxa-de-estudante	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae	32	17,4	E	
Guaraná	<i>Paullinia cupana</i> Kunth	Sapindaceae	96	52,2	N	
Hortelã da folha graúda	<i>Plectranthus</i> sp. 2	Lamiaceae	29	15,8	N	
Hortelã-grosso	<i>Plectranthus</i> sp. 1	Lamiaceae	35	19,0	N	
Ingá	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Fabaceae	38	20,7	N	2, 5
Jabuticaba	<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg	Myrtaceae	8	4,3	N	2
Jaca-mole	<i>Artocarpus integrifolia</i> L.	Moraceae	27	11,89	N	2
Jacarandá da Bahia	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Fabaceae	11	5,1	N	5
Jambeiro	<i>Eugenia malaccensis</i> L.	Myrtaceae	47	20,70	N	2
Jamelão	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Myrtaceae	13	4,6	E	
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Moraceae	88	38,77	E	2, 5
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	58	25,55	N	2, 5
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae	6	2,64	N	5
Jurema	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Fabaceae	26	9,2	N	5
Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbek	Rutaceae	266	8,10	E	
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.	Mimosaceae	13	0,40	E	5
Licuri	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	Arecaceae	38	16,74	N	
Limão	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	114	62,0	E	

continua...



Tabela 1. Continuação...

Nome vulgar	Nome científico	Família	N	P	Status	Usos
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	85	30,0	N	
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	109	48,02	E	2
Mela-bode	<i>Solanum stipulaceum</i> Roem. e Schult.	Solanaceae	15	6,61	N	
Mororo	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Caesalpinaceae	6	2,64	N	
Mulungu	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Fabaceae	4	1,76	N	4 e 6
Nim	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	19	6,7	E	
Pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Fabaceae	9	4,9	N	4,5,6
Piaçava	<i>Attalea funifera</i> L.	Arecaceae	67	36,4	N	
Pimenta	<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	49	26,6	N	
Pimenta-da-jamaica	<i>Pimenta dioica</i> L.	Myrtaceae	99	53,8	E	4
Pinha	<i>Annona squamosa</i> L.	Annonaceae	31	13,66	E	
Pinhão-manso	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	32	14,10	N	
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	24	10,57	N	
Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	7	3,08	E	
Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	Fabaceae	28	12,33	E	5
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	45	19,82	N	
Seriguela	<i>Spondias venulosa</i> var. <i>venulosa</i> (Engl.) Engl.	Anacardeaceae	31	13,66	N	
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i> L.	Euphorbiaceae	106	46,70	N	
Sombreiro mexicano	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	6	3,3	E	
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Caesalpinaceae	16	8,7	N	
Teca	<i>Tectona grandis</i> L. f.	Lamiaceae	9	4,9	E	5
Terminalia	<i>Terminalia catappa</i> L.	Moraceae	2	0,5	E	
Umbu	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Myrtaceae	32	11,3	N	
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	76	33,48	N	

famílias mais representativas em relação a diversidade foram Myrtaceae (10 spp.),

Fabaceae (10 spp.), Anacardiaceae (6 spp), Mimosaceae (4 spp.) e Arecaceae (4 spp.), com espécies comuns aos safes tropicais, como *Musa paradisiaca*, *Cocos nucifera*, *Psidium guajava*, *Mangifera indica*, *Carica papaya*, *Citrus* sp. (ALBUQUERQUE et al., 2005).

Registrou-se uma alta riqueza e abundância de espécies, contabilizando-se 3.282 indivíduos nos 82 sistemas agroflorestais avaliados, quando comparado com estudos similares na Mata Atlântica baiana (ALBUQUERQUE et al., 2005). Deste universo, 3.282 indivíduos correspondem às plantas introduzidas, as quais totalizam 56 espécies, sendo mais frequentes *Spondias*

Nos sistemas agroflorestais ocorrentes nos seis municípios estudados foram observadas espécies com múltiplos usos, como madeireiras, medicinais, ornamentais. Sobre esta primeira categoria, Shavanas e Kumar (2003) encontraram nos safes de Kerala (Índia) uma grande diversidade de plantas nativas e exóticas cultivadas para obtenção de combustível, espécies selecionadas pela população local pelo potencial energético das mesmas. Para o autor, os safes podem ser áreas de cultivo contínuo de espécies para este fim, constituindo em uma saída para redução no impacto ambiental, podendo contribuir para conservação da diversidade local. Os quintais são áreas com

recursos contínuos e possuem várias funções, sendo a principal, em todas as regiões, a produção de alimentos como mostra Wezel e Bender (2003) para os quintais de Cuba, os quais constituem um importante fator para economia local e a autossuficiência para muitas famílias.

As plantas ocorrentes são usadas para diversos fins, refletindo a mesma situação apontada em outros estudos (WEZEL; BENDER, 2003; ALBUQUERQUE et al., 2005). Contudo, a finalidade principal sistemas do Recôncavo é de promover a complementação alimentar das unidades familiares e em segundo lugar a prover madeira.

Apesar de todas as espécies serem consideradas úteis, observa-se que apenas um pequeno número é utilizado para mais de uma finalidade, o que não corrobora os dados de outros autores como, por exemplo, Angel-Perez e Martin (2004) que trabalhando com quintais de Veracruz, no México, encontraram uma alta diversidade de espécies de múltiplos usos. Para algumas espécies, são atribuídos mais de um tipo de uso, como ocorre com as alimentícias também usadas como medicinais, a exemplo: *Anacardium occidentale*, *Eugenia uniflora*, *Musa paradisiaca*, *Citrus aurantium* e *C. limonum*, estas duas últimas empregadas como antigripais em adultos e crianças e também para curar doenças comuns em galinhas. Entre as espécies mais versáteis, pode-se destacar *Senna martiana* usada como forragem, ornamental e sombra.



O maior percentual de uso (Figura 1) foi registrado para plantas alimentícias (67,2 %), seguidas de ornamental (4,3%), medicinal (14%), sombra (geralmente plantas de cobertura ampla fechada que proporcionam sombreamento natural) (2,5%), madeireira (13%) e outros usos (2%). Nesta última categoria incluem-se os usos místicos e tecnológicos. A proporção entre espécies nativas e exóticas, por categorias de uso, é significativamente maior para as espécies nativas nas categorias madeireira e medicinal (Teste-G = 14,96; $p < 0,05$).

As espécies nativas da área, cultivadas nos sistemas, possuem uso madeireiro, destacando-se *Anadenanthera colubrina* (angico), eucalipto e *Prosopis juliflora* (algaroba) destinadas à produção de lenha. Tal resultado, encontrado é um indicativo que os safes estudados podem contribuir na conservação da biodiversidade, uma vez que o hábito de cultivar plantas nativas pode diminuir a pressão de uso sobre a vegetação local. Esperava-se, no entanto, encontrar uma maior diversidade de espécies nativas, devido ao bioma Mata Atlântica onde estão inseridos (ALBUQUERQUE et al., 2005).

As plantas medicinais e condimentares de porte herbáceo são cultivadas em áreas restritas onde recebem maiores cuidados, geralmente próximos à cozinha, pois facilita os cuidados, uma vez que a mulher é a principal responsável por essas espécies. Tal situação é comum em quintais florestais de outras regiões (MURRIETA; WINKLER-PRINS, 2003; WEZEL; BENDER, 2003).

Conclusão

Utilizando-se práticas agroflorestais, o manejo da produção florestal para uso madeireiro pode auxiliar produtores rurais e comunidades a reduzir o consumo de energia externa, diversificar as fontes de renda e ainda proporcionar benefícios ambientais

Pode-se afirmar que os SAF's foram efetivos na conservação e recuperação dos solos e na diversificação da produção, o que gerou maior estabilidade e autonomia financeira das famílias principalmente devido a presença do componente principal.

Referências

ABREU, L. S. BELLON, S.; CORRALES, M. F. The development of organic farming models: analysis of the current situation and perspective in Brazil. In: PROCEEDINGS of the First Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research. Adelaide, Australia: [s. n.], 2005. p. 610-614

ALBUQUERQUE, U. P.; CAVALCANTI, L. H.; CABALLERO,

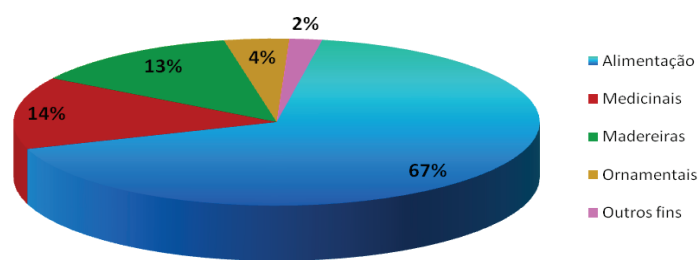


Figura 1. Distribuição de uso das espécies encontradas em 82 sistemas agroflorestais em seis municípios do Recôncavo da Bahia.

J. Structure and floristics of homegardens in northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 62, n. 3, p. 491-506, 2005.

ANGEL-PEREZ, A. L. D.; MARTIN, A. M. B. Totonac homegardens and natural resources in Veracruz, México. **Agriculture and Human Values**, v. 21, n. 329-346, 2004.

BRITO, J. O.; CINTRA, T. C. Madeira para energia no Brasil: realidade, visão estratégica e demandas de ações. **Biomassa e Energia**, v. 1, n. 2, p. 157-163, 2004.

KEHLENBECK, K.; MASS, B. L. Crop diversity and classification of homegardens in Central Sulawesi Indonesia. **Agroforestry Systems**, v. 63, p. 53-62, 2004.

MANESCHY, R. Q.; SANTANA, A. C.; VEIGA, J. B. Viabilidade Econômica de Sistemas Silvopastoris com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e *Tectona grandis* no Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 49-56, 2009. DOI: 10.4336/2009.pfb.60.49.

MONTES, C. S.; WEBER, J. C.; SILVA, D. A.; ANDRADE, C.; MUÑIZ, G. I. B.; GARCIA, R. A.; KALINGANIRE, A. Growth and fuelwood properties of five tree and shrub species in the Sahelian and Sudanian ecozones of Mali: relationships with mean annual rainfall and geographical coordinates. **New Forests**, v. 45, n. 2, p. 179-197, 2014. DOI: 10.1007/s11056-013-9401-9.

MUNSLOW, B.; KATERERE, Y.; FERF, F.; O'KEEFE, P. **The Fuelwood trap**: a study of the SADCC Region. London: SADCC Energy Secretariat, 2012. 160 p.

RODRIGUES, E. R.; CULLEN-JUNIOR, L.; MOSCOGLIATO, A. V.; BELTRAME, T. P. O uso do sistema agroflorestal taungya na restauração de reservas legais: indicadores econômicos. **Floresta**, v. 38, n. 3, p. 517-525, 2008.

SCALES, B. R.; MARSDEN, S. J. Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factors influencing them. **Environmental Conservation**, v. 35, n. 2, p. 160-172, 2008.

SIMINSKI, A. **A floresta do futuro**: conhecimento, valorização e perspectivas de uso das formações florestais secundárias no estado de Santa Catarina. 2009. 140 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VALVERDE, S. R.; MAFRA, J. W. A.; MIRANDA, M. A.; SOUZA, C. S.; VASCONCELOS, D. C. **Silvicultura brasileira**: oportunidades e desafios da economia verde. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2012. 39 p. (Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil). Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-29.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.



Doses crescentes de NPK na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn) Bombacaceae

Nayara Ribeiro dos Santos Aguiar Silva¹; Vanessa Lucena Vanderlei Pereira¹; Rozimar de Campos Pereira²

¹Graduandos em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, nanayribas12@gmail.com; nesselucena1@gmail.com; ²Profª, Drª. do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, rozimar@ufrb.edu.br

Resumo: O presente trabalho foi realizado em casa de vegetação na cidade de Cruz das Almas (BA), com o objetivo de avaliar os efeitos de doses crescentes de NPK (4-14-8; 10-10-10 e 20-08-20) sobre o crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* Linn. Gaertn). Como substrato, foi utilizado terra de subsolo Latossolo Amarelo coeso. Os tratamentos corresponderam a três doses de NPK 4:14:8 (10, 20 e 30 g), três doses de NPK 10:10:10 (10, 20 e 30 g), três doses de NPK 20:08:20 (10, 20 e 30 g) por muda e testemunha (sem adubação), com avaliações mensais a partir de 30 até 180 dias após a emergência. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com dez repetições. As características de crescimento avaliadas foram altura, diâmetro do coleto, matéria seca da raiz e parte aérea e área foliar. Os resultados mostraram que aos cinco meses de idade o cultivo de sumaúma obtém melhores resultados quando submetidos à adubação com 30 g de NPK 20:08:20, produzindo mudas mais vigorosas.

Palavras-chave: Adubação; Crescimento de mudas; Espécie florestal.

Introdução e objetivos

A sumaúma (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn.) a gigantesca árvore da Amazônia (LOUREIRO et al., 1979; RIZZINI, 1990), é uma espécie florestal ameaçada de extinção na Amazônia, devido a utilização da madeira principalmente na indústria de laminados (SOUZA et al., 2000). Ocorre em toda bacia Amazônica, nas florestas inundadas ou pantanosas das várzeas dos rios e em formações secundárias, comportando-se como planta pioneira. Também é empregada na construção de embarcações, pasta para celulose, caixas, brinquedos, barris de pouca duração, caixote de embalagem, jangadas, palitos e indústria de fósforo. A pluma que envolve as sementes é denominada “kapok” é muito utilizada industrialmente para confecções de bóias e salva-vidas, para enchimento de colchões e travesseiros, como isolante térmico. Das sementes extrai-se um óleo comestível e para iluminação, fabrico de sabão, tido como bom lubrificante e eficaz contra ferrugens (LOUREIRO et al., 1979).

Lorenzi (1992) descreveu a espécie como, árvore de crescimento rápido, atingindo muitas vezes porte gigantesco 45-50 m de altura por 1,5-2,0 m de diâmetro. Em terra firme, atinge menor porte, embora muito volumosa. As raízes são tabulares bem pronunciadas que chegam a atingir altura de 8m, a casca é de coloração acinzentada quando jovem, tem os galhos e troncos

providos de grossos acúleos (espinhos) cônicos, solitários ou não. O fruto é uma cápsula sublenhosa, obovoide ou elipsoidal, com numerosas sementes envolvidas por uma paina alva-pardacenta. A sumaúma (*Ceiba pentandra*) é apontada por Lamprecht citado por Janssen (1995), como árvore pioneira, acentuadamente heliófita, com fraca competitividade em relação a outras espécies e a vegetação rasteira. Como as espécies heliófitas são árvores colonizadoras de superfícies abertas e precursoras do reflorestamento, torna-se evidente que esta espécie apresenta algum tipo de dependência de abertura de clareiras para completar o seu ciclo de vida. Dessa forma, devido a sua grande exigência de luz a regeneração da planta não é abundante ainda que ela forneça muitas sementes e a sua reposição é quase totalmente nula. A reprodução da espécie é melhor sucedida em terrenos agrícolas abandonados (LOUREIRO et al., 1979).

Pouco se sabe sobre a exigência nutricional e crescimento de sumaúma em plantios, sejam eles homogêneos ou mistos. O mesmo acontece na fase de muda, pois existe grande dificuldade de se fazer recomendações de fertilização específicas para cada espécie (CRUZ et al., 2006). Todavia, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos visando introduzir e acompanhar seu desenvolvimento, desde a fase inicial até a implantação em ecossistemas de terra firme com solos pobres quimicamente.



Pesquisas têm mostrado que os nutrientes interferem no crescimento das plantas, mas é necessário estabelecer as doses adequadas para tornar a produção economicamente viável e maximizar o crescimento, pois os desbalanços nutricionais podem acarretar prejuízos à muda, alterando sua morfologia. A fertilização do substrato é uma das fases mais importantes em um programa de produção de mudas de espécies arbóreas. O substrato utilizado para enchimento dos recipientes deve conter os nutrientes necessários para o crescimento das mudas e para os perdidos por lixiviação, por ocasião da irrigação. Assim, o volume do recipiente, associado às características físico-químicas do substrato, frequência e a intensidade de irrigação irão determinar o tempo de residência do nutriente no sistema (JOSÉ et al., 2009).

A utilização da fertilização em viveiros de produção de mudas e a determinação do melhor recipiente é de suma importância para que cresçam rapidamente com características vigorosas, resistentes, rústicas e principalmente bem nutridas. Somente desta maneira estas mudas resistirão as mais variadas condições após o plantio (GONÇALVES; BENEDETTI, 2005).

Tendo em vista o pouco conhecimento acumulado na literatura sobre as condições básicas para a produção de mudas da maioria das espécies florestais, os estudos, que forneçam subsídios para tal, assumem valiosa importância. Assim, esse trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de doses crescentes de Nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (4-14-8; 10-10-10 e 20-08-20) sobre o crescimento de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn).

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia no período compreendido entre fevereiro a julho de 2017,

no município de Cruz das Almas, em solo classificado como Latossolo amarelo coeso, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 1.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com nove tratamentos e dez repetições. Os tratamentos corresponderam a três doses de NPK 4:14:8 (10, 20 e 30 g), três doses de NPK 10:10:10 (10, 20 e 30 g), três doses de NPK 20:08:20 (10, 20 e 30 g) por muda e testemunha (sem adubação).

As sementes foram plantadas em sementeiras e as plântulas foram repicadas aos 30 dias, após germinação, quando mediam cerca de 14 cm, transferidos para os sacos plásticos de polietileno de 15 cm x 25 cm com capacidade de 1472 cm³. O solo utilizado no experimento foi espalhado sobre lona plástica, seco ao ar. Em seguida, foi colocado em sacos plásticos de e misturado a cada dose dos adubos.

A cada trinta dias, foram coletadas as alturas e diâmetros das mudas centrais, retirando-se o efeito de borda. Ao final de cinco meses, os recipientes plásticos foram rompidos verticalmente, e a terra removida, tomando-se o cuidado para evitar a danificação e perda de fragmentos das raízes. A determinação do peso da matéria seca foi realizada em estufa com ventilação forçada a 70 °C, até atingir peso constante.

Os parâmetros biométricos determinados foram: altura das mudas (cm) considerada como o comprimento do caule desde a porção rente ao solo até o ápice da planta; diâmetro (cm) foi medido com paquímetro na posição rente ao solo; área foliar (cm²) foi efetuada mediante a relação da massa seca dos discos foliares (dez discos) e a massa seca total das folhas. Os discos foliares foram obtidos com o auxílio de um perfurador de área conhecida, evitando-se a nervura central conforme descrito em Benincasa (2003), a matéria seca (g) foi avaliada separadamente para as raízes e parte aérea. Todas as características avaliadas foram submetidas à análise estatística e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado como substrato para o crescimento de mudas de *Ceiba pentandra* L. Gaertn.

Substrato	Resultado Analíticos-Fertilidade Completa+M.O.											
	pH em água	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	S	CTC	V %
Terra de subsolo	4,8	0,6	0,07	0,7	0,4	1,1	0,4	0,03	2,86	1,2	4,06	29

Em que: Terra de subsolo = (Latossolo amarelo coeso); S = soma de bases; CTC = capacidade de trocas de cátions; V% = saturação de bases.



Resultado e discussão

As mudas de sumaúma responderam à aplicação dos adubos em diâmetro do coleto, altura, área foliar e matéria seca da parte aérea e raiz. O diâmetro da planta reflete bem o seu crescimento. Pela simplicidade de mensuração, o diâmetro vem sendo usado frequentemente para avaliar desenvolvimento vegetativo em espécies florestais, sendo um bom indicador de crescimento.

Ao se analisar essa variável (Figura 1), pôde-se observar que na aplicação do NPK 4:14:8 houve um pequeno aumento quando se aumentou a dose do adubo para 20 g e seguida de um decréscimo quando essa dose foi de 30 g. O mesmo ocorreu para o adubo NPK 10:10:10, porém não sendo estatisticamente significativo. Verificou-se interferência significativa do adubo NPK 20:08:20 sobre a variável diâmetro, sendo os maiores valores desta variável verificados para as plantas cultivadas com esse adubo submetidos à dose de 30 g por muda (1,42 cm) e o menor valor foi observado em plantas que não recebeu adubação.

Segundo Gomes (2001), uma análise imediata, fica evidenciado que a utilização de altura das mudas de espécies florestais como o único meio de avaliação do padrão de qualidade, pode apresentar deficiência no julgamento quando se espera um alto desempenho destas, principalmente nos primeiros meses após o plantio, porém, para mudas sem nenhuma restrição ao crescimento normal, a altura ainda é um excelente parâmetro, além de ser muito fácil a sua determinação para qualquer espécie e em todo tipo de viveiro. Para essa variável (Figura 2), mudas de sumaúma, apresentou melhor desenvolvimento quando se aplicou 30 g do adubo NPK 20:08:20, diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. Para a testemunha (sem adubação) foi observado o menor valor (19,42 cm).

Com relação à produção de matéria seca das raízes e parte aérea, as plantas de sumaúma, apresentaram valores estatisticamente significativos quando da aplicação de 30 g de NPK 20:08:20 em relação aos demais tratamentos. A testemunha (sem adubação) verificou-se menor valor de matéria seca. Conforme Figuras 3 e 4.

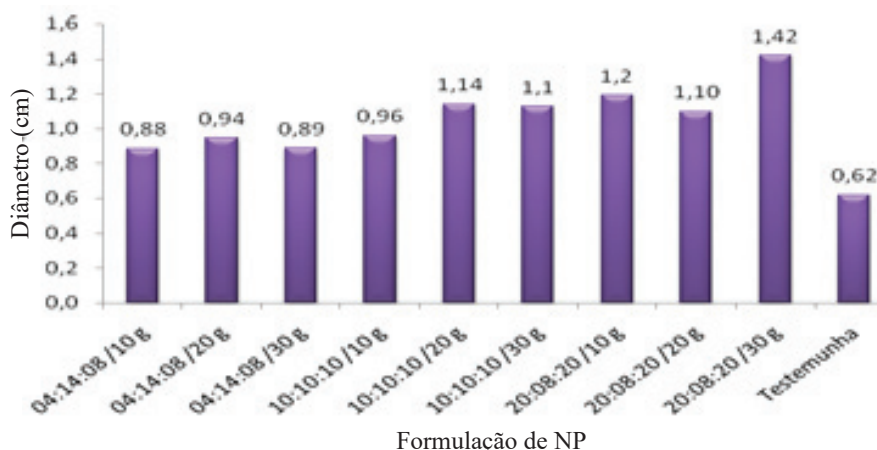


Figura 1. Crescimento em diâmetro (cm) das mudas de sumaúma submetidos a doses crescentes de NPK (4:14:8, 10:10:10 e 20:08:20) aos 150 dias pós transplantio.

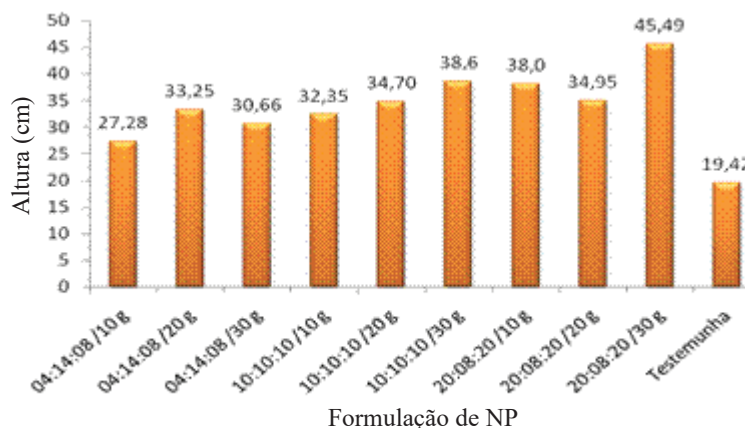


Figura 2. Crescimento em altura (cm) das mudas de sumaúma submetidos a doses crescentes de NPK (4:14:8, 10:10:10 e 20:08:20) aos 150 dias pós transplantio.

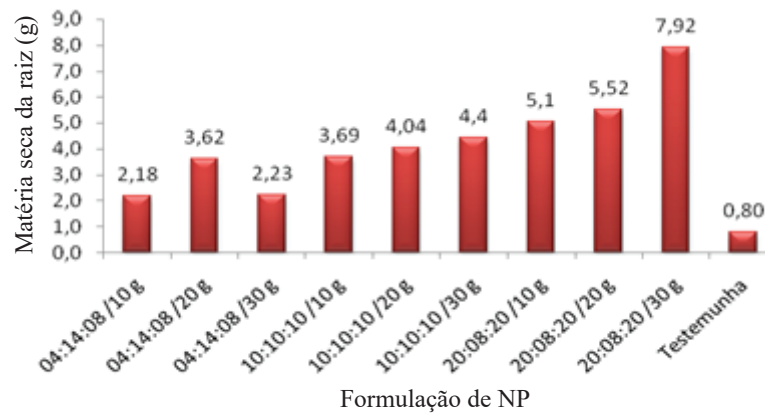


Figura 3. Produção em matéria seca da raiz (g) em mudas de sumaúma submetidos a doses crescentes de NPK (4:14:8, 10:10:10 e 20:08:20) aos 150 dias pós transplantio.

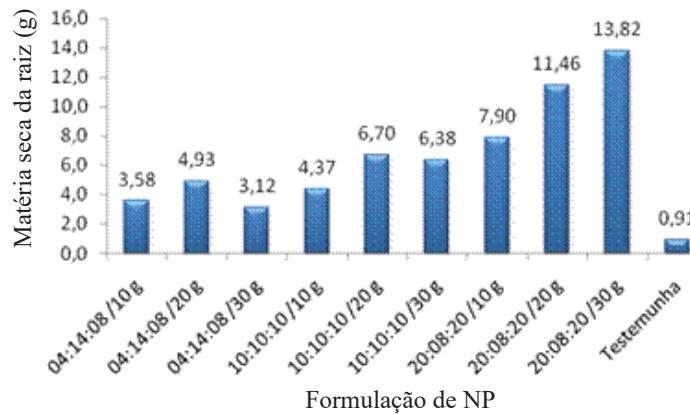


Figura 4. Produção em matéria seca da raiz (g) em mudas de sumaúma submetidos a doses crescentes de NPK (4:14:8, 10:10:10 e 20:08:20) aos 150 dias pós transplantio.

O uso de solo adubado também foi benéfico para o crescimento de mudas de *Prosopis juliflora* Sw. D.C. (PEREZ, 1995) e *Leucaena leucocephala* Lam. (De Witt) (PEREZ; FANTI, 1999) apresentando maior produção de biomassa.

A adubação nitrogenada influenciou a altura, a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) a matéria seca de raízes e massa de matéria seca da parte aérea (RPA) das plantas, corroborando com o encontrado por Cardoso et al. (2016). Apesar de a sumaúma ser classificada como pioneira, no presente trabalho não ficou evidente esse potencial de resposta da espécie quanto ao fornecimento de P. No entanto, as espécies pioneiras têm sido consideradas mais responsivas à adubação fosfatada,

apresentando ainda maior acúmulo de nutrientes na parte aérea e sensíveis alterações na eficiência de utilização do nutriente, enquanto as espécies climácicas crescem independentemente do suprimento de P, comportamento este associado às menores taxas iniciais de crescimento destas espécies (RESENDE et al., 1999).

A determinação da área foliar é importante, porque as folhas são as principais responsáveis pela captação da energia solar e pela produção de material orgânico através da fotossíntese. Os resultados obtidos mostraram que para plantas de sumaúma com solo adubado com 30 g de NPK 20:08:20 revelou valores estatisticamente superior (987,2 cm²) em relação à testemunha e à aplicação dos demais adubos.

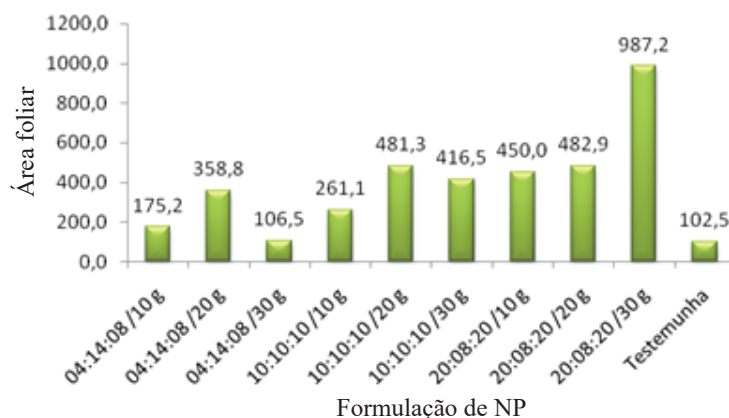


Figura 5. Crescimento em área foliar das mudas de sumaúma submetidos a doses crescentes de NPK (4:14:8, 10:10:10 e 20:08:20) aos 150 dias pós transplantio.

Conclusão

O crescimento inicial da sumaúma foi influenciado pela dose fornecida de nitrogênio, fósforo e potássio. As mudas de sumaúma responderam à aplicação de NPK na altura, no diâmetro do colo e na massa seca de raízes e parte aérea, evidenciando a exigência destes macronutriente.

A análise das variáveis diâmetro, altura, matéria seca de raízes e parte aérea e área foliar revelam que o cultivo de sumaúma (*Ceiba pentandra*) obtém melhores resultados quando submetidos à adubação com 30 g de NPK 20:08:20, produzindo mudas mais vigorosas.

Referências

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- CARDOSO, A. A. S.; SANTOS, J. Z. L.; TUCCI, C. A.; SILVA JUNIOR, C. H.; VENTURIN, N. Respostas nutricionais de mudas de sumaúma à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica. *Científica*, v. 44, n. 3, p. 421-430, 2016. DOI: 10.15361/1984-5529.2016v44n3p421-430.
- CRUZ, A. F.; PAIVA, H. N.; GUERREIRO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascos (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore*, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006. DOI: 10.1590/S0100-67622006000400006.
- FORD, H. W.; REUTHER, W.; SMITH, P. F. Effect of nitrogen on root development of Valencia orange trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v. 70, p. 234-244, 1957.
- FREMOND, Y. Contribución al estudio de la nutrición mineral del cocotero. *Revista de la Potassa*, n. 27, p. 1-9, 1965.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e do dosagens de N-P-K.** 2001. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** São Paulo: IPEF, 2005. 427 p.
- JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; DE OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi). *Agrarian*, v. 2, n. 3, p. 73-86, 2009. DOI: 10.30612/agrarian.v2i3.420.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368 p.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências madeiras da Amazônia.** Manaus: INPA/SUFRAMA, 1979. v. 2, 187 p.
- RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURTI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, p. 2071-2081, 1999.
- RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil:** manual de dendrologia. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1990. 286 p.
- SOUSA, M. P.; BRAGA, L. F.; BRAGA, J. F.; MÁRIO, M. E. D. S. E.; MORAES, L. T. Influência da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn.-BOMBACACEAE). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n. 1, p. 110-119, 2000.



Potencial silvicultural e uso da *Parkia multijuga* Benth. em floresta industrial no estado do Pará

Osmar José Romeiro de Aguiar¹; Ariana Alves Carneiro²; Gleiciane de Meireles Batista³; Nayanna de Nazaré Brito Freitas⁴; André Luiz Ferreira⁵

¹Doutor em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará/Uepa, Belém, PA, o.aguiarromeiro@gmail.com; ²Graduanda de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará/Uepa, Paragominas, PA; ³Graduanda de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará/Uepa, Paragominas, PA; ⁴Graduanda de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará/Uepa, Paragominas, PA; ⁵Engenheiro Florestal, Empresa Amata S.A., Paragominas, PA

Resumo: A *Parkia multijuga* Benth., naturalmente apresenta características apta para o uso em reflorestamento comercial, assim, o presente trabalho objetiva determinar o potencial silvicultural, aptidão em sistemas de talhadia e a utilização industrial. Para o desenvolvimento deste, foi utilizado material proveniente de um plantio misto de paricá com fava-arara-tucupi. Aonde foi possível concluir que a *P. multijuga* apresenta potencial silvicultural e é viável para ser utilizada como matéria-prima para a produção de madeira-serrada, lâminas e compensado.

Palavras-chave. Fava-arara-tucupi; Reflorestamento; Bioma Amazônia.

Introdução e objetivo

No Brasil a indústria de base florestal utiliza matéria-prima originada de florestas nativas e plantadas (BRASIL, 2005). Por sua vez, as florestas plantadas contribuem para o desenvolvimento econômico e sustentável, além de reduzir a pressão sobre as florestas naturais (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017). Na Amazônia os principais agentes reflorestadores são as empresas produtoras de laminados e compensados, como também, celulose e papel.

Considerando a necessidade de matéria-prima para o abastecimento do mercado, ocasionado pela baixa produtividade e tecnologia industrial, surge a necessidade de inserir novas espécies que venham contribuir para o aumento de opções de oferta de matéria-prima de boa qualidade. Desta forma, as novas espécies introduzidas devem apresentar rápido crescimento, fuste retilíneo e boa desrama natural, e ser potencialmente aptas para o uso no mercado produtor madeireiro.

Devido ao seu rápido crescimento e boa contribuição para a cobertura do solo, a *Parkia multijuga* Benth., pertencente à família botânica Fabaceae, conhecida popularmente como fava-arara-tucupi e faveira-rosa, é caracterizada como uma planta arbórea de grande porte, possuindo fuste cilíndrico de casca cor cinza ou avermelhada, que exsuda resina, é utilizada em plantios para recuperação de áreas degradadas, sendo recomendada para implantação em áreas de florestas

secundárias, pastagens e solo descoberto na região da Amazônia Central (CAMARGO et al., 2002; COSTA et al., 2011; CHEVREUIL, 2014). Nos projetos de manejo de floresta natural sustentável, é uma espécie conhecida comercialmente e sua madeira é empregada na produção de lâminas e compensado, como também, na produção de madeira serrada, molduras, móveis, caixotaria e entre outros (HOPKINS, 1986; CARVALHO, 2009; ARAÚJO et al., 2014).

Na literatura especializada referente a floresta plantada as informações sobre o desempenho da espécie em estudo são raras, como por exemplo, a falta de informação sobre seu desenvolvimento silvicultural, tecnologia da madeira e produtos. Assim, pela ausência de estudos em relação ao uso em reflorestamento e também a utilização da sua madeira no setor industrial, torna a execução desta pesquisa inovadora.

Desta maneira, o presente trabalho tem o objetivo de determinar o potencial silvicultural, aptidão para uso em sistemas de talhadia e a aplicação da espécie para indústria de madeira serrada, lâminas e painéis compensados.

Material e métodos

• Caracterização da área de estudo

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizado árvores proveniente de um plantio misto de



Schizolobium parahyba var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, e *Parkia multijuga* Benth. com espaçamento de 2,5 m x 3 m em uma área de 1.481,6014 hectares com 5 anos de idade instalado na Fazenda Soberana, localizado no município de IPIXUNADO-PARÁ, PA, com as seguintes coordenadas geográficas locais: 2°27'48,775" de latitude Sul e 47°45'46,166" de longitude Oeste.

• Amostragem

A amostragem foi realizada em uma parcela formada por uma área de 7 linhas com 30 árvores cada, os indivíduos sendo mensurados a altura e diâmetro à altura do peito (DAP) de 200 árvores. Dentre estes indivíduos, foram selecionadas casualmente os dados de 20 árvores de fava-arara-tucupi e 20 da espécie paricá, sendo em seguida calculados os valores de volume total com casca por hectare (V/ha) para ser usado na análise do Incremento Médio Anual (IMA) que foi utilizado como variável de comparação entre as espécies.

• Sistema de talhadia

Dentre os 200 indivíduos mensurados na parcela amostral, foram selecionadas aleatoriamente dez árvores da espécie parkia que apresentavam uma circunferência $\geq 50,0$ cm, sendo feito corte em bisel à 0,40 m do solo para determinação da aptidão da espécie para condução do sistema de talhadia, obtendo assim o tratamento T1.

Adaptado de Gomes e Ramos (2017), para a obtenção do tratamento T2 foi feita a escolha de um local para o plantio das mudas de paricá, onde foi realizada a limpeza seguida da abertura de 18 covas com 30 cm de diâmetro por 30 cm de profundidade, em um espaçamento de 3,5 m x 3,5 m. Em seguida, foi realizado a adubação de base com a aplicação de NPK na concentração 12-60-2 kg/ha e realizado o plantio. Após 60 dias, foi realizada a adubação de cobertura utilizando a concentração 30-00-60 Kg/ha, e irrigação diária no período seco.

Cabe ressaltar que, das 18 repetições, foi selecionado ao acaso 10 para mensuração e comparação dos resultados entre os tratamentos definidos (T1 e T2), visto que o corte das árvores de fava-arara-tucupi e o plantio das mudas de paricá ocorreram no mesmo período (primeira semana de julho de 2017), verificando assim o potencial do uso em sistema de talhadia da fava-arara-tucupi em comparação com o plantio de paricá a plena abertura. Foi realizada a mensuração aos 240 dias, sendo estas: a altura das rebrotas de fava-arara-tucupie a altura das mudas de paricá, utilizadas para os cálculos de desenvolvimento em altura.

• Utilização da madeira

Para avaliar a aplicação industrial da fava-arara-tucupi, foram utilizadas as duas primeiras toras com 2,20 m de comprimento (A e B) das dez árvores selecionadas. Após a colheita, as toras seccionadas ficaram expostas ao meio ambiente por aproximadamente 105 dias até serem encaminhadas as indústrias para o desdobramento das toras em madeira serrada e lâminas.

As toras de 2,20 m (A) foram encaminhadas para a produção de madeira serrada, as mesmas foram desdobradas em serra fita, originando caibros e vigotas com as dimensões de espessuras e larguras obedecendo às normas da resolução Conama nº 474/2016 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2016). Para a manufatura de lâminas, as toras (B), foram seccionadas em 2 m de comprimento. As lâminas foram produzidas em um torno desenrolador, após a laminação, foram destinadas para secagem em um secador industrial permanecendo em média 12 minutos. Posteriormente, foi realizada as classificações das lâminas como capa e contracapa, sendo conduzidas para a produção dos compensados. Na fabricação dos compensados, foram utilizadas lâminas secas coladas com resina a base de ureia-formaldeído com composição de lâminas de *P. multijuga* (capa e contra-capas) e *Eucalyptus sp.* (miolo). Depois da colagem os painéis foram esquadrejados e lixados, produzindo assim painéis mistos.

Para as análises da qualidade da madeira serrada e compensado, foi considerado os critérios de classificação de acordo com a NBR 9487/1986 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986) e as normas de manufaturas usadas pela empresa determinada na ABNT CB 31.0005.05 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2017), respectivamente.

• Análise estatística

Após as observações foi realizado a Análise de Variância (Anova) à 95% de probabilidade de um delineamento inteiramente casualizado, para os valores de Incremento Médio Anual (IMA) aos 5 anos de idade, como também, para a comparação das médias de desenvolvimento em altura da rebrota, utilizando o software estatístico Assistat 7.7.

Resultados e discussão

• Potencial para o uso em floresta plantada

Os valores dos IMA da fava-arara-tucupi e paricá, aos 5 anos de idade, foram de 32,83 e 31,23 m³/ha.ano,



respectivamente. No trabalho realizado pela Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI) (2015) a espécie paricá é considerada bem conduzida quando atingirem IMA de 25 m³/ha.ano. Desta forma, levando em consideração o IMA apresentado pela ABIMCI evidência que as espécies em estudo possuem desenvolvimento significativo.

Comparando os IMA através da análise estatística, é possível verificar que não houve diferença significativa estatisticamente entre estas médias, como apresentado na Tabela 1. Pode-se afirmar que ambas espécies apresentaram desenvolvimentos semelhantes em incremento, denotando ser uma comparação positiva, pois certifica que a espécie fava-arara-tucupi pode ser plantada em escala comercial.

• **Potencial de regeneração em sistema de talhadia**

Os dados observados para determinação uso em sistema de talhadia da fava-arara-tucupi em comparação com paricá estão apresentados na Figura 1. Por meio da análise da variância observou-se que as médias

obtidas no cálculo das alturas, indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos definidos (T1 e T2) (Tabela 2). Porém, os resultados poderiam ser diferentes, uma vez que pelo fato da fava-arara-tucupi (T1) que é uma espécie secundária inicial, portanto heliófita (LORENZI, 2008; CARVALHO, 2009), precisa de abertura para a captação de luz, o que poderia ter favorecido seu desenvolvimento já que a mesma se encontra sob sombreamento das árvores remanescentes. Por sua vez, o paricá (T2) foi plantado em plena abertura, com adubações de cova e cobertura (NPK) em concentrações distintas em um intervalo de 60 dias, o que não foi previsto para fava-arara-tucupi (T1) (Figura 1).

Com relação as adubações realizadas em T2, Brasil et al. (2016), ao avaliarem o efeito da aplicação de doses de fósforo e nitrogênio sobre o crescimento inicial de paricá aos 32 meses de idade (2,6 anos) em um Latossolo Amarelo do sudeste paraense, verificaram que a aplicação de fósforo, combinado com a dose de 80 kg de N, via adubação mineral, favorece o desenvolvimento inicial de plantas de paricá, em

Tabela 1. Análise de Variância para o Incremento Médio Anual (IMA) das espécies fava-arara-tucupi (*Parkia multijuga* Benth.) e paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) aos 5 anos de idade.

Fonte de variação	gl	SQ	MQ	F	valor-P	F crítico
Tratamentos	1	0,000360	0,000360	0,056412	0,813535	4,098172
Resíduos	38	0,242465	0,006381			
Total	39	0,242825				

*Significativo a 5%

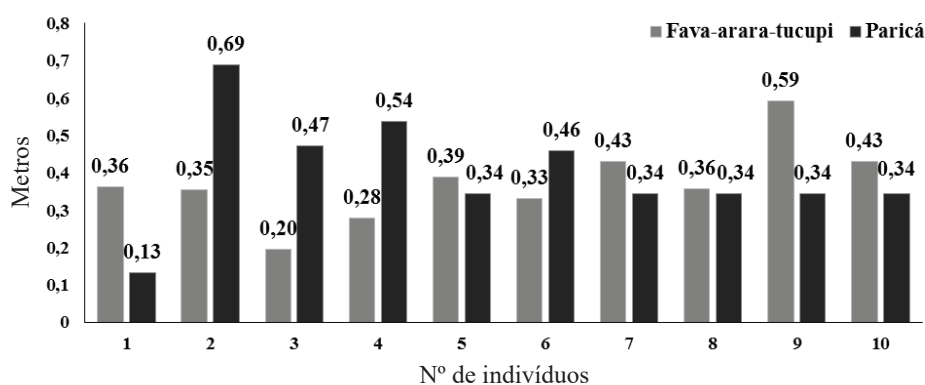


Figura 1. Desenvolvimento em altura de T1 (rebrotas) e T2 (mudas) em um período de 8 meses de mensurações.

Tabela 2. Quadro da análise de variância do delineamento inteiramente casualizado para a competição em altura de rebrota de fava-arara-tucupi (T1) e mudas de paricá (T2) aos 8 meses de idade.

Fonte da variação	gl	SQ	MQ	F	valor-P	F crítico
Tratamentos	1	0,0042	0,0042	0,2520	0,6218	4,4139
Resíduos	18	0,2970	0,0165			
Total	19	0,3012				

*Significativo a 5%.



termos de aumento em altura e diâmetro da planta com doses máximas equivalentes a 76,8 e 80,5 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Uma vez que, em T2 ocorreu uma adubação de base e cobertura com a aplicação de NPK na concentração 12-60-2 kg/ha e 30-00-60 kg/ha, respectivamente, é possível inferir que podem ter influenciado de forma positiva para o desenvolvimento em altura das mudas de paricá.

Ao analisar o acréscimo em altura ao longo dos 240 dias, para T1 e T2 verificou-se uma média de 0,372 m e 0,401 m, respectivamente. Isso demonstram que, durante o período das mensurações, as mudas (T2) acompanharam o ritmo de crescimento das rebrotas (T1).

Pinto et al. (2013), ao estudarem as rebrotas de madeira nova (*Pterogyne nitens* Tul.) verificaram que houve um acréscimo de 63% na altura das brotações até os 270 dias. No presente estudo, as cepas foram conduzidas com todas as brotações desenvolvidas, uma média de aproximadamente 4 brotos por cepa. Tais circunstâncias podem ter influenciado diretamente no desenvolvimento em altura das rebrotas em T2.

- **Determinação do uso para a Indústria**
- **Qualidade da madeira**

Na Figura 2 é apresentado os diâmetros dos discos retirados de cada árvore a 0,40 m do solo e seus respectivos números de anéis de crescimentos. Na coluna denominada observação está indicado os tipos de defeitos como: manchas e rachaduras.

Conforme observado, os números de anéis presentes nos discos não representam o que é normalmente esperado, ou seja, não representa o mesmo número de anos de vida da árvore. O que demonstra que o comportamento de crescimento da fava-arara-tucupi deve ser diferente das espécies tradicionalmente estudadas. Em função da variação do número de anéis de crescimento pode ocasionar mudanças significativas nas características tecnológicas da madeira.

- **Madeira serrada**

Ao desdobrar as 10 toras, obteve-se 16 peças (caibros e vigotas) com dimensões variando de 1,5 x 5,0 cm à 5,0 cm x 10,0 cm, respectivamente, e os comprimentos variaram em média de 1,74 m. A classificação visual foi realizada após a secagem natural, que ocorreu em ambiente coberto a fim de proteger as peças dos intemperes. Os defeitos foram avaliados de acordo com a aparência, número e importância, assim, os mesmos foram classificados em 5 classes (Figura 3).

Número de árvore	Diâmetro	Número de anéis	Observação
1	18,0	26	Manchas superficial
2	17,5	22	Manchas superficial
3	15,5	25	Manchas superficial
4	16,0	20	Manchas superficial
5	19,5	22	Manchas superficial
6	19,7	27	Manchas superficial e rachadura em favo de mel
7	21,7	24	Manchas superficial
8	25,5	35	Manchas superficial
9	25,3	27	Manchas superficial
10	22,5	32	Manchas superficial

Figura 2. Variação do número de anéis de crescimento nas toras da *Parkia multijuga* Benth.

Classificação	Quantidade	Porcentagem (%)
1° Classe	2	12,5
2° Classe	7	43,75
3° Classe	3	18,75
4° Classe	4	6,25
5° Classe	3	18,75
Total	16	100,0

Figura 3. Classificação da qualidade das peças de fava-arara-tucupi determinada em função de cada classe.



Susin et al. (2014) consideraram como peças defeituosas aquelas acima do admitido para a quarta classe da NBR 9487/86, adotando-se a classificação pela pior face da peça. Da mesma forma, foi realizado as análises das peças de fava-arara-tucupi, onde 14 peças foram analisadas a parti da pior face da peça, significando que as peças apresentam defeitos que a depreciam, e duas peças apresentaram corte limpo, ou seja, ausência de defeitos. Ressalta-se que a classificação visual foi realizada após 135 dias, por motivo de logística principalmente devido à falta de transporte da área de coleta até a universidade, onde as toras ficaram expostas aos intemperes das condições climáticas da Amazônia.

A madeira da fava-arara-tucupi é classificada como uso para o mercado geral. Visto que a classificação determina a qualidade de uma peça de madeira, definida em função da classe na qual a peça se enquadra, observou-se que 25% das peças são defeituosas, pois as mesmas encontram-se na 4ª e 5ª classe, sendo consideradas peças impossibilitadas para o uso estrutural. Diante o exposto, Nogueira (2007) esclarece que nós, desvio e distorção da grã, presença de fungos e insetos, como os demais defeitos comprometem a aparência e resistência das peças.

Gama et al. (2016) analisando peças de espécies de folhosas oriundas da região norte, observaram que aproximadamente 30% das peças não estavam em conformidade com a NBR. Os autores também afirmam que a inexistência de conformidade é gerada pela ausência de conhecimento por parte dos empresários, sendo ocasionadas pela falta divulgação e de conhecimento da padronização das normas, o que infere em maior incidência de lotes com peças defeituosas comercializadas.

• Laminação e compensado

Através da manufatura das toras denominadas B, obteve-se lâminas com 12% de umidade. É importante mencionar que as madeiras permaneceram muito tempo expostas ao meio, ocasionando ataques por fungos manchadores nos topos, sendo que essa condição foi detectada nas lâminas ao decorrer do desenrolamento das toras. Entretanto, ao comparar às lâminas de ambas as espécies, a fava-arara-tucupi apresentou maior resistência ao tempo e até mesmo aos fungos.

Mendes et al. (2000) asseguram que para obter lâminas de qualidades é necessário cuidado do manuseio e preparo das toras, assim como, no que diz respeito as condições de armazenamento. O compensado produzido apresentou desenho de grã homogênea, o que torna visualmente atraente. Dessa forma a cor, o desenho da superfície e a rugosidade dos painéis influenciam na sua aparência, onde, quanto mais claro for o compensado maior o seu valor agregado.

As lâminas produzidas da madeira de fava-arara-tucupi após a secagem apresentaram alvura superior

as da madeira espécie paricá. Estas originaram painéis mistos de espessuras variando entre 12 e 13 mm. Averiguando o processo de laminação por desenrolamento, secagem industrial das lâminas, processo de colagem por meio de prensagem a ar quente e análise feita por parte do setor de classificação da indústria onde realizou a manufatura, a espécie apresenta ser uma alternativa viável para ser inserida na comercialização, apesar desta ser uma avaliação ainda em fase preliminar.

Salienta-se, que para haver a inclusão de lâminas de fava-arara-tucupi para a produção de painéis de compensados estudos sobre caracterização física e mecânica precisão ser realizados.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- A *Parkia multijuba* Benth. apresenta potencial silvicultural semelhante ao do *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. em implantações comerciais no estado do Pará;
- a *P. multijuga* apresenta aptidão para a condução sob sistema de talhadia, e
- a sua madeira é viável para ser utilizada como madeira serrada e fabricação de lâminas para manufatura de painéis de compensados de madeira.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **ABNT CB 31.0005.05**: madeira compensada. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/normalizacao-de-produtos/normas-publicadas/>>. Acesso em: 09 out. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Compensados de paricá**: conceito e características de uma nova alternativa. Curitiba, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9487**: classificação de madeira serrada de folhosas. Rio de Janeiro, 1986.
- ARAÚJO, J.; COSTA, N.; LIMA, R.; CALDERON, C.; CALDERON, R. Rendimento e eficiência operacional do desdobro da madeira de faveira (*Parkia multijuga* Benth. - Fabaceae). **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 1656-1667, 2014.
- BRASIL, E. C.; COSTA, A. S. da; BRIENZA JÚNIOR, S.; SOUSA, V. G. de; GAMA, M. A. P.; AGUIAR, S. H. S. Comportamento do paricá submetido à adubação fosfatada e nitrogenada em um Latossolo Amarelo distrófico do sudeste paraense. In: ENCONTRO REGIONAL DE CIÊNCIA DO SOLO NA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2, 2016, Capanema. **Anais...** Capanema, PA: Amazon Soil, 2016. 5 p.



BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Setor de madeira e móveis**. 2005. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/sistemas_web/renai/public/arquivo/arq1273166189.pdf. Acesso em: 06 de Nov. de 2017.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; IMAKAWA, A. M. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazônia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, v. 10, n. 4, p. 636-644, 2002.

CARVALHO, P. E. **Faveira-Benguê *Parkia multijuga***. Colombo: Embrapa Florestas, 2009.6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 227).

CHEVREUIL, L. R. **Purificação, caracterização química e atividade de proteases e inibidores de proteases durante a germinação e em eventos pré e pós-germinativos de sementes de *Parkia multijuga***. 2014. 119 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução nº 474, de 6 de abril de 2016**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016

COSTA, K. C. P. da; FERRAZ, J. B. S.; LIMA, R. B. M. de. Distribuição de biomassa nos compartimentos arbóreos de *Parkia multijuga* Benth. (Fabaceae) em plantio na região de Manaus (AM). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM, 20., 2011, **Anais...** Manaus. Manaus [s.n.], 2011. p. 1-4.

GAMA, D.; JESUS, J.; BONFIM, J.; MENEZES, M.; DEUS, D. Madeiras serradas empregadas na construção civil habitacional do município de ribeira do pombal-BA. **Agroforestalis News**, v. 1, n. 2, p. 15-23, 2016.

GOMES, F. A.; RAMOS, J. T. P. **Uso de biossólido como**

fertilizante em um plantio de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby). Paragominas, PA: Universidade do Estado do Pará, 2017. 20 p.

HOPKINS, H. C. *Parkia* (leguminosae: mimosoideae). **Flora Neotropica**, v. 43, p. 1-123, 1986.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2017**. Brasília, DF, 2017. Relatório anual 2017. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 08 set. 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. 204 p.

NOGUEIRA, M. **Classificação de peças de madeira serrada de dimensões estruturais de *Eucalyptus* sp. com uso de ensaios não-destrutivos**. 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu.

PINTO, H. C. A.; BARRETO, P. A. B.; AMARAL, A. R.; OLIVEIRA, F. G. R. B. de. Rebrotas de cepas de árvores adultas de madeira nova (*Pterogyne nitens* Tul.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2287-2296, 2013.

SOUZA, L. F. de; SOUZA, C. H. E. de; MACHADO, V. J.; CAIXETA, C. G.; RIBEIRO, V. J.; CASTRO, J. de S. Disponibilidade de P em latossolo argiloso após incubação de doses de superfosfato triplo revestido com polímeros. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**, n. 4, p. 58-70, 2013.

SUSIN, F.; SANTINI, E.; STANGERLIN, D.; MORAIS, W.; MELO, R. Taxa de secagem e qualidade da madeira serrada de *Hovenia dulcis* submetida a dois métodos de secagem. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 243-250, 2014. DOI: 10.4322/floram.2014.016.



Comparação do crescimento inicial de oito clones de híbridos de *Eucalyptus* no Estado de Caaguazú, Paraguai

Pablo Enrique Espinola Ferreira¹; Maria Laura Quevedo Fernandez²; William Tomaz Folmann³

¹Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, pablo.espinola.f@gmail.com; ²M Sc. Engenheira Florestal, professora-pesquisadora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, laura.quevedo@agr.una.py; ³Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo comparar o crescimento inicial de oito clones de híbridos de eucalipto no estado de Caaguazú, Paraguai. Tendo em conta as condições de clima, solo, nível de adubação e tratamentos silviculturais adotados, concluiu-se que o G2, correspondente a um clone de híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* foi o material que apresentou melhores resultados nas variáveis medidas e estimadas, até 12 meses de idade.

Palavras-chave: Eucalipto; Melhoramento genético; Variáveis dendrométricas.

Introdução

Para que o crescimento de um material seja o esperado existem fatores determinantes para as plantações que vão ser realizadas, que são a seleção do sítio e selecionando do clone para ser usado. Isto está ligado com o potencial produtivo de diferentes tipos de solo e as características genéticas dos clones que deseja-se utilizar, é por isso que existem clones apropriados ou não apropriados para cada tipo de solo.

Os dados gerados em um inventário florestal denominam-se variáveis dendrométricas. A dendrometria é parte da ciência florestal que trata o estudo, pesquisa e desenvolvimento de técnicas para a determinação das dimensões ou variáveis da árvore, que pode ser a altura, diâmetro e volume de árvores em pé e outros (MACHADO; FIGUEIREDO, 2009).

O inventário florestal é uma atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas sobre os recursos florestais existentes em uma determinada área (SANQUETTA et al., 2014). Os métodos de amostragem ou censo utilizados comumente nos inventários florestais são trabalhosos e caros, mas de importância fundamental para a quantificação de suas variáveis.

As variáveis coletadas no campo são altura e DAP. O diâmetro à altura do peito ou DAP é um elemento importante, que é medido em uma árvore, servindo de base para muitos outros cálculos, como área basal. Altura é outra característica importante da árvore, é obtida pela medição ou estimativa e é usada para calcular o volume de árvores individuais e em relação a idade, determinar a qualidade de um site para a produção de madeira (SOARES et al., 2011).

Para identificar o desenvolvimento e o potencial genético dos materiais, é necessário realizar medições periódicas das variáveis nas parcelas, mostrando aumentos nas diferentes fases das parcelas e assim compará-los com outros materiais e obter as melhores características genéticas para o tipo de solo e clima, de acordo com os objetivos do produtor.

Este estudo tem como objetivo comparar o crescimento inicial de oito clones de híbridos de eucalipto no estado de Caaguazú, Paraguai.

Materiais e métodos

A pesquisa contém medições realizadas em oito parcelas experimentais da empresa Genefor S.A., localizada em Capitan Cue, Caaguazu, Paraguai.

As parcelas de forma retangular possuem 2.500 m² (125 m x 20 m), contendo cada uma 250 árvores com um espaçamento de 2 m x 5 m.

Cada parcela foi delimitada mediante a marcação das árvores de cada vértice da plantação. A árvore 1, correspondente a árvore vértice localizada esta ao sudeste da parcela, foi identificado com tinta aerossol de cor azul na base, com dois anéis em toda sua circunferência. As outras três árvores que formam os demais vértices foram pintadas da mesma cor, mas somente com um anel ao redor da circunferência.

Dentro de cada parcela registrou-se o total de árvores, o diâmetro a altura do peito (DAP), utilizando fita diamétrica e a altura total, utilizando vara altimétrica. Além disso, foram identificadas as árvores mortas e ausentes.



Foram medidas e comparadas parcelas com 12 meses de idade correspondente a 8 clones, segundo detalha-se a seguir.

Ao obter todos os dados, que foram registrados em uma tabela no Microsoft Excel, e posteriormente foram utilizados para calcular a área basal e o volume total da amostra e de todos os indivíduos. Para o cálculo do volume, o fator de forma utilizado foi de 0,4.

Resultados e discussão

Por meio da medição do DAP e altura, foram realizadas as médias de DAP e altura total para cada material estudado, cujos resultados podem ser observados na sequência.

Na Figura 1, pode-se observar os valores mais altos em relação ao DAP resultaram para o G2 como G4 com 0,055 m, seguido do G6 e G7 também ambos com 0,053 m. Sendo o material do G8 com DAP inferior. Considerando a altura, o G4 é o material que obteve os melhores resultados com 5.764 m de altura média, seguido pelo G2 com 5.690 m de altitude média, sendo o G8 o material apresentando a baixa altura.

Com os dados obtidos nas medições, estimada de área basal e volume por lote, conforme detalhado na Tabela 1, bem como apresenta os valores de volume e área basal por hectare expresso em m³/ha na Figura 2.

Na Tabela 2 e a Figura 2, pode-se observar que os melhores resultados são para o G2 seguido de G4, onde o menor valor tanto volume quanto a área basal é observado no G8.

Tabela 1. Materiais genéticos.

Nº	Material genéticos avaliados	Nome da espécie ou híbrido
1	G1	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>
2	G2	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>
3	G3	<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>
4	G4	<i>Eucalyptus grandis</i>
5	G5	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>
6	DDX2100	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>
7	G7	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>
8	G8	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i>

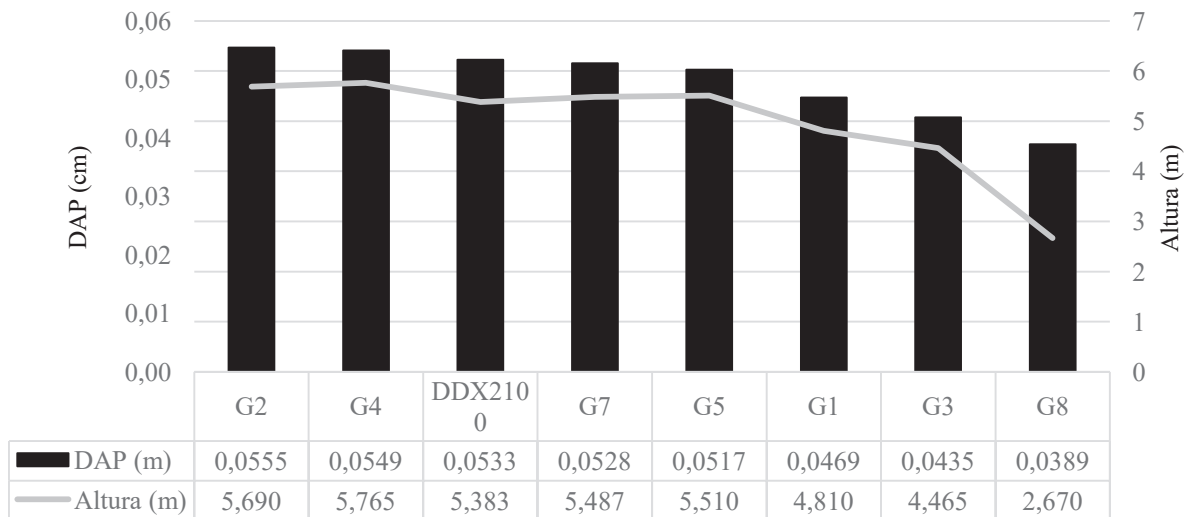


Figura 1. Comparação de médios de DAP e altura total.

Tabela 2. Área basal e volume total por parcela

	G1	G2	G3	G4	G5	DDX2100	G7	G8
Área basal/parcela (m ²)	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
Volume total/parcela (m ³)	0,94	1,55	0,88	1,49	1,19	1,44	1,24	0,49

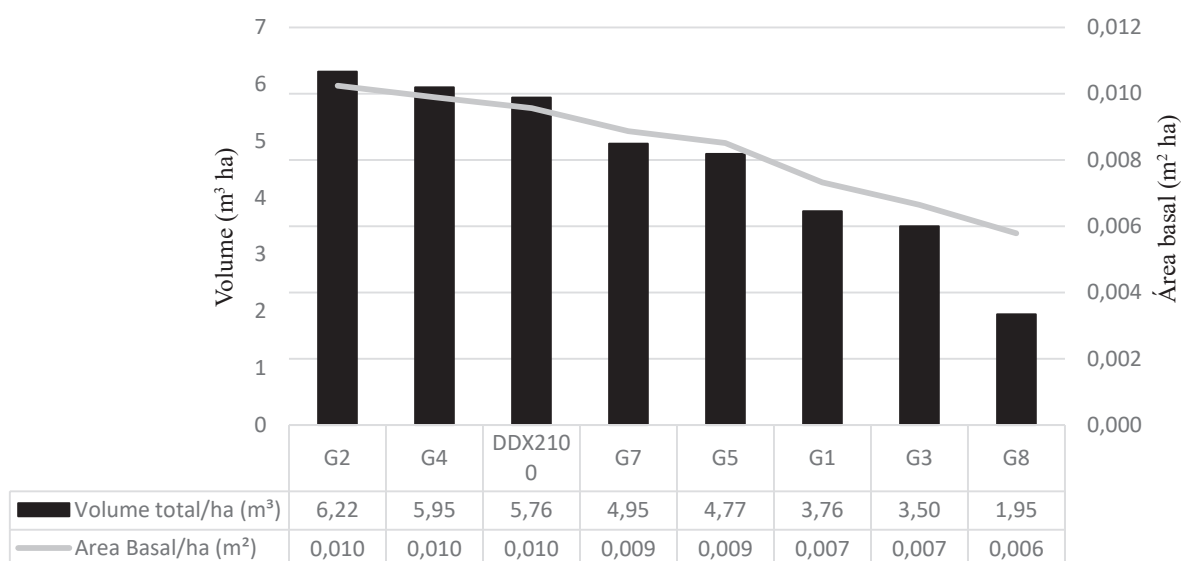


Figura 2. Área basal e volume por hectare.

Conclusão

Conforme os resultados, conclui-se que, tendo em conta as condições de clima, solo, nível de adubação e tratamentos silviculturais é o G2, correspondente para o híbrido de clone *Eucalyptus grandis x E. urophylla* é o que apresentou melhores resultados nas variáveis medidas e estimados, até 12 meses de idade.

Referencias

- MACHADO, S.; FIGUEIREDO, A. **Dendrometria**. 2. ed. Guarapuava: Unicentro, 2009.
- SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; DALLA CÔRTE, A. P. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 3. ed. Curitiba, 2014.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2011.



Biomassa aérea em plantios de *E. grandis*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis*

Patrícia Andressa de Ávila¹; José Leonardo de Moraes Gonçalves²; Alexandre Vicente de Ferraz³;
Liamara Santos Masullo⁴; José Renato Drago⁵

¹Mestre em Engenharia Florestal, doutoranda em Recursos Florestais na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, avilapa@usp.br; ²Professor titular na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ³Doutor em Recursos Florestais, coordenador técnico do Programa Cooperativo de Silvicultura e Manejo, Piracicaba, SP; ⁴Mestre em Recursos Florestais, doutoranda em Recursos Florestais na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ⁵Engenheiro Florestal, analista técnico Jr na Copener Florestal Ltda, Alagoinha, BA

Resumo: O avanço da eucaliptocultura para regiões de baixa disponibilidade hídrica tem demandado maior conhecimento sobre as espécies de *Eucalyptus*. Este estudo objetivou comparar a produção e distribuição de biomassa aérea para o *E. grandis*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis*. Entre os 11 e 23 meses pós-plantio, todas as espécies diminuíram sua proporção de massa seca foliar, sendo que o *E. cloeziana* e o *E. camaldulensis* diminuíram esse valor pela metade. O *E. grandis* aumentou em 10 vezes a produção de massa seca aérea total, enquanto o *E. cloeziana* e o *E. camaldulensis* aumentaram esse valor em 6 vezes.

Palavras-chave: Déficit hídrico; Manejo florestal; Produtividade florestal.

Introdução e objetivos

As plantações florestais representam 7,8 milhões de hectares do território brasileiro, sendo 71,8% ocupado por plantios de *Eucalyptus* (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2016). A maior parte dos reflorestamentos comerciais está concentrada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde as principais indústrias de celulose e papel estão localizadas. Entretanto, as plantações desse gênero têm se expandido para regiões até então pouco exploradas pelo setor florestal, tal como os estados de Mato Grosso do Sul, Maranhão, Piauí e Tocantins (GONÇALVES et al., 2013). Com essa expansão, há grande necessidade de se obter informações sobre a produção esperada de espécies de *Eucalyptus* adaptadas às condições edafoclimáticas dessas regiões.

Barros et al. (2008) destacam que a produção de uma floresta é determinada pela eficiência no uso da radiação solar pela copa das árvores e, conseqüentemente, na sua conversão em biomassa. Essa eficiência pode ser influenciada por fatores genéticos, pela disponibilidade de água e de nutrientes no solo (BINKLEY et al., 2004). De acordo com os mesmos autores, o conhecimento da alocação de biomassa florestal é de grande relevância não só para as estratégias de manejo, mas também para o melhor entendimento dos processos de ciclagem de nutrientes.

Na fase inicial de desenvolvimento em um plantio florestal, grande parte dos carboidratos é destinada para a produção de biomassa aérea da árvore. Com o fechamento de copa, a produção relativa do tronco tende a aumentar e a de folhas e ramos tende a diminuir gradativamente (CALDEIRA et al., 2000; SOARES et al., 2006). Schumacher et al. (2011), observaram que a alocação de biomassa de madeira passou de 50%, no início do ciclo, para 75% aos 6 e 8 anos de idade em um plantio de *Eucalyptus*. Reis et al. (1985), estudando o *E. grandis* na região do Cerrado, encontraram que a biomassa composta por madeira e casca passou de 45% aos 15 meses para 85% aos 73 meses após o plantio das mudas no campo. Entretanto, há ainda poucas informações sobre a compartimentalização da biomassa aérea produzida por diferentes espécies do gênero *Eucalyptus*.

O *E. grandis*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis* são espécies que apresentam baixa, intermediária e alta tolerância ao déficit hídrico (GONÇALVES et al., 2013; FLORES et al., 2016). O *E. grandis* possui hábito de desramar-se espontaneamente, o que dá origem a fustes lisos com aspecto colunar. Sua madeira é boa para serraria e excelente para celulose. Devido à sua plasticidade genética, é muito utilizado para a obtenção de híbridos e na clonagem de árvores selecionadas. O *E. cloeziana* possui madeira com elevada densidade, sendo apta para serraria, postes, dormentes e carvão. Já



o *E. camaldulensis* é umas das espécies mais adequadas para zonas com elevada deficiência hídrica e solos altamente distróficos. Sua madeira possui densidade entre mediana e elevada, bem como cor avermelhada. É apta para serraria, postes, dormentes, lenha e carvão.

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo analisar a produção de biomassa das espécies *E. grandis*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis* aos 11 e aos 23 meses de idade, bem como a distribuição da biomassa aérea entre os compartimentos: lenho, casca, galhos e folhas.

Material e métodos

O estudo vem sendo conduzido na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (EECFI) (23°10'S e 48°40'W), pertencente à Esalq/USP. A EECFI encontra-se a 860 m acima do nível do mar, em uma região onde o clima local é classificado de acordo com Köppen como Cfa, mesotérmico de inverno seco, com temperatura média anual de 21 °C (ALVARES et al., 2013). A precipitação média anual é de 1579 mm, com 57% concentrada nos meses de dezembro a março. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média (SANTOS et al., 2006), sendo o terreno de relevo plano a suave ondulado. A implantação do experimento foi realizada em março de 2016 por meio do plantio de mudas seminais com aproximadamente 6 meses de idade. As mudas foram produzidas em tubete de 290 cm³ no viveiro do Departamento de Ciências Florestais da Esalq/USP.

Foram selecionadas 4 árvores representativas de cada espécie aos 11 e 23 meses de idade. Em cada período, as árvores foram abatidas e desmembradas em lenho, casca, galhos e folhas, e estes materiais foram pesados e amostrados para secagem e estimativa da matéria seca. Os compartimentos aéreos das árvores foram separados e pesados em campo com auxílio de balança digital. Posteriormente, as amostras de cada compartimento (em torno de 300 g) foram enviadas ao Laboratório de Ecologia Aplicada do Departamento de Ciências Florestais (Esalq/USP) para secagem a 65 °C até massa constante. Os valores do peso de cada compartimento por árvore foram extrapolados para valores por hectare, para que os dados fossem processados. Os dados de biomassa aérea total e por compartimento por hectare foram submetidos à análise de variância e ao teste de LSD ($p \leq 0,05$), com o auxílio do software estatístico SAS (9.3).

Resultados e discussão

Aos 11 meses pós-plantio, não houve diferença de produção de lenho e casca entre as espécies. O *E.*

cloeziana apresentou maior produção de massa seca de lenho, enquanto a produção de galho foi maior para o *E. grandis*, seguida pelo o *E. cloeziana* e *E. camaldulensis* (Tabela 1). No mesmo período, o *E. grandis* e o *E. cloeziana* apresentaram maior produção de massa seca total (30,86% e 42,73%) que o *E. camaldulensis*.

Aos 23 meses pós-plantio, o *E. grandis* apresentou maior produção de massa seca de galho e lenho. Flores et al. (2016), destacam que o *E. grandis* possui excelentes qualidades, superando qualquer outra em incremento quando em condições adequadas, sendo esta a causa de sua grande aceitação. Assim como aos 11 meses, não houve diferença para produção de casca entre as espécies. O *E. cloeziana* foi 73% maior quanto a produção foliar quando comparado ao *E. camaldulensis*.

Silva et al. (2004), encontrou as proporções de 33,1%, 3,2%, 28,2% e 34,8% para lenho, casca, galhos e folhas estudando *E. benthamii* aos 12 meses de idade. Os mesmos autores relatam que aos 48 meses de idade as proporções de madeira e casca aumentaram e as de galho e folhas diminuíram para essa espécie. Oliveira Neto et al. (2003), encontraram aumento na proporção de biomassa acumulada da madeira em um povoamento de *E. camaldulensis*, espaçamento 3 m x 3 m, de 20 para 32 meses de idade, em decorrência da diminuição de outros componentes como folhas e raízes finas, corroborando com a tendência apresentada nesse estudo.

Dos 11 para os 23 meses pós-plantio, o *E. grandis* e o *E. camaldulensis* aumentaram a proporção de investimento em lenho em torno de 20%. Todas as espécies diminuíram sua proporção de massa seca de folha no período avaliado, sendo o *E. cloeziana* e o *E. camaldulensis* diminuiu pela metade a proporcionalidade de massa seca investida nesse compartimento. Jarvis e Leverenz (1983) destacam que ambientes com restrição hídrica, há redução de área foliar em consequência da menor eficiência de conversão de energia solar em biomassa, ou menor quantidade de luz interceptada pela copa. Adicionalmente, o *E. grandis* diminuiu a proporção de massa seca de galho dos 11 ao 23 meses pós-plantio, enquanto o *E. cloeziana* e o *E. camaldulensis* aumentaram suas proporções.

O *E. grandis* aumentou em 10 vezes a produção de massa seca aérea total dos 11 aos 23 meses pós-plantio, enquanto o *E. cloeziana* e o *E. camaldulensis* aumentaram em torno de 6 vezes esse valor. Segundo Binkley et al (2004), uma floresta pode possuir maior produtividade que outra como resultado do maior oferta de recursos, ou seja, capturando maior proporção de dos recursos disponíveis, usando esses recursos de forma mais eficiente, ou alocando maior proporção de biomassa na madeira. Conforme o desenvolvimento da floresta, o crescimento individual das árvores tende a mudar de acordo com a competição e eficiência de aquisição dos recursos (água, nutrientes,



Tabela 1. Produção de massa seca total e de lenho, casca, folha e galho. Em parênteses está representada a proporção de massa seca de cada compartimento em relação à biomassa aérea seca total de *E. grandis*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis* aos 11 e 23 pós-plantio das mudas no campo*.

	Espécie	Lenho	Casca	Folha	Galho	Biomassa total
		kg ha ⁻¹				
11 meses	<i>E. grandis</i>	1342,82 a (30,45%)	325,45 a (7,38 %)	1178,05 b (26,71%)	1562,80 a (35,44%)	4409,14 a
	<i>E. cloeziana</i>	1167,69 a (24,28%)	317,62 a (6,60 %)	2146,85 a (44,64%)	1176,94 b (24,473%)	4809,12 a
	<i>E. camaldulensis</i>	1069,09 a (31,73%)	269,32 a (7,99 %)	1342,87 b (39,85%)	687,88 c (20,41%)	3369,17 b
23 meses	<i>E. grandis</i>	23912,35 A (51,27%)	3907,29 A (8,37 %)	6762,50 AB (14,49%)	12057,43 A (25,85%)	46639,59 A
	<i>E. cloeziana</i>	9359,39 B (30,69%)	3182,86 A (10,43 %)	6785,75 A (22,25%)	9656,31 AB (36,60%)	28984,33 AB
	<i>E. camaldulensis</i>	11478,20 B (50,97%)	2795,22 A (12,41 %)	3907,45 B (17,35%)	4336,62 B (19,25%)	22517,50 B

* Letras minúsculas indicam diferença significativa entre as espécies para biomassa total e cada compartimento aos 11 meses pós-plantio. Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre as espécies para biomassa total e cada compartimento aos 23 meses pós-plantio (LSD, p<0,05).

luz) (BINKLEY et al., 2004; DOI et al., 2010). Espécies mais tolerantes ao déficit hídrico tendem a apresentar crescimento mais lento, do que quando comparado à espécies menos tolerantes, geralmente resultando em uma maior densidade básica de sua madeira.

Conclusões

Entre os 11 e 23 meses pós plantio, o *E. grandis* e o *E. camaldulensis* aumentaram em 20% a proporção de investimento em lenho. Todas as espécies diminuíram sua proporção de massa seca de folha, destacando-se o *E. cloeziana* e o *E. camaldulensis* que diminuíram para esse valor. O *E. grandis* aumentou em 10 vezes a produção de massa seca aérea total no período avaliado, enquanto o *E. cloeziana* e o *E. camaldulensis* aumentaram em torno de 6 vezes a produção.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B.; NOVAIS, R. F. Estimativa de biomassa em plantios de eucalipto no Brasil. *Revista Árvore*, v. 32, n. 4, p. 697-706, 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000400011.
- BINKLEY, D.; STAPE, J. L.; RYAN, M. G. Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, v.193, p. 5-14, 2004.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, E. M. dos. Produção de biomassa em uma procedência australiana de *Acacia mearnsii* de Wild., plantada no Sul do Brasil. *Revista Árvore*, v. 24, n. 2, p. 201-206, 2000.
- DOI, B. T.; BINKLEY, D.; STAPE, J. L. Does reverse dominance develop in old growth plantations of *Eucalyptus saligna*? *Forest Ecology and Management*, v. 259, n. 9, p. 1815-1818, 2010. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.05.031.
- FLORES, T. B. *Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação*. Piracicaba: IPEF, 2016. p. 448.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2016**. Brasília, DF, 2016. Relatório anual 2016. 100 p.
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J.-P. D.; LACLAU, J.-P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. *Forest Ecology and Management*, v. 301, p. 6-27, 2013. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.12.030.
- JARVIS, P. G.; LEVERENZ, J. W. Productivity of temperate, deciduous and evergreen forests. *Encyclopedia of Plant Physiology* (NewSeries), n. 12D, p. 233-280, 1983.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus*



camaldulensis Dehn. Em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

REIS, M. das G. F.; KIMMINS, J. P.; REZENDE, G. C. de; BARROS, N. F. de. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, v. 9, n. 2, p. 149-162, 1985.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALIL, F. N. Biomassa em povoamentos de *Eucalyptus* spp. de pequenas propriedades rurais em Vera Cruz, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 17-22, 2011. DOI: 10.5902/198050982743.

SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A.; CORRÊA, R. S.; BELLOTE, A. F. J.; TUSSOLINI, E. L. Alocação de biomassa e ajuste de equações para estimativa de biomassa em compartimentos aéreos de *Eucalyptus benthamii*. **Boletim Pesquisa Florestal**, v. 49, p. 83-85, 2004.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2006. 276 p.



Índice de área foliar de seis espécies de eucaliptos com diferentes níveis de tolerância ao déficit hídrico

Patrícia Andressa de Ávila¹; José Leonardo de Moraes Gonçalves²; Alexandre Vicente de Ferraz³; Liamara Santos Masullo⁴; João Victor Oliveira Bertolo⁵

¹Mestre em Engenharia Florestal, doutoranda em Recursos Florestais na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, avilapa@usp.br; ²Professor titular na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ³Doutor em Recursos Florestais, coordenador técnico do Programa Cooperativo de Silvicultura e Manejo (PTSM/lpef), Piracicaba, SP; ⁴Mestre em Recursos Florestais, doutoranda em Recursos Florestais na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; ⁵Graduando em Engenharia Florestal na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP

Resumo: O índice de área foliar (IAF) pode ser utilizado para indicar a capacidade fotossinteticamente ativa das plantas e, conseqüentemente, seu potencial produtivo. Este estudo objetivou comparar o IAF de seis espécies de eucaliptos com diferentes níveis de tolerância ao déficit hídrico. Aos 11 e 23 meses de idade, foi possível observar a distinção entre dois grupos conforme os valores IAF, sendo um formado por espécie menos tolerantes ao déficit hídrico e maiores valores de IAF, e outro composto por espécies mais tolerantes a escassez de água e menores valores de IAF.

Palavras-chave: Tolerância hídrica; Interceptação solar; *Corymbia*.

Introdução e objetivos

Além da disponibilidade de nutrientes e água, a produtividade de florestas plantadas depende também da eficiência fotossintética, e conseqüentemente, área foliar e eficiência de uso da luz (WONG; DUNIN, 1987; WHITEHEAD; BEADLE, 2004; BROECKX et al., 2015). Nesse sentido, o índice de área foliar (IAF) pode ser utilizado para indicar a capacidade de interceptação da radiação solar, a qual afeta a diretamente a produtividade da floresta (LANG; MCMURTRIE, 1992). O IAF foi definido por Watson (1947) como sendo a razão entre a área foliar do dossel e a unidade de superfície projetada no solo (m^2m^{-2}), relacionando-se diretamente com a transpiração e a produtividade do ecossistema.

O IAF pode variar de acordo com o genótipo, idade da planta, condições ambientais e métodos de manejo, dentre outros (XAVIER et al., 2002; LIMA, 2003; CHAVES et al., 2007; FONTAN, 2007; OLIVEIRA et al., 2016). Em plantios de *Eucalyptus*, o IAF tende a aumentar com o desenvolvimento da floresta, e posteriormente, estabilizar ou diminuir levemente, até atingir o estado estacionário ou de equilíbrio (HINGSTON et al., 1994). As plantas tendem a diminuir sua área foliar em resposta a ambientes com restrição hídrica, ou períodos secos específicos, reduzindo sua área de exposição ao ambiente, e conseqüentemente, sua transpiração (ZACHI et al., 2009). Battaglia et al. (1998), estudando o *E. nitens* e *E. globulus* encontraram que

em plantações de ambas as espécies o IAF diminuiu linearmente com o estresse hídrico.

Atualmente, a expansão dos plantios de *Eucalyptus* no Brasil para regiões com diferentes condições edafoclimáticas têm demandado materiais genéticos tolerantes e, ao mesmo tempo, produtivos em ambientes áridos e distróficos. O *E. grandis* e *E. urophylla* são espécies que possuem baixa tolerância ao déficit hídrico, ao passo que o *E. cloeziana* e o *Corymbia citriodora* possuem tolerância intermediária e, o *E. camaldulensis* e *E. brassiana* são altamente tolerantes a escassez de água (GONÇALVES; MELLO, 2000; GONÇALVES et al., 2013; SOUZA; COLLICHIO, 2013). Entretanto, há ainda a necessidade de estudos que busquem compreender as características dessas espécies quanto a sua estratégia de desenvolvimento e resposta aos diferentes tipos de manejo silvicultural.

Dessa forma, o presente estudo objetivou comparar o índice de área foliar em plantações de seis espécies de eucaliptos com diferentes níveis de tolerância ao déficit hídrico.

Material e métodos

O experimento está localizado na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (EECFI) (23°10'S e 48°40'W), a 860 m acima do nível do mar. Pertencente à ESALQ/USP, a EECFI encontra-se em uma região onde o clima local é classificado de



acordo com Koppen como Cfa, mesotérmico de inverno seco, com temperatura média anual de 21 °C, sendo a média do mês mais frio (junho) 18 °C e a média do mês mais quente (janeiro) maior que 22 °C (ALVAREZ et al., 2013). A precipitação média anual é de 1579 mm, com 57% concentrada nos meses de dezembro a março. Anteriormente, a vegetação original no local de estudo foi o Cerrado. Por volta de 1960, a área passou a ser cultivada com *Eucalyptus* sp. e, em meados de abril de 2015, foi reformada para implantação do experimento. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura média, sendo o terreno de relevo plano a suave ondulado.

A implantação do experimento foi realizada em março de 2016 por meio do plantio de mudas seminais de *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. cloeziana*, *C. citriodora*, *E. camaldulensis* e *E. brassiana*, com aproximadamente 6 meses de idade. Cada tratamento é composto por uma espécie com 37 linhas contendo 10 árvores, incluindo bordadura dupla para evitar a influência de uma parcela na outra. O delineamento utilizado foi o inteiramente aleatorizado, com espaçamento 3 m x 3 m.

Aos 11 e 23 meses após o plantio das mudas no campo, foram retiradas 30 folhas inteiras de cada terço da copa (inferior, médio e superior), de quatro árvores aleatoriamente selecionadas. As amostras foram condicionadas em uma caixa de isopor com gelo até serem encaminhadas ao laboratório, onde a área foliar de cada amostra foi determinada com o auxílio de um scanner de mesa e do software *ImageJ*.

Posteriormente, as folhas foram colocadas em estufas para secagem a 65 °C até massa constante e pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g. A área foliar específica foi determinada pela relação entre área foliar da amostra fresca e sua massa seca. A área

foliar total de cada árvore foi calculada multiplicando-se a massa seca de folhas da árvore pela média da área foliar específica dos três terços da copa. Atendido as pressuposições básicas estatísticas, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias por meio do teste LSD ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico SAS 9.3.

Resultados e discussão

O índice de área foliar (IAF) do *E. cloeziana* aos 11 meses de idade foi até 4 vezes maior quando comparada as demais espécies de eucaliptos (Figura 1). Aos 23 meses, o IAF do *E. cloeziana* foi ainda maior, superando o *E. brassiana* em até 3 m² m⁻².

Aos 23 meses de idade, não houve diferença significativa entre os IAFs dos *E. grandis* e *E. urophylla*. No entanto, essas duas espécies superaram o *C. citriodora* e *E. camaldulensis* em até 100%. O *E. brassiana* permaneceu com IAF inferior a todas as demais espécies, chegando a ser duas vezes menor ao seu homólogo (*E. camaldulensis*) quanto ao nível de tolerância (alto) ao déficit hídrico (Figura 1).

Flores et al. (2016) destacam que o *E. camaldulensis* se encontra distribuído em regiões secas a extremamente secas da Austrália, enquanto o *E. grandis* é encontrado em ambientes extremamente úmidos nesse país. Os mesmos autores relatam que as espécies *C. citriodora*, *E. cloeziana* e *E. brassiana* apresentam originalmente ampla distribuição espacial quanto a escassez de água no ambiente, desde regiões semi-áridas até as de grande umidade.

Entre os 11 e 23 meses de idade, o *E. cloeziana* aumentou seu IAF em cerca de 70%. No mesmo

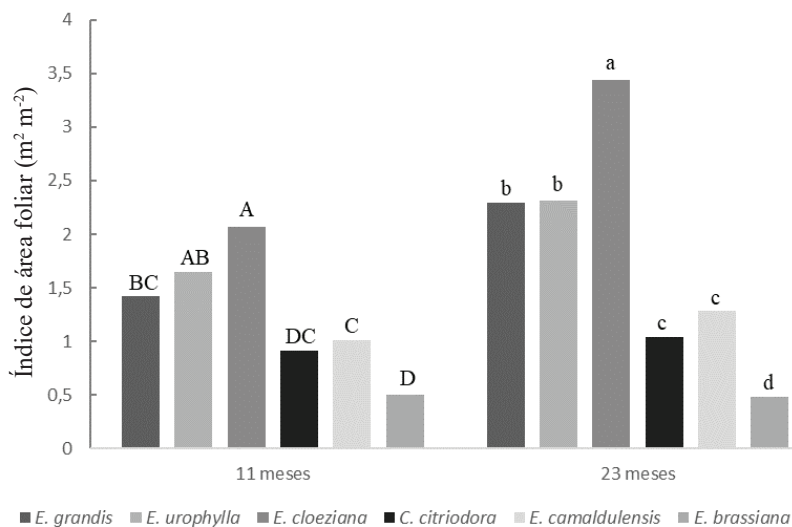


Figura 1. Índice de área foliar (m² m⁻²) do *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. cloeziana*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis* e *E. brassiana* aos 11 e 23 meses pós-plantio. Letras maiúscula e minúsculas indicam diferença estatística entre as espécies aos 11 e 23 meses pós-plantio das mudas no campo, respectivamente (LSD, $p < 0,05$).



período, o *E. grandis* aumentou seu IAF em aproximadamente 60%, o *E. urophylla* em 40 %, o *E. camaldulensis* em 25% e o *C. citriodora* em apenas 14%. Por outro lado, o *E. brassiana* teve seu IAF reduzido em cerca de 3% durante o período avaliado.

Conclusões

O *E. cloeziana* apresentou maiores valores de índice de área foliar (IAF) e o *E. brassiana* os menores valores desse índice aos 11 e 23 meses pós-plantio. Em ambos os períodos é possível observar a distinção entre dois grupos conforme os valores IAF, um formado por espécie menos tolerantes ao déficit hídrico (*E. grandis*, *E. urophylla*, *E. cloeziana*) e maiores IAF, e outro composto por espécies mais tolerantes a escassez de água (*C. citriodora*, *E. camaldulensis* e *E. brassiana*) e menores IAF.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BATTAGLIA, M.; CHERRY, M. L.; BEADLE, C. L.; SANDS, P. J.; HINGSTON, A. Prediction of leaf area index in eucalypt plantations: effects of water stress and temperature. **Tree Physiology**, v. 18, p. 521-528, 1998. DOI: 10.1093/treephys/18.8-9.521.
- BROECKX, L. S.; VANBEVEREN, S. P. P.; VERLINDEN, M. S.; CEULEMANS, R. **First vs. second rotation of a poplar short rotation coppice**: leaf area development, light interception and radiation use efficiency. Disponível em: <<http://www.sisef.it/forest/contents/?id=ifor1457-008>>. Acesso em: 6 fev. 2008.
- CHAVES, R. A.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PEZZOPANE, J. E. M.; XAVIER, A.; MONTE, M. A. Dinâmica de cobertura de dossel de povoamentos de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex-Maiden submetidos a desrama artificial e desbaste. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 989-998, 2007. DOI: 10.1590/S0100-67622007000600002.
- HINGSTON, F. J.; GALBRAITH, J. H.; DIMMOCK, G. M. **Evaluating the effect of soils and climate on productivity of *Eucalyptus globulus* plantations on contrasting sites in south west of Western Australia**. 1994. 52 p. (Rural Industries Research and Development Corporation Final Report, CSF-41A).
- FONTAN, I. C. I. **Dinâmica de copa e crescimento de clones de eucalipto submetidos a desrama em sistema agroflorestal**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J.-P. D.; LACLAU, J.-P.; NOUVELLON, Y.; ERPON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 6-27, 2013. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.12.030.
- GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.
- LANG, A. R. G.; MCMURTRIE, R. E. Total leaf area of single trees of *Eucalyptus grandis* estimated from transmittances of the sun's beam. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 58, p. 79-92, 1992.
- LIMA, A. P. L. **Aplicação de desrama em clone de *Eucalyptus grandis* em diferentes épocas e intensidade**: efeitos sobre o crescimento e a dinâmica de copa e o tempo de desrama. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- OLIVEIRA, C. H. R.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; SOUZA, F. C.; FARIA, R. S. Dynamics of eucalypt clones canopy and *Brachiaria brizantha* production in silvopastoral systems with different spatial arrangements. **Agroforest Systems**, v. 90, p. 1077-88, 2016.
- SOUZA, O. M. M.; COLLICCHIO, E. Zoneamento edafoclimático para a cultura do eucalipto (*Eucalyptus spp*) no Estado do Tocantins. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFT, 9., 2013. [Anais]. Palmas: UFT, 2013. v. 5.
- WATSON, D. J. Comparative physiological studies on growth of fields crops. I Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v. 11, p. 41-76, 1947.
- WHITEHEAD, D.; BEADLE, C. L. Physiological regulation of productivity and water use in *Eucalyptus*: a review. **Forest Ecology and Management**, v. 193, p. 113-40, 2004. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.01.026.
- WONG, S. C.; DUNIN, F. X. Photosynthesis and transpiration of trees in a eucalypt forest stand: CO₂, light and humidity responses. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 619-32, 1987.
- XAVIER, A. C.; SOARES, J. V.; ALMEIDA, A. C. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 421-427, 2002.
- ZANCHI, F. B.; WATERLOO, M. J.; ROCHA, H. R.; AGUIAR, L. J. G.; RANDOW, C. Von; KRUIJT, B.; CARDOSO, F. L.; MANZI, A. O. Estimativa do Índice de Área Foliar (IAF) e Biomassa em pastagem no estado de Rondônia, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 335-348, 2009.



Efeito de AIB no enraizamento de estacas em espécies/híbridos de *Eucalyptus* spp.

Patrícia Fukushima de Souza¹; Queli Cristina Lovatel²; Marcio Carlos Navroski³;
Mariane de Oliveira Pereira⁴; Jean Alberto Sampietro³

¹Mestre em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, patyfukushima@hotmail.com; ²Engenheira Florestal, mestranda em Engenharia Florestal na Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, queli.lovatel@edu.udesc.br; ³Doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, marcio.navroski@udesc.br; jean.sampietro@udesc.br; ⁴Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, maripereira.florestal@gmail.com

Resumo: Este estudo buscou avaliar a sobrevivência e o enraizamento de estacas das espécies *E. saligna* e *E. pellita* e dos híbridos *E. viminalis* x *E. saligna*, *E. dunnii* x *E. grandis* em função de diferentes concentrações de AIB (0, 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹). Não houve formação de raízes em nenhuma das estacas nos tratamentos avaliados. As maiores taxas de sobrevivência (~50%) foram observadas para a espécie *E. saligna* e para o híbrido *E. viminalis* x *E. saligna* utilizando-se concentração de 1500 mg L⁻¹ de AIB.

Palavras-chave: Propagação vegetativa; Estaquia; Melhoramento genético vegetal.

Introdução e objetivos

Este trabalho teve por objetivo avaliar a sobrevivência e o enraizamento de estacas de *Eucalyptus* em função das espécies/híbridos, produzidas a partir de anelamento da árvore matriz com diferentes concentrações de AIB.

A estaquia é uma técnica que consiste em promover o enraizamento de partes da planta, podendo proporcionar a produção de grande quantidade de mudas de boa qualidade em curto espaço de tempo, dependendo da facilidade de enraizamento de cada espécie, qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (OLIVEIRA et al., 2001).

Seus princípios já são bem conhecidos para as espécies de *Eucalyptus*, sendo amplamente adotada na clonagem de árvores, o que permitiu o desenvolvimento da silvicultura clonal de forma intensiva em diversas partes do mundo (XAVIER et al., 2009). A formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem às raízes adventícias (ALFENAS et al., 2009).

Para estimular esse enraizamento, o ácido indolbútrico (AIB) é uma auxina amplamente utilizada, o que se deve à sua menor mobilidade, fotossensibilidade e maior estabilidade química na planta (HARTMANN et al., 2011). Estudos indicam que o AIB pode promover a formação de raízes em estacas, acelerar a iniciação

radicular, aumentar o número e qualidade de raízes produzidas, além de aumentar a uniformidade de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005)

Material e métodos

O material vegetal foi coletado no município de Mafra, SC (Latitude 26°06'41"S, 49°48'19"W), em um plantio experimental de *Eucalyptus* spp., implantado em 1998, com mudas de origem seminal. Os solos predominantes na região pertencem às classes de solo Cambissolos álico e Podzólico vermelho-álico (FRIGOTTO, 2016).

Foram utilizados brotos de *E. viminalis* x *E. saligna*, *E. dunnii* x *E. grandis*, *E. saligna* e *E. pellita*, coletados em área de resgate vegetativo. As estacas foram preparadas com aproximadamente 7 cm de comprimento, sendo as folhas reduzidas a 50% de sua área total, realizando-se um corte em bisel na porção inferior e superior. As estacas tiveram suas bases imersas por 30 segundos em solução hidroalcoólica (água: álcool, 1:1, v/v) contendo ou não AIB, conforme o tratamento: 0, 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹. Em seguida, foram colocadas para enraizar em tubetes de 110 cm³, contendo uma mistura de substrato comercial Tecnomax® e vermiculita média (1:1 v/v) e 5 g L⁻¹ de osmocote.

As estacas foram mantidas em estufim no viveiro da Udesc/campus Lages-SC, com temperatura média de 25 ± 3 °C, irrigação por micro aspersão e umidade



relativa do ar superior próxima de 80%. O experimento de enraizamento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizadas 5 repetições com 10 estacas cada.

Após 60 dias do estaqueamento avaliou-se a porcentagem de enraizamento (PE), porcentagem de sobrevivência (PS) e número de raízes por estaca enraizada (NR). Para a sobrevivência foram consideradas estacas que apresentavam lenho vivo, folhas velhas ou brotações jovens, estando enraizadas ou não.

Após a verificação da normalidade dos dados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov e da homogeneidade pelo teste de Bartlett, realizou-se a análise de variância. Quando necessário, os dados foram transformados pela função $\sqrt{x+5}$, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Quando necessário, realizou-se o desdobramento das interações, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro ou análise de regressão. Nos tratamentos com apenas dois níveis foi utilizado o teste “t” ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para as análises foi utilizado o pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Não houve formação de raízes em nenhuma das estacas nos tratamentos avaliados. Para a porcentagem de sobrevivência, houve influência significativa

da concentração de AIB. Para o híbrido *E. viminalis x saligna* (Figura 1A) e a espécie *E. saligna* (Figura 1D) a maior porcentagem de sobrevivência foi obtida em estacas tratadas com 1500 mg L⁻¹ de AIB. Pode-se observar que, conforme se eleva a concentração de AIB, a sobrevivência das estacas de *E. viminalis x saligna* diminui (Figura 1A). Para as estacas de *E. dunnii x grandis* (Figura 1B), observa-se a maior taxa de sobrevivência sem a utilização de AIB.

Wendling e Xavier (2005), trabalhando com miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*, observaram efeitos significativos para a variável enraizamento no uso de AIB nas concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹. Lana et al. (2008) obtiveram melhores respostas no enraizamento e crescimento de estacas de *Eucalyptus urophylla*, utilizando AIB na forma de pó e em pasta nas concentrações de 2000 mg L⁻¹ e 5000 mg L⁻¹ de AIB.

Segundo Fachinello et al. (2005), a exposição por um tempo mais prolongado à solução concentrada em álcool e a utilização de concentrações muito elevadas podem ocasionar efeitos fitotóxicos, como a inibição do desenvolvimento das gemas, o amarelecimento e a queda de folhas e até mesmo a morte das estacas.

O fato de não haver a formação de raízes está estritamente relacionado com o efeito da idade ontogenética, ocasionado pela maturação do material utilizado no estudo, sendo advindo de árvores adultas. Uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas é a transição da alta para a baixa capacidade de enraizamento de estacas caulinares (Eldridge et al.,

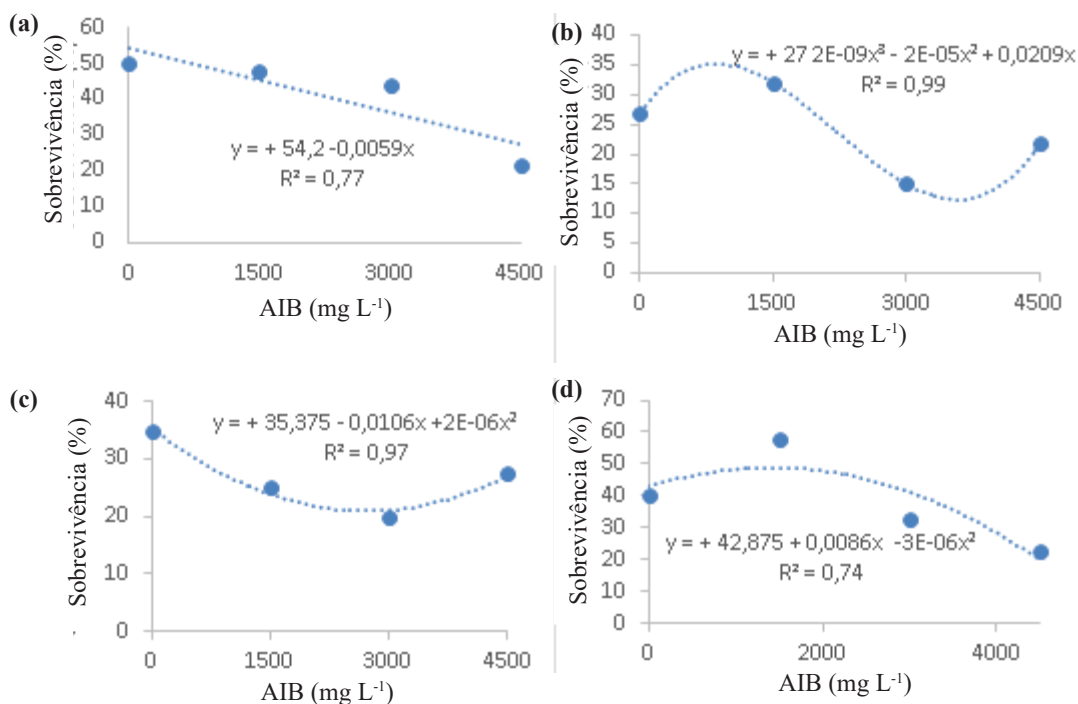


Figura 1. Porcentagem de sobrevivência das estacas de *Eucalyptus spp.*, em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB). (a) estacas de *Eucalyptus viminalis x saligna*. (b) estacas de *Eucalyptus dunnii x grandis*, (c) estacas de *Eucalyptus pellita* e (d) estacas de *Eucalyptus saligna*.



1994). Em algumas espécies lenhosas, estacas de mudas jovens (juvenis), provenientes de sementes, enraízam facilmente, enquanto outras provenientes de plantas mais velhas enraízam esporadicamente ou definitivamente não enraízam (ZOBEL; TALBERT, 1984).

Frigotto (2016), trabalhando com diferentes espécies e procedências de *Eucalyptus*, observou sobrevivência e enraizamento apenas para *E. deanei*, com o uso 3.000 mg L⁻¹ de AIB em estacas de árvores com 16 anos de idade. De acordo com Hartmann et al. (2002), o fator limitante à formação de raízes não é ausência de um hormônio, mas pode ser a presença de um inibidor de enraizamento ou deficiência de algum composto ou nutriente necessário ao processo rizogênico.

Resultados positivos podem ser apresentados com a aplicação de AIB em materiais que apresentam dificuldade no enraizamento (ALMEIDA et al., 2007). Porém, em certas concentrações pode causar níveis de toxidez (WENDLING; XAVIER, 2005) e também não apresentar efeito. Titon (2003) ao realizar estudos com diferentes clones de *Eucalyptus* e observou maior eficiência nas concentrações entre 1000 e 2000 mg L⁻¹ para enraizamento e sobrevivência das miniestacas.

Alcantara et al. (2010) citam que o desenvolvimento de raízes e brotações podem ser afetados com excessivas concentrações, podendo causar o amarelecimento e queda das folhas, necrose ou até mesmo a morte das estacas. Isso ocorre por existir um ponto máximo da concentração que é o ponto que propicia um aumento no enraizamento. A aplicação dos reguladores vegetais em uma concentração ótima pode estimular o crescimento e diferenciação dos tecidos, causando aumento na porcentagem de enraizamento, a qual vai depender do nível endógeno de hormônios, combinado com outros promotores de enraizamento (HARTMANN et al., 2002).

Na propagação vegetativa, o curto período de enraizamento e uma adequada aclimatização das plantas são fatores de relevante importância para a eficiência do processo de produção de mudas. Assim, outros métodos devem ser utilizados para buscar o enraizamento de estacas em materiais de difícil propagação, em função da própria dificuldade da espécie ou elevada maturação, além de fornecimento de auxina exógena. Neste sentido, deve-se priorizar ótimas condições ambientais durante o processo de propagação e seleção de genótipos mais propensos ao enraizamento.

Conclusões

A utilização de AIB não favoreceu o enraizamento das espécies *E. saligna* e *E. pellitae* dos híbridos *E. viminalis x E. saligna*, *E. dunnii x E. grandis*. As maiores taxas de sobrevivência (~50%) foram observadas para

a espécie *E. saligna* e para o híbrido *E. viminalis x saligna* utilizando-se concentração de 1500 mg L⁻¹ de AIB.

Referências

- ALCANTARA, G. B.; OLIVEIRA, Y.; LIMA, D. M.; FOGAÇA, L. A.; PINTO, F.; BIASI, L. A. Efeito dos ácidos naftaleno e indolbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygiumcumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 3, p. 317-321, 2010.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Ed da UFV, 2009. 450 p.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 445-453, 2007. DOI: 10.1590/S0100-67622007000300010.
- ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; WYK, G. V. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon, 1994. p. 228-246.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Ed). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas. 2005. 221 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- FRIGOTTO, T. **Seleção de espécies/procedências e propagação vegetativa de *Eucalyptus* spp. na região norte de Santa Catarina**. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T., Jr.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.
- OLIVEIRA, M. C. et al. **Enraizamento de estacas para produção de mudas de espécies nativas de matas de galeria**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento, 2001. 4 p. (Caderno didático, 83)
- TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2003.
- WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 921-930, 2005. DOI: 10.1590/S0100-67622005000600011.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: Ed da UFV, 2009. 272 p.
- ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: North Carolina State University, 1984. 505 p.



Seletividade da espécie *Vitex montevidensis* a herbicidas aplicados em pré-emergência

Priscila Roel de Deus¹; Maria Renata Rocha Pereira²; Fabrício Batista Ferreira³; Dagoberto Martins⁴

¹Doutora em Engenharia Mecânica, professora na Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, Capão Bonito, SP, priscila.roel@fatec.sp.gov.br; ²Doutora em Agronomia, professora na Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, Capão Bonito, SP, mariarenatarp@hotmail.com; ³Tecnólogo em Silvicultura, professora na Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, Capão Bonito, SP, fbatistaferreira@hotmail.com; ⁴Doutor em Agronomia, professor na FCAV-Unesp, Jaboticabal, SP, dmartins@fcav.unesp.br

Resumo: A seletividade dos herbicidas a plantas daninhas é um fator de extrema importância para a implantação e manutenção dos projetos de reflorestamento, pois a dificuldade de controle dessas plantas é considerada como um dos principais entraves ao sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas. Pesquisas que investigam a ação de herbicidas sobre a germinação de plantas infestantes, proporcionariam um melhor aproveitamento e uma maior eficiência no controle de plantas daninhas, tanto na restauração florestal como em plantios comerciais de espécies nativas e em sistemas agroflorestais. O objetivo deste estudo foi avaliar a seletividade da espécie *Vitex montevidensis* (tarumã) aos herbicidas diuron e trifluralina. Foram testados os herbicidas diuron e trifluralina, em quatro concentrações, sendo essas 0%, 50%, 100% e 200% da dose recomendada. As sementes foram distribuídas uniformemente sobre vermiculita umedecidas com água e com a calda dos herbicidas, num total de 30 sementes por tratamento, acondicionadas em caixas plásticas transparentes (11x11x3, 5 cm) e colocadas em sacos plásticos de 0,05mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato, mantidas a 20-35°C e 8 horas de luz. Avaliou-se germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), as contagens foram realizadas semanalmente dos sete até 21 DAS e após este período a massa seca das plântulas. As análises estatísticas foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado. a espécie não se mostra seletiva aos herbicidas. Os dois herbicidas reduzem todos os parâmetros avaliados na espécie *V. montevidensis*, apenas a germinação não foi influenciada com o herbicida diuron.

Palavras-chave: Diuron; Trifluralina; Tarumã.

Introdução

Os diferentes métodos de restabelecimento da vegetação nativa necessitam de um planejamento e a adoção de técnicas adequadas para se obter os resultados desejados. O aproveitamento do potencial de auto recuperação local se destaca por aumentar as chances de sucesso dos projetos de recuperação (RODRIGUES et al., 2007). Em contrapartida muitas áreas que são submetidas a esses processos encontram-se tão degradadas que perderam a capacidade de se auto recuperar, tornando-se necessária a introdução de espécies nativas por meio do plantio de mudas (KAGEYAMA, 1992; SOUZA; BATISTA, 2004) ou da semeadura direta (ENGEL; PARROTA, 2001; CAMARGO et al., 2002).

Os custos envolvidos na implantação e manutenção dos projetos de restauração florestal geralmente são

elevados (MELO, 2005). Parte significativa desse custo está relacionada ao controle de plantas daninhas e aos prejuízos provocados por esse grupo de plantas, causados muitas vezes pelo uso de métodos pouco eficientes e onerosos de controle. Embora os prejuízos associados à infestação de plantas daninhas nos reflorestamentos com espécies nativas sejam pouco estudados, a dificuldade de controle dessas plantas é considerada como um dos principais entraves ao sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas (GONÇALVES et al., 2003; DOUST et al., 2006).

De acordo com Hooper et al. (2005), além de prejudicar o desenvolvimento das plantas em razão da competição por espaço e nutrientes, muitas espécies de plantas daninhas, causam o desequilíbrio do ecossistema por colonizar áreas remanescentes de vegetação nativa e dificultar a regeneração natural, comprometendo a conservação da biodiversidade.



Técnicas de controle de plantas daninhas como a capina mecânica, historicamente utilizada em projetos de reflorestamentos com espécies nativas, apresentam baixo rendimento operacional, e a aplicação de glyphosate pela ausência de seletividade faz com que a aplicação seja realizada de forma localizada, o que reduz o rendimento e dificulta o controle de plantas daninhas em linhas de plantio (FERREIRA; FERREIRA, 2008; CHRISTOFOLETTI, 2008).

Em razão da necessidade do aperfeiçoamento dos métodos de controle de plantas daninhas em reflorestamentos, herbicidas com reconhecida ação seletiva para culturas agrícolas têm sido experimentalmente utilizados (DOUST et al., 2006), embora existam poucos estudos a cerca dos efeitos negativos que a aplicação desses produtos podem acarretar ao desenvolvimento das espécies nativas (ROKICH; DIXON, 2007).

Em viveiros florestais o estudo do comportamento de herbicidas também é de suma importância, pois a sobrevivência e qualidade das mudas são influenciadas pelas plantas daninhas. Assim, o conhecimento da seletividade de espécies arbóreas nativas a herbicidas proporcionaria maior eficiência no controle de plantas daninhas, tanto na restauração florestal, plantios comerciais de espécies nativas, em sistemas agroflorestais e na produção de mudas, como também a redução de custos de implantação e manutenção destas áreas.

Deste modo, o trabalho tem como objetivo avaliar a seletividade da espécie arbórea nativa *Vitex montevidensis* de grande importância para projetos de recuperação de áreas degradadas aos herbicidas diuron e trifluralina.

Material e métodos

Os estudos foram instalados e conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Tecnologia em Silvicultura de Capão Bonito (Fatec), do Estado de São Paulo. A espécie testada foi *Vitex montevidensis* (tarumã). As sementes foram distribuídas uniformemente sobre vermiculita umedecidas com água, num total de 30 sementes por tratamento, acondicionadas em caixas plásticas transparentes (11 cm x 11 cm x 3,5 cm) e colocadas em sacos plásticos de 0,05 mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato, mantidas a 20-35 °C e 8 horas de luz (BRASIL, 2009). Foram testados os herbicidas diuron, nas doses de 0,0 g; 250 g; 500 g e 1.000 g de i.a. ha⁻¹ e a trifluralina, nas doses 0,0 g; 222,5 g; 445 g e 890 g de i.a. ha⁻¹, representando 50%, 100% e 200% da dose recomendada.

As sementes foram distribuídas uniformemente sobre vermiculita umedecidas com água, em 3 repetições, num total de 30 sementes por tratamento,

acondicionadas em caixas plásticas transparentes (11 cm x 11 cm x 3,5 cm) e colocadas em sacos plásticos de 0,05 mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato, mantidas a 20-35 °C e 8 horas de luz (BRASIL, 2009). As contagens de germinação foram realizadas semanalmente dos sete até 21 DAS, sendo consideradas germinadas as sementes que originaram plântulas normais (BRASIL, 2009) e com comprimento mínimo de 0,3 mm e extensão radicular igual ou superior a 2 mm. Também foi avaliada a massa seca das plântulas, seca em estufa a 40 °C, por 48 horas.

As análises estatísticas foram realizadas e as médias foram apresentadas com dados não transformados. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, selecionando o modelo significativo de maior ordem (R²) ou a equação que melhor se ajustou aos dados.

Resultado e discussões

Na Figura 1 observa-se os resultados da germinação total de sementes de *Vitex montevidensis* com a aplicação de diferentes doses dos herbicidas diuron e trifluralina. Com a aplicação de diuron não houve diferenças entre as doses testadas, sendo esta espécie seletiva a este produto. Já, para o herbicida trifluralina, verifica-se diminuição da germinação, com o aumento das doses aplicadas, sendo de 8,3% para 50% e 100% da dose recomendada e 20,8% com 200% , em relação à testemunha.

Os resultados de IVG com a aplicação do herbicida diuron não acompanham os de germinação, pois houve um atraso com o aumento das doses, sendo 15,7% a 21,2% com a aplicação de 50% e 200% da dose recomendada, respectivamente. Em contrapartida os resultados do IVG com o aumento das doses do herbicida trifluralina aplicadas acompanharam a mesma tendência da germinação, obtendo se 9,3% a 15,7% com a aplicação de 50% e 200% da dose recomendada, conforme demonstra a Figura 2.

O aumento das doses dos herbicidas diuron e trifluralina aplicadas reduziu a massa seca das plântulas, sendo de 6,8% a 13,6% e 24% a 39,6%, respectivamente, conforme demonstra a Figura 3.

Comparando se os herbicidas, com a aplicação da trifluralina verifica-se maior impacto na redução de massa seca, com variação média de 26% a 33% com relação ao herbicida diuron. Esta maior redução na massa seca com a aplicação do herbicida trifluralina deve-se à inibição total do desenvolvimento da radícula das plântulas, influenciando assim na massa seca total.

Segundo Rodrigues-Costa et al. (2011) a aplicação do herbicida diuron em pré-emergência não reduziu a

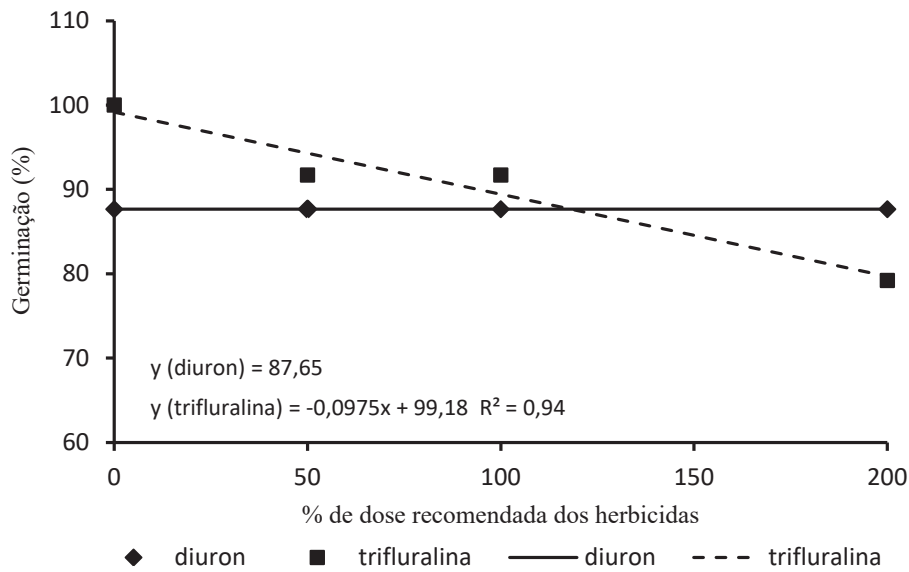


Figura 1. Porcentagem de germinação de sementes de *Vitex montevidensis* submetidas à aplicação de herbicidas em diferentes doses.

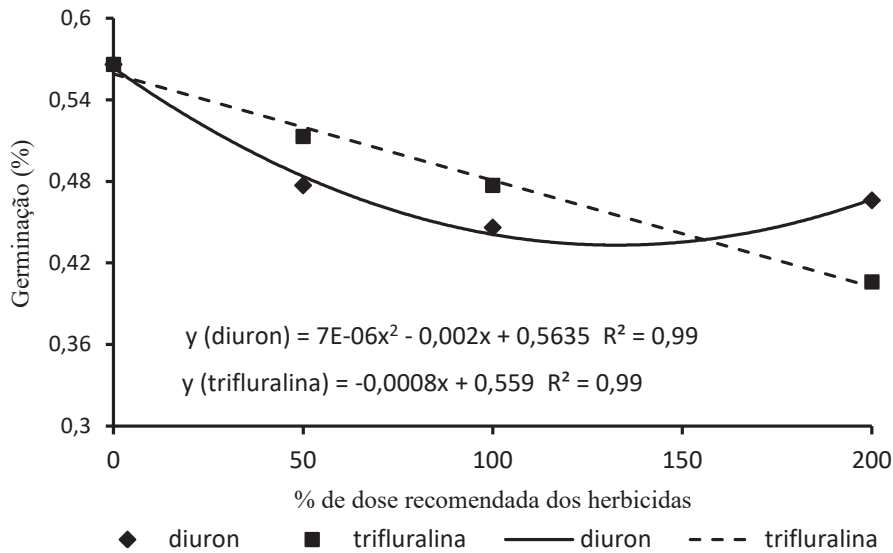


Figura 2. Índice de velocidade de germinação das sementes de *Vitex montevidensis* submetidas à aplicação de herbicidas em diferentes doses.

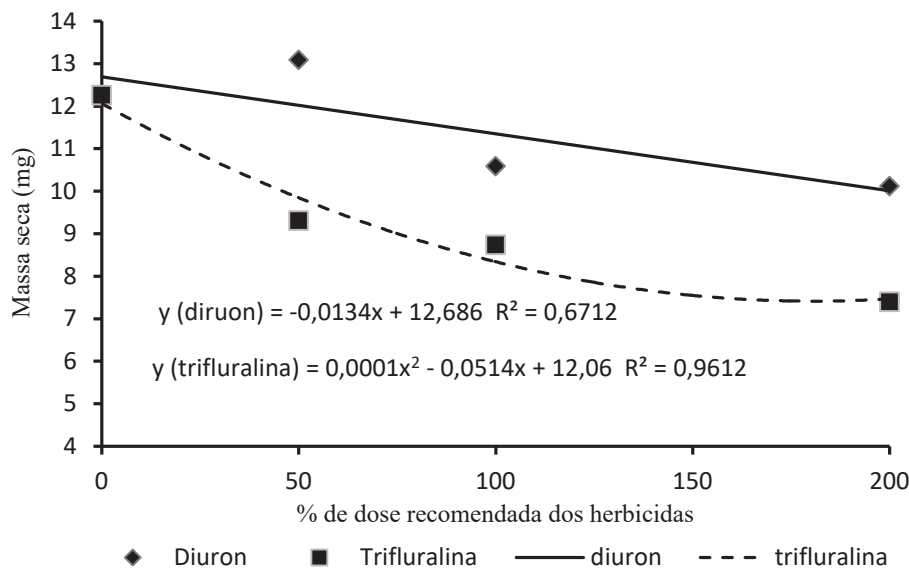


Figura 3. Massa Seca das plântulas de *Vitex montevidensis* submetidas à aplicação de herbicidas em diferentes doses.



porcentagem de germinação, não aumentou a mortalidade de sementes, aumento na porcentagem de plântulas anormais e aumento de sementes dormentes.

Segundo Takada (2012), as plântulas de sorgo apresentaram anormalidades com o aumento das doses de diuron, bem como redução na germinação. Relatos de Eberlein et al. (1997) indicam interferências de resíduos de herbicidas no solo como mal formação, manchas em folhas em emergência, inibição do crescimento de raízes laterais e necrose do meristema apical em espécies dicotiledôneas.

Brancalion et al. (2009) avaliando a sensibilidade das espécies arbóreas *Senna multijuga*, *Guazuma ulmifolia* e *Croton urucurana* submetidas a aplicação dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon, verificaram que os herbicidas não provocaram a morte das mudas, embora todas tenham apresentado sintomas de fitotoxicidade. Houve redução da massa seca de folhas das espécies *S. multijuga* e de *G. ulmifolia* com a aplicação do herbicida isoxaflutol e também das folhas de *S. multijuga* com o herbicida setoxidim.

Corroborando os resultados encontrados, Ferreira et al. (2005) observaram que a aplicação de herbicidas em pré-emergência imazapyr, atrazina, acetochlor e oxyfluorfen não afetaram a emergência de plântulas de *Senna multijuga*, mas afetaram a sobrevivência de mudas. Apenas o herbicida oxyfluorfen influenciou negativamente a emergência de plântulas de *Senna macranthera* e de *Trema micrantha*. Apesar da alta taxa de emergência de plântulas de *T. micrantha*, os herbicidas promoveram menor acúmulo de matéria seca, indicando menor desenvolvimento da planta.

Em um estudo avaliando a aplicação de oxyfluorfen na germinação de sementes de *Araucaria angustifolia*, Barrichelo e Managó (1988), verificaram que as doses de 2,0; 4,0 e 6,0L ha⁻¹ não influenciaram a germinação nem o desenvolvimento das mudas.

Diante do exposto, pode-se inferir que o comportamento das diferentes espécies variam com o herbicida aplicado. A espécie *V. montevidensis* não sofreu interferências na germinação com a aplicação do herbicida diuron, mas com a trifluralina esta foi reduzida. Em estudo da seletividade de espécies arbóreas nativas, verificaram que diferentes espécies de mesmo gênero apresentam comportamentos inversos com um mesmo herbicida (isoxaflutol), sendo *Croton urucurana* e *C. floribundus* espécies tolerantes e *Cordia ecalyculata* e *C. superba*, espécies sensíveis (BRANCALION et al., 2009).

Esta relação específica entre espécies e herbicidas ressaltam a dificuldade de generalização do produto aplicado no controle de plantas daninhas em reflorestamentos com elevada diversidade de espécies arbóreas nativas, o que justifica mais estudos de seletividade em espécies arbóreas nativas. Além da variação de

resposta entre diferentes famílias e espécies vegetais, a fitotoxicidade de herbicidas a espécies arbóreas nativas também pode ser observada dentro de uma mesma espécie, como consequência da variabilidade genética como descrito por Ferreira et al. (2005).

Conclusão

Nas condições em que o estudo foi realizado, pode-se concluir que os dois herbicidas reduzem todos os parâmetros avaliados na espécie *V. montevidensis*, apenas a germinação não foi influenciada com o herbicida diuron. Nenhuma das espécies são seletivas aos herbicidas testados.

Referências

- BARRICHELO, J. C.; MANAGÓ, J. D. Ensaio preliminar sobre os efeitos do oxyfluorfen na germinação de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ketz aplicado em pré-emergência. In: SEMINÁRIO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1988, Rio de Janeiro. [Anais...] Rio de Janeiro: ABRACAVE, 1988. p. 1-16.
- BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; RODRIGUES, R. R. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- CHRISTOFFOLETTI, P. J. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. (I F. Série registros, 4).
- DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rainforest species: microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 234, p. 333-343, 2006. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.07.014.
- EBERLEIN, C. V.; GUTTIERI, M. J.; MALLORY-SMITH, C. A.; THILL, D. C.; BAERG, R. J. Altered acetolactate synthase activity in ALS - inhibitor resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). **Weed Science**, v. 45, n. 2, p. 212-217, 1997.
- ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.;



GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural**: anais. Salvador: Abapa: Embrapa Algodão: Governo da Bahia, 2005.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; ALCÂNTARA, E. N. de; MOTTA, M. S. Efeito de herbicidas de pré-emergência sobre o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, p. 133-145, 2005.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA JÚNIOR, L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. de; MORAES, L. F. D. de; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003.

HOOPER, E.; LEGENDRE, P.; CONDIT, R. Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, p. 1165-1174, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2005.01106.x.

KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDAS, V. W.; GERES, W. L. A.; DIAS, J. H. P.; BORGES, A. S. Consórcio de espécies nativas de

diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 527-533, 1992.

RODRIGUES, B. N. **Guia de Herbicidas**, 5. ed. Londrina, 2005. 648 p.

RODRIGUES-COSTA, A.C.P.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; CAMPOS, C. F.; MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; SILVA, J. I. C. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência em gramíneas forrageiras. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 625-633, 2011. DOI: 10.1590/S0100-83582011000300017.

ROKICH, D. P.; DIXON, K. W. Recent advances in restoration ecology, with a focus on the *Banksia* woodland and the smoke germination tool. **Australian Journal of Botany**, v. 55, p. 375-389, 2007.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 191, n. 1-3, p. 185-200, 2004. DOI: 10.1016/j.foreco.2003.12.006.

TAKADA, E. I. **Efeito de doses do herbicida diuron sobre a germinação da semente de sorgo granífero**. 2012. 74 f. Trabalho de Graduação (Biocombustíveis) - Faculdade de Tecnologia de Araçatuba.



Descongelamento de sementes de espécies do gênero *Eucalyptus* após a criopreservação

Priscilla Félix Schneider¹; Luciana Magda de Oliveira²; Flávia Regina da Costa³

¹Mestre em Produção Vegetal, Doutoranda em Produção Vegetal na Udesc, Lages, SC; ²Doutora em Fitotecnia, Docente no curso de Engenharia Florestal na Udesc, Lages, SC, luciana.oliveira@udesc.br; ³Mestre em Produção Vegetal, Doutoranda em Produção Vegetal na Udesc, Lages, SC

Resumo: Objetivou-se comparar métodos de descongelamento de sementes criopreservadas de diferentes progênies de *Eucalyptus* spp. Para o método por banho maria, as sementes foram descongeladas a uma temperatura de 40 °C, controlada por um banho termostaticado, por três minutos. Já o método por temperatura ambiente consistiu no descongelamento a 25±3 °C, durante 60 minutos. Os resultados obtidos indicaram que o método de descongelamento à temperatura ambiente é o mais indicado para sementes criopreservadas de *Eucalyptus* spp..

Palavras-chave: Eucalipto; Conservação de germoplasma; Crioconservação.

Introdução e objetivos

A criopreservação é a conservação de material biológico a temperaturas baixas, em nitrogênio líquido, interrompendo o metabolismo celular e sendo considerada uma técnica promissora de preservação em longo prazo do germoplasma de espécies vegetais (CARVALHO; VIDAL, 2003).

A utilização do nitrogênio líquido como um meio de armazenamento pressupõe que as sementes sobrevivam à exposição sem sofrer danos maiores à sua viabilidade. Guy (2003) afirma que durante o congelamento ocorre formação de gelo extracelular, enquanto o meio intracelular permanece descongelado, devido à presença de barreiras celulares, prevenindo a formação de cristais de gelo no citoplasma.

Para o sucesso da crioconservação é preciso observar fatores como o grau de umidade das sementes e a velocidade de congelamento e descongelamento (ALMEIDA, 2000).

Objetivou-se com esse trabalho comparar dois métodos de descongelamento em sementes criopreservadas de progênies das espécies *Eucalyptus dunnii* Maiden, *E. benthamii* Maiden et Cambage, *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. saligna* Smith.

Material e métodos

Foram utilizadas sementes de três progênies das espécies *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii*, *E. grandis* e *E. saligna*, procedentes de pomar clonal. Após a colheita, as sementes foram beneficiadas com o auxílio

de peneira e lupa, sendo utilizadas somente sementes puras nos experimentos.

Para caracterização inicial, as sementes foram submetidas à determinação do grau de umidade e aos testes de germinação e índice de velocidade de germinação. A determinação do grau de umidade das sementes foi realizada em estufa com circulação de ar a 105±3 °C por 24 horas, usando-se três subamostras de 5 g de sementes por repetição, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para o teste de germinação, foram utilizadas quatro subamostras de 0,10 g de sementes puras, semeadas em caixas tipo gerbox, com uma folha de papel de filtro previamente umedecida com 6 ml de água destilada. Foi utilizada temperatura de 25 °C, com a primeira contagem aos cinco dias e a contagem final aos 14 dias após a montagem do teste (BRASIL, 2009). O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado pela contagem do número de plântulas emergidas a cada dia, a partir da semeadura até o décimo quarto dia, sendo calculado de acordo com Maguire (1962).

Após as análises iniciais, sementes das três progênies, de cada espécie, foram congeladas em nitrogênio líquido (-196 °C) e armazenadas em ultrafreezer a temperatura de -80 °C, por 60 dias. Foram testados dois métodos de descongelamento: banho maria e em temperatura ambiente. O método de descongelamento por banho maria consistiu no uso de temperatura de 40 °C controlada por um banho termostaticado durante 3 minutos. Já o método por temperatura ambiente foi conduzido à temperatura de 25±3 °C durante 60 minutos. Após o descongelamento, foram feitas



análises da qualidade fisiológica por meio do teste de germinação, seguindo metodologia descrita acima.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e ao teste de comparação de médias Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos demonstraram que a qualidade inicial das sementes dependeu da espécie/progênie e do teste utilizado. No entanto, de forma geral, sementes de *E. dunnii* apresentaram resultados inferiores aos das sementes das demais espécies (Tabela 1).

Esses resultados podem ser devido aos fatores ambientais durante a maturação das sementes ou à qualidade genética dessas sementes (FRANÇA NETO et al., 1993). Segundo Tonin et al. (2000), sementes com maior qualidade fisiológica, geralmente, são também as mais tolerantes às condições de estresse.

Em relação aos resultados dos métodos de descongelamento, foi observado que, de forma geral, a germinação das sementes submetidas ao método à temperatura ambiente não diferiu estatisticamente da testemunha (sementes não criopreservadas) (Tabela 1). Os resultados obtidos nesse trabalho discordam de Molina et al. (2006), que cita que quanto mais rápido ocorrer o

descongelamento das sementes, melhor a preservação de suas características fisiológicas.

Por outro lado, Goldfarb (2008) utilizou o descongelamento gradativo e lento, nas temperaturas de -196, -170, -80 e 10 °C, com intervalo de 3 horas para cada temperatura, não sendo encontrada redução da qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. Gonzaga et al (2003), utilizando a temperatura ambiente de 25 ± 3 °C para descongelamento, também constataram que não houve redução na viabilidade das sementes de aroeira.

Já Fonseca (2012) não encontrou diferenças entre os métodos de descongelamento banho maria e ambiente para sementes de *Pinus elliotti*; no entanto, observaram redução na qualidade fisiológica das sementes. O mesmo foi verificado por Diniz (1999), que não encontrou em seu trabalho diferenças no descongelamento de sementes de milho utilizando micro-ondas, banho maria e temperatura ambiente.

Apesar de, na maioria das progênies, não ter sido observada diferença significativa entre a testemunha e o tratamento temperatura ambiente, ressalta-se que sementes de todas as espécies/progênies, após o descongelamento, reduziram a germinação (Tabela 1), provavelmente devido a danos causados pelo conteúdo de água das sementes durante o congelamento e/ou descongelamento. A qualidade das sementes, juntamente com sua capacidade de armazenamento em

Tabela 1. Índice de velocidade de germinação (IVG), grau de umidade (U) e germinação (G) de sementes de diferentes progênies de espécies de *Eucalyptus*.

Espécies	IVG	U (%)	G (%) Testemunha	G (%) Banho maria	G (%) Ambiente
..... <i>E. benthamii</i>					
Progênie 1	28,3 a	6,85 c	77 bA	38 B	51 A
Progênie 2	21,2 b	8,38 b	77 bA	54 A	59 A
Progênie 3	19,1 c	6,96 c	59 cA	43 B	51 A
..... <i>E. dunnii</i>					
Progênie 1	19,0 c	8,68 a	59 cA	44 B	52 A
Progênie 2	13,2 d	7,24 c	60 cA	45 B	54 A
Progênie 3	15,1 d	8,75 a	57 cA	40 B	50 A
..... <i>E. grandis</i>					
Progênie 1	23,9 b	8,79 a	61 bA	39 B	49 A
Progênie 2	14,4 d	8,32 b	44 dA	24 B	29 B
Progênie 3	29,1 a	7,91 b	89 aA	53 B	72 A
..... <i>E. saligna</i>					
Progênie 1	20,5 b	8,37 b	84 aA	51 B	68 A
Progênie 2	20,6 b	8,39 b	71 bA	40 B	54 A
Progênie 3	23,0 b	9,19 a	86 aA	52 B	69 A
CV %	7,1	8,52	6,7		

Letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de $P < 0,05$.



temperaturas criogênicas, permite viabilizar a criopreservação, porém é preciso determinar a umidade limite, pois em excesso de água pode ocorrer morte instantânea durante o processo de descongelamento (GONZAGA et al., 2003). Por outro lado, segundo Goldfarb (2008), se o conteúdo de água nas sementes for muito baixo estas poderão perder a plasticidade, e gerar rompimento das estruturas celulares durante o processo. Towill (2002) considera que o ponto mais crítico na criopreservação de sementes ortodoxas é definir o teor de água ideal antes da imersão em nitrogênio líquido.

Assim, apesar dos resultados observados indicarem que o descongelamento por meio de temperatura ambiente é o mais indicado para espécies do gênero *Eucalyptus*, é fundamental estudos que visem definir o teor máximo de água que essas sementes devem conter para evitar danos durante os processos de congelamento/descongelamento.

Conclusões

O método de descongelamento à temperatura ambiente é o mais indicado para sementes criopreservadas de *Eucalyptus dunnii*, *E. benthamii*, *E. grandis* e *E. saligna*.

Referências

ALMEIDA, F. de A. C.; PITA VILLAMIL, J. M.; GOUVEIA, J. P. G. de. Efeito de la criopreservacion sobre la germinacion de semillas de leguminosas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, n. 1, p. 67-71, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.

CARVALHO, J. M. F.; VIDAL, M. S. **Criopreservação no**

melhoramento vegetal. Campina Grande, 2003. 22 p.

DINIZ E. L. Influência das técnicas de descongelamento na qualidade fisiológica de sementes de milho criopreservadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 1999.

FONSECA, A. G. Qualidade fisiológica de sementes de *Pinus elliotti* Engelm. submetidas a diferentes métodos de armazenamento. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 457-463, 2012. DOI: 10.1590/S0104-77602012000300013.

FRANCA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; WEST, S. H.; MIRANDA, L. C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling. **Seed Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 107-116, 1993.

GOLDFARB, M.; MARTINS, M. E. D.; MATA, M. E. R. M.; PIMENTEL, L. W.; SEVERINO, L. S. Teor de água limite para criopreservação das sementes de pinhão manso. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 2, p. 121-129, 2008

GONZAGA, T. W. C.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; SILVA, H.; DUARTE, M. E. M. Criopreservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.) e barauína (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 2, p. 145-154, 2003.

GUY, C. L. Freezing tolerance of plants: current understanding and selected emerging concepts. **Canadian Journal of Botany**, v. 81, p. 1216-1223, 2003. DOI: 10.1139/b03-130.

MOLINA, T. F.; TILLMANN, M. A. A.; DODE, L. B.; VIÉGAS, J. Criopreservação em sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 72-81, 2006

TONIN, G. A.; CARVALHO, N. M.; KRONKA, S. N.; FERRAUDO, A. S. Influência do cultivar e do vigor no desempenho germinativo de sementes de milho em condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 276-279, 2000.

TOWILL, L. E. Cryopreservation of plant germplasm. In: TOWILL, L. E.; BAJAJ, Y. P. S. (Ed.). **Cryopreservation of plant germplasm II**. Berlin: Springer, 2002. p. 4-21. (Biotechnology in agriculture and forestry, 50).



Estaquia de diferentes espécies/híbridos de *Eucalyptus* spp. utilizando-se brotações epicórmicas

Queli Cristina Lovatel¹; Patrícia Fukushima de Souza²; Marcio Carlos Navroski³;
Mariane de Oliveira Pereira⁴; Jean Alberto Sampietro³

¹Engenheira Florestal, mestranda em Engenharia Florestal na Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, queli.lovatel@edu.udesc.br; ²Mestre em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, patyfukushima@hotmail.com; ³Doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, marcio.navroski@udesc.br; jean.sampietro@udesc.br; ⁴Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, maripereira.florestal@gmail.com

Resumo: Este estudo buscou avaliar a sobrevivência e enraizamento de estacas de *E. dunnii*, *E. pellita*, *E. saligna* e os híbridos *E. dunnii* x *E. grandis*, *E. viminalis* x *E. saligna* e *E. robusta* x *E. grandis*, oriundos de área experimental. Utilizaram-se estacas com aproximadamente sete cm de comprimento e folhas reduzidas à metade. *E. pellita*, *E. saligna* e *E. saligna* x *viminalis* apresentaram maior taxa de sobrevivência. A maior formação de calos e brotos emitidos foi em *E. saligna* e *E. saligna* x *viminalis*. Novos estudos são necessários, uma vez que não houve formação de raízes.

Palavras-chave: Propagação vegetativa; Melhoramento genético vegetal; Enraizamento.

Introdução e objetivos

Este trabalho teve por objetivo avaliar a sobrevivência e o enraizamento de estacas de *Eucalyptus* em função das espécies/híbridos, produzidas a partir de anelamento da árvore matriz.

A geada é um fator ambiental muito importante na adaptação dos eucaliptos à região Sul do Brasil, em função da resistência ao estresse físico, seleção de espécies adaptadas e de plantas matrizes superiores que servirão de base para a formação de futuros plantios clonais (SCHUMACHER; VIEIRA, 2015).

A hibridação interespecífica é uma das formas mais rápidas e eficientes de obtenção de ganhos genéticos no melhoramento de espécies de *Eucalyptus*, com reflexos diretos e significativos na indústria de base florestal (ASSIS; MAFIA, 2007).

A propagação vegetativa, além de propiciar a obtenção de plantas idênticas à planta matriz, reduz a juvenildade e aumenta a uniformidade e vigor na produção, podendo ser uma ferramenta importante para propagar espécies de difícil enraizamento, partindo do corte total da árvore para emissão das brotações a serem utilizadas (TOSTA et al., 2012). Contudo, existem outras técnicas de resgate vegetativo, nas quais não é realizado o corte da planta matriz, como o anelamento na base do tronco e o semianelamento (ALMEIDA et al., 2007; WENDLING et al., 2013).

Material e métodos

O material vegetal foi coletado no município de Mafra, SC (Latitude 26°06'41"S, 49°48'19"W), em um plantio experimental de *Eucalyptus* spp., implantado em 1998, com mudas de origem seminal. Os solos predominantes na região pertencem às classes de solo Cambissolos Álico e Podzólico-vermelho e Amarelo-álico (FRIGOTTO, 2016).

Os brotos coletados são originários de resgate vegetativo por anelamento das espécies *E. dunnii*, *E. pellita*, *E. saligna* e os híbridos *E. dunnii* x *E. grandis*, *E. viminalis* x *E. saligna* e *E. robusta* x *E. grandis*. O material foi transportado por aproximadamente cinco horas em baldes de 18 litros com água em temperatura ambiente para o Viveiro Florestal no campus da UDESC-CAV. As estacas foram preparadas com aproximadamente 7 cm de comprimento, suas folhas reduzidas a 50% de sua área total, realizando-se um corte em bisel na porção inferior e superior da estaca. Para a confecção das estacas, a região basal foi imersa por 30 segundos em solução hidroalcoólica (água: álcool, 1:1, v/v) contendo 3000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB). Posteriormente, as estacas foram colocadas para enraizar em tubetes com capacidade de 110 cm³, contendo uma mistura de substrato comercial Tecnomax® e vermiculita média (1:1 v/v) e 5 g L⁻¹ osmocote. As bandejas contendo os tubetes com as



estacas foram acondicionadas em estufim no viveiro do campus, com temperatura média de 25 ± 3 °C, irrigação por microaspersão e umidade relativa do ar superior próxima de 80%.

O experimento de enraizamento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizadas 5 repetições com 8 estacas. Após 90 dias do estaqueamento, foram avaliadas as variáveis: porcentagem de sobrevivência das estacas (PS), porcentagem de enraizamento (PE), porcentagem de calos (PC) número de raízes por estaca enraizada (NR), comprimento das raízes (CR), número de brotos (NB) e comprimento de brotos (CB).

Após a verificação da normalidade dos dados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov e da homogeneidade pelo teste de Bartlett, realizou-se a análise de variância. Quando necessário, os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Para a porcentagem de sobrevivência verificou-se efeito significativo das espécies, sendo que *E. pellita*; *E. saligna* e o híbrido *E. saligna x viminalis* apresentaram maior taxa de sobrevivência de estacas (Tabela 1), diferindo estatisticamente das demais espécies/híbridos, nas quais a sobrevivência foi nula, com exceção de *E. robusta x grandis* que obteve 8%.

A baixa sobrevivência das estacas ou ausência desta em alguns genótipos está fortemente relacionada com a idade ontogenética das plantas matrizes, influenciando negativamente este parâmetro, devido à falta de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto. O processo de maturação das plantas auxilia no sucesso na clonagem de árvores adultas, acarretando maior eficiência para a seleção, melhoramento e incentivo a silvicultura clonal da espécie (WENDLING et al., 2014). O material adulto sofre os efeitos da maturação, que ocorre em maior ou menor grau entre

as espécies, mesmo sendo do mesmo gênero, como no caso deste estudo. Wendling e Xavier (2001) afirmam que a maturação em plantas lenhosas é um assunto de extrema importância, tendo-se em vista sua participação direta nos processos fisiológicos dos vegetais, gerando entre outros efeitos, variações na capacidade de propagação vegetativa, nas taxas e formas de crescimento, na qualidade e rapidez na formação de raízes, todos relacionados à transição para o estado maduro.

A capacidade das plantas na formação de raízes adventícias pode ser alterada pela transição da fase juvenil para a adulta, sendo este um dos principais efeitos da maturação. Desta forma, gera-se um problema, quando a facilidade em se alcançar este objetivo está inversamente relacionada à idade da planta matriz, uma vez que grande parte das características desejáveis pode não ser expressa antes que a mesma atinja sua maturidade fisiológica (HARTMANN et al., 2011).

As características de maturação se arquivam em função da sua relativa estabilidade e são transmitidas por meio das divisões celulares de uma geração somática para a próxima. Durante o processo de maturação, ocorre a ativação e inativação dos genes nos diferentes estágios de desenvolvimento e diferenciação, resultando na síntese ou bloqueio de proteínas específicas. A maturação pode envolver inativação seletiva e progressiva dos genes durante o desenvolvimento. Alguns desses genes podem ser essenciais para reposição das proteínas específicas e na divisão celular (HACKETT; MURRAY, 1993).

Não houve formação de raízes em nenhuma das espécies/híbridos avaliados. O fenômeno da maturação interfere tanto na sobrevivência como no enraizamento das estacas. Muitas vezes ocorre a sobrevivência das estacas, como foi observado em algumas espécies, mas não ocorre o enraizamento. Isso acontece pela capacidade de reserva nas estacas, não ocorrendo o processo de diferenciação e formação de raízes. Nas espécies florestais, várias modificações morfológicas, fisiológicas e

Tabela 1. Porcentagem de sobrevivência (PS), porcentagem de calo (PC), número (NB) e comprimento de brotos (CB) em estacas de diferentes espécies/híbridos.

Espécie	PS (%)	PC (%)	NB	CB (cm)
<i>E. dunnii x grandis</i>	0,00 b*	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. robusta x grandis</i>	8,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. saligna x viminalis</i>	28,00 a	10,00 a	0,05 a	0,01
<i>E. dunnii</i>	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. pellita</i>	23,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. saligna</i>	40,00 a	13,00 a	0,10 a	0,00

*Valores seguidos por letras diferentes, diferem-se significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.



bioquímicas acontecem na transição da fase juvenil para adulta, refletindo diretamente sobre a capacidade de clonagem dos materiais genéticos selecionados, ou seja, ocorre uma diminuição na capacidade de enraizamento do material genético, diminuindo o seu potencial de clonagem, tornando a escolha de propágulos com características juvenis um dos principais pré-requisitos a serem considerados para obter o sucesso no processo de multiplicação (OLIVEIRA, 2014).

Os resultados do presente estudo corroboram com Frigotto (2016), que trabalhando com *E. benthamii* não obteve enraizamento das estacas, tendo como fator decisivo a elevada idade das árvores (16 anos) e a dificuldade das espécies no enraizamento de estacas.

Segundo Assis e Mafia (2007), um possível efeito dos baixos índices de enraizamento observado em espécies de *Eucalyptus* subtropicais, refere-se à elevada recalcitrância aos processos rizogênicos, ao se comparar com espécies de *Eucalyptus* de clima tropical mais estudadas, dificultando-se o uso dessas fontes genéticas em programas clonais. O gênero *Eucalyptus*, pode apresentar extrema variação quanto ao percentual de enraizamento, podendo este variar de 0 a 100 % (HIGASHI et al., 2000), dependendo das espécies, idade e condições ambientais.

Obter estacas que apresentem competência a rizogênese é um dos maiores problemas relacionados à estaquia, fato que foi observado no presente estudo. Essas características estão diretamente relacionadas com a origem genética da planta matriz e ao grau de juvenildade em que se encontram as brotações que serão utilizadas para a estaquia. Quanto mais adulto o material, menor será seu grau de juvenildade e, conseqüentemente, menor sua competência rizogênica (BACCARIN, 2012).

Outro fator que pode ter influenciado este estudo foi a época de coleta das estacas. Neste experimento a coleta foi realizada no mês de abril de 2016 (estação de outono). No que se refere à época mais adequada para obtenção das estacas, há diferenças entre espécies; algumas enraízam melhor no início da primavera e outras desde a primavera até o início do outono (FACHINELLO et al., 1995). A época do ano em que se obtêm as estacas exerce influência significativa no enraizamento, podendo ser, inclusive, um fator decisivo na obtenção de êxito na propagação por estaquia (HARTMANN et al., 2011). A influência da estação do ano sobre a indução radicial pode derivar das reservas de nutrientes nos tecidos cambiais e da atividade cambial, além da distribuição de auxinas endógenas nas estacas (OHLAND et al., 2009).

Para a porcentagem de calos e número de brotos houve influência significativa da espécie, sendo observada maior formação calogênica e brotação na espécie *E. salignae* no híbrido *E. saligna x viminalis*, diferindo

estatisticamente das demais (Tabela 1). Alguns autores consideram a formação de calos e raízes processos independentes (FACHINELLO et al., 2005). Porém, Hartmann et al. (2011) afirmam que frequentemente as raízes aparecem após a formação de calos, principalmente em espécies de difícil enraizamento ou de plantas com efeito da maturação.

A importância de se conhecer os fatores que afetam a formação de raízes e suas implicações está relacionada ao sucesso ou fracasso da produção de mudas via propagação vegetativa e, apesar da evolução das técnicas para maximizar o enraizamento de espécies de *Eucalyptus*, os fundamentos biológicos da formação de raízes adventícias em propágulos vegetativos não estão bem elucidados (ALFENAS et al., 2004), sendo importante a realização de novos estudos.

Conclusões

As espécies *E. Pellitae*, *E. saligna* e o híbrido *E. saligna x viminalis* apresentaram maior taxa de sobrevivência de estacas. A maior formação de calos e brotos emitidos foi para a espécie *E. saligna* e o híbrido *E. saligna x viminalis*. Conclui-se que entre as espécies e híbridos estudados, *E. saligna* obteve os melhores resultados com estacas produzidas de resgate vegetativo por anelamento, contudo novos estudos são necessários, uma vez que não houve formação de raízes. Vários fatores afetam o processo de enraizamento na propagação vegetativa, entre eles a idade ontogenética da planta matriz influenciando negativamente o enraizamento.

Referências

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, A. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, Ed da UFV, 2004. 442 p.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 445-453, 2007. DOI: 10.1590/S0100-67622007000300010.
- ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Híbridação e clonagem. In: BORÉM, A. (Ed.). **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: Suprema, 2007. p. 93-121.
- BACCARIN, F. J. B. **Métodos para resgate, conservação e multiplicação em larga escala de matrizes de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba.
- FRIGOTTO, T. **Seleção de espécies/procedências e propagação vegetativa de *Eucalyptus* spp. na região norte de Santa Catarina**. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.



FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Ed). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas. 2005. 221 p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.

HACKETT, W. P.; MURRAY, J. R. Maturation and rejuvenation in woody species. In: AHUJA, M.R. **Micropropagation of woody plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 93–105

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A.; GONÇALVES, A. N. Evolução do jardim clonal de eucalipto para a produção de mudas. **IPEF Notícias**, v.24. n.148, p.4-6, 2000.

OHLAND, T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; KOTZ, T. E.; DANELUZ, S. Enraizamento de estacas apicais de figueira 'Roxo de Valinhos' em função de época de coleta e AIB. **Ciência e**

Agrotecnologia, v. 33, n. 1, p. 74-78, 2009.

SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2015. 308p.

TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, C. V. F.; FREITAS, R. M. O.; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA, N. W.; TOSTA, P. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondia ssp*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, sup. p. 2727-2740, 2012.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; BIASSIO, A. de; DUTRA, L. F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 117-125, 2013.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry - part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, v. 45, p. 473-486, 2014.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.



Ajuste de equações hipsométricas para uma população de *Eucalyptus grandis*

Ramon Rodrigo de Araujo Filho¹; Luiz Marcio Machado Suardi Junior²

¹Engenheiro Florestal, ramon.florestal@hotmail.com; ²Mestre em Ciências Florestais, professor da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, luizsuardi@hotmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi comparar modelos de equações hipsométricas para uma população de *Eucalyptus grandis*. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda experimental da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT) onde foram coletadas 40 árvores em função da distribuição diamétrica do povoamento. Foram testados 6 modelos hipsométricos e o que apresentou o melhor ajuste foi o modelo 3 (Curtis).

Palavras-chave: Eucalipto, Modelos dendrométricos, Variáveis dendrométricas.

Introdução e objetivos

A mensuração florestal é uma importante ferramenta na tomada de decisão no setor florestal pois é através dela que se obtém os parâmetros que irão ser decisivos para o planejamento das operações que irão ou não ser executadas na floresta.

O inventário florestal é o procedimento realizado para obter informações sobre as características da floresta tanto em quantidade como qualidade e muitas outras características que a floresta possa estar desenvolvendo (HUSCH et al., 1993). Dentre as atividades do inventário florestal estão a coleta de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura, sendo esta última considerada mais onerosa devido ao menor rendimento em sua obtenção. Sendo assim, as mesmas são estimadas através de ajustes de equações hipsométricas as quais servem para diminuir o custo da coleta e diminuir o número de erros.

Para a determinação de uma boa relação hipsométrica é necessário que em média de 30 a 40 alturas de árvores sejam distribuídas em toda a amplitude diamétrica (SCHNEIDER, 1986 citado por SILVA et al., 2007).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi comparar modelos de equações hipsométricas para uma população de *Eucalyptus grandis*.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido em uma floresta experimental de testes de usos múltiplos do *Eucalyptus* (TUME) localizado na fazenda experimental da FAIT. A espécie estudada foi o *Eucalyptus grandis* com idade de 7 anos e espaçamento de plantio 3 m x 2 m.

Para a coleta de dados do campo primeiro foi feito o censo da área sendo mensuradas o CAP (circunferência à altura do peito) de 186 árvores e posteriormente transformada para DAP. Com essas informações foi elaborada uma distribuição de frequência onde, através da frequência relativa de cada classe, foram selecionadas 40 árvores para a cubagem rigorosa.

As árvores selecionadas foram derrubadas com o auxílio de motosserra e, com a utilização de trena e suta, foram tiradas as medidas de altura e diâmetro ao longo da árvore. Foram medidos diâmetros a 0,10 m, 0,30 m, 0,80 m e a 1,30 m do solo a partir da medida de diâmetro a 1,30 m foram coletados diâmetros a cada 2 m, para a obtenção da altura total das árvores para posteriormente fazer o ajuste das alturas.

• Equações

A partir das alturas e diâmetros obtidos com a medição das árvores em campo foi possível ajustar os modelos hipsométricos para estimar alturas de árvores seguindo alguns modelos hipsométricos apresentado abaixo:

- Modelo 1: $h = \beta_0 + \beta_1$ (Modelo da linha reta)
- Modelo 2: $\text{Log } h = \beta_0 + \beta_1 \log_{10} dap$ (Stofel 1950)
- Modelo 3: $\text{Ln}H = \beta_0 + \beta_1 \cdot (1/dap)$ (Curtis)
- Modelo 4: $h = \beta_0 + \beta_1 \cdot (dap^2)$ (Assmann 1936)
- Modelo 5: $h = \beta_0 \cdot Dap^{\beta_1}$ (Campos e Leite 2006 1)
- Modelo 6: $h = \beta_0 \cdot \beta_1^{1/Dap}$ (Campos e Leite 2006 2)



Em que : dap = diâmetro medido a 1,30 m do solo; h = altura da árvore (m); \log = logaritmo; ln = logaritmo neperiano; e = número de euler; $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = parâmetros a serem estimados.

Os critérios para a seleção do melhor modelo foram:

- Coeficiente de determinação R^2 .
- Coeficiente de determinação ajustado R^2_{aj} .
- Erro padrão da estimativa: S_{xy} .
- Erro padrão da estimativa em percentual: $S_{xy}\%$.

Resultados e discussão

Os resultados apresentados na Tabela 1 se mostram satisfatórios quanto a análise dos coeficientes, o modelo que apresentou o melhor resultado foi o modelo 3 (Curtis) $Ln h = 3,7204 + 7,7688(1/DAP)$ que teve um $R^2 = (0,9090)$, $R^2_{aj} = (0,9066)$, $S_{xy} = (0,0627)$, $S_{xy}\% = (0,2644)$, foi o modelo que apresentou o maior R^2 , e também um $S_{xy}\%$ adequado comparado com os outros modelos testados.

Comparando os resultados obtidos com Azevedo (2009) que testou o modelo para *Eucalyptus* sp. e obteve R^2 igual 0,1201 e $S_{xy}\%$ igual a 28,16 em uma floresta com aproximadamente 35 anos em um espaçamento não definido em Ibura, SE, verifica-se que o modelo pode reagir de forma diferente quando utilizado com outra espécie de eucalipto e em condições variadas de crescimento da floresta.

Conclusão

Conclui-se que o modelo que apresentou o melhor ajuste foi o modelo 3 (Curtis) $Ln h = 3,7204 + 7,7688(1/DAP)$.

Referências

- AZEVEDO, T. L. **Ajuste de equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus grandis*, localizado na floresta nacional do Ibura, Sergipe.** 2009. 38 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, SE.
- COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. **Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de *Eucalyptus* no estado de São Paulo.** Piracicaba: IPEF, 1987.
- HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration.** 3. ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 1993. 402 p.
- MACHADO, S. do A.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNICZIK, A. L. D.; SILVA, L. C. R. da; FIGURA, M. A.; PEREIRA, E. M.; TÊO, S. J. Comportamento da relação hipsométrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. no capão da Engenharia Florestal da UFPR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 5-16, 2008.
- SILVA, G. F.; XAVIER, A. C.; RODRIGUES, F. L.; PEERNELLI, L. A. Análise da influência de diferentes tamanhos e composições de amostras no ajuste de uma relação hipsométrica para *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 685-694, 2007. DOI: 10.1590/S0100-67622007000400013.
- SOUZA, A. S. S. **Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento de híbrido de eucalipto na Amazônia Brasileira.** 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Pará. Altamira, PA.

Tabela 1. Valores dos coeficientes dos modelos hipsométricos, bem como seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), coeficientes de determinação ajustado (R^2_{aj}) e erro padrão absoluto (S_{xy}) e relativo ($S_{xy}\%$).

Modelo	Coeficientes		R^2	R^2_{aj}	S_{xy}	$S_{xy}\%$
	β_0	β_1				
1	10,65	0,772	0,7980	0,7927	2,0205	7,1395
2	0,6157	0,6226	0,8394	0,8352	0,0388	0,1637
3	3,7204	7,7688	0,9090	0,9066	0,0627	0,2644
4	28,671	-1016	0,8445	0,8405	1,7724	7,4627
5	4,1935	0,6157	0,7980	0,7927	2,0205	8,5073
6	41,282	-8,769	0,8955	0,8928	1,4527	6,1166



Aspectos dendrométricos de plantio de eucaliptos em solos com biochar

Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto¹; Lucília Maria Parron Vargas¹; Krisle da Silva¹; Itamar Antonio Bognola¹; Leticia Machado dos Santos²; Claudia Maria Branco de Freitas Maia¹

¹Doutor em Engenharia Agrônoma, pesquisador na Embrapa Florestas, Colombo, PR; ²Estudante de Agronomia na Pontífice Universidade Católica de Curitiba, PR, claudia.maia@embrapa.br

Resumo: A adição de carvão pirolisado – biochar - ao solo visa a melhoria de suas propriedades físicas, químicas e biológicas e, simultaneamente, para o aumento das reservas estáveis de carbono na matéria orgânica do solo. Assim, neste trabalho, em parceria com uma empresa reflorestadora do Paraná, a Embrapa está estudando o efeito do uso do biochar sobre a adubação comercial adotada pela empresa em plantios de eucalipto. Os resultados dendrométricos aos 3 meses após o plantio indicam potencial da combinação de biochar com adubação considerando o efeito do tratamento com biochar e dose reduzida de adubação na altura da planta e na maior biomassa da parte aérea das plantas no tratamento com biochar e dose de fertilizante comercial.

Palavras-chave: Biocarvão; Adubação; Biomassa.

Introdução e objetivos

O termo biochar ou biocarvão refere-se à biomassa pirolisada ou carbonizada para uso agrícola. Estudos de solos antropogênicos da Amazônia de alta fertilidade, as Terras Pretas de Índio, revelaram entre outros atributos uma alta fração de carbono pirogênico ou fragmentos de carvão nos perfis destes solos. Há fortes indícios que esta fração, quando associada à matéria orgânica humificada e aos nutrientes sistematicamente adicionados a estes solos no processo de sua formação, levaram à sustentabilidade de sua fertilidade. Este conhecimento levou à ideia de se adicionar biochar ao solo para a melhoria de suas propriedades físicas, químicas e biológicas e, simultaneamente, para o aumento das reservas estáveis de carbono na matéria orgânica do solo (NOVOTNY et al., 2015). Três importantes estratégias, porém, devem estar associadas ao conceito do biochar: a reciclagem de resíduos orgânicos, a geração de energia renovável e a agricultura de baixa emissão de carbono. Assim, neste trabalho, em parceria com uma empresa reflorestadora do Paraná, a Embrapa está estudando o efeito do uso do biochar como condicionador de solos em plantios de eucalipto. O biochar é produzido a partir de cavacos de eucaliptos provenientes de rejeitos de serraria. A pirólise é realizada em equipamento apropriado para este fim, através de um processo de pirólise lenta. O material particulado é usado diretamente no solo. Ensaio preliminares realizados pela empresa demonstraram que o uso de duas toneladas deste material no solo, levou a incrementos

de pelo menos 10% em diâmetro e altura após 11 meses do plantio. Um novo estudo foi implantando em 2017 em um plantio de clones de *Eucalyptus urograndis* para avaliar o efeito do biochar sobre a adubação comercial adotada pela empresa bem como no solo e no desenvolvimento do eucalipto.

Este trabalho tem por objetivo apresentar resultados preliminares de crescimento, mortalidade e biomassa em função do uso de biochar de eucalipto em plantios comerciais desta mesma espécie, após 3 meses de aplicação no solo.

Material e métodos

• Área experimental

A área experimental está situada na Fazenda Esperança, localizada no km 277 da Rodovia PR 090, São Jerônimo da Serra, PR, em altitude média de 1.114 m. A área apresenta um relevo variando de plano (0% a 3% de declividade), suave ondulado (3% a 6% de declividade) e suave ondulado a ondulado (6% a 10% de declividade). O clima na região é classificado como Cfb, segundo Köppen, quente e temperado. A temperatura média é 17.9 °C e a pluviosidade média anual de 1442 mm. O solo é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A húmico, textura argilosa, cujos dados de fertilidade estão resumidos na Tabela 1 Nos últimos anos a área experimental estava sendo utilizada com pastagem. Baseado nos resultados de análise, calculou-se a quantidade da calcário a ser



Tabela 1. Fertilidade do solo e análise granulométrica de amostras TFSA tomadas na área experimental.

Prof. (cm)	pH		Al ³⁺	H + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	T	P	CT*	V	m	Areia	Argila	Silte	CTCarg cmolc dm ⁻³ argila
	CaCl ₂	SMP															
0-10	4,2	5,1	2,4	11,5	1,4	0,5	0,3	2,2	13,7	2,7	3,7	16	52	518	326	156	42,0
10-20	4,2	5,0	2,3	11,9	1,0	0,3	0,2	1,5	13,4	2,2	3,6	11	60	509	358	133	37,4
20-40	4,1	5,0	2,8	12,3	0,7	0,1	0,1	0,9	13,2	1,2	3,1	7	76	482	374	144	35,3

TFSA- terra fina seca ao ar.

aplicada para eucalipto tomando como base $10\{(20-(Ca+Mg))/PRNT\}$, sendo que foi aplicado a lanço 1250 kg ha⁻¹ de calcário na área do experimento em 8 de julho de 2017.

• Desenho experimental

O experimento foi desenhado em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com e sem biochar. As parcelas foram formadas por 4 linhas de plantio contendo nove árvores definitivas e oito mudas temporárias, que foram retiradas aos 3 meses de idade para avaliação dendométrica e biomassa das plantas de eucalipto. O espaçamento no plantio foi de 3 m x 1,5 m, sendo que o espaçamento entre mudas definitivas é de 3 m. Todas as parcelas foram totalmente cercadas por uma linha de bordadura. Foram estabelecidos seis tratamentos: testemunha (sem biochar e sem fertilizante, B0F0); sem biochar e dose de fertilizante reduzida em 20 % (B0F1); sem biochar e dose de fertilizante comercial (B0F2); com biochar e sem fertilizante (B1F0); com biochar e dose de fertilizante reduzida (B1F1); com biochar e dose de fertilizante comercial (B1F2). O número total de mudas plantadas por tratamento foi de 272 (68 por bloco).

Aplicação de biochar

O biochar foi produzido a partir de pequenos cavacos de eucalipto obtidos em serraria da região. A pirólise foi do tipo lenta (cerca 8 horas), com temperatura máxima em torno de 450 °C. A análise imediata do biochar mostrou os seguintes resultados: 8,34% Cinzas (base seca); 3,63% Umidade; e 27,75% de material volátil. O pH CaCl₂ foi de 6,1. Cerca de um mês antes do plantio foram aplicados 9 kg de biochar nas linhas de plantios das parcelas com biochar, em faixa com 1 m de largura e incorporado com grade a cerca de 15 cm de profundidade, na dose de 1 kg por árvore, ou o equivalente a dose de 3,21 t ha⁻¹ (base seca).

Adubação e Plantio

A adubação foi feita com auxílio de matraca 15 dias após o plantio. Três doses de adubo NPK foram adotadas: sem adubo; 120 g por muda e 150 g por muda distribuídas em duas covas de 60 ou 75 g cada, a 10 cm da muda, no sentido da linha. O adubo usado foi NPK

4:42:6, composto de cloreto de potássio, superfosfato simples e superfosfato triplo (MAP). As mudas de eucalipto (clone 144 do híbrido *E. urograndis*) foram transplantadas no sistema rocambole no dia sete de novembro de 2017.

• Avaliações realizadas

Aos três meses do plantio, foi feita a primeira avaliação no experimento, sendo avaliados a altura da planta e o diâmetro do coleto em todas as plantas por tratamento (sendo medidas em cada tratamento 68 plantas por bloco, com total de 272 plantas por tratamento), e biomassa da parte aérea e de raízes (feita através do arranque de mudas temporárias nas duas linhas centrais da parcela, sendo coletadas em cada tratamento 16 plantas por bloco, com total de 64 plantas por tratamento) e taxa de mortalidade em relação ao total de plantas por tratamento. A partir desta data, o experimento passou a ter parcelas com 36 árvores espaçadas por 3m entre linhas e 3 m entre mudas, distribuídas em 4 linhas com 9 mudas cada.

Resultados e discussão

O crescimento inicial, mortalidade e biomassa de plantas de *Eucalyptus urograndis* foi avaliado aos 3 meses após o plantio. Os resultados mostram o crescimento das plantas em função da aplicação do biochar e da adubação química (Figura 1).

Na Figura 1 não se observa efeito da aplicação do biochar se não é feita adubação nas plantas de eucalipto (B0F0 e B1F0) tanto na altura como no diâmetro do coleto das plantas, que respectivamente tem em média cerca de 40 cm e 6 mm. A aplicação da dose completa de fertilizante praticamente dobra a altura das plantas independente da aplicação do biochar (B0F2 e B1F2), embora o biochar com a dose reduzida da adubação (B1F1) apresente a mesma altura das plantas que a dose completa (B0F2 e B1F2). Esse efeito do biochar com a dose reduzida de adubação (B1F1, que em média apresenta cerca de 77 cm de altura e 14,5 mm de diâmetro do coleto) não é observado no diâmetro do coleto da planta no qual se observa apenas a diferença entre as doses de adubação, embora a

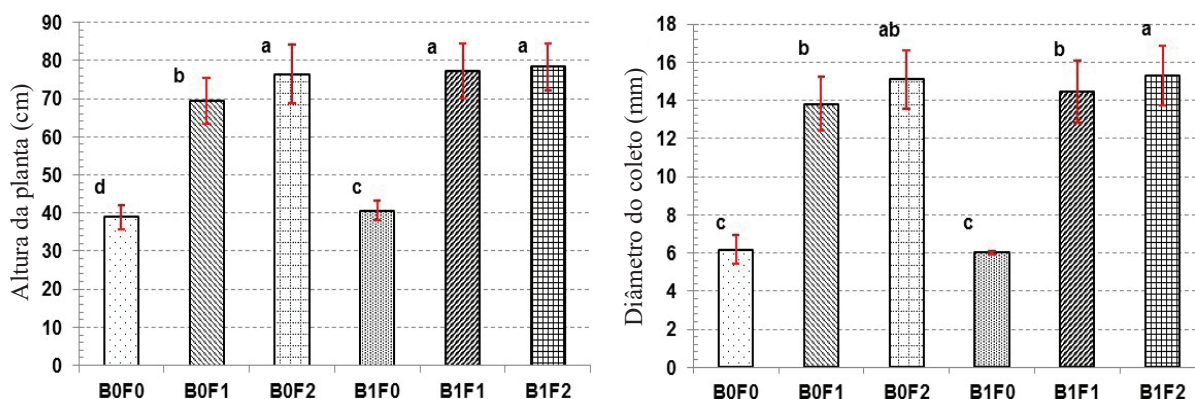


Figura 1. Altura (cm) e diâmetro do colo das plantas por tratamento: B0F0 (sem biochar e sem fertilizante), B0F1 (sem biochar e dose de fertilizante reduzida em 20%), B0F2 (sem biochar e dose de fertilizante comercial), B1F0 (com biochar e sem fertilizante), B1F1 (com biochar e dose de fertilizante reduzida), B1F2 (com biochar e dose de fertilizante comercial). As barras representam o desvio padrão e as letras minúsculas indicam as diferenças entre os tratamentos com base no intervalo de confiança a 5% em 68 plantas.

aplicação de biochar reduza em 3% essa diferença (de 8% para 5%).

Na Figura 2 se observa que os tratamentos sem adubação (B0F0 e B1F0) apresentaram resultados semelhantes para biomassa aérea e radicular, respectivamente cerca de 14 g planta⁻¹ e 2,5 g planta⁻¹. A biomassa da parte aérea das plantas foi maior no tratamento B1F2 (111 g planta⁻¹), cerca de 27% a mais que nos tratamentos adubados e sem biochar (B0F1 e B0F2), sendo que o biochar com a dose reduzida de adubação (B1F1) permitiu um aumento de 13% que

estes e 16% menor que B1F2. Entretanto, a biomassa radicular foi semelhante entre as doses de adubação independente da aplicação de biochar, embora se deve considerar que a amostragem do sistema radicular foi limitada ao volume de solo relacionado à projeção da copa e 20 cm de profundidade. Os

De 1.632 mudas plantadas no experimento, o número de plantas mortas após três meses foi de 40. A taxa de mortalidade das plantas foi baixa e variou de 1,5% a 3,3% entre os tratamentos (Figura 3), considerando um total de 272 mudas plantadas por tratamento.

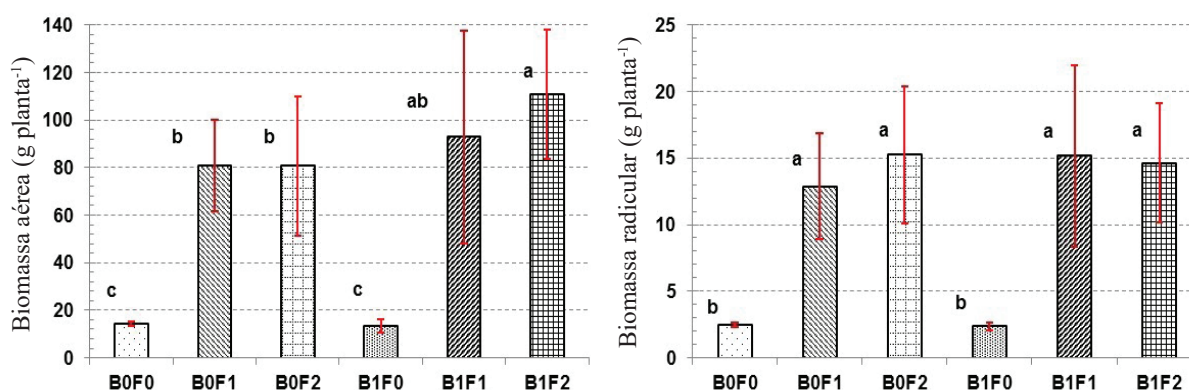


Figura 2. Biomassa da parte aérea e radicular (g planta⁻¹) por tratamento: B0F0 (sem biochar e sem fertilizante), B0F1 (sem biochar e dose de fertilizante reduzida em 20%), B0F2 (sem biochar e dose de fertilizante comercial), B1F0 (com biochar e sem fertilizante), B1F1 (com biochar e dose de fertilizante reduzida), B1F2 (com biochar e dose de fertilizante comercial). As barras representam o desvio padrão e as letras minúsculas indicam as diferenças entre os tratamentos com base no intervalo de confiança a 5% em 16 plantas.

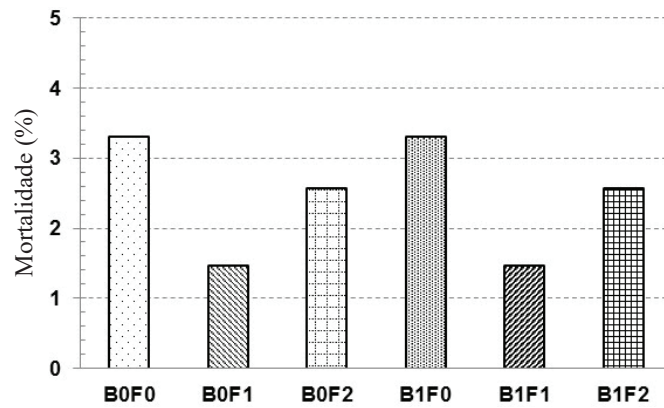


Figura 3. Taxa de mortalidade (%) total das plantas por tratamento: B0F0 (sem biochar e sem fertilizante), B0F1 (sem biochar e dose de fertilizante reduzida em 20%), B0F2 (sem biochar e dose de fertilizante comercial), B1F0 (com biochar e sem fertilizante), B1F1 (com biochar e dose de fertilizante reduzida), B1F2 (com biochar e dose de fertilizante comercial).

Conclusões

Os resultados preliminares indicam a aplicação somente de biochar não influenciou o crescimento das plantas em altura e diâmetro em relação ao controle. Nos tratamentos em cujo solo houve a incorporação do biochar e adubação, as plantas apresentaram crescimento semelhante aos dos tratamentos apenas com adubação, indicando potencial na combinação de biochar com a dose reduzida de adubação que teve o mesmo efeito que com a adubação completa na altura da planta. Por outro lado, a biomassa da parte aérea das plantas no tratamento com biochar e dose de fertilizante comercial é superior aos tratamentos sem biochar e com fertilização. Esse resultado mostra que a aplicação de biochar no solo combinado com adubação poderá

influenciar no incremento do volume de madeira no período de colheita.

Agradecimentos

À SLB do Brasil, pelo financiamento da pesquisa e bolsa de iniciação científica.

Referências

NOVOTNY, E. H.; MAIA, C. M. B. de F.; CARVALHO, M. T. de M.; MADARI, B. E. Biochar: pyrogenic carbon for agricultural use: a critical review. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 2, p. 321-344, 2015. DOI: 10.1590/01000683rbc20140818.



Métodos de manejo de mudas de eucalipto em duas empresas florestais de Capão Bonito

Rogério Vaz Ferreira¹; Márcia Aparecida Novaes Gomes²; Estela Maria Gonçalves³

¹Tecnólogo em Silvicultura, Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, SP; ²Doutora em Biologia Vegetal, docente da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, SP; ³Doutora em Biologia Celular, docente da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito, SP, estela.goncalves@fatec.sp.gov.br

Resumo: O melhoramento florestal surgiu da necessidade de se obter espécies vegetais adaptadas a características edafoclimáticas particulares de determinadas regiões. Com a obtenção de híbridos e clones de espécies florestais e seu cultivo em minijardins, faz-se necessário o adequado manejo das mudas para o seu efetivo desenvolvimento em campo. O objetivo deste trabalho foi verificar os métodos de manejo de mudas de eucalipto mantidas em minijardins clonais em duas empresas florestais da região de Capão Bonito. Os resultados obtidos demonstraram que o manejo das mudas corresponde a uma etapa essencial para seu crescimento satisfatório, pois não é vantagem para o produtor ter o melhor clone desenvolvido e adaptado para as características de sua região, mas que não apresente desenvolvimento adequado nas condições em campo.

Palavras-chaves: Miniestaquia; Propagação vegetativa; Silvicultura clonal.

Introdução e objetivos

Desde a implantação de florestas plantadas no Brasil, com os incentivos fiscais na década de 1960, vem-se buscando o melhoramento genético do eucalipto em nosso país, com inúmeras experiências com o gênero para diversos fins, como, por exemplo, construção civil, movelaria, estruturas para telhados, paletes, casas pré-fabricadas, cruzetas para postes de transmissão e passarelas, além da produção de madeira para o segmento de celulose e papel (PONCE, 1995). O melhoramento do eucalipto surgiu da necessidade de se obter espécies mais adaptadas a certas regiões. Uma das vantagens do gênero é a possibilidade de cruzamento entre as suas diferentes espécies, resultando na produção de híbridos, com os traços desejáveis de ambas as espécies. Os materiais genéticos hibridizados podem apresentar maior plasticidade quanto à adaptação aos diferentes ambientes florestais e podem ser mais produtivos ou apresentarem melhores características da madeira (ASSIS; MAFIA, 2007). O setor florestal brasileiro foi igualmente beneficiado pela possibilidade de propagação vegetativa, ou clonagem, das melhores árvores de eucalipto. A clonagem de árvores “superiores” provenientes de cruzamentos e a utilização em larga escala dessa tecnologia, foram dois dos principais fatores que levaram o Brasil a alcançar reputação mundial na produção de eucalipto de alta qualidade e de baixo custo (GUIA..., 2008). Com a obtenção de híbridos e clones de espécies florestais e seu cultivo em minijardins, faz-se necessário o adequado manejo das

mudas para o seu efetivo desenvolvimento em campo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar as principais aplicações realizadas por duas empresas florestais da região de Capão Bonito em relação aos métodos de manejo de mudas de eucalipto mantidas em minijardins clonais.

Material e métodos

Foram realizadas visitas em duas empresas florestais da região de Capão Bonito, município localizado no sudoeste do Estado de São Paulo. Nas empresas, foram observados os procedimentos operacionais com enfoque no manejo das mudas de eucalipto.

Resultados e discussão

Na Empresa A, para o trabalho no minijardim, primeiramente é realizada a desinfecção das tesouras com etanol 70%. A cada mudança de canteiro, uma nova limpeza das tesouras é realizada com solução clorada. Cada colaborador coleta por volta de 14 bandejas com capacidade para 224 estacas, ao total tem-se cerca de 3.136 brotos por pessoa, por dia. Num total diário, produz-se aproximadamente 63.000 mudas. A coleta dura períodos de cerca de uma hora, com sequência no galpão de estaqueamento, tendo-se o cuidado no plantio de colocar a estaca bem posicionada ao centro do tubete, assim formando uma muda



saudável. No manejo, são retiradas todas as folhas que caem no canteiro para que não ocorram doenças devido à matéria morta, que pode servir como inóculo de fungos ou protozoários que propaguem doenças no local. Nessa etapa, evita-se deixar folhas e tocos nas mini-cepas, que dificultam a boa formação de brotos, caindo assim o rendimento. No início do processo, as folhas mais velhas são deixadas até surgirem as primeiras gemas, o que acontece por volta de três meses depois de plantadas. Em seguida, são retirados os brotos maiores e deixados os menores, sendo que nesses três primeiros meses só acontece o descarte; em seguida, após esse manejo, pode-se iniciar a coleta, com maior eficiência. Hormônios não são utilizados; porém, o seu uso ocorria na década de 1990. Na época, era utilizada a solução de ácido indolbutírico (AIB). Seu uso diminuiu até cessar totalmente, em 2001. O estoque compreende um depósito de substrato, adubos, lavador de tubetes, misturador de substrato e galpão de estaqueamento. O substrato utilizado pode apresentar fibra de coco (50%), vermiculita (25%) e casca de arroz (25%) ou turfa (40%), vermiculita (30%) e casca de arroz (30%), sendo o último o mais utilizado. Ao substrato é acrescentado superfosfato simples e osmocote. Logo após o plantio em campo das mudas de eucalipto, os tubetes utilizados retornam ao viveiro para serem lavados (com lavagem a seco e posterior enxague em água quente a 60 °C para desinfecção). Após o estaqueamento, as mudas são transportadas até a casa de vegetação, onde permanecerão de 15 a 25 dias dependendo do clone e/ou da época do ano. Caso apresentem um bom enraizamento, as mudas podem permanecer no local até 20 dias, sendo que mudas com desempenho menor ficam até 25 dias. Entre os cuidados no local, o trânsito de pessoas é restrito, realizado só quando necessário. A temperatura é controlada num painel, e quando a mesma atinge 27 °C as janelas se abrem automaticamente. Caso a temperatura caia para menos de 27 °C, as janelas automaticamente se fecham. Em dias quentes é programada a irrigação a cada 2 minutos, com 7 segundos de nebulização, controlada por um colaborador que verifica os pontos que precisam mais de água. Para a aclimação, após a saída da casa de vegetação as mudas seguem até uma quadra onde são cobertas por sombrite a 50%. Nesse momento, é realizada a primeira seleção. As mudas são selecionadas por tamanho, sendo descartadas as que não apresentam enraizamento. As mudas são então transferidas para uma bandeja com capacidade para 96 tubetes, mas é utilizada também uma bandeja com capacidade para 72 tubetes para melhorar a aeração. Com 60 dias, é realizada a segunda seleção, quando são cortadas as raízes que ultrapassaram a área do tubete, para que não ocorra contato com o solo, e transferidas para melhorar a rustificação. Aos 90 dias, é realizada

a terceira seleção, destinada à expedição. São retirados das mudas todos os galhos (bifurcações) e todas as raízes que ultrapassarem a área do tubete. As mudas são expedidas para o campo sem os tubetes, para garantir que 100% das mudas estejam com o sistema radicular com uma boa formação. Caso haja necessidade, a muda poderá ainda permanecer no viveiro por aproximadamente duas semanas, para melhorar o seu desenvolvimento. Na primeira seleção, observa-se 96% de enraizamento. Na terceira seleção, observa-se de 80 e 85% de aproveitamento final, que pode variar com a época do ano.

Na Empresa B, as matrizes clonais antes de chegarem ao estágio de minijardim clonal, passam por uma fase de melhoramento, que pode chegar a 14 anos ou mais. No minijardim é utilizada areia lavada para preenchimento dos caletões (anteriormente era usado pedrisco, mas foi descontinuado pois lixiviava muito). As mudas são tratadas com fertirrigação para o melhor enraizamento e são também aplicados hormônios, que variam conforme o clone. Nesta empresa, a espécie mais utilizada é o *Eucalyptus grandis*. Alguns clones podem ser de difícil enraizamento, mas a intenção da seleção é a qualidade da madeira e o enraizamento deve entrar no pacote da seleção da matriz. A assepsia é realizada com a retirada de materiais mortos, que podem corresponder a inóculos de doenças. As principais pragas observadas são lagartas e pulgões, que atacam brotos novos. Os resíduos são coletados em um reservatório e diluídos, sendo usados nas mudas em rustificação ou descartados em talhões de produção de madeira. A irrigação normalmente é feita por gotejamento. Pode também ser utilizados aspersores para aumentar a umidade relativa do ar e para combater patógenos, como o oídio. O estoque corresponde a um depósito de substrato e adubos, lavador de tubetes com lavagem a seco e desinfecção em água a 60 °C, misturador de substrato e galpão de estaqueamento. O substrato utilizado usualmente é composto por vermiculita (50%), palha de arroz carbonizada (25%), fibra de coco (25%) adicionado com superfosfato simples e osmocote. Da mesma forma que na empresa A, logo após o plantio em campo das mudas de eucalipto, os tubetes utilizados retornam ao viveiro para serem lavados e desinfetados. No estaqueamento, é utilizado o AIB, diluído em álcool etílico ou hidróxido de potássio. Na casa de vegetação a média de permanência das mudas para o enraizamento é de 30 dias no verão e de 50 dias no inverno. O local onde ocorrerá a promoção do enraizamento das miniestacas é um ambiente altamente controlado, com relação à temperatura, umidade e assepsia. A irrigação é automática (por tempo e monitoramento do pessoal) no interior da casa de vegetação. A temperatura é de 32 °C, controlada com abertura do teto. A umidade relativa do ar mantém-se entre 80 % a 90% (umidade



no chão, folhas e substrato) com enraizamento médio de 90% e eficiência final igual a 80%. A poda das raízes acontece naturalmente devido à presença de luz abaixo do tubetes e o uso de produtos químicos é proibido neste local, devido à contaminação do ambiente e por interferir no enraizamento das mudas. Produtos químicos só são permitidos em caso de emergência, quando a contaminação por algum patógeno é alta. Na aclimação, as mudas são transferidas de bandejas com capacidade para 176 mudas e, após 10 a 15 dias de permanência, para bandejas com capacidade para 48 mudas e permanecem por mais 3 dias para adaptação. A seguir, seguem para a rustificação. Na seleção, as mudas são divididas em três condições: boa, intermediária ou ruim. As mudas que não enraizaram são descartadas e os tubetes voltam para lavagem e o substrato é reaproveitado, sendo colocado nos talhões de plantio comercial. Na rustificação as mudas prontas são avaliadas quanto a quantidade de raízes brancas (que apresentam boa absorção de nutrientes) e se apresentam condições para desenvolvimento em campo. É observada a fitossanidade da muda, diâmetro e altura do colo, ausência de bifurcação ou outra condição que comprometerá seu desenvolvimento.

Analisando-se os resultados nas duas empresas visitadas sobre o manejo e a condução de mudas de eucalipto, observa-se que, mesmo em condições consideradas como ótimas de manejo e padrões operacionais, as mudas produzidas apresentam diferentes percentuais de enraizamento. Questiona-se assim que fatores são determinantes para essa heterogeneidade de enraizamento, visto que as produções atuais nos viveiros florestais comerciais são de clones selecionados.

Conclusão

A busca de melhores ambientes e produtos mais adequados contribui para o melhoramento do eucalipto, averiguando-se os indivíduos que alcançaram melhores resultados em testes, com melhores mudas selecionadas e, conseqüentemente, pode-se alcançar um alto desempenho em campo, que é a grande preocupação dos produtores. Os resultados obtidos demonstraram que o manejo das mudas corresponde a uma etapa essencial para seu crescimento satisfatório, pois não é vantagem para o produtor ter o melhor clone desenvolvido e adaptado para as características de sua região, mas que não apresente desenvolvimento adequado nas condições em campo. O manejo ideal nos viveiros para a obtenção de mudas viáveis e com boa capacidade de enraizamento, é fundamental para o estabelecimento de tais plantas, com qualidade superior de seus produtos.

Referências

ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Híbridação e clonagem. In: BORÉM, A. (Ed.). **Biologia florestal**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2007.

GUIA do Eucalipto: oportunidades para um desenvolvimento sustentável. [S. l.]: Conselho de informações sobre biotecnologia, 2008. Disponível em: <http://cib.org.br/wp-content/uploads/2011/10/Guia_do_Eucalipto_junho_2008.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p. 51-58.



Levantamento dos tratores utilizados nas atividades silviculturais

Samara Henrique Maschetti¹; Guilherme Oguri²; Saulo Philipe Sebastião Guerra³

¹Graduanda em Engenharia Florestal, Faculdade de Ciências Agrônomicas/Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP; ²Engenheiro Florestal, Doutor, Coordenador Executivo do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, SP; ³Engenheiro Florestal, Doutor, Docente da Faculdade de Ciências Agrônomicas/Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP; ¹Autora correspondente: zmaschettis@gmail.com

Resumo: Atualmente, a colheita se destaca pelo seu alto nível tecnológico, por outro lado, os processos silviculturais ainda não atingiram o mesmo patamar, no qual os tratores se apresentam como a principal ferramenta em direção à mecanização. Com isso, realizou-se um levantamento que caracterizou 1.230 tratores utilizados em operações silviculturais. O levantamento mostrou que 75,85% dos tratores pertencem as empresas prestadoras de serviços (EPS) e 65,77% são tratores agrícolas adaptados com uma ampla diversidade de modelos.

Palavras-chave: Mecanização; Tratorização.

Introdução e objetivos

Este trabalho teve como principal objetivo indicar o tamanho da frota e especificidades dos tratores de seis empresas florestais filiadas ao Programa Cooperativo sobre Mecanização e Automação Florestal (PCMAF/Ipef), visando identificar o índice de tratorização e caracterizar os tratores utilizados pelo setor de silvicultura.

As plantações florestais no Brasil apresentam as maiores produtividades do mundo. Condições favoráveis do solo e do clima, em associação com as melhorias genéticas das culturas, resultam em excepcionais taxas de crescimento (STAPE et al., 2010). Entretanto, apesar desse parâmetro favorável, o país não é o mais competitivo nos custos de produção devido ao elevado custo de formação e manutenção de suas florestas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017).

Segundo Montebello e Bacha (2011), as empresas brasileiras de celulose e papel realizam novas pesquisas e buscam tecnologias que proporcionem o aumento da produtividade visando manter a competitividade no mercado mundial. O setor florestal brasileiro tem presenciado uma sensível evolução em sua área de automação, ou seja, a mecanização está sendo utilizada como importante ferramenta de gestão para garantir maiores índices de produtividade, maior qualidade nas operações, boas condições de trabalho aos operadores e, conseqüentemente, melhor qualidade do produto final.

Os processos mecanizados já são rotineiros em diversas etapas da produção florestal, em especial na colheita, que evoluiu significativamente nos últimos 25 anos, a partir da aquisição de máquinas específicas

para as operações, sendo estas inicialmente importadas de países com tradição no meio florestal. Porém, é na silvicultura que verificamos a necessidade do desenvolvimento das maiores inovações em termos de mecanização no momento.

Material e métodos

De acordo com o objetivo de avaliar a frota de tratores dentro das atividades da silvicultura, optou-se pelo estudo exploratório-descritivo, cuja finalidade é descrever e determinar parâmetros de forma qualitativa e quantitativa.

O trabalho foi executado com base em parâmetros significativos que se encontram dentro do tópico “recursos mecanizados” que foram coletados junto à seis empresas florestais filiadas ao PCMAF, programa este pertencente ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Ipef) com sede em Piracicaba, SP.

Por motivos contratuais de sigilo, as informações como nome das empresas e locais de atuação serão ocultadas. O trabalho foi realizado com seis empresas de base florestal (primárias) que dispõem de uma área total aproximada de 1.884.065,75 ha, destes, 58% são de efetivo plantio. Além destas empresas, foram consultadas as empresas prestadoras de serviço (EPS ou terceiras) que atuam nas operações de silvicultura para estas empresas florestais. Define-se operações de silvicultura os seguintes processos: implantação, manutenção e condução florestal.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário denominado “Levantamento dos níveis



de mecanização de empresas florestais no Brasil”. As informações que formam o banco de dados foram coletadas utilizando um questionário que foi encaminhado para as empresas, e estas foram responsáveis por preenche-lo. Visando eliminar erros de interpretação do questionário e padronizar o envio dos dados foi elaborado um guia de preenchimento. Após a coleta dos dados, as respostas do questionário foram analisadas individualmente para verificar se haviam erros ou se faltavam informações. Em caso de dúvidas um novo contato telefônico ou via e-mail era realizado para esclarecimentos.

Os dados foram organizados, agrupados, processados e analisados utilizando software Microsoft Office Excel®.

Foi calculado o índice de tratorização, no qual demonstra a quantidade de área de efetivo plantio para cada trator, utilizando a seguinte equação:

$$\text{Índice de tratorização} = \frac{\text{Área de efetivo plantio (ha)}}{\text{Quantidade total de tratores (ha trator}^{-1}\text{)}}$$

Resultados e discussão

As atividades de silvicultura são realizadas utilizando 1.230 tratores com o auxílio de vinte prestadoras de serviços. Destes 75,85% dos tratores pertencem às EPS, ou seja, apenas 24,15% pertencem às empresas primárias. A frota é constituída por 16 fabricantes e 117 modelos. Dentre as marcas utilizadas, uma única marca detém 43,65% dos tratores.

A ampla diversidade de modelos resulta em baixa padronização da frota de tratores, dificultando a manutenção e especialização das atividades. Tanta diversidade tende a dificultar o treinamento de mecânicos e operadores, além de tornar menos viável o estoque de peças, refletindo negativamente em possíveis situações de reparos e manutenção. A opção pela padronização de tratores deve ser considerada como alternativa para diminuição de tempos de manutenção e qualidade do serviço e, com um menor número de modelos, torna-se possível identificar os problemas mais comuns e suas soluções.

Com base na potência do motor em cv (cavalo-vapor), 13% dos tratores encontram-se no estrato superpesado, 46,80% no estrato pesado, 38,29% no estrato semipesado, 1,78% no estrato médio e 0,1% no estrato leve. Os tratores pesados são os mais utilizados, de acordo com as atividades relacionadas a silvicultura (Tabela 1).

A baixa participação dos tratores de estrato pequeno, leve e médio é justificada por não possuírem potência suficiente para realizar as atividades de manutenção florestal. Os tratores de estrato superpesados são utilizados nas atividades de preparo de solo: subsolagem, rebaixamento de tocos e enleiramento de resíduos. Os tratores de estrato semipesado e pesado são utilizados para atividades de adubação, replantio, controle de pragas, capina química entre linhas e irrigação.

O consumo médio de combustível dos tratores mostrou relação com a potência do mesmo, ou seja, quanto maior a potência, maior o consumo horário de combustível (Tabela 2).

Raper et al. (2005) verificaram que ao realizar a subsolagem nas profundidades de 25 cm e 35 cm, houve

Tabela 1. Número de tratores de acordo com a classificação da potência do motor em cv.

Pequeno (até 27 cv)	Leve (28 a 49 cv)	Médio (50 a 58 cv)	Semipesado (58 a 100 cv)	Pesado (100 a 165 cv)	Super pesado (acima de 165 cv)
0	1	22	471	576	160

Tabela 2. Relação entre o tipo de atividade, a potência (cv) e o consumo dos tratores.

Atividade	Potência (cv)	Consumo de combustível (L h ⁻¹)
Subsolagem	> 165	35
Plantio	> 165	17
Coveamento	101 a 165	14
Irrigação	101 a 165	10
Adubação	58 a 100	6
Aplicação de corretivo	58 a 100	7
Controle de formigas	58 a 100	6
Aplicação de herbicida	50 a 58	4



uma redução do consumo de combustível em 43% e 27%, respectivamente, quando comparado à profundidade de 45 cm. Portanto, quanto maior a profundidade, maior será a potência exigida ao trator e, consequentemente, maior será o consumo horário de combustível.

Os tratores florestais são destinados as operações envolvendo a implantação e exploração de florestas naturais ou de reflorestamento sendo caracterizados pela presença de proteções e pneus florestais vindos de fábrica, ou seja, mais robusto e geralmente formado por tração dianteira e traseira, suspensão independente e chassi articulado. Já os tratores industriais, usualmente utilizados na área de construção civil e popularmente conhecido como linha amarela, são especialmente utilizados para as operações de movimento e transporte de matérias em atividades de escavação, carregamento, compactação, estocagem e terraplanagem.

A estrutura do chassi confere particularidades ao trator como distribuição dos esforços, relação peso x potência e localização do centro de gravidade.

Os tratores agrícolas representam 65,77% da frota responsável pelas atividades silviculturais das empresas, ou seja, quase em toda a sua totalidade as operações são realizadas com máquinas adaptadas para a realidade florestal (Figura 1). Com isso, as adaptações são feitas nas máquinas agrícolas a fim de atender as necessidades das atividades do setor florestal, mas isso demanda custo e tempo adicional para tal preparação, esses equipamentos não possuem características especificamente dimensionadas para as demandas da silvicultura requerendo a instalação de proteções, por exemplo, a troca do vidro por policarbonato nas cabines.

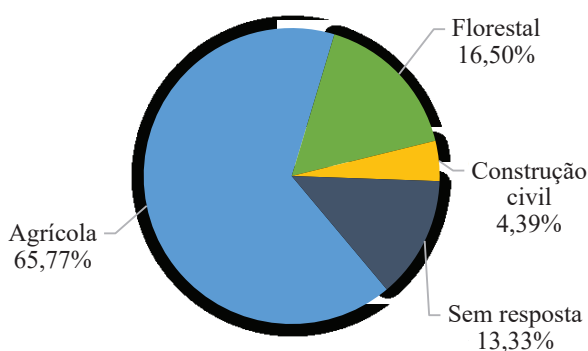


Figura 1. Classificação dos tratores.

Foram levantados os tipos de sistema de tração e de cabines nos tratores utilizados na silvicultura (Tabela 3).

Em relação ao tipo de tração, 84,96% da frota é composta por tratores com tração integral nos quatro rodantes. Esta predominância indica a exigência de alta tração para transitar nos talhões florestais devido a presença dos resíduos da colheita e tocos em áreas de reforma e condução.

Tabela 3. Especificações encontradas nos tratores utilizados nas operações silviculturais das empresas avaliadas.

Especificações	% de utilização
..... Sistema de tração	
4x2	1,06
4x2 TDA	6,10
4x4	84,96
6x6	0,81
8x8	0,08
Esteira	6,02
Sem resposta	0,97
..... Presença de cabine	
Cabine original	74,63
Cabine adaptada	8,95
Sem cabine-telado	0,08
Sem cabine	9,02
Sem resposta	7,32

A presença de cabines em 83,58% dos tratores, seja ela original ou adaptada, demonstra a preocupação das empresas primárias e terceiras com a qualidade do posto de trabalho do operador. A ausência de cabine se torna insalubre, em função da exposição do operador ao calor e ruídos externos e, principalmente, a ausência de bloqueio físico contra galhos que podem ser lançados em direção ao operador durante o trânsito dentro dos talhões. O elevado nível de vibração pode ocasionar grande desconforto para o operador, segundo Fernandes (2003). Podendo resultar em doenças ocupacionais envolvendo a coluna vertebral do operador (SCHLOSSER; DEBIASI, 2002).

Schlosser e Debiassi (2002) avaliaram os níveis de ruídos expostos ao operador, considerando o mesmo trator com cabine e sem cabine. Na ausência da cabine, os ruídos obtidos causaram maior dano ao operador.

Santos (2004) avaliou o conforto térmico em tratores com e sem cabine, e concluíram que as atividades realizadas por tratores sem cabine, tornavam a atividade insalubre para o operador, em função do calor sofrido.

O índice de tratorização resultou em 884,98 ha trator⁻¹. A frota de tratores para as atividades de silvicultura no Brasil é relativamente pequena se comparado às atividades agrícolas (Tabela 4) podendo ser justificado pelo baixo investimento em mecanização realizado no passado pelas empresas florestais e EPS. Adicionalmente, as áreas de plantios florestais apresentam grandes empecilhos na utilização de tratores em comparativo as áreas agrícolas, como por exemplo, a presença de resíduos da colheita e tocos remanescentes do corte raso.



Tabela 4. Comparativo da frota de tratores e o índice de tratorização de alguns países.

País	Frota de tratores	Área cultivada (ha)	Índice de tratorização (ha trator ⁻¹)
Neste estudo	1.230	1.088.532	884,9
Brasil (Agricultura)	382.667	58.980.000	154,1
Argentina	299.620	33.700.000	112,5
Canadá	732.600	45.744.000	62,4
Estados Unidos	4.800.000	176.018.000	36,7
França	1.264.000	18.449.000	14,6
Reino Unido	500.000	5.753.000	11,5

Fonte: Adaptado de Gimenez (2006).

Conclusões

Um único fabricante tem predominância no número de tratores que compõem a frota das operações silviculturais, porém, há diversos modelos em uso, ocasionando a falta de padronização na tratorização e nas operações silviculturais, resultando na falta de peças em estoque, no aumento do tempo de manutenção e prejudicando na mão de obra especializada.

Grande parte das atividades silviculturais demandam a utilização de tratores semipesados (58 a 100 cv) e pesados (100 a 165 cv). A elevada utilização de tratores com tração nos quatro rodados é justificado pela necessidade de tratores de maiores potências para as atividades dentro dos talhões florestais. O elevado número de tratores cabinados demonstra a preocupação com as empresas visando melhores condições para seus colaboradores.

O índice de tratorização demonstrou que ainda é necessário maior investimento em mecanização no setor silvicultural por parte das empresas florestais e EPS.

Referências

FERNANDES, H. G.; SANTOS FILHO, P. F.; QUEIROS, D. M.; CAMILO, A. J.; REIS, E. F. Vibração em tratores agrícolas: caracterização das faixas de frequência no assento do operador. *Engenharia na Agricultura*, v. 11, n. 1-4, 2003.

GIMENEZ, L. M. **Diagnóstico da mecanização em uma região produtora de grãos**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

INDÚSTRIA BRASÍLIA DE ÁRVORES. **IBÁ 2017**. Brasília, DF, 2017. Relatório anual BÁ 2017. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2017.

MONTEBELLO, A. E. S.; BACHA, C. J. C. O setor de celulose e papel na economia brasileira. *O Papel*, v. 72, n. 72, p. 47-50, 2017.

RAPER, R. L.; REEVES, D. W.; SHAW, J. N.; VAN SANTEN, E.; MASK, P. L. **Site-specific subsoiling benefits for cotton production**. St. Joseph: ASABE, 2005. (ASAE Paper, 051025).

SANTOS, P. F. F. Utilização de um sistema de aquisição automática de dados para avaliação dos níveis de ruído de um trator agrícola de pneus. *Revista Árvore*, v. 28, n. 3, p. 381-386. 2004.

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H. Conforto, preocupação com o operador. *Revista Cultivar Máquinas*, n. 1, p. 3-9, 2002. (Caderno técnico).

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN M.G.; FONSECA, S.; LOOS, R.A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. *Forest Ecology and Management*, v. 259, p. 1684-1694, 2000. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.01.012.



Eficiência do Esplanade® no controle da germinação de 15 espécies de plantas daninhas

Sarah de Oliveira e Souza¹; Fabrício Gomes de Oliveira Sebok²; Júlio Cesar Ciriaco de Camargo³

¹Graduanda em Engenharia Florestal, estagiária de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, sarahflorestal@gmail.com; ²Engenheiro Florestal, coordenador de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, fabricio.sebok@bayer.com; ³Biólogo, analista de desenvolvimento de produtos da Bayer, Paulínia, SP, julio.camargo@bayer.com

Resumo: A interferência das plantas daninhas nos plantios florestais pode causar perdas significativas na produtividade, principalmente nos dois primeiros anos. O manejo e controle da flora infestante são fundamentais para garantir o sucesso da floresta. O Esplanade® é um produto pré-emergente que tem se destacado no controle destas plantas daninhas. Neste trabalho foram testadas a germinação de 15 espécies de plantas daninhas em vasos tratados com Esplanade®. Observou-se que a germinação das monocotiledôneas nos vasos tratados representou apenas 2,77% da germinação dos vasos não tratados. Já entre as dicotiledôneas as espécies *Euphorbia heterophylla*, *Ipomea hederifolia*, *Senna obtusifolia* e *Mucuna sp.* nas condições deste trabalho apresentaram resultados insatisfatórios de controle de germinação.

Palavras-chave: Silvicultura; Proteção florestal; Herbicidas.

Introdução e objetivos

O manejo e controle da flora infestante são de extrema importância para evitar o decréscimo quantitativo e qualitativo da produção florestal (FERREIRA et al., 2011). As plantas daninhas são eficientes na absorção de luz, extração de nutrientes e água do solo, além de possuir rápido desenvolvimento, são por isso um risco para a produtividade das florestas, se mal manejadas (RONCHI; SILVA, 2003). A interferência das plantas daninhas é mais expressiva no primeiro e segundo ano de instalação da cultura (PITELLI; MARCHI, 1991; TOLEDO, 1998), o que torna este período crítico para planejamento e execução das intervenções.

O Indaziflam, que na forma comercial é conhecido como Esplanade® é um herbicida pré-emergente, que pertence à classe química denominada alkyazine (TOMPKINS, 2010), ele atua na biossíntese de parede celular (MYERS et al., 2009; KAAPRO; HALL, 2012), agindo na inibição da síntese de celulose nas células vegetais. Este herbicida apresenta elevado período residual no solo, superior a 150 dias, e persiste no solo por mais tempo do que outros herbicidas pré-emergentes (KAAPRO; HALL, 2012), se tornando assim viável para uso em áreas de reflorestamento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle da germinação em vasos de 15 diferentes espécies de plantas daninhas, submetidas ao tratamento com o Esplanade®.

Materiais e métodos

O ensaio foi realizado em casa de vegetação em Paulínia, São Paulo. Os vasos com capacidade de 3 litros foram preenchidos com solo agrícola composto por 283 g/kg⁻¹ de argila, 37 g/kg⁻¹ de silte e 680 g/kg⁻¹ de areia. Foram semeadas a mesma quantidade de sementes em todos os vasos, subdividindo as espécies em dois grupos, monocotiledôneas e dicotiledôneas.

No grupo das monocotiledôneas, foram semeadas as espécies: *Digitaria horizontalis*, *Cenchrus echinatus*, *Panicum maximum*, *Eleusine indica* e *Rhynchelytrum repens*, todas da família Poaceae. Já no grupo das dicotiledôneas foram semeadas *Portulaca oleracea*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomea hederifolia*, *Conyza canadenses*, *Sida glaziovii*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus viridis*, *Emilia sanchifolia*, *Senna obtusifolia* e *Mucuna sp.*

A aplicação foi realizada em 50% dos vasos do ensaio, utilizando pulverizador costal pressurizado com ar comprimido e barra de aplicação, com a dose de 150 mL/h de Esplanade® na concentração de 500 g/L de ingrediente ativo (indaziflam) na formulação suspensão concentrada (SC). A outra metade dos vasos não recebeu nenhuma aplicação, estes foram considerados testemunhas. Os vasos foram transferidos para casa de vegetação, onde foram mantidos com irrigação por gotejo em três períodos por 15 minutos, totalizando em



média 230 mL de água por dia. 15 dias após a aplicação houve a contabilização das plântulas emergidas.

A similaridade entre as espécies de monocotiledôneas inviabilizou a identificação e separação das mesmas, neste grupo a análise foi realizada apenas com número total plântulas emergidas. Já para as dicotiledôneas foi possível a identificação por espécies. Os dados foram plotados em gráficos e foram calculadas as porcentagens de germinação, considerando o número de plântulas emergidas na testemunha como 100% de germinação. Além disso, os dados foram submetidos a um teste ANOVA, pelo software PAST, para confirmar se as médias dos dois tratamentos se diferiam.

Resultados e discussão

Conforme mostra a Figura 1, o controle nos vasos tratados foi superior aos vasos não tratados. No grupo das monocotiledoneas, 180 plântulas emergiram na testemunha e 5 nos vasos tratados, correspondendo a 2,77% do total de plântulas emergidas. Já entre as dicotiledôneas 111 plântulas emergiram nos vasos

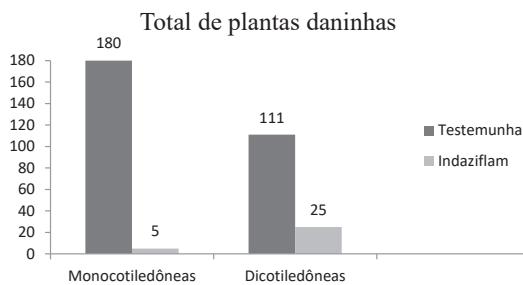


Figura 1. Total de plântulas emergidas nas testemunhas e em vasos tratados com Indaziflam.

testemunhas e 25 nos vasos tratados com Esplanade®, o que corresponde a 22,52% do total de plântulas emergidas. A Tabela 1 mostra a quantidade de plântulas emergidas por espécie do grupo das dicotiledôneas, as espécies *Conyza Canadensis*, *Amaranthus viridis* não germinaram neste ensaio.

De acordo com Toledo (1998), as plantas daninhas da família Poaceae são consideradas as mais problemáticas nos plantios comerciais de *Eucalyptus* sp., entre elas *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*, as quais são extremamente agressivas e ocorrem com elevada frequência, devido à frequente substituição de antigas pastagens por reflorestamento.

Amim et al. (2014), mostraram que o indaziflam controlou eficazmente *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*. O controle eficiente de plantas daninhas da família Poaceae, associado ao longo efeito residual do Indaziflam (ALONSO et al., 2011; BROSANAN et al., 2011; PERRY et al., 2011), influenciam na redução do banco de sementes de espécies dessa família, o que o torna o produto um excelente aliado no manejo e controle das plantas infestantes.

De modo geral, herbicidas com longa ação residual no solo podem interferir na dinâmica de entrada e saída de sementes no sistema, ao controlar sua germinação, o que influencia em médio e longo prazo o número de espécies e indivíduos presentes nele (KUYVA et al., 2008).

A Figura 2A mostra a distribuição das médias para o grupo das monocotiledôneas e a Figura 2B para as dicotiledôneas, em ambas análises o p-valor é inferior ao F, o que comprova a diferença estatística entre os tratamentos Testemunha e o Indaziflam. Para as monocotiledôneas o p-valor foi de 0,000001632 (F = 1914) e para as dicotiledôneas 0,001517 (F = 59,58).

Tabela 1. Número total de plântulas emergidas e porcentagem em relação à testemunha.

Espécies	Total de plântulas emergidas		% de germinação
	Testemunha	Indaziflam	
<i>Portulaca oleracea</i>	16	0	0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	18	4	22
<i>Ipomea hederifolia</i>	12	4	33
<i>Conyza Canadensis</i>	0	0	0
<i>Sida glaziovii</i>	1	0	0
<i>Bidens pilosa</i>	30	3	10
<i>Amaranthus viridis</i>	0	0	0
<i>Emilia sanchifolia</i>	3	0	0
<i>Senna obtusifolia</i>	25	12	48
<i>Mucuna</i> sp.	6	2	33

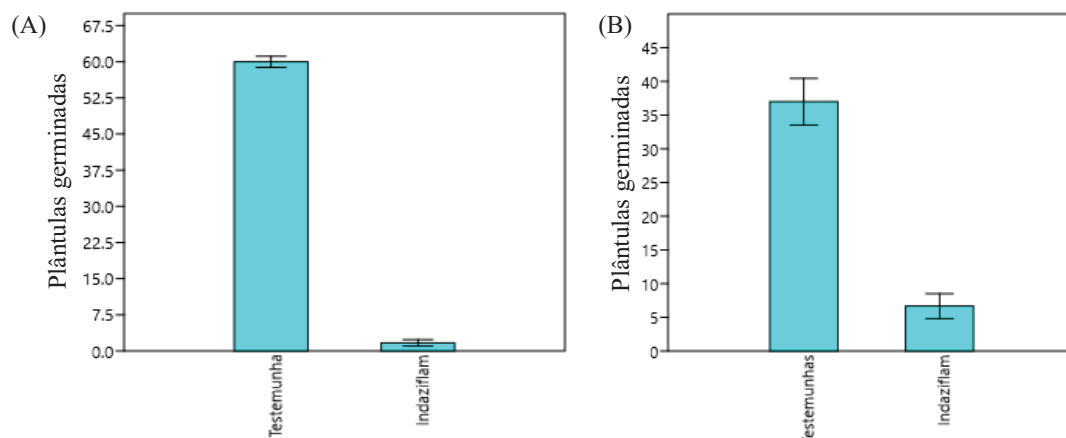


Figura 2. (A) Distribuição de médias do grupo das monocotiledôneas, pelo teste Anova; (B) Distribuição de médias do grupo das dicotiledôneas, pelo teste Anova.

Conclusões

Conclui-se então que o Indaziflam apresenta excelente controle na germinação da maioria das espécies de plantas daninhas testadas neste trabalho, principalmente das monocotiledôneas. As espécies *Euphorbia heterophylla*, *Ipomea hederifolia*, *Senna obtusifolia* e *Mucuna sp.* nas condições deste trabalho apresentaram resultados insatisfatórios de controle de germinação.

Referências

ALONSO, D. G.; KOSKINEN, W. C.; OLIVEIRA JUNIOR., R. S.; CONSTANTIN, J.; MISLANKAR, S. Sorption-desorption of indaziflam in selected agricultural soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 13096-13101, 2011. DOI: 10.1021/jf203014g.

AMIM, R. T.; FREITAS, S. P.; FREITAS, I. L. J.; GRAVINA, G. A.; PAES, H. M. F. Controle de plantas daninhas pelo indaziflam em solos com diferentes características físico-químicas. **Planta Daninha**, v. 32, p. 791-800, 2014. DOI: 10.1590/S0100-83582014000400014.

BROSNAN, J. T.; MCCULLOUGH, P. E.; BREEDEN, G. K. Smooth crabgrass control with indaziflam at various spring timings. **Weed Technology**, v. 25, p. 363-366, 2011. DOI: 10.1614/WT-D-11-00005.1.

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2011. 140 p.

KAAPRO, J.; HALL, J. Indaziflam: a new herbicide for

preemergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 18, p. 267-270, 2012. Special issue.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P.; PAVANI, M. C. D. M. Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 26, p. 735-744, 2008. DOI: 10.1590/S0100-83582008000400004.

MYERS, D. F.; HANRAHAN, R.; MICHEL, J.; MONKE, B.; MUDGE, L. Indaziflam/BCS AA170717: a new herbicide for preemergent control of grasses and broadleaves in turf and ornamentals. **Proceeding South Society Weed Science Abstracts**, v. 62, p. 393, 2009.

PERRY, D. H.; MCELROY, J. S.; DOROH, M. C.; WALKER, R. H. Indaziflam utilization for controlling problematic turfgrass weeds. **Applied Turfgrass Science**, v. 8, 2011. DOI: 10.1094/ATS-2011-0428-01-RS.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s. n.], 1991. p. 110-23

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.

TOLEDO, T. E. B. Efeitos da faixa de controle e dos períodos de controle e de convivência de *Brachiaria decumbens* Stapf no desenvolvimento inicial de plantas de *Eucalyptus urograndis*. 1998.

TOMPKINS, J. **Pesticide fact sheet: indaziflam**. 2010. Disponível em: <http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-10.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2018.



Efeito da redução da área foliar na produção de mudas de clones de híbridos de *Eucalyptus*

Tadeo Daniel Cabral Gibernau¹; Laura Elizabeth Espinoza Gauto²; Maria Laura Quevedo Fernandez³; Alba Liz Gonzalez⁴; William Tomaz Folmann⁵

¹Engenheiro Florestal, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, tadeo_cabral06@msn.com; ²Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, lauraespinoza@gmail.com; ³M Sc. Engenheira Florestal, professora-pesquisadora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai. laura.quevedo@agr.una.py; ⁴M Sc. Engenheira Agrônoma, professora da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguai, alba.gonzalez@agr.una.py; ⁵Dr. Engenheiro Florestal, pesquisador independente, Asunción, Paraguai, wfolmann@gmail.com

Resumo: Durante o processo de produção de mudas clonais no viveiro florestal, é fundamental determinar a área foliar ótima para o correto desenvolvimento da planta. A redução de biomassa foliar exerce uma grande influência no enraizamento das estacas, o que poderia modificar a eficiência da irrigação e a transpiração das plantas. Deste modo, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da redução da área foliar e clones de híbridos de *Eucalyptus*, num viveiro comercial do Paraguai.

Palavras-chave: Eucalipto; Clonagem de híbridos; Viveiro.

Introdução e objetivos

A produção genética de espécies de alto rendimento é um grande atrativo no setor florestal, já que pode proporcionar maior rendimento em quanto ao crescimento volumétrico, resistência a doenças, fácil adaptação a diversos tipos de solos, etc. Para atender esta crescente demanda com características tecnológicas para diversos usos, recorre-se a métodos e técnicas que são consideradas de grande importância para a produção de mudas de alta qualidade, com custos consideráveis a realidade florestal do Paraguai.

O *Eucalyptus* é considerado como um gênero de uso múltiplo para produção de celulose, chapas de fibras, madeira serrada, óleos essenciais e medicinais, carvão vegetal e outros usos. Além disso, é importante para a apicultura e também é usado em associação com a agricultura e a pecuária. Dentre as demais de 800 espécies descritas, cerca de 30 e seus híbridos possuem valor comercial (BARRICHELO citado por FLORES et al., 2106). Entre tanto, algumas espécies e clones, apresentam dificuldades no processo de produção de mudas, tendo problemas no enraizamento das estacas.

O enraizamento de estacas está relacionado com uma série de fatores, entre os que se destacam a constituição genética (ALFENAS et al., 2004), a juventude do jardim clonal, condições ambientais (iluminação, temperatura, humidade relativa), o meio de enraizamento e uso de tratamentos hormonais (HARTMANN

et al., 2011). Adicionalmente, existem outros fatores importantes a considerar no processo de enraizamento das estacas, como o manejo da planta mãe com a finalidade de obter brotes juvenis, seu estado nutricional, a época de colheita, o diâmetro da estaca, a longitude das estacas e a presença de folhas e gemas (GÁRATE, 2010).

É de vital importância para o período de enraizamento, determinar a área foliar ótima para que as plantas possam desenvolver-se com êxito, já que as folhas são quem sintetizam os carboidratos que serão repartidos nos diferentes órgãos da planta (MEZA; BAUTISTA, 1999). Nesse sentido, as folhas são as encarregadas de transportar auxinas e carboidratos até a base das estacas, daí a influência direta e significativamente no início do enraizamento (Gárate 2010).

Hartmann et al. (2011) apontam que a redução da biomassa foliar exerce uma forte influência na estimulação do processo de enraizamento das estacas, além de cumprir o objetivo como evitar o efeito “guarda-chuvas”, o qual poderia prejudicar a eficiência da irrigação e provocar excesso de transpiração das plantas e propiciar um maior equilíbrio entre os efeitos positivos e negativos da fotossíntese e a transpiração, mediante o intercâmbio gasoso (CAMPOS et al., 2010). Em consequência, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da redução da área foliar e clones de híbridos de *Eucalyptus*, num viveiro comercial do Paraguai.



Materiais e métodos

O experimento foi desenvolvido em um viveiro comercial de produção de mudas de clones de híbridos de eucalipto, localizado no município de Caraguatay, estado de Cordillera, Paraguai. Nesta pesquisa foram estudados dois clones correspondentes a clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (AEC 144 – Clone 1), assim como clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis* (VM 01 – Clone 2), estes foram escolhidos por serem os de maior relevância econômica na área de estudo.

O desenho para a coleta de dados primários consistiu em 3 blocos ao acaso, contendo cinco tratamentos (cada repetição correspondeu a uma bandeja de 96 unidades experimentais). Cada material estudado foi representado por 1.440 unidades experimentais. Os tratamentos que foram utilizados foram: tratamento 0: testemunha, tipo de estaca utilizada atualmente pela empresa, sem considerar a contagem de folhas por miniestaca e sem redução da área foliar; tratamento 1: estacas contendo dois pares de folhas e uma redução do 50% da área foliar; tratamento 2: estacas contendo um par de folhas e uma redução de 50% da área foliar; tratamento 3: estacas contendo dois pares de folhas inteiras; e tratamento 4: estacas contendo um par de folhas inteiras.

Foram utilizadas miniestacas apicais de clones de híbridos com dimensões entre 8 e 10 cm. As miniestacas foram coletadas do minijardim clonal, propagadas por miniestacas convencionais e cultivadas em canaletas de concreto armado. Ao ser coletadas foram acondicionadas num recipiente com água para evitar a perda de umidade, período que não transcorreu mais de 15 minutos para evitar a perda de vigor das mesmas. Como critério para a contagem de folhas das estacas não foi considerado o ápice, ou seja, as estacas possuíam um ou dois pares de folhas além do ápice.

Depois do preparo das miniestacas, as mesmas foram colocadas em tubetes plásticos de 53 cm³, contendo um substrato comercial. Sendo posteriormente levadas à casa de vegetação para o enraizamento, onde permaneceram por 30 dias. Depois desse período, foram levadas para a área de pré-aclimação, com meia sombra, onde permaneceram por 14 dias, para posteriormente passar ao área de aclimação a céu aberto onde permaneceram até o momento da expedição completando assim 85 dias desde o início do experimento.

Para a determinação da porcentagem de sobrevivência foram contabilizadas as mudas mortas (consideradas mortas as que não apresentem cor verde e emissões de brotações) e com a contagem foi determinada o percentual de sobrevivência. Para a determinação da porcentagem de enraizamento foram contabilizadas as mudas nas quais observaram raízes no fundo do tubete

e com a contagem determinou-se a porcentagem. Para a determinação do número de raízes por estaca enraizada, procedeu-se a seleção de mudas, ao retiro cuidadoso do substrato e ao lavado das raízes. Foram consideradas enraizadas as miniestacas com raízes maiores ou iguais a 0,5 cm e para a contagem de número de raízes foram consideradas as raízes emitidas diretamente das miniestacas.

Os parâmetros morfológicos foram medidos uma vez que as mudas se encontravam prontas para expedição. Para a medição da parte aérea foi considerada desde o colo das mudas até os ápices das mesmas. As alturas foram tomadas com régua milimétrica e registradas em cm. Posteriormente com paquímetro digital milimétrico se tomaram o diâmetro de colo (considerando colo como a separação da parte aérea e a parte radicular).

O índice de robustez (IR) foi determinado considerando a altura (m) sobre o diâmetro do colo (mm). Para a estimação da qualidade de mudas por meio do índice de robustez foi utilizado o parâmetro que a robustez deve ser menor ou igual a 8 para que a planta esteja equilibrada. Por tanto, neste trabalho considerou-se como aceitável as mudas com esse parâmetro maior ou igual a 8.

Resultados e discussão

• Porcentagem de sobrevivência

Na Tabela 1 observa-se a porcentagem de sobrevivência por tratamento. Cabe destacar que se consideraram mudas mortas aquelas que não apresentaram potencial de enraizamento, que perderam todas as folhas e apresentavam necroses nas suas bases.

De acordo com os resultados obtidos, observou-se uma interação significativa entre os tratamentos para a sobrevivência, não entre os clones, sendo o tratamento 1 (estacas com dois pares de folhas e uma redução de 50%) o que melhores resultados obteve.

• Porcentagem de enraizamento

Em quanto a porcentagem de enraizamento pode-se observar na Tabela 2 os resultados obtidos.

O clone 1 apresentou uma média de enraizamento de 73,19%, em tanto o clone 2 teve uma média de 78,81% de enraizamento. A análise estatística determinou que não existem diferenças significativas entre os dois clones e entre os tratamentos.

• Número de raízes por estaca enraizada

Com respeito ao número de raízes por estaca enraizada, podemos observar na Tabela 3 os resultados.

De acordo com a análise de variância entre os tratamentos não se encontraram diferenças significativas,

**Tabela 1.** Sobrevivência por tratamento e por bloco.

Bloco	Tratamento	Clone 1		Clone 2		Média por tratamento
		Porcentagem de sobrevivência (%)	Média 1	Porcentagem de sobrevivência (%)	Média 2	
1	T0	66,66		76,04		
2	T0	88,54	77,43	84,37	78,82	78,12 ^b
3	T0	77,08		76,04		
1	T1	84,37		89,58		
2	T1	90,62	91,31	94,79	93,75	92,53 ^a
3	T1	98,95		96,87		
1	T2	66,66		80,20		
2	T2	73,95	70,13	90,62	81,59	75,86 ^b
3	T2	69,79		73,95		
1	T3	63,54		86,45		
2	T3	89,58	79,51	82,29	80,55	80,03 ^b
3	T3	85,41		72,91		
1	T4	77,08		85,41		
2	T4	77,08	80,55	69,79	78,82	79,68 ^b
3	T4	87,50		81,25		

Medias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$)

Tabela 2. Médias de enraizamento por tratamento e por bloco.

Bloco	Tratamento	Clone 1		Clone 2		Média dos tratamentos
		Porcentagem de enraizamento (%)	Média 1	Porcentagem de enraizamento (%)	Média 2	
1	T0	52,08		72,91		
2	T0	70,83	66,32	82,29	78,82	70,48 ^a
3	T0	76,04		68,75		
1	T1	81,25		82,29		
2	T1	70,83	81,59	90,62	89,23	85,41 ^a
3	T1	92,7		94,79		
1	T2	65,62		79,16		
2	T2	72,91	67,36	85,41	77,42	72,39 ^a
3	T2	63,54		67,7		
1	T3	59,37		83,33		
2	T3	72,91	72,22	82,29	77,77	74,99 ^a
3	T3	84,37		67,7		
1	T4	72,91		81,25		
2	T4	75,00	78,47	68,75	75,00	76,73 ^a
3	T4	87,50		75,00		

Medias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).



Tabela 3. Número de raízes por bloco e por tratamento.

Bloco	Tratamento	Clone 1		Clone 2		Média por tratamentos
		Número de raízes	Média 1	Número de raízes	Média 2	
1	T0	4,69		3,00		
2	T0	5,38	5,23	2,69	2,87	4,05 ^a
3	T0	5,63		2,94		
1	T1	4,56		2,44		
2	T1	5,81	5,02	3,63	2,98	4,00 ^a
3	T1	4,69		2,88		
1	T2	3,56		2,75		
2	T2	5,63	4,87	3,63	2,92	3,89 ^a
3	T2	5,44		2,38		
1	T3	5,13		2,25		
2	T3	5,19	4,98	3,31	2,60	3,79 ^a
3	T3	4,63		2,25		
1	T4	4,44		2,38		
2	T4	5,31	5,10	3,13	2,98	4,04 ^a
3	T4	5,56		3,44		

Medias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).

de todas, com tudo, o tratamento 0 foi o que apresentou resultados superiores com 4,05 raízes por estaca seguido do tratamento 4 com 4,04 raízes, o tratamento 1 com 4 raízes, o tratamento 2 com 3,89 raízes e finalmente o tratamento 3 com 3,79 raízes.

• Crescimento em Altura

Considerando o crescimento em altura, na Tabela 4 observam-se os resultados obtidos.

As mudas do clone 1 que apresentaram os valores mais altos para o crescimento em altura correspondem ao tratamento 1 com uma média de 18,62 cm, seguido do tratamento 0 (testemunha) com 18,62 cm, o tratamento 3 com 17,90 cm, o tratamento 4 e o tratamento 2 com 17,83, sucessivamente.

A análise estatística apontou que não existem diferenças significativas entre os tratamentos, dentro do clone 1. Em tanto para o clone 2 a análise apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo o tratamento 3 com uma média de 18,98 cm o que obteve melhores valores de altura, seguido pelos tratamentos 1, 4 e 0 que obtiveram médias de 17,50 cm; 17,45 cm e 17,08 cm sucessivamente e por último o tratamento 2 que foi o que registrou os valores mais baixos em altura com uma média de 15,74 cm.

• Crescimento em diâmetro

Os resultados obtidos referentes ao crescimento em diâmetro observa-se na Tabela 5.

A mudas que apresentaram os valores mais altos para o diâmetro do colo foram os de clone 1 com uma média de 2,60 mm, sendo os tratamentos 4 e 3 os que apresentaram os maiores valores seguido pelos tratamentos 1, 0 e 2. Para o clone 2 com uma média de 2,01 mm, o tratamento 3 foi o que apresentou melhores valores de diâmetro de colo seguido pelo tratamento 4 e tratamento 0 e finalmente pelos tratamentos 1 e 2 respectivamente.

Para o parâmetro de crescimento em diâmetro do colo, os tratamentos que mostraram maiores valores foram, o tratamento 3, seguido pelo tratamento 4 e o tratamento 0 e em menor valor os tratamentos 1 e o tratamento 2.

• Comparação do índice de robustez

A robustez deve ser menor o igual a 8 para que a planta esteja equilibrada. Recomenda-se que os valores sejam baixos, o que indica uma planta mais robusta e com menos probabilidades de danos físicos, causadas pelo vento, frio ou geadas no lugar da plantação.

Considerando a Tabela 6, que os valores do clone 2 para todos os tratamentos são acima do valor 8, tratamentos 1 e 2, sendo de maior valor; e para valores de clone 1 de todos os tratamentos abaixo do valor de 8, apresentando assim valores aceitáveis, sendo os tratamentos 4 e 3 apresentando melhores valores de robustez.

**Tabela 4.** Médias de crescimento em altura por tratamentos.

Tratamentos	Clone 1	Clone 2	Média de tratamentos (cm)
	Média de alturas (cm)	Média de alturas (cm)	
T0	18,48 ^a	17,08 ^b	17,77 ^b
T1	18,62 ^a	17,50 ^b	18,05 ^b
T2	17,83 ^a	15,74 ^c	16,70 ^c
T3	17,90 ^a	18,98 ^a	18,44 ^a
T4	17,85 ^a	17,45 ^b	17,65 ^b

Medias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$)

Tabela 5. Médias de crescimento em diâmetro por tratamentos.

Tratamentos	Clone 1	Clone 2	Média de tratamentos (mm)
	DAC (mm)	DAC (mm)	
T0	2,61 ^a	2,02 ^b	2,31 ^b
T1	2,63 ^a	1,88 ^c	2,25 ^c
T2	2,43 ^b	1,84 ^c	2,11 ^d
T3	2,64 ^a	2,23 ^a	2,44 ^a
T4	2,65 ^a	2,08 ^b	2,37 ^b

Medias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).

Tabela 6. Índice de robustez por tratamentos.

Tratamentos	Clone 1	Clone 2	Média de tratamentos
	Índice de robustez	Índice de robustez	
T0	7,17 ^b	8,76 ^b	7,97 ^b
T1	7,15 ^b	9,50 ^a	8,34 ^a
T2	7,59 ^a	8,79 ^b	8,23 ^a
T3	6,84 ^b	8,70 ^b	7,77 ^b
T4	6,83 ^b	8,74 ^b	7,78 ^b

Medias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste Scott-Knott ao 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$)

Conclusões

Para os parâmetros, a sobrevivência (%), o enraizamento (%), o número de raízes, o clone 2 foi o que apresentou os melhores valores em comparação ao clone 1 sendo o tratamento 1 o que alcançou os melhores resultados.

Comparando o índice de robustez entre os dois clones, o clone 1 apresenta os melhores valores aceitando todos os tratamentos nos quais se destacam os tratamentos 3 e 4 respectivamente.

Referências

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, A. A.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F.

Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa, MG: Ed da UFV, 2004. 442 p.

CAMPOS, R.; PEREIRA, T.; SARAVIA, G.; GRAZZIOTTI, P.; BARROS, N. Influence of leaf area reduction on clonal production of Eucalyptus seedlings. *Cerne*, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2010. DOI: 10.1590/S0104-77602010000300001.

FLORES, T.; ALVAREZ, C.; SOUZA, V.; STAPE, J. *Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação.* Piracicaba: IPEF, 2016. 447 p.

GÁRATE DÍAZ, M. *Técnicas de propagación por estacas.* Facultad de Ciencias Agropecuarias: Ucayali, 2010. 167p. Disponível em: <<http://www.iiap.org.pe/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/probosques/pu/76.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2017.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.



Cerambídeos associados a plantio de *Eucalyptus urograndis* no município de Alta Floresta, MT

Tatiane Perpétuo Faúla¹; Camila Craus Carvalho¹; Marcelo Monteiro²; Juliana Garlet³

¹Graduandas em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT; ²Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT;

³Doutora em Engenharia Florestal, professora da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, julianagarlet@unemat.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento populacional da família Cerambycidae em plantio de *Eucalyptus urograndis* no município de Alta Floresta, Mato Grosso. O estudo foi realizado de Agosto de 2015 a Agosto de 2016, no qual utilizou-se armadilhas etanólicas modelo Carvalho-47 adaptadas. Durante os 12 meses de levantamento foram coletados um total de 168 cerambídeos, destacando-se a espécie *Neoclytus pusillus*, que apresentou número significativo de indivíduos coletados.

Palavras-chave: Entomologia florestal; Coleobrocas; Eucalipto.

Introdução e objetivos

Com o objetivo de atender a demanda de produtos florestais no Brasil e no exterior, os reflorestamentos com espécies exóticas, como *Eucalyptus*, *Pinus* e teca tem crescido constantemente, em diferentes regiões brasileiras.

O Brasil, possui grande aptidão para reflorestamentos, devido ao seu clima tropical, que propicia condições elevadas de crescimento, aliado às constantes pesquisas que melhoram a produtividade dos plantios florestais a cada ano.

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) (2017) os plantios de eucalipto no ano de 2017 ocupavam cerca de 5,7 milhões de hectares da área de árvores plantadas do País, apresentando crescimento nos últimos cinco anos de aproximadamente 2,4% ao ano.

Devido à grande área plantada associada a outros fatores, como ciclo longo e clima favorável, reflorestamentos de eucalipto no Brasil são constantemente atacados por espécies praga, dando destaque a formigas cortadeiras, coleópteros desfolhadores e broqueadores como as coleobrocas (ZANUNCIO, 2005).

O ataque de coleobrocas pode causar danos diretos e indiretos às árvores, que se expressam desde a mortalidade das plantas atacadas a defeitos na madeira, o que pode ocasionar perda da qualidade e consequentemente menor valor comercial (BEAVER, 1976).

Assim, visando ampliar o conhecimento sobre coleobrocas em plantios de eucalipto, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento populacional da família Cerambycidae (Coleoptera) em um plantio de *Eucalyptus urograndis* localizado no município de Alta Floresta, Mato Grosso.

Material e métodos

Este estudo foi realizado de Agosto de 2015 a Agosto de 2016 em um plantio homogêneo de *Eucalyptus urograndis* localizado no município de Alta Floresta, no extremo norte do Mato Grosso a 830 Km da capital Cuiabá, entre as coordenadas geográficas de 09°02'29" a 11°15'45" de Latitude sul e 56°44'55" a 58°45'10" de Longitude oeste, com altitude média de 320 metros (IBGE, 2010).

A área estudada possui sete anos de idade, implantado com espaçamento 3x2 metros em uma área total de 10 hectares divididos em dois talhões, pertencente à empresa Brasil Tropical Pisos localizado na MT-208.

Para a realização deste trabalho foram utilizadas armadilhas etanólicas de impacto, modelo Carvalho 47 com adaptações. Cada armadilha foi confeccionada com garrafa plástica transparente do tipo PET de 2 litros, fixada na posição vertical com o gargalo voltado para baixo, no qual acoplou-se um recipiente plástico que continha água com sal, sendo o principal objetivo conservar os insetos. Na porção superior foi disposto um prato plástico com 22 cm de diâmetro, que teve por objetivo impedir a entrada de água proveniente das chuvas, bem como folhas, pequenos gravetos, ou qualquer outro elemento estranho. Para a entrada dos insetos foram feitas oito aberturas de forma circular com diâmetro médio de 23 mm dispostas de forma oposta uma a outra. No interior da garrafa colocou-se uma mangueira plástica de 0,8 cm de diâmetro interno e 20 cm de comprimento fixada com um arame, onde depositou-se a isca atrativa, o álcool 70° (CARVALHO, 1988).



Foram instaladas 12 armadilhas distribuídas desde a bordadura até a parte central, sendo a distância entre elas de 50 metros no plantio, posicionada a 1,5 m do solo.

As coletas foram realizadas quinzenalmente, durante o período de estudo totalizando 28 coletas. A cada coleta fez-se a substituição do recipiente coletor, a renovação da isca atrativa com o álcool e quando necessário realizava-se a manutenção e substituição das armadilhas danificadas.

Os insetos coletados foram contados e separados segundo suas características morfológicas. A identificação taxonômica das famílias e subfamília foi realizada através da chave de identificação desenvolvida por Pereira e Almeida (2001). Os espécimes da família Cerambycidae foram enviados para Professora Dra. Marcela Laura Monné, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, para a identificação a nível de espécie. Os resultados obtidos foram digitalizados em planilhas eletrônicas, separadas por ambiente e mês de coleta.

Utilizou-se dados de temperatura média e pluviosidade obtidos junto à estação meteorológica convencional de superfície, pertencente à UNEMAT, localizada no município de Alta Floresta – MT.

Com os dados mensais dos insetos coletados foi calculado a correlação de Pearson, temperatura média e precipitação pluviométrica, A diversidade e equitabilidade sazonal e anual das espécies de Cerambycidae em cada ambiente foi obtido através dos índices de Shannon-Wiener, Margalef (α), e de Equitabilidade (E), calculados através do programa de diversidade de espécies DivEs versão 4.0 (RODRIGUES, 2017).

Resultados e discussão

Durante os 12 meses de levantamento foram coletados um total de 1.672 insetos, sendo que os cerambicídeos totalizaram 168 espécimes coletados distribuídos em 19 espécies (Tabela 1).

As espécies *Neoclytus pusillus* e *Acyphoderes abdominalis* foram as que mais ocorreram entre os cerambicídeos. As mesmas já foram observadas nos estados do Amazonas, Goiás e Mato Grosso (BARRETO et al., 2013).

Bernardi et al. (2011) encontraram indivíduos do gênero *Neoclytus* em plantio um de *Eucalyptus spp.* E a espécie *Neoclytus pusillus* foi encontrada em madeiras de *Tectona grandis* por Moura et al. (2008).

De acordo com Santos et al. (2008) em 1989 os indivíduos da espécie *Neoclytus pusillus*, associados a algumas espécies da subfamília Scolytinae e da família Buprestidae, provocaram danos em 586 ha de *Eucalyptus pellita* com 3 anos de idade, levando a morte de 95% das árvores no município de São João do

Tabela 1. Número de espécimes coletados por espécie de Cerambycidae em plantio comercial de *Eucalyptus urograndis* em de Alta Floresta - MT.

Espécies	Nº de indivíduos coletados
<i>Acyphoderes abdominalis</i>	20
<i>Achryson surinamum</i>	6
<i>Aegoschema moniliferum</i>	3
<i>Ataxia linearis</i>	0
<i>Ataxia lineata</i>	5
<i>Ceragenia bicornis</i>	3
<i>Chydarteres bicolor</i>	13
<i>Chlorida festiva</i>	5
<i>Colobothea hirtipes</i>	0
<i>Eusapia amazônica</i>	2
<i>Helvina uncinata</i>	5
<i>Lissonotus ephippiatus</i>	6
<i>Megacyllene angulata</i>	0
<i>Mionochroma vittatum</i>	3
<i>Neoclytus pusillus</i>	67
<i>Nyssodrysternum serpentinum</i>	12
<i>Oxymerus luteus luteus</i>	7
<i>Trachyderes succinctus</i>	11
<i>Trestonia frontalis</i>	0
Total	168

Paraíso – MG. Deste modo, esses insetos podem representar uma ameaça constante para plantios comerciais de espécies florestais.

Constatou-se que a maior parte das espécies coletadas tiveram pico populacional no período de chuva, exceto as espécies *Neoclytus pusillus* e *Oxymerus luteus luteus* que alcançaram pico populacional no mês de maio, considerado mês de seca na região. Moura (2007) também observou maior número de indivíduos de *Neoclytus pusillus* coletados no período de seca, diminuindo durante o período de chuva.

Morillo (2007) afirma que a temperatura e precipitação são os fatores mais utilizados para correlacionar a variação dos insetos tropicais. As temperaturas ao redor de 25°C influenciam no número de acasalamento, quantidade de ovos férteis e na dispersão dos indivíduos adultos. A baixo, a Tabela 2 apresenta a correlação o número total de cerambicídeos em cada ambiente e as variáveis de precipitação e temperatura média da região.

A temperatura apresentou maior correlação entre as variáveis, que pode ser considerada muito forte (>0,80). Morillo (2007) observou em uma reserva de mata atlântica em Viçosa – MG, que a temperatura



Tabela 2. Correlação de Pearson entre o número total de Cerambycidae coletados e as variáveis climáticas plantio comercial de *Eucalyptus urograndis* no município de Alta Floresta - MT.

	Eucalipto
Precipitação	0,75
Temperatura média	0,90

média influenciou na variação do número de espécies, no qual a medida em que a temperatura aumentou o número de espécies e indivíduos também aumentaram.

O plantio de Eucalipto apresentou maior equitabilidade e maior riqueza de acordo com os índices de Shannon-Wiener e Margalef no período de chuva, resultado semelhante foi encontrado por Dorval, Peres Filho e Marques (2002) em plantios de *Eucalyptus camaldulensis* (Tabela 3).

Tabela 3. Índices de diversidade sazonais e anuais da família Cerambycidae para plantio de *Eucalyptus urograndis* no município de Alta Floresta, MT.

Equitabilidade (E)			Shannon-Wiener (H)			Margalef (α)		
S	C	A	S	C	A	S	C	A
1,0	1,4	1,4	2,5	3,0	3,0	6,2	6,8	6,2

S = seca, C = chuva e A = anual.

Os resultados destes índices com valores significativos em plantio de eucalipto confirmam as conclusões de Chey, Holloway e Speight (1997), de que o manejo adequado de áreas reflorestadas, contribuem para a manutenção de um ambiente ecologicamente equilibrado, no qual a ocorrência de surtos populacionais de espécies pragas será menor.

Conclusões

Foram identificadas 19 espécies de Cerambycidae, sendo que a espécie que apresentou maior número de indivíduos coletados foi *Neoclytus pusillus*.

Referências

BARRETO, M. R.; MACHINER, R.; SMIDERLE, E. C. Cerambycidae (Coleoptera, Cerambycidae) em Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropical*, v. 13, n. 1, 2013. DOI: 10.1590/S1676-06032013000100032.

BEAVER, R. A. Biological studies of Brazilian Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). V. the tribe Xyleborini. *Journal of Applied Entomology*, v. 80, p. 15-30, 1976.

BERNARDI, O.; GARCIA, M. S.; SILVA, E. J. E.; ZAZYCKI, L. C. F.; BERNARDI, D.; MIORELLI, D.; FINKENAUER, E. Besouros Cerambycidae associados a *Eucalyptus* spp. no município de Pinheiro Machado, RS. *Ciência Florestal*, v. 21, n. 1, p. 23-30, 2011. DOI: 10.5902/198050982744.

CARVALHO, A. G. de. Armadilha, modelo Carvalho-47. *Floresta e Ambiente*, v. 5, n. 1, p. 225-227, 1998.

CHEY, V. K.; HOLLOWAY, J. D.; SPEIGHT, M. R. Diversity of moths in forest plantations and natural forests in Sabah. *Bulletin of Entomological Research*, v. 87, p. 371-385, 1997.

DORVAL, A.; PERES FILHO, O.; MARQUES, E. N. Levantamento de Scolytidae (Coleoptera) em plantações de *Eucalyptus* spp. em Cuiabá, estado de Mato Grosso. *Ciência Floresta*, v. 14, n. 1, p. 47-58, 2002.

IBGE. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=510025&search=||infoin%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2017**. Brasília, DF: 2017. Relatório 2017 IBÁ. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2018.

MORILLO, S. I. E. **Biodiversidade e análise faunística de Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) em reserva de mata atlântica, Viçosa, Minas Gerais**. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado em entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MOURA, R. G. **Coleobrocas (Insecta: Coleoptera) associadas à madeira de *Tectona grandis* Linn. f (Lamiaceae)**. 2007. 57 f. Dissertação (Mestrado em Silvicultura e Manejo Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PEREIRA, P. R. V. da S.; ALMEIDA, L. M. de. Chave para a identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados com produtos armazenados. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 18, n. 1, p. 271-283, 2001.

RODRIGUES, W. C. **Guia de usuário: DiVes – diversidade de espécies v4.0, 2017**. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; PIRES, E. M. Pragas de eucalipto. *Informe Agropecuário*, v. 29, n. 242, p. 43-63, 2008.

ZANUNCIO, J. C.; ALMADA, R. P.; SOSSAI, M. F.; ZANETTI, R.; ZANUNCIO, T. V.; FIALHO, M. C. *Sphallenum tuberosum* (Coleoptera, Cerambycidae) em plantas de *Eucalyptus* spp. no Município de Prado, Bahia (2005). *Revista Árvore*, v. 29, p. 339-34, 2005. DOI: 10.1590/S0100-67622005000200017.



CalcMadeira – Rotinas para estimativa de peças de madeira roliça e serrada de povoamentos de eucalipto, com dados de inventário florestal

Thomaz Correa e Castro da Costa¹; Monica Matoso Campanha²; Luiz Fernando França³;
Miguel Marques Gontijo Neto⁴

¹Dr. em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, thomaz.costa@embrapa.br; ²Dra em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, monica.matoso@embrapa.br; ³Engenheiro de Software da Empresa SIG Informática, Sete Lagoas, MG, luiz@siginformatica.com.br; ⁴Dr. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, miguel.gontijo@embrapa.br

Resumo: O mercado valoriza a madeira em volume (metros cúbicos ou estéreo), pela dificuldade em estimar produtos madeireiros, e o produtor, ao vender a madeira em pé, não sabe quantas peças podem ser beneficiadas de suas árvores. Para obter esta informação foram desenvolvidas rotinas para estimar a quantidade de peças de madeira roliça e de madeira serrada que um conjunto de árvores pode fornecer. O desenvolvimento foi em Visual Basic for Applications (VBA) e Python, para peças de madeira roliça mais vendidas no mercado, e peças de madeira serrada informadas na NBR. Para madeira serrada foram simulados três métodos de desdobro. A lógica adotada é a prioridade da maior dimensão em largura e espessura, usando funções dendrométricas e relações trigonométricas. As rotinas visam facilitar ao usuário o cálculo da receita de sua madeira de acordo com os produtos que serão gerados de um povoamento florestal a ser explorado. Os potenciais usuários são produtores rurais e empresas que plantam florestas, e empresas de desdobro da madeira de eucalipto (serrarias) que vendem, compram madeira em pé.

Palavras-chave: Florestas plantadas; Mensuração florestal; Serrarias.

Introdução e objetivos

Aplicações para estimar multiprodutos de árvores não são recentes, em sua maioria buscando a otimização entre madeira para energia, serraria e celulose, baseada em volume. Um exemplo está em Soares et al. (2003), que indicaram comprimentos ótimos de toras para reduzir a quantidade de madeira não aproveitada na árvore. Já Chichorro et al. (2003) trabalharam a quantificação de toras para madeira serrada, comparimentando a árvore por meio de dois parâmetros: diâmetro mínimo e comprimento da tora.

Dentre as aplicações que agregam mais funcionalidades, está o *SisEucalipto* de modelagem e simulação para manejo florestal, que inclui desbastes, multiprodutos, projeções futuras e pretéritas (OLIVEIRA, 2011; OLIVEIRA et al., 2011), exigindo poucos parâmetros, e assumindo distribuições de modelos conhecidos. As aplicações comerciais ou desenvolvidas em Universidades Brasileiras, que propõem o desdobramento da madeira com fins industriais, mais divulgadas são: MaxTora da OpTimber, Absolut Sistemas e Romaneio Madeiras, e o SigmaE, desenvolvido pelo prof. Hélio Garcia Leite (NUNES, 2013). A lógica de solução na

maioria é por pesquisa operacional, técnica aplicada para otimização das dimensões de peças selecionadas em uma seção do tronco.

Quando se pensa na modelagem dos povoamentos, com intenção de simplificar o trabalho de campo, sem a mensuração de árvores por meio de amostragem, esbarra-se em casos que divergem das distribuições esperadas, como os povoamentos mal manejados, com ataque de formiga, alta mortalidade, retirada não sistemática de árvores etc. Neste caso é provável que modelos não consigam simulá-los com precisão.

A rotina proposta neste trabalho tem lógica diferente, comparada às apresentadas, pois usa a amostragem do povoamento para quantificar número e volume de peças, selecionando as peças pela divisão da árvore usando uma ordem de maiores dimensões para menores dimensões (diâmetros e comprimento para madeira roliça, e comprimento, largura e espessura para madeira serrada), aplicando métodos de desdobro convencionais mais usuais nas serrarias a partir de relações trigonométricas.

Existem nichos diferentes para cada aplicação, que vai do planejamento até a quantificação mais exata de multiprodutos, da complexidade até a praticidade do



acesso à informação, e do custo benefício para se obtê-la. Nesta perspectiva as rotinas desenvolvidas têm o objetivo de suprir uma lacuna na quantificação de multiprodutos da madeira, de maneira que as mesmas serão lançadas na forma de um software.

Material e métodos

O sistema tem internamente funções de Taper (KOZAK et al., 1969), de volumetria e relações trigonométricas considerando a tora como um círculo. A sequência de passos para gerar os resultados de quantificação de peças de madeira roliça e serrada são apresentados a seguir: (1) O usuário realiza um inventário florestal do povoamento, e alimenta a planilha com os dados básicos da amostra, que correspondem as medidas de DAP em cm e altura total em metros; (2) Escolhe uma das rotinas de cálculo de subprodutos: 1- Calcula Peças Roliças, 2- Calcula Peças Madeira Serrada (Quadrado Circunscrito), 3- Calcula Peças Madeira Serrada (1/4D Costaneiras), 4- Calcula Peças Madeira Serrada (Radial). No caso da rotina 1 os parâmetros são: diâmetro menor, diâmetro maior da seção da tora, comprimento da

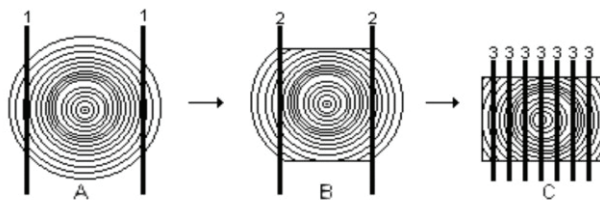
peça. No caso das rotinas 2, 3 e 4, os parâmetros são: comprimento, amplitudes da largura e espessura da peça.

Ao executar cada rotina, os campos são preenchidos: para a rotina 1 – número de peças (na amostra e por hectare), volume por tipo de peça; para as rotinas 2, 3, 4 – número de toras por tipo de peça, volume de toras por tipo de peça (vr), número de peças (n), volume de peças por tipo (v), volume total da amostra (vt), resíduo da madeira serrada (vr-v), resíduo das pontas das árvores (vt-vr), resíduo total (vt-v). O resíduo (madeira não transformada nas peças selecionadas) pode ser destinado para lenha, cavaco etc. Assim, o usuário pode utilizar os dados gerados e preços de mercado para avaliar a receita da colheita.

Resultados e discussão

Usando-se um ensaio de ILPF, a partir dos dados de DAP e altura de 40 árvores com 78 meses, mensuradas em 6 renques de 15 m x 2 m, com 333 árvores/ha (Tabela 1), são apresentados os resultados para peças de madeira roliça na Tabela 2.

A Tabela 2 informa que, com 333 árvores aos 6 anos de idade atingindo 180 m³, foi possível extrair 2.789 peças de madeira roliça, com boa distribuição entre os produtos selecionados. O produto de maior valor, poste, pode chegar a 92 peças, considerando este resultado como potencial, sem perdas de peças defeituosas. A sua valoração, simulando que o produtor irá cortar, beneficiar e vender as peças, pode



Modelo do quadrado circunscrito.
Fonte: Rocha & Tomaselli (2001)

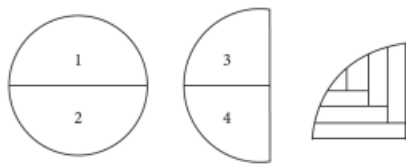


Figura 2. Modelo de desdobro radial utilizado.
Figure 2. Radial unfolding pattern used.

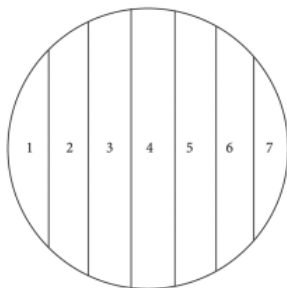


Figura 3. Modelo de desdobro tangencial utilizado.
Figure 3. Tangential unfolding pattern used.

Figura 1. Métodos de desdobro implementados: Quadrado Circunscrito, Tangencial ou longitudinal e Radial.

Tabela 1. Dados amostrados por árvore.

Linha	Arvore	DAP (cm)	H_m
1	1	29.35	27.8
1	2	22.75	27.1
1	3	23.95	28.7
1	4	21.95	29.2
1	5	21.60	31.0
1	6	24.40	32.4
2	1	24.00	31.8
...
5	7	26.85	28.4
6	1	26.25	29.1
6	2	22.40	27.9
6	3	24.65	27.0
6	4	23.45	23.1
6	5	22.35	22.8
6	6	25.60	23.4
6	7	28.70	24.5

**Tabela 2.** Estimativa de peças de madeira roliça de eucalipto, dimensionadas por seção (altura – hi) e diâmetro (di).

Peças	di (cm)	hi (m)	n	Amostra		Povoam.	
				v (m ³)	n	v (m ³)	n
Cercas	6	8	2.2	53	0.58	441	5
Escoramento para fruticultura	8	10	2.2	54	0.99	450	8
Esticador para fruticultura/instalação de telas	10	12	3.2	48	1.94	400	16
Esticador intermediário	12	14	3.2	50	2.92	416	24
Esticador para cerca	14	16	3.2	47	3.72	391	31
Esticador para cerca/ curral intermediário	16	18	3.2	50	5.15	416	43
Esticador para cerca, curral canto, cancela	18	20	3.2	22	2.78	183	23
Postes	20	30	7	11	3.59	92	30
Total				335	21.68	2789	180

chegar a um valor 8 vezes maior do que o da venda da madeira em pé, para beneficiamento (COSTA et al., 2016).

A Tabela 3 mostra a estimativa das peças serradas pelo método do Quadrado Circunscrito, com o aproveitamento potencial de 5.228 peças, com maior

proporção para tábuas, que alcançou 2.781 peças. Nesta faixa de idade do eucalipto pranchões e pranchas não foram possíveis de serem extraídos. E sarrafos e caibros, embora sejam peças de pequenas dimensões, não ocorreram na amostra pelo critério da prioridade. Como ainda não está implementada a escolha de peças,

Tabela 3. Estimativa de peças de madeira serrada de eucalipto pelo método do Quadrado Circunscrito, dimensionadas por seções de 3 metros de comprimento, com variações de espessura (E (cm)) e largura (L (cm)).

Peças	E min	E max	L min	L max	n toras	vr (m ³)	n (peças)	v (peças)	vt	vr-v (m ³)	vt-vr (m ³)	resid(m ³) =vt-v
Sarrafo	2	4	2	10	0	0.00	0	0.00		0.00		
Ripão	1.5	2	5	7	0	0.00	0	0.00		0.00		
Caibro	4	8	5	8	69	2.24	69	0.69		1.55		
Pontalete	7	8	7	8	34	1.64	34	0.54		1.11		
Ripa	1	2	2	5	62	0.95	116	0.22		0.73		
Viga	4	8	8	16	75	5.12	75	1.63		3.48		
Tabua	1	4	10	10	106	11.84	334	3.69		8.15		
Prancha	4	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pranchao	7	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Total					346	21.78	628	6.77	21.34	15.02	-0.44	14.57
Povoamento												
Sarrafo					0	0.0	0	0.0		0.0		
Ripão					0	0.0	0	0.0		0.0		
Caibro					574	18.6	574	5.8		12.9		
Pontalete					283	13.7	283	4.5		9.2		
Ripa					516	7.9	966	1.8		6.1		
Viga					624	42.6	624	13.6		29.0		
Tabua					882	98.5	2781	30.7		67.9		
Prancha					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pranchao					0	0.0	0	0.0		0.0		
Total					2880	181.4	5228	56.3	177.68	125.0	-3.7	121.3



as rotinas rodam com a lista completa. Observou-se também um valor muito baixo de aproveitamento, de aproximadamente 32% do volume total para madeira serrada. Um dos motivos está na última seção do tronco, pois toras com menos de 3 metros de comprimento, foram desconsideradas para desdobro.

Os resultados do método de desdobro tangencial são mostrados na Tabela 4, com o aproveitamento potencial de 7.526 peças, também com maior proporção de tábuas, alcançando 3.530 peças. Este método selecionou sarrafos e ripões, mas caibros e pontaletes não entraram, algo que precisa ser explorado nas fases de validação. O aproveitamento aumentou um pouco

na faixa de 34% do volume total para madeira serrada.

O método de desdobro Radial gerou um aproveitamento potencial de 26.507 peças, com boa distribuição entre sarrafos, ripas, caibros e ripões (Tabela 5). Foram geradas 67 tábuas, pois o método é limitante para peças de maior largura. Seu rendimento em volume de peças ficou na faixa de 72% do volume total. São notadas algumas inconsistências no cálculo de resíduos entre volume total e volume de toras, ou seja, em alguns casos o volume de toras é maior que o total. Isto vai ocorrer devido aos erros residuais nas fórmulas empregadas: equação de volume, equação de Taper e fórmula de Smalian.

Tabela 4. Estimativa de peças de madeira serrada de eucalipto pelo método Tangencial, dimensionadas por seções de 3 metros de comprimento, com variações de espessura (E (cm)) e largura (L (cm)).

Peças	E min	E max	L min	L max	n toras	vr (m ³)	n (peças)	v (peças)	vt	vr-v (m ³)	vt-vr (m ³)	resid(m ³) =vt-v
..... Amostra												
Sarrafo	2	4	2	10	34	1.64	68	0.46		1.18		
Ripão	1.5	2	5	7	69	2.24	138	0.50		1.74		
Caibro	4	8	5	8	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pontalete	7	8	7	8	0	0.00	0	0.00		0.00		
Ripa	1	2	2	5	62	0.95	124	0.21		0.74		
Viga	4	8	8	16	75	5.12	150	1.63		3.48		
Tabua	1	4	10	10	106	11.84	424	4.42		7.42		
Prancha	4	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pranchao	7	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Total					346	21.78	904	7.21	21.34	14.57	-0.44	14.13
..... Povoamento												
Sarrafo					283	13.7	566	3.8		9.8		
Ripão					574	18.6	1149	4.1		14.5		
Caibro					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pontalete					0	0.0	0	0.0		0.0		
Ripa					516	7.9	1032	1.7		6.2		
Viga					624	42.6	1249	13.6		29.0		
Tabua					882	98.5	3530	36.8		61.8		
Prancha					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pranchao					0	0.0	0	0.0		0.0		
Total					2880	181.4	7526	60.1	177.68	121.3	-3.7	117.6



Tabela 5. Estimativa de peças de madeira serrada de eucalipto pelo método Radial, dimensionadas por seções de 3 metros de comprimento, com variações de espessura (E (cm)) e largura (L (cm)).

Peças	E min	E max	L min	L max	n toras	vr (m ³)	n (peças)	v (peças)	vt	vr-v (m ³)	vt-vr (m ³)	resid(m ³) =vt-v
..... Amostra												
Sarrafo	2	4	2	10	0	0.00	1096	5.88		-5.88		
Ripão	1.5	2	5	7	0	0.00	440	1.51		-1.51		
Caibro	4	8	5	8	69	2.24	672	5.94		-3.71		
Pontalete	7	8	7	8	34	1.64	0	0.00		1.64		
Ripa	1	2	2	5	62	0.95	960	1.83		-0.88		
Viga	4	8	8	16	75	5.12	8	0.16		4.96		
Tabua	1	4	10	10	106	11.84	8	0.10		11.74		
Prancha	4	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pranchao	7	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Total					346	21.77	3184	15.43	21.34	6.36	-0.43	5.91
..... Povoamento												
Sarrafo					0	0.0	9124	49.0		-49.0		
Ripão					0	0.0	3663	12.6		-12.6		
Caibro					574	18.6	5594	49.5		-30.8		
Pontalete					283	13.7	0	0.0		13.7		
Ripa					516	7.9	7992	15.2		-7.4		
Viga					624	42.6	67	1.3		41.3		
Tabua					882	98.5	67	0.9		97.7		
Prancha					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pranchao					0	0.0	0	0.0		0.0		
Total					2880	181.4	26507	128.4	177.68	52.9	-3.7	49.2

Conclusões

A proposição deste protótipo para o cálculo de peças de madeira roliça e serrada é agregar valor à madeira de florestas plantadas, no caso, de eucalipto, auxiliando na sua valoração na fase da comercialização. Desta forma, produtores rurais podem aumentar suas oportunidades de negociação, ofertando produtos e não somente metros cúbicos. Ao mesmo tempo as indústrias podem planejar a compra da madeira bruta conforme sua expectativa de demanda em serrarias, na construção civil ou moveleira. A ferramenta está na fase de validações e desenvolvimento, para transformar-se em software para melhor difusão e utilização na forma de um ativo.

Agradecimentos

Ao projeto “SisCerrado - Produtividade madeireira no SIs e em sistemas de referência de modelos físicos de longa duração”, que forneceu o ambiente,

os recursos e despertou para o problema, à José Heitor de Vasconcellos, Vanderley Porfirio da Silva e Renato Castro, nosso agradecimento por nos situar sobre sua importância, pela parceria e por darem visibilidade, aumentando o estímulo para transforma-lo em produto para a sociedade, a Natalia Santos Fois e sua equipe, pelo planejamento iniciado, e a todos que continuam nos ajudando no operacional e nos trâmites burocráticos para sua continuidade.

Referências

- CHICHORRO, J. F.; RESENDE, J. L. P.; LEITE, H. G. Equações de volume e de *taper* para quantificar multiprodutos da madeira em floresta atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 799-809, 2003.
- COSTA, T. C. e C. da; CAMPANHA, M. M.; GONTIJO NETO, M. M. **Quantificação de madeira roliça de eucalipto comparada a valoração em metro cúbico e lenha: opções de renda em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 224).



JUÍZO, C. G.; ROCH, M. P.; BILA, N. F. Avaliação do rendimento em madeira serrada de eucalipto para dois modelos de desdobro numa serraria portátil. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 543-550, 2014. DOI: 10.1590/2179-8087.062213.

KOZAK, A.; MUNRO, D. D.; SMITH, J. G. H. Taper functions and their applications in forest inventory. **Forest Chronicle**, v. 45, n. 4, p. 278-283, 1969.

OLIVEIRA, E. B. de; HALISKI, M.; NAKAJIMA, N. Y.; CHANG, M. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 70 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 70-83, 2002

SOARES, T. S.; VALE, A. B.; LEITE, H. G.; MACHADO, C. C. Otimização de multiproduto sem povoamentos florestais. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 811-820, 2003. DOI: 10.1590/S0100-67622003000600007.



Recipiente e substrato na produção de mudas de *Paubrasilia echinata* (Lam.) E. Gagnon, H.C. Lima & G. P. Lewis e *Astronium fraxinifolium* (Schott)

Vanessa Lucena Vanderlei Pereira¹; Nayara Ribeiro dos Santos Aguiar Silva¹; Rozimar de Campos Pereira²

¹Graduandos em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, nessalucena1@gmail.com, nanayribas12@gmail.com; ²Profa. Dra. do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, rozimar@ufrb.edu.br

Resumo: O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas de março a agosto de 2017, com o objetivo de avaliar diferentes substratos (Terra de subsolo, Plantmax®, Terra de subsolo + Plantmax® (2:1, v/v) e Terra de subsolo + Plantmax® + composto orgânico (2:1:1 v/v) e tamanhos de recipientes, Tubete 1 (47,5 mm de diâmetro x 145 mm de altura), Tubete 2 (63 mm de diâmetro x 190 mm de altura), Saco plástico 1 (15 cm x 25 cm) e Saco plástico 2 (20 cm x 26 cm) sobre a formação de mudas de pau-brasil e Gonçalo-alves. Aos 150 e 90 dias, respectivamente, após a semeadura, foram efetuadas as avaliações de altura da planta, diâmetro do caule e nº de folhas. O experimento com montado em delineamento inteiramente casualizado. Os resultados indicaram que, para a produção de mudas de pau-brasil o recipiente recomendado é o saco plástico de 20 cm x 26 cm e o substrato terra de subsolo (Latossolo amarelo coeso) e para a produção de mudas do gonçalo-alves o melhor resultado foi obtido utilizando-se o saco de polietileno de 20 cm x 26 cm com o substrato terra de subsolo e plantmax®.

Palavras-chave: Silvicultura tropical; Plântulas; Nutrição de mudas.

Introdução e Objetivos

A produção de mudas florestais, entre as atividades da silvicultura é uma das mais importantes, pois representa o início de uma cadeia de operações que visam o estabelecimento de florestas e povoamentos. O conhecimento sobre a produção de mudas e a implantação de espécies florestais nativas ainda é bastante limitado.

O êxito na formação de florestas de alta produção depende em grande parte do padrão de qualidade das mudas produzidas, as quais, além de resistirem às condições adversas encontradas no campo após o plantio, se busca ainda produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES, 2001). Para que isso seja viabilizado as mudas deverão apresentar características desejáveis, como: a) parte aérea sem bifurcações, sem tortuosidades, sem deficiências minerais e sem estiolamentos; b) sistema radicular com raiz principal reta, sem bifurcações, sem enovelamentos e com raízes secundárias bem distribuídas, apresentando uma boa arquitetura e formando um torrão bem agregado ao substrato; c) boa relação da parte aérea com o sistema radicular; d) bom aspecto fitossanitário e isentas de pragas e doenças; e) altura compatível com

as exigências climáticas, edáficas e com os métodos e técnicas de plantio e f) estarem endurecidas para resistirem as condições adversas do campo, sobreviverem e crescerem satisfatoriamente (GOMES, 2001). Apesar de ganhos tecnológicos substanciais terem sido alcançados por meio das pesquisas efetuadas, principalmente no que se refere a recipientes, substratos e as fertilizações, os parâmetros de qualidade para a sua avaliação ainda merecem estudos para uma escolha mais acertada.

As espécies *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* schott.) possuem usos diversificados, o potencial de utilização dessas espécies arbóreas ainda é imenso, podendo-se destacar: fabricação de móveis, arborização urbana, carpintaria, fabricação de instrumentos musicais, ornamentação e carvão, entre outras (CARVALHO, 1994). Tendo em vista a elevada importância econômica para a região do nordeste brasileiro, essas três espécies, tiveram uso intensivo e hoje, estão na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria em perigo e vulnerável (VARTY, 1998).

A avaliação do padrão de qualidade de mudas de espécies florestais está diretamente relacionada



com os parâmetros medidos, sendo que a qualidade dessas depende principalmente da escolha acertada da embalagem a ser utilizada, do substrato e de sua adequada fertilização, das técnicas de produção e manejo, além do tempo gasto para a sua produção (GOMES, 2001). As características nas quais se baseiam a classificação e a seleção das mudas, com alto padrão de qualidade são: a altura; o diâmetro do colo; o sistema radicial; uma boa rigidez da haste; um bom aspecto fitossanitário, sem deficiências minerais, sem pragas e sem doenças.

A produção de mudas em recipientes vem a cada dia tendo uma maior aceitação pelas empresas florestais, principalmente as que utilizam o *Pinus* e o *Eucalyptus* como matéria prima, onde o tubete é o mais utilizado. Porém há vários outros tipos de recipientes onde a escolha do ideal a ser utilizado vai depender da espécie, das condições disponíveis do produtor e da produção esperada. O recipiente protege o sistema radicial, possibilitando que o período de plantio possa ser prolongado, uma vez que o sistema radicial não se danifica, principalmente, durante o ato de plantar, promovendo maiores índices de sobrevivência e de crescimento das plantas (DANIEL et al., 1997).

O recipiente agi juntamente com o substrato para promover melhor qualidade das mudas. O substrato é o meio em que as raízes proliferam-se para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes (CARNEIRO, 1995). É composto por três fases, sendo elas: sólida (constituído de partículas minerais e orgânicas), líquida (formada pela água, na qual se encontram os nutrientes, sendo chamada de solução do solo) e gasosa (constituída pelo ar, a atmosfera do substrato). Estes dois últimos são inteiramente dependentes dos espaços livres no solo (poros), podendo ser classificados ainda como *macroporos* e *microporos*. O substrato deve apresentar boas características físicas e químicas, sendo as físicas as mais importantes, uma vez que a parte química pode ser mais facilmente manuseada pelo técnico. Para o preparo do substrato, alguns pontos devem ser observados: não deve ser muito compacto, para não prejudicar a aeração e o desenvolvimento das raízes; apresentar substâncias orgânicas, para melhorar a agregação e aumentar a capacidade de troca catiônica e a retenção de água; e deve estar isento de sementes

de plantas indesejáveis, de pragas e de microrganismos patogênicos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes substratos e tamanhos de recipiente sobre a formação de mudas de pau-brasil, e gonçalo-alves.

Material e métodos

As mudas de pau-brasil (*Paubrasilia echinata* Lam.) e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) foram produzidas em estufa localizada na Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas com 12°40'39" de latitude sul e 39°06'23" de longitude oeste com altitude de 225 metros.

As sementes de *P. echinata* Lam. utilizadas para produzir as mudas foram provenientes de dez árvores matrizes localizadas na Embrapa Mandioca e Fruticultura na Escola Professora Maria Peixoto Barbosa em fevereiro de 2017 e as sementes de *A. fraxinifolium* foram coletadas em árvores localizadas no campus da Universidade Federal do Recôncavo o mês de janeiro de 2017. Após a extração, as sementes foram selecionadas as de maior tamanho e então semeadas em sementeiras, a uma profundidade de aproximadamente 1 cm, na mesma data da coleta.

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, na Embrapa Mandioca e Fruticultura município de Cruz das Almas, em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 4 x 4 (substratos x tipos do recipientes), com trinta repetições e dez unidades de observação por repetição para o pau-brasil e dezoito repetições para o gonçalo-alves. Os substratos utilizados foram (A – Terra de subsolo (Latosolo amarelo coeso); B - Plantmax®; C - Terra de subsolo + Plantmax® (2:1 v/v); D - Terra de subsolo + Plantmax® + composto orgânico (2:1:1 v/v), sendo que o composto orgânico foi obtido da compostagem de de 75% talo de fumo (base fresca) e 25% esterco bovino de curral. Os tipos de recipientes foram: tubete 1 (47,5 mm de diâmetro x 145 mm de altura), tubete 2 (63 mm de diâmetro x 190 mm de altura), saco plástico 1 (15 cm x 25 cm) e saco plástico 2 (20 cm x 26 cm), sendo utilizados como recipientes tubetes plásticos e sacos de polietileno de coloração preta. As combinações entre substratos e recipientes estão apresentados no Tabela 1.



Tabela 1. Combinações entre substratos e recipientes utilizados em pau-brasil, e gonçalo-alves.

Tratamentos	Descrição
SA + R1	terra de subsolo + tubete 1
SA + R2	terra de subsolo + tubete 2
SA + R3	terra de subsolo + saco plástico 1
SA + R4	terra de subsolo + saco plástico 2
SB + R1	plantmax® + tubete 1
SB + R2	plantmax® + tubete 2
SB + R3	plantmax® + saco plástico 1
SB + R4	plantmax® + saco plástico 2
SC + R1	terra de subsolo + plantmax® + tubete 1
SC + R2	terra de subsolo + plantmax® + tubete 2
SC + R3	terra de subsolo + plantmax® + saco plástico 1
SC + R4	terra de subsolo + plantmax® + saco plástico 2
SD + R1	terra de subsolo + plantmax® + composto orgânico + tubete 1
SD + R2	terra de subsolo + plantmax® + composto orgânico + tubete 2
SD + R3	terra de subsolo + plantmax® + composto orgânico + saco plástico 1
SD + R4	terra de subsolo + plantmax® + composto orgânico + saco plástico 2

Resultado e discussão

As espécies estudadas comportaram-se de maneira diferente em relação ao seu desenvolvimento.

Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*): Leles et al. (2000) e Barros et al. (1978), respectivamente trabalhando com mudas de *Eucalyptus* spp. e *E. grandis*, observaram que o tipo de substrato e o volume do recipiente é importante para o crescimento do sistema radicular e também da parte aérea das mudas na fase de viveiro e até na fase de campo. Aos 150 dias após a emergência (DAE) do pau-brasil, verificou-se que, de modo geral, o saco plástico grande proporcionou valores superiores no diâmetro do caule, altura de planta e número de folhas e o tubete menor proporcionou valores mais baixos em todas as variáveis analisadas, independente do substrato utilizado. A combinação que melhor proporcionou o desenvolvimento das

plantas em todas as variáveis analisadas foi o substrato A (terra de subsolo) com o saco plástico maior (Figura 1).

O recipiente R4 (saco plástico grande) (20 cm x 26 cm) apresentou melhor performance para diâmetro do coleto quando se utilizou os substratos A e C conforme Figura 1. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, em diferentes espécies arbóreas. Mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* L.) produzidas em sacos de polietileno preto de 19 cm x 21 cm mostraram tendência de melhor desenvolvimento quando comparadas com plantas cultivadas em recipientes menores (Yuyama; Siqueira, 1999). Nesse sentido, Oliveira et al. (2000) observaram que mudas de cajueiro propagadas em sacos de polietileno apresentaram altura estatisticamente superior a mudas da mesma espécie, propagadas em tubetes, com volumes inferiores aos dos sacos.

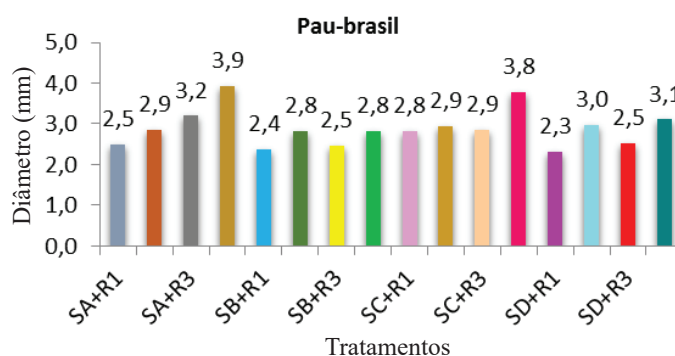


Figura 1. Efeito de tipos de recipientes e substratos no crescimento de mudas de pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) quanto ao diâmetro do coleto.



Para a variável altura (Figura 2) o pau-brasil apresentou maior crescimento quando se utilizou os substrato SA e SC associado ao recipiente saco plástico grande (R4). O menor crescimento em altura ocorreu quando se utilizou o tubete 1 com substrato plantimax, evidenciando que o volume do recipiente tem grande importância para o desenvolvimento da muda. Segundo Gomes (2001), uma análise imediata, fica evidenciado que a utilização de altura das mudas de espécies florestais como o único meio de avaliação do padrão de qualidade, pode apresentar deficiência no julgamento quando se espera um alto desempenho destas, principalmente nos primeiros meses após o plantio, porém, para mudas sem nenhuma restrição ao crescimento normal, a altura ainda é um excelente parâmetro, além de ser muito fácil a sua determinação para qualquer espécie e em todo tipo de viveiro.

Para o parâmetro número de folhas de acordo com a Figura 3, o melhor substrato foi o SA no recipiente saco plástico grande (R4). Este parâmetro morfológico pode ser utilizado de forma não destrutiva e é de fácil avaliação.

Gonçalo-alves (*Astronium fraxilifolium*): Aos 90 DAE do gonçalo-alves, observou-se que o saco

plástico grande proporcionou valores superiores para a variável diâmetro do coleto, sendo que o maior valor foi obtido quando utilizou-se o saco plástico 2 (maior) com o substrato B (plantmax®), no entanto, o uso do substrato D (terra de subsolo + plantmax® + composto orgânico) com o saco plástico menor proporcionou melhor resultado do que o saco plástico maior quando combinou-se com esse substrato (Figura 4).

Para a variável altura, o maior valor encontrado foi a combinação entre o substrato C (terra de subsolo + plantmax®) conforme Figura 5, com o saco plástico maior, o mesmo ocorrendo para o n° de folhas (Figura 6). Com base nesses resultados, deduz-se que há uma dependência do crescimento das mudas de pau-brasil e gonçalo-alves em relação ao volume do recipiente.

Diversos autores têm comprovado que a adição de composto orgânico aos substratos usados para produção de mudas resulta em benefícios como o fornecimento de macro e micronutrientes e a redução do Al trocável. Mudanças de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) atingiram as maiores médias em altura de plantas, segundo Alves e Passoni (1997), quando cultivadas em substrato acrescido de composto orgânico e vermicomposto. De acordo com Azevedo et al. (2010), as mudas com um sistema

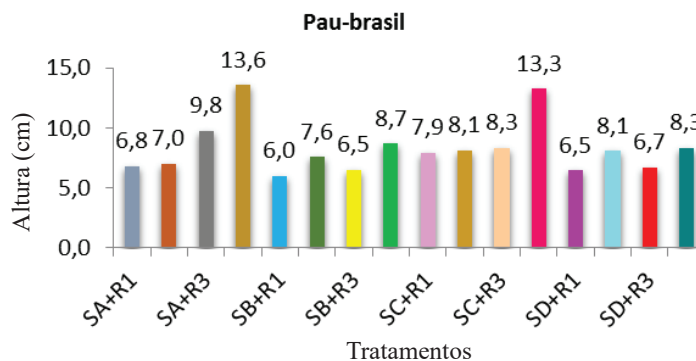


Figura 2. Efeito de tipos de recipientes e substratos no crescimento de mudas de pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) quanto à altura.

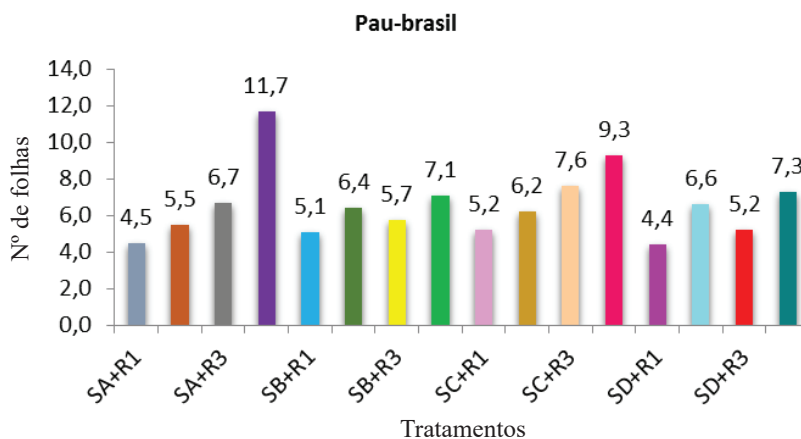


Figura 3. Efeito de tipos de recipientes e substratos no crescimento de mudas de pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) quanto ao n° de folhas.

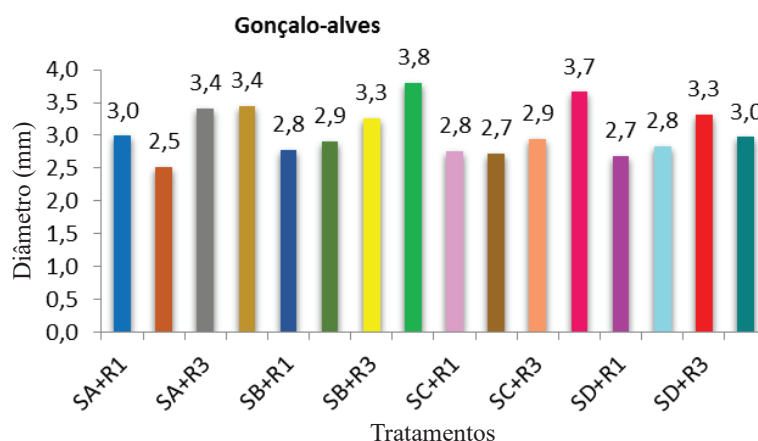


Figura 4. Efeito de tipos de recipientes e substratos no crescimento de mudas de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) quanto ao diâmetro de caule.

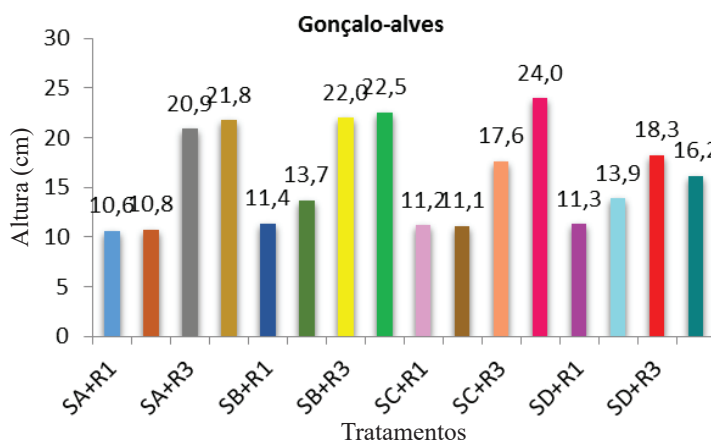


Figura 5. Efeito de tipos de recipientes e substratos no crescimento de mudas de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) quanto à altura.

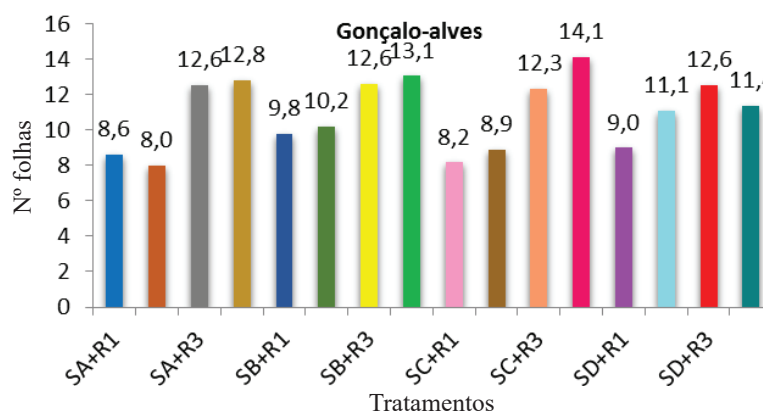


Figura 6. Efeito de tipos de recipientes e substratos no crescimento de mudas de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) quanto ao n° de folhas.

radicular bem desenvolvido têm uma melhor chance de sobrevivência no campo, devido à melhor absorção de água e nutrientes. Kratka et al. (2015), trabalhando com aroeira-do-sertão, observou que a adição do composto orgânico em uma proporção de 25% resultou em maior comprimento da raiz e maior massa seca de raízes do

que a fertilização com estrume bovino, em todas as proporções, enfatizando a importância da incorporação da matéria orgânica no substrato para a produção de plântulas. Neste trabalho, no entanto, para mudas de pau-brasil e gonçalo-alves a adição de composto orgânico não proporcionou melhores resultados.



Conclusão

Mudas de pau-brasil podem ser satisfatoriamente produzidas em sacos de polietileno de 20 cm x 26 cm, utilizando o substrato terra de subsolo (Latosolo amarelo coeso). Mudas de Gonçalves-alves podem ser produzidas em sacos de polietileno de 20 cm x 26 cm utilizando-se como substrato a combinação de terra de subsolo e plantmax®.

Recipientes menores reduzem a taxa de crescimento das mudas, implicando aumento do ciclo de produção, portanto para a redução do tempo de permanência das mudas em viveiro, faz-se necessário avaliar outros substratos e, ou, formulações de adubação química, cuja utilização extrapola os objetivos deste trabalho.

Referências

- AGUIAR, F. F. A.; BARBOSA, J. M. Estudo de conservação e longevidade de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). *Ecossistema*, v. 10, p. 145-50, 1985.
- ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) para arborização. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n. 10, p. 58-62, 1997.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara*) em viveiro. *Acta Amazônica*, v. 40, n. 1, p. 157-164, 2010. DOI: 10.1590/S0044-59672010000100020.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451 p.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e do dosagens de N-P-K**. 2001. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- KRATKA, P. C.; CORREIA, C. R. M. A Crescimento inicial de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, v. 39, n. 3, p. 551-559, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000300016.
- VARTY, N. *Caesalpinia echinata*. In: LISTA Vermelha da UICN de Espécies Ameaçadas 1998: e.T33974A9818224. Transferido em 13 de março de 2018.
- YUYAMA, K.; SIQUEIRA, J. A. S. Efeito do tamanho das sementes e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). *Acta Amazônica*, v. 29, n. 4, p. 647-650, 1999.
-



As florestas plantadas e sua importância no contexto econômico e socioambiental do Brasil

Yeda Maria Malheiros de Oliveira¹; Edilson Batista de Oliveira²

¹Doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora na Embrapa Florestas, Colombo, PR, yeda.oliveira@embrapa.br; ²Doutor em Engenharia Florestal, pesquisador na Embrapa Florestas, Colombo, PR, edilson.oliveira@embrapa.br

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo resumir alguns aspectos da abordagem - desenvolvida por pesquisadores da Embrapa Florestas - sobre o potencial de impacto das plantações florestais, com base em contribuições relacionadas a experiências pessoais, compilação de informações a partir de base de dados disponíveis e informações de literatura. Foram selecionados indicadores de natureza econômica, ambiental e social e analisados os impactos das florestas plantadas sob a ótica de cada um deles. O trabalho procurou explicitar os impactos sociais, ambientais e econômicos das florestas plantadas com objetivos econômicos e comerciais, no Brasil, e pretende contribuir com a discussão sobre o impacto das plantações florestais na sociedade, sob a ótica de diferentes indicadores ambientais, sociais e econômicos. O trabalho tem por base um livro, lançado em 2017, como resultado de uma parceria com a Ibá. O texto enfatiza a lógica de que as plantações florestais possuem valores adicionais aos propósitos comerciais a que se destinam primariamente.

Palavras-chave: Impactos de florestas plantadas; Biodiversidade; Mudanças climáticas.

Introdução

As florestas naturais, em diferentes estágios de conservação, são responsáveis por 93% da área florestal global, ou 3,7 bilhões de ha (FAO, 2015), embora sofram histórico declínio em área, principalmente nas últimas décadas. Já a área coberta por florestas plantadas tem sido lentamente ampliada, sendo esta a tendência para os diversos continentes. No Brasil, segundo a Ibá (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017) em 2016, foram reportados 7,84 milhões de ha florestas plantadas para fins comerciais, o que representa menos de 1% do território nacional. Já os plantios agrícolas ocupam entre 7,6%, segundo a Nasa e 7,8% do território brasileiro, segundo Lima (2017). Mesmo que a área usada pela agropecuária seja mais de sete vezes maior que a área ocupada pelas florestas plantadas, as mesmas têm sofrido, ao longo do tempo, rejeição de parte da sociedade, seja por desconhecimento de seu papel na economia e no contexto ambiental brasileiro, seja por desconhecimento de seus benefícios ou impactos sobre o ambiente.

Antes de passarmos à discussão de tais aspectos, cumpre definir e caracterizar o que está sendo considerado como floresta plantada. A FAO (2015) - no documento em que delimita os termos a serem adotados pelos relatórios de 234 países e territórios, para o *Forest Resources Assessment* (FRA) - define

florestas plantadas como “florestas, predominantemente compostas por árvores (de espécies nativas ou exóticas) estabelecidas por plantio ou sementeira deliberada”. A PAFP, em seu artigo Art. 2º segue a mesma linha e pontua que: “Consideram-se florestas plantadas, para efeito deste Decreto, as florestas compostas predominantemente por árvores que resultam de sementeira ou plantio, cultivadas com enfoque econômico e com fins comerciais”. Adicionalmente o decreto enfatiza, em seu Art. 3º que são princípios da PAFP: I - a produção de bens e serviços florestais para o desenvolvimento social e econômico do país; e II - a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Os termos plantios florestais, plantações florestais e plantios de árvores também são usados para designar as florestas plantadas que, na conceituação da FAO (2015) englobam em seu escopo as plantações florestais, com fins protetivos ou de produção e as florestas semi-naturais. O conceito de florestas semi-naturais não tem sido muito usado no Brasil e sim em países com forte intervenção humana nos maciços florestais. Pela definição adotada pela FAO, trata-se de florestas cuja formação aconteceu com regeneração natural assistida ou induzida, por meio de práticas silviculturais e florestas compostas por espécies nativas, estabelecidas por plantio de mudas, sementes ou talhadia. O trabalho ora apresentado enfoca principalmente as florestas plantadas estabelecidas com fins comerciais e é resultado de



esforço de pesquisadores da Embrapa Florestas, publicado em 2017, atendendo à necessidade de se destacar informações que tem fundamentação científica, no contexto das florestas plantadas.

Objetivos e metodologia

O presente texto tem por objetivo resumir alguns aspectos da abordagem - desenvolvida por pesquisadores da Embrapa Florestas - sobre o potencial de impacto das plantações florestais, com base em contribuições relacionadas a experiências pessoais, compilação de informações a partir de base de dados disponíveis e informações de literatura. Foram selecionados indicadores de natureza econômica, ambiental e social e analisados os impactos das florestas plantadas sob a ótica de cada um deles. Algumas vezes, apenas para traçar um paralelo, outras culturas são mencionadas, como comparação. O trabalho resultou em um livro, lançado em 2017 como resultado de uma parceria com a Ibá. O texto enfatiza a lógica de que as plantações florestais possuem valores adicionais aos propósitos comerciais a que se destinam primariamente.

Resultados e discussão

a) Impactos socioeconômicos das florestas plantadas

Segundo a FAO (2015) as áreas de florestas plantadas somam 264 milhões de hectares nos cinco continentes, equivalentes a 7% do total do planeta. O levantamento conclui que a área com florestas plantadas no mundo tem aumentado cerca de 105 milhões de hectares, desde 1990, com taxa média de incremento, entre 1990 e 2000, de 3,6 milhões de hectares. O período de 2000 a 2005 teve um pico de aproximadamente 6 milhões de hectares por ano, mas diminuiu para em torno de 3,3 milhões de hectares entre 2010 e 2015, já que regiões como a Ásia Oriental e Sul da Ásia, Europa e América do Norte diminuíram sua taxa anual de plantio.

Segundo Moreira e Oliveira (2017), o Brasil participa com 2,67% do total das plantações florestais mundiais e, de 1990 a 2010, aumentou a sua área a uma taxa média anual em 1,8%, sendo que no mundo, a mesma taxa é de 2,1%. Entretanto, no Brasil, entre os anos de 1970 e 2006, as plantações florestais tiveram o segundo pior incremento em ocupação, superando apenas aquela com pastagens nativas, cuja área foi reduzida. Assim, durante esse período, a área com plantações florestais cresceu, em média, 78,8 mil hectares, bem inferior, aos 717 mil de lavouras e 1,99 milhão

de pastagens plantadas.

Os produtos florestais ocupam o quarto lugar na balança comercial do agronegócio brasileiro. Entretanto, as plantações ocupam apenas 7,84 milhões de hectares, dos 350 milhões de hectares tidos como agricultáveis no país. A soja ocupa 27 milhões, a cana-de-açúcar, 10 milhões, e a pecuária utiliza cerca de 211 milhões como área de pastagem. Em 2014, 10,2% das exportações do agronegócio foram de produtos florestais, representando 4,42% das exportações nacionais. O setor importa menos do que exporta e é responsável por 9,3% do saldo da balança comercial do agronegócio. Tais exportações compreendem produtos beneficiados com valor agregado superior à grande parte das *commodities* exportadas pelo setor agropecuário. Adicionalmente, dos 660 mil empregos diretos gerados pela produção florestal nacional, 90% foram gerados pelo setor de florestas plantadas (MOREIRA; OLIVEIRA, 2017).

As pressões ambientais sobre as plantações florestais têm sido maiores que as exercidas sobre as atividades agropecuárias. Uma das respostas do setor às demandas da sociedade foi a certificação, que já atinge 5,4 milhões de ha no Brasil, sendo 3,1 milhões de há certificados em área produtiva e o restante em áreas destinadas à conservação ou outros usos, nas propriedades rurais (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017).

b) Impactos ambientais das florestas plantadas sobre o solo e a água

Maeda e Medrado (2017) ponderam que se a floresta plantada for manejada de forma adequada, apresentará perdas de solo abaixo da tolerância aceitável, considerando-se a erosão hídrica admitida. O “cultivo mínimo” tem sido adotado, atualmente, quase todas as plantações florestais comerciais do Brasil, em função dos benefícios promovidos pela manutenção dos resíduos na área. Os autores também comentam que, segundo a literatura atual, a modernização dos equipamentos e o tráfego de máquinas sobre camadas de resíduos florestais tem reduzido significativamente os impactos na compactação do solo. Assim, a maioria dos equipamentos e sistemas de colheita mais modernos retiram apenas a madeira, deixando no ambiente o resíduo da biomassa produzida, colaborando com a preservação do estoque de nutrientes e do teor de matéria orgânica no solo mais concretamente que na colheita de muitas lavouras agrícolas. Quando os resíduos da colheita são envolvidos na geração de energia, os ganhos ocorrem na melhoria do balanço energético da empresa - em prol do meio ambiente - o que gera benefícios no contexto das mudanças climáticas. Além disso, a deposição continuada de resíduos ao longo dos diferentes ciclos



de colheita gera benefícios ambientais. Há exemplos de agricultura bem-sucedida em áreas antes ocupadas por plantios florestais comerciais bem manejados, indicando a boa conservação do solo após a colheita florestal. Segundo Maeda e Medrado (2017), a extração de nutrientes pelas árvores não é maior do que a de lavouras. Em comparação com o café, algodão, soja, milho, laranja e pastagem, o eucalipto (em ciclo de sete anos) é a cultura que menos extrai N, P (perde apenas para o café) e K (perde apenas para o milho).

Mesmo que as florestas plantadas forneçam uma série de benefícios econômicos, ambientais e sociais, a questão do consumo de água por elas tem gerado polêmicas, em várias partes do mundo e de forma recorrente. Os benefícios e efeitos negativos de plantações florestais têm sido discutidos por vários autores. Entretanto, há na literatura o consenso de que os fatores que determinam o impacto de plantações florestais comerciais nos recursos hídricos estão relacionados com a: 1) propriedades do solo; 2) a paisagem de referência; e 3) configuração dos sistemas hídricos. Assim, existem situações em que os cultivos florestais podem reduzir a vazão de água superficial e da recarga de aquíferos. Dessa forma, toda plantação florestal, necessariamente, deve ser bem planejada e utilizar técnicas silviculturais adequadas que levem em conta estes três itens, principalmente, quando os recursos hídricos estão sob forte demanda (FRITZSONS; PARRON, 2017)

c) As florestas plantadas, a biodiversidade e a paisagem

Outro ponto polêmico relacionado às florestas plantadas é a sua relação com a biodiversidade, podendo-se também considerar o conceito de multifunção ou de proteção. Entretanto, quando se trata de produção comercial com a utilização de espécies introduzidas, muitas vezes são questionados o impacto e a função de tais plantios na natureza. Evidentemente que nem todas as plantações florestais têm o mesmo objetivo. Há óbvias diferenças entre elas, principalmente, ao longo do tempo. Mudanças ocorrem ou são provocadas (tratos silviculturais, manejo florestal sustentável) de acordo, justamente, com a finalidade do plantio. Dessa forma, a biodiversidade (vegetal e animal) pode variar bastante, principalmente em decorrência da função da floresta e idade do povoamento (OLIVEIRA et al., 2017a).

No Brasil, para cada hectare plantado, entre 0,7 hectare é destinado à preservação (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015), enquanto, na agropecuária, tal relação é de apenas 0,07 hectare. Além disso, a área preservada pelo setor florestal representa 13,3% dos 50,10 milhões de hectares de *habitat* naturais preservados no Brasil, fora de unidades de

conservação. No Chile, por exemplo, para cada hectare ocupado por plantios de árvores, 0,25 hectare é preservado. Na Austrália, a relação é inferior a 0,05 hectares. As áreas conservadas são, frequentemente, destinadas à Reserva Legal, às Áreas de Preservação Permanente, mas também compõem o mosaico de diferentes usos ou cobertura das propriedades rurais.

Como exemplo do uso multifuncional dos plantios florestais, pode-se citar a implantação de projeto iniciado em 2008 envolvendo várias instituições do governo do Paraná e a Embrapa Florestas. Tal projeto busca a recomposição da área de Reserva Legal a partir do plantio do eucalipto, em 187 propriedades de menos de 30 hectares onde, em cada uma, foram reflorestados de 1 a 5 ha. Tem sido observada regeneração natural de muitas espécies com bom desenvolvimento, o que garante a sobrevivência das mesmas aos períodos de seca comuns na região. O crescimento e produção dos eucaliptos foram avaliados em seis plantios, sendo que, em dois deles, foram observadas a regeneração natural de 15 espécies nativas (OLIVEIRA et al., 2017a).

Em termos de paisagem, as florestas naturais e plantadas, quando implantadas sob a forma de mosaico podem abrigar um grande número de espécies da fauna e avifauna (poleiros) e podem ser importantes agentes para o controle biológico de pragas. Essa vizinhança tem sido considerada positiva, quando comparada àquela ocupada com usos agrícolas, pela proteção que o plantio florestal oferece ao fragmento florestal nativo, diminuindo o efeito de borda e permitindo uma zona tampão (OLIVEIRA et al., 2017b). Nesse aspecto, a tendência mundial é de que as florestas plantadas não sejam vistas apenas como áreas de produção florestal, mas que tais áreas sejam consideradas redutos de biodiversidade, para alguns grupos de seres vivos. Vários estudos consideram os plantios florestais como corredores ideais para a fauna, unindo dois fragmentos de floresta nativa. Há evidências que a fauna usa tais plantios tanto como via de acesso como refúgio, o que dificilmente acontece com as áreas agropecuárias, mais abertas e desprotegidas. Assim, há comprovações de que as plantações florestais comerciais podem ser utilizadas como facilitadoras da restauração de ecossistemas. Elas podem ser usadas com sucesso como alternativa para a reabilitação de áreas degradadas e para facilitar a restauração ecológica de florestas nativas (OLIVEIRA et al., 2017b).

d) As florestas plantadas e as mudanças climáticas

A contribuição do segmento de florestas plantadas para o aumento da capacidade de armazenamento de carbono tem sido percebida pela adoção de práticas como a eliminação da queima para limpeza da área de plantio e a adoção do cultivo mínimo. A implantação de



plantios comerciais tendo como substrato áreas degradadas por mau uso agrícola ou áreas antropizadas e inaptas para a agricultura, podem ser considerados uma medida de mitigação das mudanças climáticas (HIGA et al., 2017). Os autores também consideram que os solos florestais têm expressiva contribuição na redução das emissões de metano. No Sul do Brasil, a absorção desse gás em solos sob plantios de *Pinus taeda*, mesmo sendo de menor grandeza, quando comparado à floresta nativa adjacente (estágio intermediário de sucessão), possui taxas da ordem de $3 \text{ kg de C-CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Higa et al. (2017) ponderam a importância da madeira na construção civil, sendo possível o armazenamento de até 0,5 toneladas de CO_2 por metro quadrado de construção. Casas e móveis de madeira podem manter o carbono fora da atmosfera por períodos de até um século ou mais e o uso de resíduos para substituir combustíveis fósseis pode economizar 1,1 tonelada de CO_2 por tonelada de madeira utilizada. O potencial de sequestro de carbono do solo aumenta com a densidade do plantio, e florestas plantadas têm o potencial de reter maior quantidade de carbono acima e abaixo do solo, em comparação com os sistemas agrícolas tradicionais.

e) As florestas plantadas e os agrotóxicos

O ambiente florestal é mais estável que o das culturas anuais, favorecendo o controle biológico, que é altamente eficaz. O baixo número de produtos agrotóxicos registrados no mercado está relacionado à baixa demanda do setor florestal e, desta forma, não há interesse por parte das empresas produtoras, no registro de novos produtos. Entretanto, esses valores não têm sido quantificados e considerados nas estatísticas. Também se observa baixo consumo de insumos químicos na silvicultura de florestas plantadas. Parte dos agroquímicos, como no caso de fungicidas e inseticidas, é utilizada apenas em viveiros de produção de mudas, e o uso de herbicidas é mais utilizado nos primeiros anos da cultura (PENTEADO et al., 2017).

f) A conversão do uso da terra e a integração entre floresta, agricultura e pastagem

Há evidências que suportam a associação entre as florestas plantadas e a provisão de serviços e benefícios ambientais como parte de uma paisagem multifuncional. A provisão de serviços ambientais pela vegetação natural é significativamente reduzida com a conversão para pastagens. Em contraste, conversão de pastagens para plantação florestal aumenta a provisão da maioria dos serviços ambientais (OLIVEIRA et al., 2017a).

No Brasil, em 2014, 17,8 mil famílias foram beneficiadas por programas de fomento florestal, muitas delas utilizando sistemas agroflorestais (INDÚSTRIA

BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2015). Esses sistemas possibilitam recuperação da fertilidade do solo, fornecimento de adubo verde, controle de praga e de plantas daninhas e diversificação da produção. Além disso, promovem uma maior estabilidade na oferta de produtos ao longo do ano, obtenção de alimentos, extração de madeira e cultivo de plantas medicinais. O cultivo de árvores associadas às culturas agrícolas e às atividades pastoris têm sido uma forma de apropriação dos benefícios que o componente arbóreo proporciona à agropecuária. Em sistemas pecuários, pode-se elevar a produção de carne e leite em cerca de 20%, por exemplo. Além disso, a integração torna mais complexo, do ponto de vista biológico, o ambiente pecuário e promove bem-estar animal, aumentando a competitividade da pecuária nacional. (OLIVEIRA et al., 2017c).

A utilização de florestas plantadas para a recuperação de áreas degradadas é também uma realidade, podendo, inclusive, devolver áreas para a produção de alimentos. Há, ainda, exemplos de árvores servindo de adubação verde para culturas alimentares cultivadas em suas aleias.

Conclusões

O presente documento procurou explicitar os impactos sociais, ambientais e econômicos das florestas plantadas com objetivos econômicos e comerciais, no Brasil. O trabalho pretende contribuir com a discussão sobre o impacto das plantações florestais na sociedade, sob a ótica de diferentes indicadores ambientais, sociais e econômicos. Em alguns momentos e apenas a título ilustrativo, tais impactos são comparados a outros usos ou cobertura da terra. Espera-se, também, contribuir para alterar a equivocada visão que envolve as atividades ligadas à silvicultura nacional como agentes potencialmente poluidores, evoluindo para uma visão de atividade aliada ao meio ambiente, fundamentada no respeito às leis ambientais e tendo finalmente reconhecidos os benefícios que as florestas plantadas podem proporcionar ao solo, água, clima, à agricultura à pecuária nacional e à sociedade como um todo.

Referências

- FAO. **Global forest resources assessment FRA 2015**: how are the world's forests changing? Rome, 2015. 46 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2017.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2015**. Brasília, DF, 2015. 61 p. Relatório anual 2014. Disponível em: <<http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 19 jul. 2017.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2017**. Brasília, DF, 2017. Relatório anual 2017. Disponível em: <<http://iba.org/>>



images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 08 set. 2017.

FRITZSONS, E.; PARRON, L. M. Plantações florestais comerciais e a água. cap. 3 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

HIGA, R. C. V.; ZANATTA, J. A.; RACHWAL, M. F. G. Plantações florestais comerciais e a mitigação na mudança do clima. cap. 6 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

LIMA, J. NASA confirma dados da Embrapa sobre área plantada no Brasil. Notícias, 29 dez 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30972114/nasa-confirma-dados-da-embrapa-sobre-area-plantada-no-brasil>>. Acesso em: 8 mar 2018.

MAEDA, S.; MEDRADO, M. J. S. Plantações florestais comerciais e o solo. cap. 2 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; OLIVEIRA, E. B. de. Importância do setor florestal brasileiro com ênfase nas plantações florestais comerciais. cap. 1 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>. Acesso em: 20 fev.2018. .

OLIVEIRA, E. B. de; OLIVEIRA, Y. M. M. de; SCHAITZA, E. G. Plantações florestais comerciais e a biodiversidade. cap. 4 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; GARRASTAZU, M. C.; ROSOT, M. A. D.; LUZ, N. B.; SCHAITZA, E. G. Plantações florestais comerciais no contexto da paisagem. cap. 5 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de. Plantações florestais, resultados: indicadores de sustentabilidade no setor florestal. cap. 10 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017c. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

PENTEADO, S. do R. C.; QUEIROZ, E. C. de; REIS FILHO, W.; THOMAZINI, M. J. Plantações florestais comerciais e o uso de agrotóxicos em relação a alguns produtos da agricultura. cap. 8 In: OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: 20 fev.2018.

Índice de autores

A

Abadio Hermes Vieira 45, 187, 193
Adriana da Silva Neves 213
Agustina Gabriela Peroni Carron 13
Alan Santiago de Abreu 197
Alba Liz Gonzalez 413
Alcemir Chiodelli 231
Alejandro González 19
Alessandra Maria Ferreira Reis 25, 29
Alexandre de Vicente Ferraz 39, 65, 283, 287
Alexandre Martins Abdão dos Passos 187, 193
Alexandre Vicente de Ferraz 369, 373
Alex Domingues da Silva 35
Amabelia del Pino 19
Ana Clara Cuco Giocondo Teixeira 39
Ana Karina Dias Salman 45
Ananda Aguiar 209
Ana Patricia Cubas Báez 49
André Luiz Ferreira 359
Andressa Ribeiro 61
Angela María Torales Flor 175
Ángel Leyva Ovalle 99
Anita Cantero Amarilla 105
Anne Luize Sass 55
Antonio Carlos da Silva Junior 329
Antonio Carlos Ferraz Filho 61
Antonio Francisco Jurado Bellote 313
Antonio Leite Florentino 65
Ariana Alves Carneiro 359
Artemio Carrillo-Parra 73
Arthur Guilherme Schirmbeck Chaves 197

B

Bruno Oliveira Lafeté 77

C

Camila Craus Carvalho 419

Cantídio Fernando Gouvea 25, 29
Carlos Leguizamon 175
Carlos Mendes 209
Carolina Moraes 291, 295
Carolina Zambrano Bonotto 277
Cássia Conceição Rodrigues 77
Cemilla Cristina Alves do Carmo 193
Cesar Andrés Oviedo Rojas 13
Cesar Ernesto Paredes Bogarin 81
Charlotte Wink 87
Claudia Maria Branco de Freitas Maia 55, 267,
397
Corral-Rivas José Javier 93

D

Dagoberto Martins 329, 381
Débora Evelyn Christo dos Santos 55
Diego Ernesto Lira González 99
Diego Fernando Sosa Giménez 105
Diego Maicon Scheis 111, 115
Diuliane da Silva Vieira 193
Dulcinéia Rejane da Silva Queiróz 121

E

Edilson Batista de Oliveira 127, 135, 165, 209,
435
Edna Cinária Carneiro Barbosa 25
Eduardo Saraiva da Rocha 213
Eleandro José Brun 35, 111, 115
Elenice Pinto Correa 181
Eliana Turmina 141
Elias Jose Roman Lozantos 81, 145
Elisiane Castro de Queiroz 335
Elizabeth Monges Zalazar 49
Elton Joneis Souza de Matos 29
Enéas Ricardo Konzen 341
Érika Kamila Honorato Santos 149
Estela Maria Gonçalves 121, 401



F

Fábio Henrique Silva Floriano de Toledo 39, 155
Fabrício Batista Ferreira 381
Fabrício Gomes de Oliveira Sebok 409
Fabricio Sebok 255, 259, 263
Fernanda Medeiros Assef 165
Fernanda Miguel Franca 197
Fernando Antonio Torres Velloso da Silva Neto 159
Fernando Paes Lopes 159
Flávia Regina da Costa 387
Flávio Chiarello 165
Flavio Jesus Wruck 181
Fortunato Garza-Ocañas 73

G

Gabriela Gonçalves Moreira 39
Gabriel de Castilho Valdo 283
Gabriel Oliveira Chagas 61
Gabriel Souza 291, 295
Genaldo de Medeiros Júnior 187
Gilciano Saraiva Nogueira 77
Gleiciane de Meireles Batista 359
González Elizondo Maria Socorro 93
Gonzalo Fabián Agüero Sosa 175
Guilherme de Castro Andrade 231, 313
Guilherme Oguri 405

H

Helio Tonini 181
Henrique Faria de Oliveira 61
Henrique Nery Cipriani 45, 187, 193
Hernández Díaz José Ciro 93

I

Isaías dos Santos Baptista 187
Itamar Antonio Bognola 267, 313, 325, 397
Iuri Maicon Moreira de Oliveira 197

J

Janaína Costa Chaves Silva 25
Janine Kervald Likoski 203

Jaqueline Sousa Almeida 149
Jarbas Shimizu 209
Jean Alberto Sampietro 377, 391
Jéssy Anni Vilhena Senado 213
João Antonio Pereira Fowler 219, 225, 317
João Batista Farias Gaia 149
João Bosco Vasconcellos Gomes 231, 325
João Victor Oliveira Bertolo 373
Jorge Daniel Caballero Mascheroni 13
Jorge Hernández 19
Jorge Paiva Avalos 305
Jorge Ribaski 127, 237
José Guadalupe Rutiaga-Quiñones 73
José Leonardo de Moraes Gonçalves 39, 65, 283,
287, 369, 373
José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira 243
José Renato Drago 369
José Rodolfo Goche-Tellez 73
Juan Carlos Ordaz Hernandez 99
Juciane Mendes de Queiroz 149
Julia María Tileria Ferreira 249
Juliana Garlet 419
Julio Camargo 255, 259, 263
Júlio Cesar Ciriaco de Camargo 409
Júlio Eduardo Arce 165
Júlio Rieger Lucchese 277
Junior Javier Rivas Giménez 305

K

Klaus von Gadow 93
Krisle da Silva 267, 397

L

Laís Grazielle Silva 271, 309
Larissa Campos de Sá 277
Larissa Caroline Sbalqueiro 231
Laudete Maria Sartoretto 111, 115
Laura Elizabeth Espinoza Gauto 413
Lauri Amândio Schorn 203
Leandro Carlos 155
Leonardo Henrique Ramalho de Oliveira 309
Leticia Machado dos Santos 267, 397
Liamara Santos Masullo 65, 283, 287, 369, 373
Liliane Schicora 141
Lucas Boff Buch Pastoriza 65
Lucas Bonez de Lemos 291, 295



Lucas de Lima Ribeiro 341
Lucas Tomaz Salomão 197
Luciana Magda de Oliveira 387
Lucília Maria Parron Vargas 267, 397
Lúcio de Paula Amaral 299
Luís Eduardo Gregorini 35
Luis Fernando Garay Guanes 305
Luiz Felipe Ramalho de Oliveira 271, 309
Luiz Fernando França 423
Luiz Marcio Machado Suardi Junior 395
Lujan-Soto José Encarnación 93

M

Marcelo Monteiro 419
Márcia Aparecida Novaes Gomes 121, 401
Márcia Toffani Simão Soares 313
Marcílio José Thomazini 317
Marcio Carlos Navroski 141, 341, 377, 391
Marcio Leles Romarco de Oliveira 271
Marcio Navroski 295
Marco Antonio Martínez Báez 321
Marcos Silveira Wrege 325
Maria Isidória Silva Gonzaga 25
Maria Laura Quevedo Fernandez 13, 49, 81, 105,
145, 175, 249, 305, 321, 365, 413
Mariane Aparecida Nickele 335
Mariane de Oliveira Pereira 291, 377, 391
Maria Renata Rocha Pereira 329, 381
Maria Teresinha Arns Steiner 165
Marília Lazarotto 277
Marina Moura Morales 181
Maura Isabel Diaz Lezcano 105
Mauro Murara Junior 209
Miguel Marques Gontijo Neto 423
Monica Matoso Campanha 423

N

Natália Saudade de Aguiar 291, 295, 341
Nayanna de Nazaré Brito Freitas 359
Nayara Ribeiro dos Santos Aguiar Silva 347, 353,
429
Nelson da Silva Castro Junior 87
Nelson Venturin 155
Nislene Molina Guerreiro e Paula 45

O

Osmar José Romeiro de Aguiar 149, 359

P

Pablo Enrique Espínola Ferreira 365
Patrícia Andressa de Ávila 283, 287, 369, 373
Patrícia Fukushima de Souza 377, 391
Pedro Eduardo de Oliveira Zmora 181
Pedro Frâncio Filho 35
Pedro Gomes Cruz 45
Priscila Roel de Deus 381
Priscilla Félix Schneider 387

Q

Queli Cristina Lovatel 141, 377, 391

R

Rafaella de Angeli Curto 87
Rafael Marques Nascimento 299
Rafael Ortiz Dominguez 13
Ramon Rodrigo de Araujo Filho 395
Regiane Aparecida Ferreira 299
Reynaldo Campos Santana 77, 271, 309
Ricardo Marques Barreiros 29
Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto 267, 397
Rogério Vaz Ferreira 401
Roqueline Lins Santos 29
Rozimar de Campos Pereira 347, 353, 429

S

Samara Henrique Maschetti 405
Sandy Juliana Hernández Mata 73
Sarah de Oliveira e Souza 255, 259, 263, 409
Saulo Philipe Sebastião Guerra 405
Sérgio Henrique Fassina 313
Shizuo Maeda 55, 313
Solon Jonas Longhi 115
Sônia A. Guetten Ribaski 237
Styv de Jesús Calva 99
Susete do Rocio Chiarello Penteadó 335



T

Tadeo Daniel Cabral Gibernau 413
Tamara Gerber da Rosa 141
Tamires Mousslech Andrade Penido 77
Tatiane Perpétuo Faúla 419
Thomaz Correa e Castro da Costa 423
Tobias Marcelo Ybañez Roman 81
Tomás Pineda Ojeda 99

V

Vanderley Porfírio-da-Silva 127, 231
Vanessa Lucena Vanderlei Pereira 347, 353, 429
Victoria Dillenburg de Siqueira 277

Vilmar Fernando Kunz de Santana 299
Vitória Duarte Derisso 287

W

William Souto Fonseca 35
William Tomaz Folmann 13, 49, 81, 105, 145,
175, 249, 321, 365, 413
Wilson Anderson Holler 325
Wilson Reis Filho 335

Y

Yeda Maria Malheiros de Oliveira 435

Índice de palavras-chave

A

Adubação 353, 397
Adubação fosfatada 175
Adubação orgânica 313
Agricultura de precisão 299
Agricultura sustentável 45
Agrossilvicultura 347
Altura dominante 197
Análise de investimentos 243
Análise de sensibilidade 13
Análise econômica 77, 145
Análise não destrutiva 309
Aprendizado de máquina 159
Aptidão silvicultural das terras 231
Araucaria angustifolia 317
Área basal 271
Atributos químicos do solo 65
Avaliação econômica 237

B

Beneficiamento 225
Biocarvão 267, 397
Biodisponibilidade 283
Biodiversidade 435
Biodiversity 93
Bioma Amazônia 359
Biomassa 397
Biomassa florestal 231, 321

C

Carbono 127
Cedro-australiano 277
Clonagem 121
Clonagem de híbridos 413

Coleobrocas 419
Community structure 93
Composto orgânico 155
Condições meteorológicas 325
Condutividade elétrica 187
Conservação de germoplasma 387
Conservação ex-situ 219
Consumo de energia 321
Controle 335
Controle de qualidade 159
Corymbia 373
Crescimento 305
Crescimento de mudas 353
Crescimento e produção 61
Crioconservação 387
Curvas de índice de sítio 197
Custo de oportunidade 243
Custos 49
Cydiaaraucariae 317

D

Déficit hídrico 341, 369
Dendroenergia 321
Desenvolvimento de mudas 141
Distribuição probabilística 135
Diuron 381
Doenças florestais 287

E

Economia florestal 105
Enraizamento 391
Entomologia florestal 419
Enzimas 267
Espaçamento 35
Espécie florestal 353



Estaquia 115, 291, 295, 377
Eucalipto 25, 29, 39, 77, 81, 111, 115, 121,
145, 231, 271, 299, 305, 335, 365, 387,
395, 413, 419
Eucaliptos 105
Eucalyptus 45, 181, 193, 237, 249, 295, 313, 325
Eucalyptus dunnii 19, 55
Eucalyptus grandis 65

F

Fava-arara-tucupi 359
Fertilização 39, 105, 145
Fitossanidade 149
Floresta plantada 111
Florestas plantadas 149, 423
Forest ecosystems 93
Forestry plantations 99
Formigas cortadeiras 335
Fracionamento 283

G

Germinação 219, 225
Grápia 141

H

Herbicidas 255, 259, 263, 271, 329, 409

I

Ilex paraguariensis 49
Impactos de florestas plantadas 435
Indicadores financeiros 13
Integração lavoura-pecuária-floresta 193
Inteligência artificial 165
Interceptação solar 373
Invasive trees 73
Inventário florestal 305

K

Khaya ivorensis 61

M

Madeira 35, 347
Management 73
Manejo florestal 127, 213, 369
Manejo florestal de precisão 135, 165
Mecanização 405
Melhoramento genético 209, 365
Melhoramento genético vegetal 377, 391
Mensuração florestal 423
Micronutrientes 65, 283
Micro-organismos 267
Miniestaca 249
Miniestaquia 401
Modelagem estatística 135
Modelos dendrométricos 395
Monitoramento nutricional 309
Mudanças climáticas 435
Mudas 115, 291, 295

N

Nódulos caulinares 149
Nutrição de mudas 429
Nutrição de plantas 175
Nutrient cycling 19
Nutrient export 19

P

Pastagens nativas 237
Perdas de crescimento 287
Pesquisa florestal 209
Pinus 35, 335
Planejamento florestal 243
Plantação florestal 81
Plantas daninhas 263
Plantio 175, 313, 325



Plântulas 429
Potássio 39
Praga florestal 317, 335
Probit regression 99
Produção de mudas 25, 29, 111, 203
Produção florestal 81, 181
Produtividade 287
Produtividade florestal 369
Propagação vegetativa 249, 291, 377, 391, 401
Proteção florestal 255, 259, 329, 409

Q

Qualidade de fuste 87
Qualidade de mudas 55, 155
Química do solo 61

R

Redes neurais artificiais 165
Reflectância foliar 309
Reflorestamento 213, 359
Rentabilidade econômica 49

S

Saturação hídrica 341
Sementes florestais 187
Serrarias 423
Silvicultura 121, 209, 255, 259, 263, 329, 409
Silvicultura clonal 401
Silvicultura de precisão 213, 299

Silvicultura tropical 429
Silviculture 73
Sistema de integração 87
Sistemas agroflorestais 347
Sistemas agrossilvipastoris 45, 127, 181, 193
Sistemas de produção florestal 13
Sistema silvipastoril 87
Solução salina 277
Substrato 25, 29, 203

T

Tarumã 381
Taxa de atratividade 77
Teca 197
Tolerância hídrica 373
Tratorização 405
Trifluralina 381

V

Variabilidade genética 141
Variáveis dendrométricas 365, 395
Vigor 219, 225, 277
Vigor de sementes 187
Visão computacional 159
Viveiro 55, 203, 341, 413
Viveiro florestal 155

W

Weed control 99

Embrapa

Florestas

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



978-85-7035-811-0



CGPE 14580