

CRESCIMENTO DE CINCO ESPÉCIES NATIVAS EM SUCESSÃO NATURAL NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Aaron Joslin¹, Daniel Markewitz¹, Lawrence Morris¹, Oswaldo R. Kato², Ricardo Figueiredo², Francisco de Assis Oliveira³

RESUMO: Na Amazônia Legal brasileira, mandioca (*Manihot esculenta*) é uma colheita principal para populações rurais cuja produção é feita através de agricultura iniciada com queimada. Sistemas agroflorestais de corte e trituração estão sendo implementados na Amazônia Legal para substituir o fogo em sistemas de produção. Em abril de 2005, um hectare de floresta secundária de sete anos de idade foi derrubado usando um trator TRITUCAP do Projeto Tipitamba para preparar o terreno para o projeto no campus de pesquisa de UFRA em Igarapé Açu, Pará, Brasil. Um sistema agroflorestal foi implementado em todas as parcelas usando espécies de árvores nativas em plantio misto com *M. esculenta*. A pesquisa foi analisada utilizando um fatorial duplo com duas parcelas-principais (com ou sem adubo P e K) e dois tratamentos parcelas-secundárias (com ou sem a espécie fixadora de N₂, *Inga edulis*). As árvores, mandioca, competição, capa orgânica e solo foram medidos após 1 e 2 anos. Depois de vinte meses de cultura mista, *M. esculenta* foi colhida e a parcela se deixou à sucessão natural. Depois de 4 anos de crescimento de vegetação secundária, ou 6 anos após plantio, as árvores plantadas foram medidas em altura, DAP e DAB. Adubação com P e K diminuiu a sobrevivência de todas as espécies, menos *P. multijuga*, mas a presença de *I. edulis* não teve efeito. Adubação com P e K aumentou o crescimento de todas as espécies depois de 6 anos mas a presença de *I. edulis* não apresentou efeito significativo no crescimento das árvores.

Palavras chave: Corte e trituração, Pousio melhorado, *Inga edulis*

ABSTRACT: Throughout the Amazon of Brazil, manioc (*Manihot esculenta*) is grown as a staple crop by small-holding farmers using slash-and-burn land-clearing. Agroforestry systems using slash-and-mulch technology are being implemented in the Brazilian Amazon to substitute the use of fire in production systems. In April 2005, one hectare of 7-year old secondary forest was cleared using a TRITUCAP mulching tractor from Projeto Tipitamba to prepare the site on the research campus of UFRA in Igarapé Açu, Pará, Brazil. An agroforestry system was implemented in all plots using 5 native tree species planted in mixed-culture with *M. esculenta*. The project was analyzed as a two-way factorial with a fertilizer main-plot treatment (with or without P and K), and two sub-plot treatments (with or without N-fixing *I. edulis*). Manioc was planted in all plots at establishment and harvested after 20 months with results reported previously. The current study addresses tree growth six years after planting and four years of fallow. Despite experimental blocking, growth response varied widely among treatments within-block due to soil drainage and thus statistically limiting significant differences. Fertilization reduced survival of all tree species but the presence of *I. edulis* did not have an effect. Use of P and K fertilizer, however, increased tree growth of four of the five species. In the presence of the N-fixer *Inga edulis*, trends of increased growth and survival among all tree species, except for *P. multijuga*, were observed. After six years, fertilization with P and K dramatically improved tree growth.

Keywords: Slash and mulch, Improved fallow, *Inga edulis*

¹ University of Georgia, Athens, GA, USA; ² Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil

³ Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, Brasil

Introdução

Na região Bragantina, no nordeste do Estado do Pará, o uso de fogo é uma atividade comum no preparo de terreno para a agricultura familiar. As cinzas da vegetação fertilizam o cultivo, que dura um ou dois anos até que o declínio de produtividade causa o abandono à sucessão secundária. Nutrientes são perdidos do sistema na queimada por volatilização, oxidação, dispersão, erosão e lixiviação (HÖLSCHER, 1997), e durante o cultivo, por exportação (PALM et al., 1996).

A floresta secundária acumula nutrientes na biomassa para serem utilizados na próxima rotação de cultivo. A sustentabilidade deste sistema depende da capacidade da vegetação secundária em acumular nutrientes para sustentar o cultivo. Agricultores na região Bragantina estão reduzindo o tempo do pousio (GEHRING et al., 1999), o que reduz a capacidade do sistema de acumular nutrientes (METZGER, 2002).

O manejo de florestas secundárias oferece o potencial de aumentar o valor e a produtividade das mesmas, e assim, melhorar a sustentabilidade das florestas Amazônicas. Árvores de sucessão inicial podem oferecer produtos e materiais às populações rurais e proporcionar serviços ecológicos (PERREIRA; VIEIRA, 2001; FEARNSSIDE, 1999).

Este trabalho utilizou as tecnologias de derruba-e-trituração, e pousio melhorado, para reduzir as perdas de nutrientes no preparo do terreno e estimular a captura de nutrientes no pousio. Utilizou-se o trator desenvolvido pelo Projeto Tipitamba (KATO et al., 1999) para preparar o sítio para plantio de mandioca (*M. esculenta*) em cultura mista. O crescimento da mandioca, e os efeitos no solo são relatados em Joslin et al. (2011). Capoeiras plantadas com fixadoras de nitrogênio (N), como *Inga edulis*, podem aumentar a biomassa produzida pela floresta secundária (BRIENZA JR, 1999). Fosforo (P) é um nutriente limitante nos solos da Bragantina (GEHRING et al., 1999) e precisa ser manejado em conjunto com N.

Esta pesquisa foi iniciada em 2005, e após vinte meses de cultivo, a mandioca foi colhida e a parcela permaneceu em sucessão natural. O objetivo desta pesquisa foi analisar o crescimento e sobrevivência das cinco espécies arbóreas, após seis anos de plantio e quatro anos de sucessão. Foram analisados os efeitos de adubo P e K como efeito principal, e os efeitos da fixadora *I. edulis* na cultura mista como efeito parcela secundária. Foi testado a hipótese que todas as espécies arbóreas responderiam positivamente ao adubo e à cultura mista com a fixadora de N, *I. edulis*.

Materiais e Métodos

Sítio de Pesquisa

A pesquisa foi conduzida na propriedade experimental agrícola da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) na Municipalidade de Igarapé Açu (1°07'41"S 47°47'15" O), cerca de 110 km ao Leste de Belém, Pará, Brazil.

Éspecies Arbóreas e Mandioca

Todas as árvores utilizadas são nativas da região Bragantina. *Inga edulis* é a única fixadora de N utilizada. *Schizolobium amazonicum* e *Ceiba pentandra* são pioneiros de rápido crescimento enquanto que *Parkia multijuga* e *Cedrela odorata* crescem mais lento. Todas as árvores foram plantadas juntas com o cultivo *Manihot esculenta*, ou mandioca. As árvores foram plantadas com espaçamento de 1.85 x 4 m, suficiente para o trator TRITUCAP passar na segunda rotação do sistema agroflorestal (SAF), e a mandioca foi plantada no espaçamento de 1 x 1 m com 0.5 m de distância do caule das árvores.

Estabelecimento

O sítio de um hectare se estabeleceu em março de 2005, utilizando o trator TRITUCAP do Projeto Tipitamba (Denich et al. 2004) para derrubar a floresta secundária. O sítio foi plantado com as espécies mencionadas, vide Joslin et al. (2011). Tratamentos experimentais foram aplicados em junho de 2005. Blocos experimentais (N=4) foram estabelecidos, eram divididos em quatro parcelas (n=16), que mediram 24 x 24 m. Uma combinação fatorial de fertilização e a presença da fixadora de N *I. edulis* foi usada. Os tratamentos na parcela principal eram sem adubo químico (PK-) ou aplicação de 46 kg P ha⁻¹ na forma de P₂O₅ (100 kg de 46% Fosfato Super-Simples) e 30 kg K ha⁻¹ em forma de KCl (50 kg of 60% KCl) (PK+). Tratamentos da sub-parcela foram o plantio de *S. amazonicum*, *C. odorata* e *C. pentandra* juntas (I-), ou em combinação com *I. edulis* e *P. multijuga* (I+).

Crescimento

Em março de 2006, julho de 2006, julho de 2007 e julho de 2011, sobrevivência, diâmetro altura da base (DAB), diâmetro altura de peito (DAP) e altura das árvores plantadas foram registrados. Em março de 2007, todas as *I. edulis* maiores que 1.8 m de altura foram cortadas a 1.8 m e a biomassa foi colocada na base da árvore.

Análises Estatísticas

Análises da variância (ANOVA) foram utilizadas para analisar o projeto como fatorial duplo de desenho de bloco completo aleatório com o pacote estatístico SAS 9.2. Altura, DAP e DAB foram analisado depois de transformá-los utilizando log₁₀ para normalizar os dados. Diferenças significantes foram conferidas ao nível de p=0.10.

Resultados

Os resultados do cultivo de *M. esculenta* apresenta-se em Joslin et al. (2011) inclusive a descrição das características iniciais do solo e resultados após o Ano 1.

Crescimento

Diâmetro Altura da Base (DAB) medianos das árvores plantadas foram significantes ao nível p=0.10, com a exceção de *P. multijuga* (p=0.3). *I. edulis* mostrou a resposta mais forte à fertilização

($p=0.004$), 7.2 cm (PK- I+) e 16.1 cm (PK+ I+); *C. odorata* ($p=0.02$), 8.5 cm (PK+ I-) e 4.6 cm (PK- I+), e *S. amazonicum* ($p=0.03$, 18.9 cm (PK+ I-) e 8.3 cm (PK- I+), também mostraram respostas fortes (dados não apresentados).

Altura mediana (cm) das árvores plantadas foram significantes ao nível $p=0.10$, com a exceção de *P. multijuga* ($p=0.15$). *C. pentandra* apresentou a resposta mais forte à fertilização ($p=0.01$); *S. amazonicum* ($p=0.03$) e *I. edulis* ($p=0.04$) responderam também (Fig. 1). *S. amazonicum* cresceu 1779 cm (PK + I-) e 630 cm (PK- I+), *C. pentandra* 516 cm (PK+ I+) e 181 cm (PK- I+), e *I. edulis* 734 (PK+ I+) e 417 cm (PK- I+).

Sobrevivência

A sobrevivência mediana foi reduzida por adubação com P e K ($p=0.01$) e assim em cada espécie individualmente. A presença de *I. edulis* não mostrou efeito significativo ($p=0.10$) na sobrevivência das árvores individualmente, mas reduziu a sobrevivência cumulativa ($p=0.10$). A interação entre adubação e *I. edulis* produziu uma tendência de sobrevivência reduzida ($p=0.15$). Diferenças em sobrevivência entre Anos 2 e 6 eram variáveis (Tabela 1).

Discussão

Fertilização com P e K aumentou o crescimento de DAB, DAP e Altura nas árvores plantadas ($p=0.10$), mas a presença da fixadora de N, *Inga edulis*, não causou efeito ($p=0.10$). A interação de adubação na presença de *I. edulis* não produziu efeito significativo ($p = 0.10$), porém houve uma forte tendência de sobrevivência reduzida na interação de adubação e *I. edulis*. O aumento de competição com adubação P e K durante Anos 1 e 2 (JOSLIN et al., 2011) podia reduzir a sobrevivência das árvores.

Várias indivíduos de *S. amazonicum* adubadas e vigorosas morreram entre 2007 e 2011, talvez devido à *Quesada gigas*, um inseto que ataca as raízes e foi verificado no Pará (ZANUNCIO et al., 2004).

Adicionalmente, várias *C. pentandra* sofreram ataques no caule, possivelmente de *Alcides leeuwenii* (OEI-DHARMA, 1969), o que causou o caule rebrotar por baixo. Assim, vários indivíduos eram menores em 2011 do que em 2007.

Conclusões

Árvores plantadas continuaram respondendo à fertilização com P e K até seis anos após adubação. Com a exceção *S. amazonicum*, as árvores plantadas continuaram crescendo mais rápido com P e K das que não receberam adubo.

Podia-se ver suficiente ataque de insetos e deformidade do tronco em *C. odorata* e *C. pentandra* seis anos após o plantio, para causar dúvidas em recomendar o uso dessas espécies em sistemas agroflorestais com fins de exploração de madeira. O rápido crescimento e adequada sobrevivência de *S.*

amazonicum e *I. edulis* com adubo P e K deixam-nas como espécies com potencial de recomendação para uso em SAF de corte e trituração. O controle da vegetação competitiva durante a fase de cultivo é essencial para que *S. amazonicum* tenha vantagem nos anos iniciais pois é uma espécie pioneira que não tolera sombra.

Esta pesquisa mostra que o uso de árvores em SAF de pousio melhorado tem potencial de implementação eficaz, mas será necessário continuar até a segunda rotação para verificar se *S. amazonicum* pode alcançar tamanho suficiente para fins lucrativos durante o ciclo da capoeira antes de triturar a floresta novamente para começar um novo ciclo de cultivo. A produção de mandioca com adubo P e K (Joslin et al., 2011) junto com a renda das árvores, no caso da venda de madeira, pode tornar o uso de adubo uma atividade atrativa.

Ano	Tratamento	----- (%) -----											
		Cedro	se	Parica	se	Sumauma	se	Fava	se	Inga	se	Parcela	se
2006	P- I-	79.9	3.6	63.5	7.3	97.0	1.9					79.8	3.5
	P- I+	80.0	4.1	66.1	5.9	100.0	0.0	88.1	5.1	98.8	0.7	91.4	1.6
	P+ I-	12.3	4.5	46.2	8.5	33.8	9.1					30.6	4.2
	P+ I+	6.3	6.3	42.0	10.3	25.0	10.4	17.8	8.5	51.3	6.1	37.5	4.1
2007	P- I-	57.1	8.9	29.6	5.8	82.8	3.9					56.3	5.2
	P- I+	57.5	7.5	29.4	7.2	83.0	4.7	78.1	7.9	91.9	3.3	77.2	3.6
	P+ I-	6.1	2.6	46.5	1.6	32.6	5.8					28.5	3.2
	P+ I+	0.0	0.0	42.8	7.7	17.5	8.5	13.5	6.2	44.5	5.9	32.1	3.6
2011	P- I-	55.0	9.4	12.0	0.7	57.0	5.6					40.7	4.6
	P- I+	56.1	5.0	15.8	7.5	62.1	16.0	78.1	8.6	73.1	6.9	63.1	4.7
	P+ I-	5.1	2.7	43.4	3.9	35.5	11.0					27.9	4.8
	P+ I+	0.0	0.0	35.3	5.4	17.5	8.5	13.5	5.0	42.6	6.0	30.1	3.8

Tabela 1. Sobrevivência de 5 espécies abóreas 1,2 e 6 anos após plantio, com 4 anos de sucessão natural, na Amazônia Oriental do Brasil. Tratamento principal de adubação se nota com P+ (com P e K) ou P- (sem P e K) e tratamento sub-parcela se nota com I+ (com *I. edulis*) ou I- (sem *I. edulis*). Padrão de erro está notado na coluna “se” ao lado da espécie de referência.

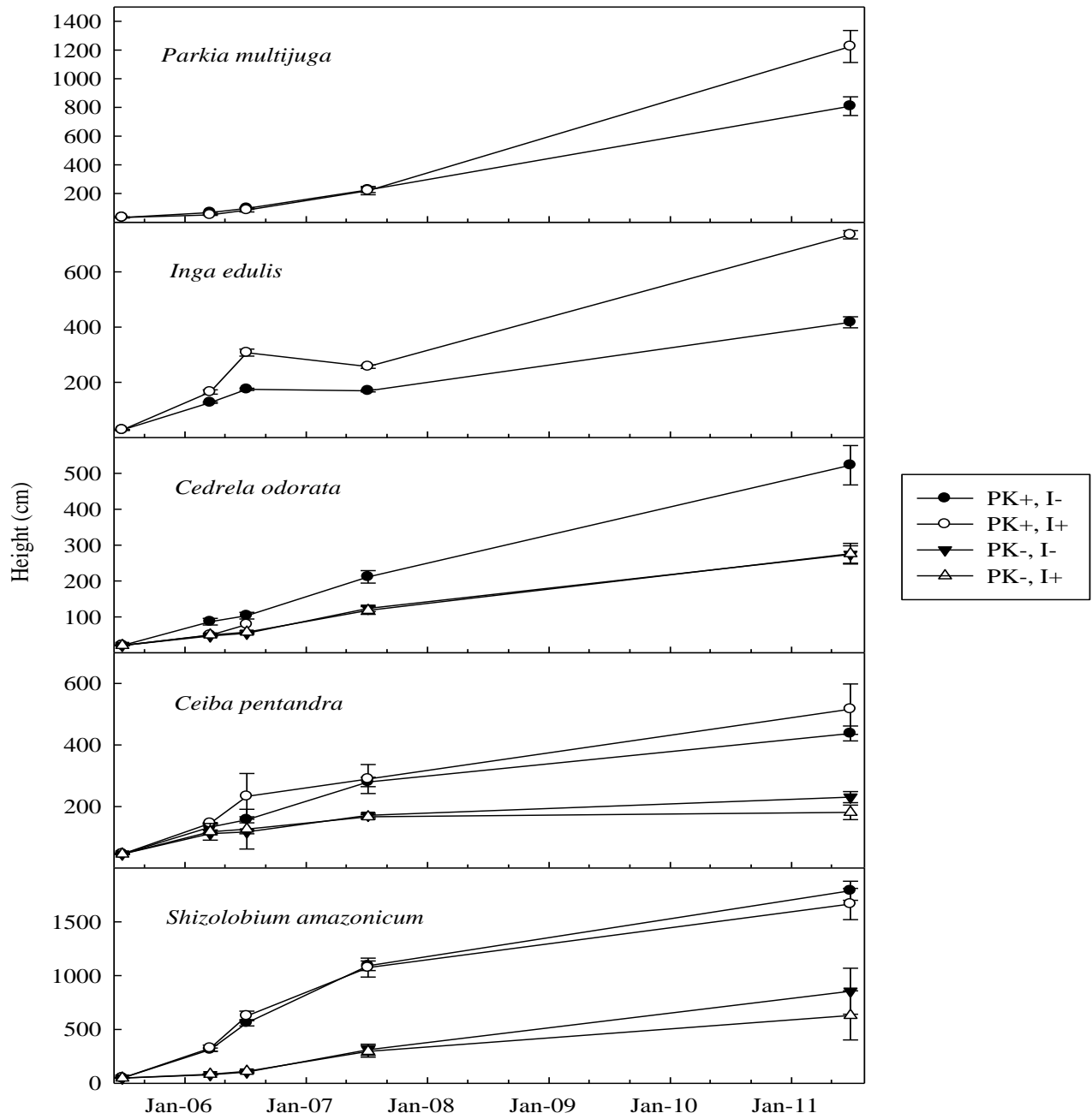


Figura 1. Altura (cm) de cinco espécies nativas seis anos após plantio e com quatro anos de sucessão natural na Amazônia Oriental do Brasil.

Referências Bibliográficas

BRIENZA JR, S. Biomass Dynamics of Fallow Vegetation Enriched with Leguminous trees in the Eastern Amazon of Brazil. PhD Dissertation, Georg-August-Univ, Göttingen, Germany. 1999.

DENICH, M; VIELHAUER, K.; KATO, M. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. A; LÜCKE, W.; VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: The experience from Eastern Amazônia. *Agrofor Syst.*, v. 6, p. 191–106, 2004.

FEARNSIDE, P. M. Biodiversidade nas florestas Amazônicas Brasileiras: riscos, valores e conservação. *Revista Holos (Edição especial)*. p. 33-59, 1999.

GEHRING, C; DENICH, M.; KANASHIRO, M.; VLEK, P. L. G. Response of secondary vegetation in Eastern Amazonia to relaxed nutrient availability constraints. *Biogeochem.* v. 45, p. 223–241, 1999.

JOSLIN, A.; MARKEWITZ, D.; MORRIS, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; FIGUEIREDO, R. O.; KATO, O. R. Five native tree species and manioc under slash-and-mulch agroforestry in the eastern Amazon of Brazil: plant growth and soil responses. *Agroforest. Sys.* v. 81, p. 1-14, 2011. .

KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; DENICH, M.; VLEK, P. L. G. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. *Field Crops Res* v. 62, n. 2-3, 1999.

METZGER, J. P. Landscape dynamics and equilibrium in areas of slash-and-burn agriculture with short and long fallow period (Bragantina region, NE Brazilian Amazon). *Landsc Ecol* v. 17, p. 419–431, 2002.

OEI-DHARMA, H. P. Use of pesticides and control of economic pests and diseases in Indonesia. E.J. Brill, Leiden. 1969.

PALM, C. A; SWIFT, M. J.; WOOMER, P. L. Soil biological dynamics in slash-and-burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* v. 58, p. 61-74, 1996.

PERREIRA, C. A.; VIEIRA, C. G. A importância das florestas secundárias e os impactos de suas substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia.. *Interciencia* v. 26 n. 8, 2001.

ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, T. V.; MARTINELLI, N. M.; PINON, T. B. M.; GUIMARÃES, E. M. Occurrence of *Quesada gigas* on *Schizolobium amazonicum* trees in Maranhão and Pará States, Brazil. *Pesq. Agropec. Bras.* v. 39 n. 9, 2004.