

Promoção



30 de julho a 03 de agosto de 2007 - Bonito - Mato Grosso do Sul

Patrocínio



CTHidro
Fundo Setorial de Recursos Hídricos



Apóio

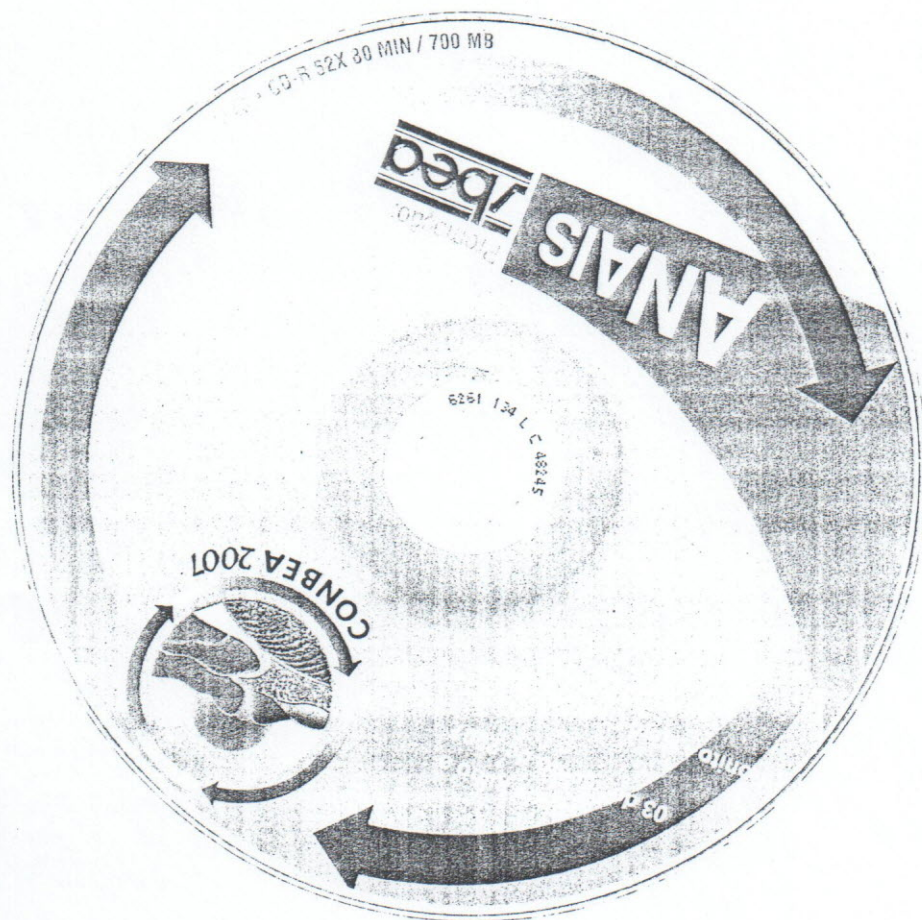


Produzido por Unius Multimídia - Suporte Técnico: carla@unius.com.br tel: 55 11 3637-3668



ANAIIS

TEMA CENTRAL:
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA:
REORGANIZAÇÃO E SUSTENTABILIDADE
DOS ESPAÇOS PRODUTIVOS



Slide 10652

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO CULTIVO DE EUCALIPTO (*Eucalyptus grandis*) COM E SEM COMPOSTO ORGÂNICO DE LIXO URBANO¹

CARLOS ROBERTO MOREIRA², IRAÊ AMARAL GÜERRINI³, MARCO A. M. BIAGGIONI⁴
CARLOS MANOEL PEDRO VAZ⁵.

¹Parte da tese de doutorado do 1º autor intitulada: Caracterização energética e nutricional do cultivo de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) com e sem composto orgânico de lixo urbano.

²Pós-doutorando na Embrapa Instrumentação em São Carlos, Ex-aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UNESP/ Botucatu, Brasil. E-mail: carlos@cnpdia.embrapa.br.

³Orientador e docente do Departamento de Recursos Naturais, UNESP/ Botucatu, Brasil.

⁴Co-orientador e docente do Departamento de Engenharia Rural, UNESP/ Botucatu, Brasil.

⁵Supervisor de Pós-doutorado e Pesquisador da Embrapa Instrumentação, EMBRAPA/ São Carlos, Brasil.

Apresentado no
XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
30 de julho a 02 de agosto de 2007 – Bonito – MS

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação energética do uso do composto de lixo urbano em *Eucalyptus grandis*, aos 9 anos de idade, em relação a adubação mineral convencional. Foram quantificadas as entradas e saídas de energia, para o cálculo da eficiência energética em cada tratamento. O tratamento com composto consumiu 49,47% mais energia que o tratamento sem composto. Isso ocorreu devido ao transporte do composto, a operação de distribuição do composto e ao maior consumo de combustíveis nas atividades de colheita, em função da maior demanda de máquinas agrícolas. Esses fatores aumentaram em 47,96% o consumo de energia direta e em 1,51% de energia indireta, no tratamento com composto, diminuindo a eficiência energética neste tratamento, apesar do aumento da produção de madeira comercial, em 31,79%.

Palavras-chave: compostagem, fertilizante orgânico, balanço energético.

ENERGETIC EVALUATION ON EUCALYPTUS (*Eucalyptus grandis*) PRODUCED WITH ORGANIC URBAN WASTE COMPOST.

SUMMARY: This research was aimed at accomplishing energetic evaluation of the urban waste compost use on *Eucalyptus grandis*, 9 years old, in relation to conventional mineral fertilization. Was qualified every inputs and outputs energy to calculate the energetic efficiency in each treatment. The treatment with the compost consumed 49,47% more energy than the treatment without compost. This was due to the compost transportation, the operation of spreading the compost, and to the increased fuel consuming in the activities of harvest, because of the greater demand of agricultural machinery. These factors intensified the indirect energy consumption in 1,51% and the direct energy in 47,96%, in the treatment of the compost, decreasing the energy efficiency in this treatment, in spite of the expansion of the commercial timber, in 31,79%.

Keywords: composting, organic fertilizer, nutrient and energetic balance.

INTRODUÇÃO: Existe uma relação direta da questão do lixo ou da reciclagem deste, com a obtenção e economia de energia. A reciclagem é um processo industrial que converte o lixo descartado em produto semelhante ao inicial ou outro. Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que é jogado fora. Para compreendermos a reciclagem, é importante "reciclarmos" o conceito que temos de lixo, deixando de enxergá-lo como uma coisa suja e inútil em sua totalidade. O primeiro passo é perceber que o lixo é fonte de riqueza e que para ser reciclado deve ser separado. Ele pode ser separado de diversas maneiras, sendo a mais simples separar o lixo orgânico do inorgânico. Assim o setor público resolveria a questão do lixo, com a redução de custos de construção e manutenção de aterros sanitários, já que a destinação de lixo em um município é um dos principais dilemas das Administrações Públicas. Os problemas ambientais e os desperdícios energéticos estão inter-relacionados, a crise ambiental decorrente da industrialização não se origina tanto da falta de opções, mas sim da falta de consciência e de informação. Para resolver os problemas que as grandes cidades enfrentam para a disposição final dos resíduos orgânicos urbanos só existem três alternativas: as águas superficiais, a atmosfera e o solo. Para Mazur et al. (1983), o solo representa o sistema mais apropriado, pela facilidade de manejo dos resíduos com o mínimo de efeitos sobre o

ambiente. Na natureza nada se perde tudo se transforma, essa regra vale tanto para os materiais orgânicos como os inorgânicos. Para os orgânicos, minúsculos seres vivos chamados decompositores comem esses materiais sem vida ou em decomposição, assim, dividem a matéria para que possa ser reciclada e usada de novo. Fazendo isso de forma organizada, esse processo é denominado de compostagem. A compostagem, além de ser um processo de reciclagem é um excelente processo de tratamento de resíduos orgânicos. Para Pereira Neto (1997), a compostagem pode ser desenvolvida por meio de sistemas de baixo custo, mantendo alta flexibilidade e facilidade operacional. O produto final é um excelente fertilizante orgânico que pode ter vários usos, geralmente, é utilizado para melhorar a qualidade físico-química de solos arenosos, buscando aumentar a sua produtividade. Por outro lado, o setor florestal oferece um mercado de trabalho intenso e permanente nas piores regiões rurais, segundo Soares (1993), as atividades florestais, geram em média quatro empregos diretos para cada 100 hectares implantados, participando de 3,9% do PIB nacional. A espécie mais utilizada é a do gênero *Eucalyptus*, com mais de 60 espécies e variedades, foi introduzido no Brasil em 1824 e passou a ser plantado com fins comerciais em 1904 (Zanuncio et al., 1991). O eucalipto apresenta uma grande importância do ponto de vista econômico e silvicultural. Porém, o baixo nível tecnológico aplicado no seu cultivo fez com que as empresas convivessem por muitas décadas, com baixas produções. Atualmente, para aumentar a produtividade, novos recursos foram incorporados aos sistemas produtivos, crescendo muito a mecanização do setor, assim como, o aumento de consumo de fertilizante (Oliveira, 2001). Conseqüentemente, cresceu o consumo de energia em função da maior demanda por combustíveis fósseis, inseticidas, herbicidas e máquinas agrícolas. Neste sentido, torna-se fundamental a análise de fluxo de energia nesse sistema produtivo, de forma que permita uma visão geral das atividades, bem como, a identificação das operações mais onerosas. Esta análise de fluxo de energia pode ser observada com a tradução dos fatores de produção em equivalentes energéticos, constituindo-se numa ferramenta analítica muito útil para auxiliar a gestão das empresas. Este trabalho teve como objetivos realizar um balanço energético da aplicação do composto de lixo urbano na cultura do *Eucalyptus grandis* e avaliar o fluxo de energia no processo produtivo, em relação à adubação convencional.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Fazenda Ariona, pertencente a Cia. Suzano de Papel e Celulose Ltda., localizada no município de Itatinga, SP. Em área de reflorestamento de *Eucalyptus grandis*, espaçamento 3m x 2m, com nove anos, procedente de uma população comercial implantada em julho de 1992 e cortada em novembro de 2001. A região está localizada a 23° 15'S de latitude, 48° 28' de longitude oeste, com uma altitude entre 650 e 700m. Para determinação do consumo energético em cada tratamento foi realizada uma pesquisa descritiva na forma de estudo de caso, conforme a metodologia aplicada por Carvalho e Lucas Júnior (2001). Quantificando-se as entradas e saídas de energia em cada tratamento, de acordo com a metodologia de Suiter Filho et al. (1983). As informações referentes às atividades de preparo do solo, plantio e manutenção florestal foram obtidas junto aos arquivos da empresa parceira na pesquisa (Cia. Suzano, 1991)¹. Os dados referentes ao corte, traçamento e baldeio da madeira, foram obtidos no campo. Os tratamentos foram denominados como sendo: com composto (área de 38,52 ha) e sem composto (área de 64,11 ha), detalhados a seguir: 1) Tratamento com composto: em 01/07/92 foi realizada a adubação e calagem com 1.500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico + 15.000 kg ha⁻¹ de composto orgânico de lixo urbano (composição ver Tabela 1) + 500 kg ha⁻¹ de termofosfato Yoorin (18% de P₂O₅, 25% de CaO e 16% de MgO) + 400 kg ha⁻¹ da formulação 10-10-10. Em 01/10/94 foi realizada a adubação de manutenção para corrigir os teores foliares. As quantidades de fertilizantes (NPK) foram calculadas com base nos dados de análise foliar e biomassa das árvores obtida aos 27 meses, sendo aplicado 175 kg ha⁻¹ da formulação 14-07-28. 2) Tratamento sem composto: em 01/07/92 foi realizada a adubação no plantio com 1.500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico + 500 kg ha⁻¹ de termofosfato Yoorin (18% de P₂O₅, 25% de CaO e 16% de MgO) + 400 kg ha⁻¹ da formulação 10-10-10. Em 01/10/94, aos 27 meses de idade, foi realizada a adubação de manutenção para corrigir os teores foliares, sendo aplicado 175 kg ha⁻¹ da formulação 14-07-28. O composto orgânico proveniente da Usina Santa Leopoldina, da cidade de São Paulo, teve suas análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura de São Paulo. Para o composto orgânico de lixo

¹ Cia. Suzano de Papel e Celulose (1991), não publicado.

urbano foi adotada a metodologia de determinação do coeficiente energético baseada na intensidade energética do produto nacional bruto, em MJ por valor monetário (MJ US\$⁻¹) foi de 15,35 MJ US\$⁻¹. Dados oficiais do Balanço energético do Estado de São Paulo, setor agrícola, ano base/2000 (Beesp, 2001). O custo de aquisição do composto, praticado em setembro de 2003 foi de R\$ 5,00 a tonelada, (taxa cambial de R\$2,95/US\$), ou seja, US\$ 1,70 retirado na usina. Multiplicando o custo (US\$ ton⁻¹) pela intensidade energética (MJ US\$⁻¹), obteve-se o coeficiente energético do composto de 26,1 MJ ton⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados mostraram que a aplicação de composto de lixo urbano promoveu maior produção de matéria seca de eucalipto. A produtividade de madeira comercial foi de 405,55 m³ ha⁻¹ e de 307,72 m³ ha⁻¹ respectivamente, para os tratamentos com e sem composto. O tratamento com composto apresentou um ganho de 31,8%, equivalente a 97,83 m³ ha⁻¹. Os resultados da conversão energética mostraram que o tratamento com composto teve uma demanda energética de 43.871,80 MJ ha⁻¹, um aumento de 49,47% no consumo total de energia em relação ao tratamento sem composto, com 29.351,32 MJ ha⁻¹. Destes, 41,76% devido ao transporte do composto e 4,48% devido ao óleo diesel, em função da maior demanda de máquinas na aplicação do composto e na operação de colheita, aqui devido a maior produção de madeira no tratamento com composto (Tabela 1).

Tabela 1 – Consumo de energias direta e indireta na produção de eucalipto durante o ciclo de 9 anos.

Formas de energia	Rubrica	Consumo energético por tratamento (MJ ha ⁻¹)		Aumento no consumo devido ao composto		Percentual de energia direta e indireta em cada tratamento	
		Com	Sem	MJ ha ⁻¹	%	Com	Sem
Direta	Óleo diesel	16.008,97	14.692,84	1316,13	4,48	36,49	50,06
	Gasolina	1.644,62	1.246,23	398,39	1,36	3,74	4,24
	Lubrificantes	310,00	219,55	90,45	0,31	0,71	0,75
	Graxa	89,58	81,71	7,87	0,03	0,20	0,28
	Abugos + transporte	8.680,65	8.680,65	0,00	0,00	19,79	29,57
	Defensivos	2.315,53	2.315,53	0,00	0,00	5,28	7,89
	Composto + transporte	12.256,50	-----	12.256,50	41,76	27,94	-----
	Mudas	595,00	595,00	0,00	0,00	1,36	2,03
	Mão-de-obra	39,71	32,57	7,14	0,02	0,09	0,11
	Subtotal de energia direta		41.940,56	27.864,08	14.076,48	47,96	95,60
Indireta	Tratores	934,72	725,21	209,51	0,71	2,13	2,47
	Implementos	992,85	759,39	233,46	0,80	2,26	2,59
	Motosserra	3,67	2,88	0,79	0,00	0,01	0,01
	Subtotal de energia indireta		1.931,24	1.487,48	443,76	1,51	4,40
Total de energia consumida		43.871,80	29.351,56	14.520,24	49,47	100,00	100,00

O aumento de 22,98% no consumo de energia indireta foi mais influenciada pelas atividades de colheita, do que pelas atividades de aplicação do composto, sendo que os maiores consumos foram na fase de colheita, devido a maior produção de madeira no tratamento com composto. O tratamento com composto também teve um acréscimo em energia direta de 47,94%, os responsáveis por essa diferença por ordem de participação foram: produção e transporte do composto; óleo diesel; gasolina e lubrificante. O maior consumo de gasolina neste tratamento foi devido a maior demanda no de motosserra, considerado um aumento de consumo positivo, pois, foi em função do aumento na produtividade de madeira. A alta participação do óleo diesel no consumo de energia, 36,49 e 50,06%, nos tratamentos com e sem composto, respectivamente, ocorreu, em função do elevado poder calorífico deste combustível, além de ser diretamente empregado em todas as atividades de produção do eucalipto, desde o preparo do solo até a colheita. Serra et al. (1979) contabilizaram o consumo de combustível para diversas culturas, eucalipto 71,6% do total de energia aplicada, cana-de-açúcar 49,2%, mandioca 45,0%, algodão 39,4%, milho 50,6%, soja 56,2%, trigo 51,2% e tomate 20,0%. De acordo com Castanho Filho & Chabariberi (1983), o consumo com energia fóssil na agricultura paulista chegou a 79,6%. A Tabela 2 mostra que a energia consumida na produção de eucalipto no ciclo de nove anos foi de 43.871,80 e 29.351,56 MJ ha⁻¹, entretanto, quando esses dados são transformados para consumo energético por hectare por ano, chega-se aos valores de 4.874,64 MJ ha⁻¹ ano⁻¹ e 3.261,26 MJ ha⁻¹ ano⁻¹. Dividindo-se pelo volume de madeira produzido por hectare, chega-se a 12,02 MJ/m³ e 10,60 MJ/m³ de madeira, nos tratamentos com e sem composto, respectivamente.

Tabela 2 – Consumo de energia pelos fatores de produção envolvidos nas atividades de produção.

Fator produção	Operação	Consumo de produtos		Consumo energético(MJ ha ⁻¹)	
		Com composto	Sem composto	Com composto	Sem composto
Trator	Diversos	32,2 h	24,7 h	934,72	725,21
Motosserra	Colheita	46,0 h	36,1 h	3,67	2,88
Implementos	Diversos	32,2 h	24,7 h	992,86	759,39
Calcário	Fabricação + transporte	1.500,0 kg	1.500,0 kg	471,57	471,57
Composto	Fabricação	15.000,0 kg	-----	391,50	-----
Composto	Transporte	15.000,0 kg	-----	11.865,00	-----
N	Adubação química	64,5 kg	64,5 kg	4.708,50	4.708,50
P	Adubação química	142,3 kg	142,3 kg	1.849,25	1.849,25
K	Adubação química	89,0 kg	89,0 kg	801,00	801,00
NPK	Transporte	1.075,0 kg	1.075,0 kg	850,33	850,33
Óleo diesel	Combustível (geral)	364,4 L	333,4 L	16.008,97	14.692,84
Gasolina	Combustível colheita	48,3 L	36,6 L	1.644,62	1.246,23
Óleo lubrificante	Manutenção máq/impl	7,1 L	6,2 L	310,00	219,55
Graxa	Manutenção máq/impl	1,8 L	1,7 L	89,58	81,71
Herbicida	Tratos culturais	7,5 L	7,5 L	2.274,55	2.274,55
Inseticida	Tratos culturais	4,0 L	4,0 L	40,98	40,98
Mudas	Plantio	1.700,0 un.	1.700,0 *	595,00	595,00
Mão-de-obra	Diversos	39,7 MJ ha ⁻¹	32,5 MJ ha ⁻¹	39,71	32,57
Total				43.871,80	29.351,56

máq/impl = máquinas e implementos; h = hora; L = litros; * = unidade

CONCLUSÕES: Os resultados obtidos com a aplicação do composto de lixo urbano na cultura do eucalipto mostraram um aumento no consumo de energia, provocado pela distância da usina de compostagem ao local de plantio. Porém, o uso do composto proporcionou um aumento em 31,8% na produção de madeira, permitindo concluir que esta prática é de grande valor, evidenciado o potencial destes resíduos. Quando comparado o consumo de energia direta e indireta, fica bastante evidente, através da análise energética como foi baixo o consumo de energia indireta das máquinas e implementos, ficando claro, que na atividade florestal, exige-se um alto investimento em energia fóssil, exigindo também investimento em inovação na mecanização das operações de colheita.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, S. M. R.; LUCAS JÚNIOR, J. Balanço energético de potencial de produção de biogás em granja de postura comercial na região de Marília. **En. Agricultura**. v.16, n.1, p.41-61. 2001.
- CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. Perfil energético da agricultura paulista. **Agricultura**. São Paulo, v. 30, tomos 1 e 2, p.63-115, 1983.
- MAZUR, N.; SANTOS, G. de A.; VELLOSO, A. C. X. Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, n. 7, p. 153-156, 1983.
- OLIVEIRA, S. A.; MORAES, M. L. T.; BUZETTI, S. Efeito da adubação NPK com e sem boro no crescimento de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 13, n.2, p.115-120. 2001.
- PEREIRA, NETO, J. T. Características, disponibilidade e usos alternativos de resíduos orgânicos de origem urbana. In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS FLORESTAL E URBANA, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1997. p.105-109.
- SERRA, G. E. et al. Avaliação da energia investida na fase agrícola de algumas culturas. Relatório Final da Secretaria de Tecnologia Industrial. Ministério da Indústria e Comércio. **Publicações IFUSP/P-463, USP**, 86p. São Paulo. 1979.
- SORESINI, L. Benefícios sociais e econômicos da pesquisa florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. **Anais...** B.H: UFV, 1993. p.300-305.
- SUITER FILHO, W. et al. Considerações sobre o Balanço Energético de Florestas de Eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo. v.8, n. 28, p.887-890, 1983.
- ZANUNCIO, J. C. et al. Levantamento e flutuação populacional de lepidópteros associados a eucaliptocultura: VIII – Região de Belo Oriente. Minas Gerais, junho de 1989 a maio de 1990, **Revista Árvore**, v.15, n.1, p.83-93, 1991.