

Esterco bovino para o desenvolvimento inicial de plantas
provenientes de quatro matrizes de *Corymbia citriodora*Cattle manure for the initial development of
plants from different mother of *Corymbia citriodora*Fabiana Gorricho Costa¹, Sérgio Valiengo Valeri²,
Mara Cristina Pessôa da Cruz³ e José Luis Soto Gonzales⁴**Resumo**

Este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de doses de esterco bovino na fase de implantação de mudas de *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson (antigo *Eucalyptus citriodora*) no campo, produzidas a partir de sementes coletadas de quatro árvores matrizes. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos preenchidos com 5 dm³ de Latossolo Vermelho distrófico. Aplicaram-se cinco doses de esterco, correspondentes a 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ (0, 25, 50, 75 e 100 g vaso⁻¹). Todos os tratamentos receberam dose de calcário que foi calculada para elevar a saturação por bases a 50%. A fertilidade do solo foi avaliada após 30 dias de incubação com esterco e calcário. Foram coletadas sementes das matrizes denominadas de 2, 8, 20 e 29. A semeadura foi realizada diretamente em recipientes de plástico rígido de 50 cm³ e as mudas foram plantadas com cerca de 17 cm de altura. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, empregando-se o esquema fatorial 5 x 4 (cinco doses de esterco e plantas provenientes de quatro árvores matrizes), em quatro repetições. Cada parcela foi composta por um vaso contendo duas plantas. Após 90 dias de cultivo, foram avaliados: altura, diâmetro do colo, área foliar, matéria seca das partes aéreas e radicular das plantas. As plantas responderam positivamente à aplicação de esterco bovino, porém de forma diferenciada para cada característica de crescimento avaliada, de forma linear ou quadrática. As doses de esterco tiveram efeitos lineares nas características de crescimento e de produção de matéria seca das matrizes 2 e 20 e essas plantas exigem maiores doses de esterco do que as provenientes das matrizes 8 e 29. A dose de esterco bovino que proporcionou melhor desenvolvimento das plantas provenientes das matrizes 8 e 29, em relação à produção de matéria seca dos componentes da parte aérea, foi próxima a 27 t ha⁻¹, equivalente a 67,5 g por vaso.

Palavras-Chave: Eucalipto, Adubação orgânica, Latossolo

Abstract

This work aimed to evaluate the effect of cattle manure levels in the phase of implementation *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson (*Eucalyptus citriodora*) seedlings in field, produced from seeds collected from four mother trees. The experiment was carried out in green house, in pots filled with 5 dm³ of Oxisol. Five cattle manure levels were applied 0, 10, 20, 30, and 40 t ha⁻¹ (0, 25, 50, 75, and 100 g pot⁻¹). All treatments received lime levels which were calculated to increase the base saturation degree to 50%. The soil fertility was evaluated after 30 days of soil incubation with manure and lime. The seeds were collected from mother trees called 2, 8, 20 and 29. Sowing was performed directly in rigid plastic containers of 50 cm³ and seedlings were transplanted when they were around 17 cm height. The experimental design was entirely randomized, in a factorial 5 x 4 (five doses of cattle manure and seeds of four mother trees) scheme and four repetitions. Each parcel was a pot with two plants. At 90 days the height, foliar area, stalk diameter, shoot and root dry matter. The plants responded positively to application of manure, but differently for each evaluated growth characteristic linearly or quadratically. The manure levels had linear effects on growth characteristics and dry matter production of the plants from mother trees 2 and 20 moreover these plants

¹Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - Rua Timbués, 31 - Ituverava, SP - 14500-000. E-mail: fabianagc2@hotmail.com

²Professor Titular do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - Jaboticabal, SP - 14884-900. E-mail: valeri@fcav.unesp.br

³Professora Assistente Doutora do Departamento de Solos e Adubos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - Jaboticabal, SP - CEP 14884-900. E-mail: mcpcruz@fcav.unesp.br

⁴Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - Jaboticabal, SP - 14884-900. E-mail: jlsgh@yahoo.es

require more cattle manure levels than ones from mother trees 8 and 29. The cattle manure promoted the best development of plants from mother trees 8 and 29, in relationship with dry matter production of shoot components was approximately 27 t ha⁻¹, equivalent to 67.5 g pot.

Keywords: *Eucalyptus*, Organic fertilization, Oxisol

INTRODUÇÃO

Corymbia citriodora (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson (ex *Eucalyptus citriodora*) produz madeira com propriedades físicas e mecânicas comparáveis às melhores madeiras de espécies nativas do Brasil (BROTTERO, 1956) para o uso na construção civil, dormentes, postes, mourões e esticadores de cerca e na indústria de painéis de madeira (IPEF, 2008; LORENZI, 2003). Sua madeira também é importante para o parque siderúrgico, pois produz um carvão de excelente qualidade, além de se constituir em fator estratégico para indústria de papel e celulose (SILVA, 1993). A casca pode ser explorada para tanino, as folhas para óleos essenciais e suas flores produzem mel de excelente qualidade. Essas características garantem elevado balanço econômico da espécie, pois há absorção total de tais produtos pelo mercado nacional (IPEF, 2008). A cultura de *C. citriodora* pode gerar rendimento econômico complementar decorrente do mercado de carbono que visa desaceleração do aquecimento global do planeta. As árvores dessa espécie apresentam alto potencial para sequestrar o carbono atmosférico, devido a alta densidade básica da madeira e produtividade (RESENDE *et al.*, 2001), e o uso da madeira na construção civil possibilitar que esse carbono permaneça fixado por mais tempo (CARUANA, 2007).

Geralmente, os solos disponíveis para a cultura do eucalipto são de baixa fertilidade natural, sendo necessária a realização de calagem e de adubação adequadas para suprir as necessidades de nutrientes à cultura (BARROS *et al.*, 1990).

A espécie é plantada em ampla variação de solos tropicais, que vão dos Argissolos aos Neossolos, sendo que nos de menor fertilidade pode haver alta incidência de bifurcações ligadas a deficiências nutricionais, principalmente de boro (SCHUMACHER *et al.*, 2005). Como nos solos tropicais de regiões úmidas a decomposição da matéria orgânica ocorre rapidamente, o uso de adubos orgânicos, como o esterco bovino, possibilita o fornecimento equilibrado dos nutrientes às plantas e reduz significativamente as perdas por lixiviação (POGGIANI *et al.*, 2000), pois melhora as funções química, física e biológica desses solos (MALAVOLTA *et al.*, 2002). O esterco apresenta interações bené-

ficas com microrganismos do solo, diminui a sua densidade aparente, melhora a sua estrutura e a estabilidade de seus agregados, aumenta a capacidade de infiltração de água, a aeração e melhora a possibilidade de penetração radicular (ANDREOLA *et al.*, 2000).

Embora certa fração da matéria orgânica dos esterços seja decomposta e liberada no período de um a dois anos, outra fração é transformada em húmus, que é mais estável. Sob essa forma, os nutrientes são liberados lentamente. Assim, os componentes do esterco, convertidos em húmus, exercerão influência nos solos de maneira persistente e duradoura (BRADY, 1989).

A quantidade de esterco e outros resíduos orgânicos a ser adicionada em determinada área depende, entre outros fatores, da composição e do teor de matéria orgânica dos resíduos, classe textural e nível de fertilidade do solo, exigências nutricionais da cultura e condições climáticas regionais (DURIGON *et al.*, 2002). Normalmente, as quantidades variam de 20 a 40 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, dependendo da cultura, da composição do esterco, com objetivo de fornecer quantidades desejadas de nitrogênio e admitindo taxa de mineralização de N do esterco de 50% no primeiro ano (RIBEIRO *et al.*, 1999).

Esses benefícios do esterco são muito importantes para a cultura da *C. citriodora*, pois essa espécie possui sistema radicular frágil que exige solo de boas propriedades físicas e de fertilidade. É uma espécie que não resiste à repicagem e exposição do sistema radicular em outras formas de transplante. Essas características justificam o uso de adubos orgânicos para o plantio em solos de baixa fertilidade natural quando a área não for muito extensa e existe oferta do produto na região.

Experimentos realizados na fase de implantação em vaso são diferentes do que nas condições de campo, mas possibilitam maior controle dos fatores do meio físico e podem oferecer informações prévias em curto prazo de respostas à adubação de plantio.

Sendo assim, este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de doses de esterco bovino na fase de implantação de mudas de *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson (antigo *Eucalyptus citriodora*) no campo, produzidas a partir de sementes coletadas de quatro árvores matrizes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), Câmpus de Jaboticabal-SP, no período de dezembro de 2008 a junho de 2009.

Foi usada amostra de Latossolo Vermelho distroférrico, coletada na profundidade de 0-20 cm, proveniente da Fazenda Guatapar, no município de Luis Antnio - SP. O solo foi seco  sombra, destorroado, passado em peneira de 4 mm de abertura de malha e homogeneizado.

Os atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm, determinados de acordo com os métodos descritos em Rajj *et al.* (2001), no Laboratório de Fertilidade do Solo (FertLab) do Departamento de Solos e Adubos da FCAV-UNESP, foram os seguintes: P resina = 3 mg dm⁻³; MO = 19 g dm⁻³; pH em CaCl₂ = 4,2; K⁺ = 0,6 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 6 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2 mmol_c dm⁻³; H+Al = 38 mmol_c dm⁻³; CTC a pH 7,0 = 47 mmol_c dm⁻³ e saturação por base (V) = 18%.

O esterco bovino curtido foi seco ao ar, homogeneizado e enviado em amostra ao Laboratório "João Carlos Pedreira de Freitas" da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda. (Cooxup), em Guaxupé - MG, para caracterização química, de acordo com Tedesco *et al.* (1985). A amostra apresentou: 5,38% de umidade; pH em água = 7,1; 23,8 g kg⁻¹ de N; 8,55 g kg⁻¹ de P; 9,21 g kg⁻¹ de K; 7,92 g kg⁻¹ de Ca; 2,36 g kg⁻¹ de Mg; 4,39 g kg⁻¹ de S; 50,17 mg kg⁻¹ de Cu; 450,71 mg kg⁻¹ de Mn e 183,88 mg kg⁻¹ de Zn.

Foram aplicadas cinco doses de esterco, equivalentes a 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ para cada uma das quatro procedências de *C. citriodora*. As doses atendem  recomendação de adubação orgânica com esterco bovino curtido de Ribeiro *et al.* (1999), ou seja, de 20 a 40 t ha⁻¹. As doses foram escolhidas com o objetivo de fornecer 0, 21,25, 42,50, 63,75 e 85,00 mg dm⁻³ de N, admitindo taxa de mineralização de N do esterco de 50% (RIBEIRO *et al.*, 1999). Sendo assim, as doses por vaso foram: 0, 25, 50, 75 e 100 g.

Para elevar o ndice de saturação por bases a 50% (GONÇALVES *et al.*, 1997), foram aplicadas em cada vaso 2,5067 g de carbonato de cálcio e 1,2157 g de carbonato de magnésio com base no volume de solo, o qual permaneceu incubando por 30 dias, com a umidade mantida próximo a 60% da capacidade de retenção de gua.

Após o período de incubo, foram retirados cerca de 200 g de solo de cada vaso que foram secos e homogeneizados para análise química de rotina de fertilidade (RAIJ *et al.*, 2001) no Laboratório de Fertilidade do Solo da FCAV/UNESP.

Cada vaso continha 6,610 kg de solo, equivalentes a 5 dm³. A mistura de solo, esterco e calcário foi realizada a seco, de acordo com os tratamentos. Essa massa de solo foi transferida para vaso de plástico com capacidade de 7 litros. Cada vaso constituiu uma parcela.

Foram plantadas duas mudas de *Corymbia citriodora* por vaso no dia 06 de março de 2009 e a umidade do solo foi mantida próxima a 70% da capacidade de retenção de água durante a condução do experimento.

As mudas foram produzidas a partir de sementes coletadas de três matrizes (2, 8 e 20) de área de produção de sementes, respectivamente, de Borebi - SP (2234'10" S, 48 58' 16" O e 590 m de altitude), FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal - SP (2115'17" S, 4819'20" O e 605 m de altitude) e Instituto Florestal do Estado de São Paulo, Luis Antnio - SP (2133'18" S, 4742'16" O e 675 m de altitude) e de uma matriz (29) de área especial de coleta de sementes do Horto Guarani, Pradópolis - SP (2121'34" S, 4803'56" O e 538 m de altitude). As mudas foram produzidas no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da FCAV usando recipientes cnicos de plástico rígido de 50 cm³ (tubetes) contendo Plantmax Florestal Semente da Eucatex como substrato. Foram selecionadas para o plantio as que atingiram aproximadamente 17 cm de altura.

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, empregando-se o esquema fatorial 5 x 4 (cinco doses de esterco e sementes de quatro árvores matrizes), em quatro repetições, totalizando 80 parcelas. Cada parcela foi constituída por um vaso contendo duas plantas.

O experimento foi conduzido por três meses a partir do plantio. Foram feitas avaliações da altura (distância entre o colo e a gema apical) das plantas com régua, do diâmetro do colo a 10 cm do solo com o uso de paquímetro digital (Absolute Digimatic - MITUTOYO), rea foliar total com o uso de aparelho eletrnico pelo Sistema de Análise de Imagem Delta-T DEVICES, e de massa de mteria seca de folhas, caule, parte aérea total e raízes das plantas aos 90 dias após o plantio.

Para obtenção da área foliar e da mteria seca, as plantas foram colhidas e separadas em caule, folhas e raízes. Os componentes das plantas fo-

ram lavados, acondicionadas em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante.

Foi realizada a análise de variância dos dados obtidos, pelo teste F, e os efeitos significativos das doses de esterco foram avaliados por meio de análises de regressão polinomial. Foi feita a análise de correlação dos resíduos das variáveis para verificar possíveis correlações entre os atributos de fertilidade do solo e características de crescimento e produção de matéria seca dos componentes das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos atributos de fertilidade do solo (Tabela 1), a aplicação de carbonato de cálcio e de magnésio, na ausência de esterco bovino (testemunha), elevou o pH em CaCl₂ de 4,2, extremamente ácido (NOVAIS *et al.*, 2007), para aproximadamente 5,0 e a porcentagem de saturação por bases de 18 para 33,8% e não 50% como previsto inicialmente. Mesmo assim, a calagem melhorou a fertilidade do solo, principalmente em relação à acidez e aos teores de cálcio e magnésio do solo.

Houve efeito da aplicação de esterco bovino em todos os atributos de fertilidade do solo analisados, explicados por equações de regressão linear (Tabela 1). As equações de regressão apresentadas na Tabela 2 mostram que todos os atributos de fertilidade analisados aumentaram linearmente em função do aumento das doses de esterco, exceto o teor de H + Al, que apresentou decréscimo linear com o aumento das doses de esterco. De modo geral, sem a aplicação do esterco (testemunha), os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, considerados de baixo, muito baixo, médio e baixo, respectivamente, chegaram a valores considerados altos e adequados para a cultura do eucalipto com a aplicação da maior dose de esterco (RAIJ, 1991). A aplicação do esterco neutralizou a acidez, elevando o valor de pH (testemunha) de aproximadamente 5,0 para 5,8, considerada acidez baixa segundo Novais *et al.* (2007), e refletindo a variação no H + Al que, de 31,58 mmol_c dm⁻³ reduziu para 24,31 mmol_c dm⁻³. De maneira geral, o pH do solo na faixa de 5,5 a 6,5 é favorável ao crescimento da maioria das plantas (NOVAIS *et al.*, 2007).

Tabela 1. Atributos químicos de fertilidade do solo após 30 dias de incubação com o esterco bovino.

Table 1. Soil fertility chemical attributes at 30 days after cattle manure incubation.

Esterco	P resina	MO	pH CaCl ₂ 0,01 (mol L ⁻¹)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	CTC	V
(g vaso ⁻¹)	mg dm ⁻³	g dm ⁻³		mmol _c dm ⁻³						%
0	2,60	16,54	4,96	0,68	10,66	4,77	31,58	16,12	47,70	33,79
25	10,37	18,06	5,18	1,68	12,12	6,31	29,81	20,11	49,93	40,34
50	22,31	19,56	5,50	2,93	15,43	8,50	26,56	26,86	53,43	50,25
75	32,25	20,41	5,57	4,13	15,85	9,58	25,87	29,57	55,44	53,41
100	46,18	21,18	5,81	5,28	18,25	11,56	24,31	35,09	59,40	58,80
Reg Linear	994,94**	160,25**	69,78**	2036,97**	126,72**	283,32**	42,21**	314,33**	329,99**	166,82**
Reg Quadr.	6,38*	3,89 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,46 ^{ns}
CV%	9,61	3,03	2,92	5,54	7,33	7,77	6,51	6,61	1,89	6,52

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns: não significativo (P > 0,05); * e **: significativos, respectivamente, (P < 0,05) e (P < 0,01).

Tabela 2. Equações de regressão estimadoras dos atributos químicos do solo em função das doses de esterco.

Table 2. Soil chemical attributes regression estimator according to the cattle manure levels.

Atributos	Equações	R ²
P (mg dm ⁻³)	Y = 0,93750500 + 0,43616660x	0,99
MO(g dm ⁻³)	Y = 16,8250050 + 0,04658330x	0,97
pH (CaCl ₂ - 0,01 mol L ⁻¹)	Y = 4,99250500 + 0,00834990x	0,97
K (mmol _c dm ⁻³)	Y = 0,61375500 + 0,04657490x	0,99
Ca (mmol _c dm ⁻³)	Y = 10,6875050 + 0,07558330x	0,96
Mg (mmol _c dm ⁻³)	Y = 4,77499500 + 0,06741670x	0,99
H + Al (mmol _c dm ⁻³)	Y = 31,3249950 - 0,07391660x	0,96
SB (mmol _c dm ⁻³)	Y = 16,0762550 + 0,18957490x	0,99
CTC (mmol _c dm ⁻³)	Y = 47,4012500 + 0,11565830x	0,99
V (%)	Y = 34,7089300 + 0,25230560x	0,97

Essa propriedade de adubos orgânicos elevarem o valor de pH também foi constatada por Yagi *et al.* (2003), ao fazerem uso de vermicomposto de esterco bovino. Caetano e Carvalho (2006) verificaram que os valores de pH e os teores de enxofre não foram influenciados pelas doses de esterco, os teores de fósforo e potássio no solo aumentaram significativamente com a adubação com esterco, os teores de cálcio e magnésio tiveram aumento linear e o teor de alumínio foi reduzido significativamente, sendo esses últimos efeitos semelhantes aos observados no presente trabalho. Com a aplicação de esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi, Artur *et al.* (2007) relataram que a menor dose de esterco bovino (101 kg dm⁻³) foi suficiente para elevar o pH e os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio a valores muito altos, conforme as classes de fertilidade para esses atributos em uso no Estado de São Paulo (RAIJ, 1991).

Em relação à capacidade de troca catiônica (CTC), a adubação com o esterco bovino aumentou o seu valor de 47,70 para 59,40 mmol_c dm⁻³, que está associado ao aumento do teor de matéria orgânica de 16,54 para 21,18 g dm⁻³. O esterco é um componente importante do substrato, particularmente por aumentar o teor de

matéria orgânica e a CTC (ARTUR *et al.*, 2007).

A aplicação do esterco completou a função da calagem de elevar a porcentagem de saturação por bases do solo, elevando o valor de 33,8 (testemunha) para 58,0%, com a aplicação da dose de 100 g vaso⁻¹.

O comportamento das plantas de *Corymbia citriodora* oriundas de diferentes matrizes, doravante denominadas simplesmente de matrizes, foi o mesmo para as características de crescimento: altura, diâmetro, área foliar e produção de matéria seca das folhas, de caule e ramos, da parte aérea e das raízes, conforme resultados de análise de variância e teste de Tukey, P < 0,05 (Tabela 3). Sendo assim, em todas as variáveis de crescimento não houve efeito das matrizes. Com exceção da matéria seca de raízes, nas demais características foi observado efeito do esterco (Tabela 3).

As características altura, diâmetro e matéria seca de folhas, caule e ramos e da parte aérea apresentaram coeficientes de variação entre 22 a 25%. Os dados dessas variáveis apresentaram média dispersão, pelo fato dos valores de coeficiente de variação estarem entre 15 a 30%, com base na classificação de Martins (2002). Os dados de área foliar e matéria seca

Tabela 3. Resumo das análises de variância das características de crescimento das plantas de *Corymbia citriodora* aos 90 dias após o plantio em função das doses de esterco.

Table 3. *Corymbia citriodora* seedlings growth characteristics variance analysis summary at 90 days after the planting according the cattle manure levels.

Tratamentos	F (significâncias)							
	Altura	Diâmetro	AF ⁽¹⁾	MSF	MSC	MSPA	MSR	
Matrizes (M)	0,38 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,38 ^{ns}	2,95*	0,37 ^{ns}	1,46 ^{ns}	0,84 ^{ns}	
Esterco (E)	3,08*	2,55*	11,61**	8,87**	14,80**	13,16**	1,63 ^{ns}	
MxE	1,04 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,13 ^{ns}	
Matrizes	Médias ⁽²⁾							
	(cm)	(cm)	(mm)	(g)	(g)	(g)	(g)	
2	57 a	5,2 a	791 a	7,1 a	6,0 a	13,1 a	6,8 a	
8	60 a	5,4 a	949 a	8,7 a	6,0 a	14,7 a	6,6 a	
20	58 a	5,1 a	840 a	7,3 a	5,7 a	13,1 a	6,2 a	
29	60 a	5,4 a	911 a	8,2 a	6,2 a	14,4 a	7,4 a	
Doses (E) g vaso ⁻¹⁽³⁾	0	52	4,7	624	5,8	4,0	9,8	6,4
	25	55	5,3	632	6,9	5,2	12,1	7,3
	50	60	5,4	963	8,8	6,4	15,2	7,0
	75	67	5,9	1058	9,1	7,7	16,8	7,5
	100	59	5,0	1088	8,6	6,7	15,3	5,6
	Regressão Linear	6,56*	2,08 ^{ns}	40,85**	26,19**	45,52**	40,24**	0,63 ^{ns}
	Regressão Quadrática	2,42 ^{ns}	5,62*	0,59 ^{ns}	7,46*	9,87**	10,03*	4,40*
	CV% ⁽⁴⁾	22	22	31	24	25	23	35

(1) AF: Área Foliar; MSF: Massa de matéria seca das folhas; MSC: Massa de matéria seca de caule e ramos; MSPA: Massa de matéria seca da parte aérea; MSR: Massa de matéria seca das raízes

(2) Valores numa mesma coluna, seguidos de mesma letra, não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade; os valores apresentados são médias de quatro repetições.

ns: não significativo (P > 0,05); * e **: significativos, respectivamente, (P < 0,05) e (P < 0,01).

(3) Vaso contendo 5 dm³ (6,610 kg) de Latossolo Vermelho distrófico.

(4) CV: coeficiente de variação.

de raízes apresentaram, respectivamente, valores de coeficiente de variação de 31 e 35%, o que indica elevada dispersão dos dados, com base na classe de coeficiente de variação superior a 30% (MARTINS, 2002). Lang e Botrel (2008) também verificaram menores valores de coeficiente de variação para diâmetro do colo (20,19%) e altura (14,47%) de mudas de eucalipto, indicando baixa dispersão dos dados (MARTINS, 2002), em relação aos valores de 44,46% para matéria seca da parte aérea e 38,76% para matéria seca de raízes das mesmas plantas, de elevada dispersão.

Os valores relativamente altos de coeficiente de variação para área foliar e matéria seca de raízes do presente trabalho, provavelmente, se devem: às inúmeras variáveis de difícil controle durante a condução do experimento que interferem no tamanho das folhas e na quantidade de raízes formadas; às possíveis variáveis não controladas de leitura da área foliar e de perdas de raízes finas durante o processo de lavagem, entre outros fatores.

Mesmo não havendo efeito da interação matrizes x esterco em todas as características de crescimento estudadas (Tabela 3), foi feito o desdobramento dos graus de liberdade para o estudo dos efeitos do esterco em cada característica e matriz com o uso de equações de regressão. Os dados obtidos (Tabela 4) revelam que as respostas ao esterco foram diferentes entre as plantas oriundas de diferentes matrizes da seguinte forma: matriz 2, houve efeito linear do esterco na altura, na matéria seca de caule e ramos e na matéria seca da parte aérea; matriz 8, houve efeito linear do esterco na área foliar e efeitos quadráticos nas variá-

veis de matéria seca apenas dos componentes da parte aérea; matriz 20, houve efeito linear do esterco na área foliar, na matéria seca das folhas, de caule e ramos e da parte aérea; matriz 29, houve efeito linear do esterco na área foliar, efeitos quadráticos nas variáveis de matéria seca dos componentes da parte aérea e efeito quadrático na matéria seca das raízes. Sendo assim, o efeito do esterco foi linear nas características de crescimento em altura, diâmetro e área foliar das plantas provenientes das diferentes matrizes (Figura 1). Observa-se que as plantas oriundas das matrizes 2 e 8 apresentaram respostas semelhantes e lineares do esterco na matéria seca de caule e ramos e da parte aérea, e para matéria seca de folhas, houve efeito linear apenas nas plantas provenientes da matriz 20 (Figura 2). Com exceção da variável matéria seca das raízes, as plantas oriundas das matrizes 8 e 29 apresentaram respostas semelhantes às doses de esterco (Figura 2). As matrizes 8 e 29 apresentaram, respectivamente: valores máximos de matéria seca das folhas correspondentes às doses de 67,77 e 63,62 g vaso⁻¹ de esterco (equivalentes a 27,10 e 25,45 t ha⁻¹ de esterco); valores máximos de matéria de caules e ramos correspondentes às doses de 67,35 e 74,81 g vaso⁻¹ de esterco (equivalentes a 26,94 e 29,92 t ha⁻¹); e valores máximos de matéria seca da parte aérea correspondentes às doses de 63,58 e 68 g vaso⁻¹ de esterco (equivalentes a 25,43 e 27,20 t ha⁻¹). A média dessas doses de esterco por vaso é equivalente a 27 t ha⁻¹ (67,5 g vaso⁻¹). A máxima matéria seca de raízes das plantas da matriz 29 foi correspondente à dose de 46,82 g vaso⁻¹ de esterco, equivalente a 18,7 t ha⁻¹ de esterco.

Tabela 4. Resumo dos resultados das análises de regressão e das características de crescimento das plantas provenientes de quatro matrizes de *Corymbia citriodora*, aos 90 dias após o plantio, em função das doses de esterco bovino.

Table 4. Regression analysis results and growth characteristics result summary from four *Corymbia citriodora* mother trees at 90 days after the planting according the cattle manure levels.

Matrizes	Causas de Variação	F (significâncias)						
		Altura	Diâmetro	Área Foliar	Matéria seca de folhas	Matéria seca de caule e ramos	Matéria seca da parte aérea	Matéria seca de raízes
2	Reg. Linear	4,84*	1,34 ^{ns}	3,90 ^{ns}	3,94 ^{ns}	13,94**	8,95**	0,01 ^{ns}
	Reg. Quadr.	0,55 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,84 ^{ns}
8	Reg. Linear	0,35 ^{ns}	0,03 ^{ns}	10,09**	5,05*	5,53*	6,22*	0,14 ^{ns}
	Reg. Quadr.	0,02 ^{ns}	1,01 ^{ns}	3,72 ^{ns}	5,34*	5,08*	6,18*	0,69 ^{ns}
20	Reg. Linear	0,13 ^{ns}	0,14 ^{ns}	13,93**	10,41**	10,56**	12,39**	0,42 ^{ns}
	Reg. Quadr.	1,07 ^{ns}	2,35 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,00**	0,78 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,08 ^{ns}
29	Reg. Linear	3,89 ^{ns}	1,45 ^{ns}	15,20**	7,72**	17,30**	13,54**	0,25 ^{ns}
	Reg. Quadr.	1,42 ^{ns}	2,96 ^{ns}	0,20 ^{ns}	8,44**	6,25*	8,80**	7,49**

ns: não significativo (P > 0,05), ** e *: significativos, respectivamente, (P < 0,05) e (P < 0,01).

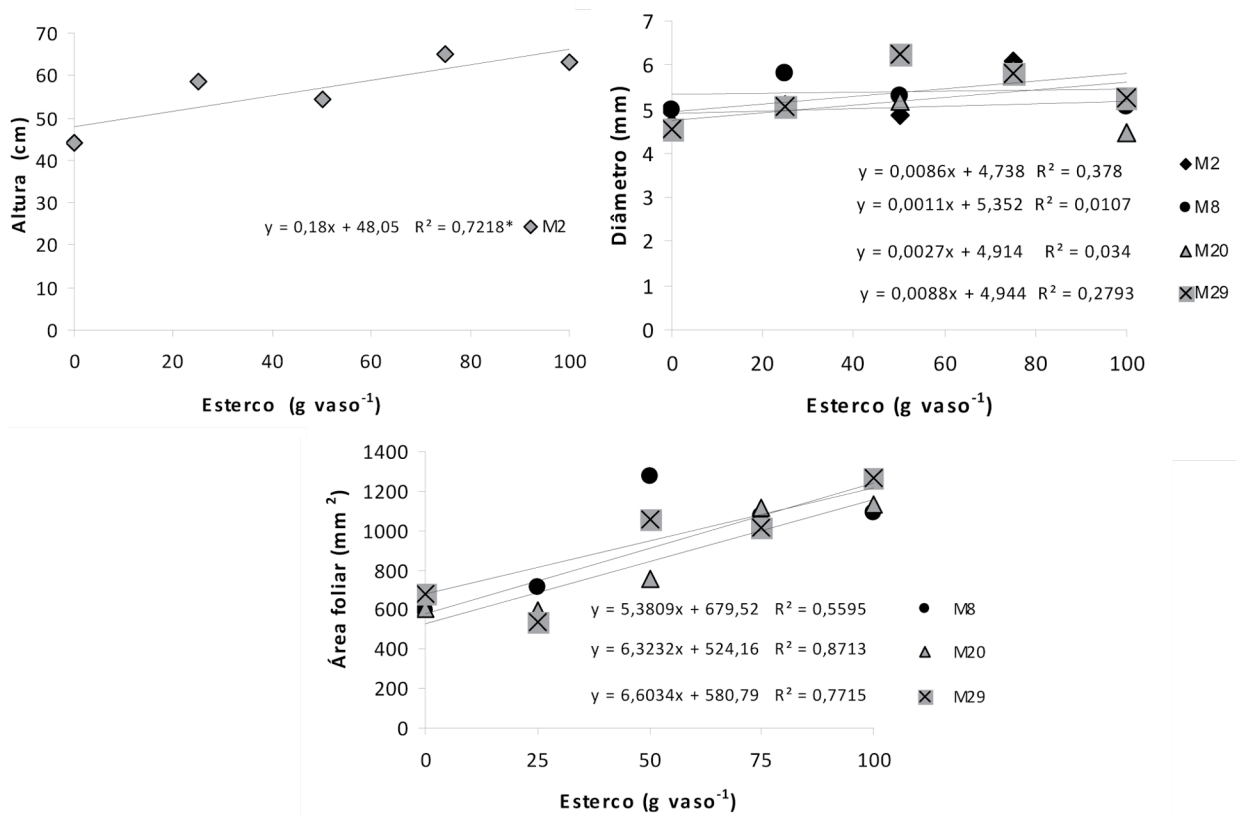


Figura 1. Variação da altura, diâmetro do colo, área foliar de plantas provenientes de matrizes (m) de *Corymbia citriodora* após 90 dias do plantio em função das doses de esterco bovino. Vaso contendo 5 dm³ de Latossolo Vermelho distróférrico.

Figure 1. Height, stem diameter and foliar area variation of plants from *Corymbia citriodora* mother trees at 90 days after the planting according the cattle manure levels. Pots with 5 dm³ of red Oxisol.

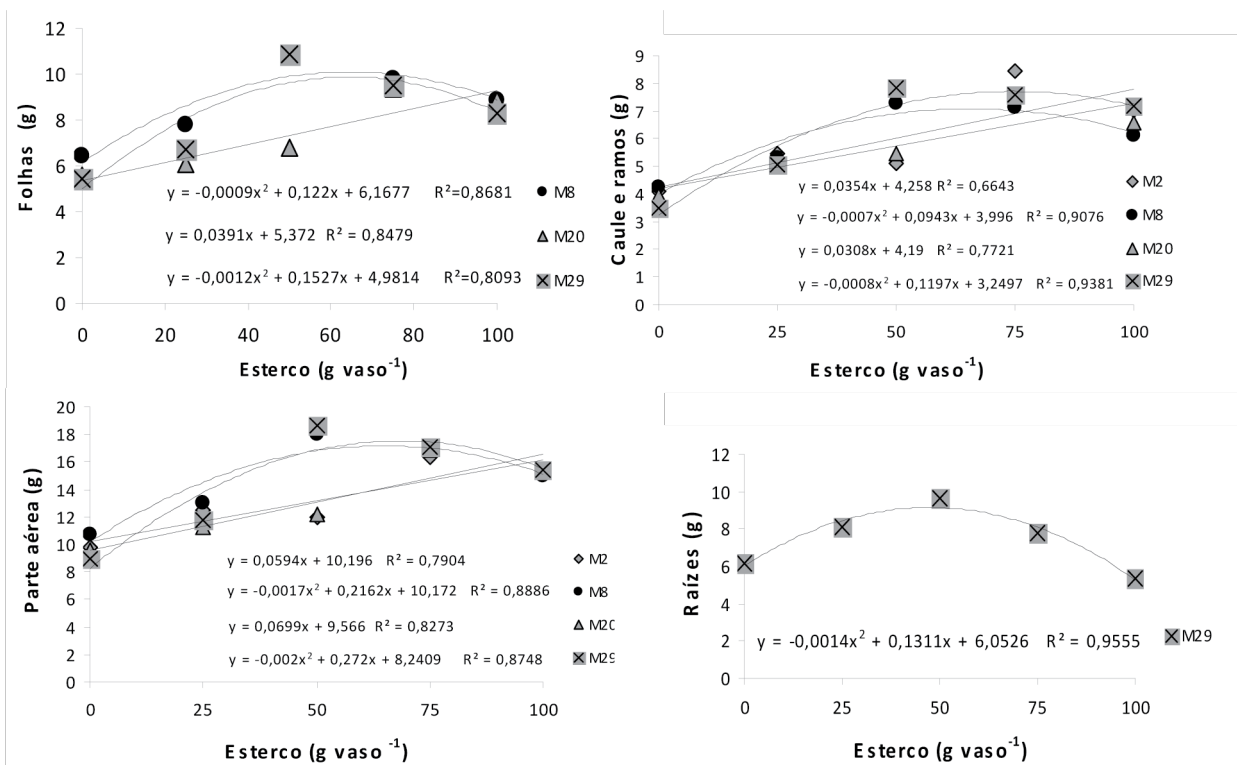


Figura 2. Variação da matéria seca das folhas, caule e ramos, da parte aérea e das raízes de plantas provenientes de matrizes (m) de *Corymbia citriodora* após 90 dias do plantio em função das doses de esterco bovino. Vaso contendo 5 dm³ de Latossolo Vermelho distróférrico.

Figure 2. Leaves, stem and branches, aerial part and roots dry matter variation of plants from *Corymbia citriodora* mother trees at 90 days after the planting according the cattle manure doses. Pots with 5 dm³ of Oxisol.

Os resultados sugerem que as plantas provenientes das matrizes 2 e 20 são mais exigentes em fertilidade do solo e exigem maiores doses de esterco do que as provenientes das matrizes 8 e 29, pois os efeitos do esterco nas características das matrizes 2 e 20 foram sempre lineares.

Com base nos coeficientes de correlação de Pearson dos resíduos das variáveis não foi encontrado correlação entre os atributos de fertilidade do solo e características de crescimento em altura diâmetro, área foliar e produção de matéria seca dos componentes das plantas.

Oliveira *et al.* (2008), ao estudarem efeito de esterco bovino e condicionador de solo no plantio de *Cedrela fissilis*, *Eucalyptus grandis*, *Acacia holocericeae* e *Schinus terebinthifolius*, verificaram maiores valores de altura e diâmetro das plantas que receberam esses componentes, em todas as espécies, com exceção da altura das plantas para a *Acacia holocericeae*. O maior incremento proporcionado pela adição do condicionador de solo ao esterco bovino foi para a espécie *Eucalyptus grandis*, correspondendo a 62,49% e 77,77% para altura das plantas e diâmetro do colo, respectivamente. Além do condicionador de solo, o esterco teve efeito significativo no crescimento do eucalipto.

A maioria dos trabalhos se referem ao uso de esterco bovino na produção de mudas florestais e não na fase de implantação. A adubação de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) com doses crescentes de esterco não teve efeito no crescimento das plantas, apresentou comportamento linear decrescente na matéria seca das folhas, do caule, da parte aérea e das raízes (ARTUR *et al.*, 2007). Carvalho Filho *et al.* (2004) observaram efeito benéfico para angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) adubado com esterco bovino.

O crescimento superior das mudas para todas as características e a proporção adequada entre o desenvolvimento da raiz e o da parte aérea, nos substratos com esterco bovino, indicam a necessidade desse componente no substrato, para a produção de mudas de melhor qualidade, como observaram Costa *et al.* (2005) ao analisarem substratos para produção de mudas de jenipapo. Do mesmo modo, Castro *et al.* (1996), ao avaliarem o efeito de substratos na produção de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.), verificaram influência positiva do esterco bovino nos substratos, proporcionando melhor crescimento das plantas.

CONCLUSÕES

As plantas responderam positivamente à aplicação de esterco bovino, porém de forma diferenciada para cada característica de crescimento avaliada, de forma linear ou quadrática.

As doses de esterco tiveram efeitos lineares nas características de crescimento e de produção de matéria seca das matrizes 2 e 20 e essas plantas exigem maiores doses de esterco do que as provenientes das matrizes 8 e 29.

A dose de esterco bovino que proporcionou melhor desenvolvimento das plantas provenientes das matrizes 8 e 29, em relação à produção de matéria seca dos componentes da parte aérea, foi próxima a 27 t ha⁻¹, equivalente a 67,5 g por vaso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.4, p.867-874, 2000.
- ARTUR, A.G.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; BARRETO, V.C.M.; YAGI, R. Esterco bovino e calcário para formação de mudas de guanandi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, jun. 2007.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Folha de Viçosa, p.127-186. 1990.
- BROTTERO, E.A. *Métodos de ensaios adotados no I.P.T. para o estudo de madeiras nacionais*. 2ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1956. 60p. (Boletim, 31).
- BRADY, N.C. *Natureza e propriedade dos solos*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.
- CAETANO, L.C.S.; CARVALHO, A.J.C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, n.4, p.1150-1155, 2006.
- CARUANA, R. Madeira!. *Caros Amigos*, São Paulo, v.11, n.124, p.34-39, 2007.

- CASTRO, E.M; ALVARENGA, A.A.; GOMIDE, M.B.; GEISENHOFF, L. Efeito de substratos na produção de mudas de Calabura (*Muntingia calabura* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, p.366-370, 1996.
- CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F. Produção de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p.61-67, 2004.
- COSTA, M.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.F.B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.1, p.19-24, 2005.
- DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.4, p.983-992, 2002.
- GONÇALVES, J.L.M.; RAIJ, B.; GONÇALVES, J.C. Florestais. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. p.247-259. (Boletim Técnico, 100).
- IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook). 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/cief/especies/citriodora.asp>>. Acesso em: 14 mai. 2008.
- LANG, D.Z.; BOTREL, M.C. Desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em diferentes substratos. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.1, n.1, p.107-117, 2008.
- LORENZI, H., SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 368p.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.
- MARTINS, G.A. **Estatística geral e aplicada**. São Paulo: Atlas, 2002. 417p.
- NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J.S.S.; SOUZA, C.A.M.; SILVA, S.A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, 2008.
- POGGIANI, F.; GUEDES, M.C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólidos em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2000. p.63-178.
- RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1991. 343p.
- RAIJ, B. ; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. v.1. 285 p.
- RESENDE, A.S.; SANTOS, A.O.; GONDIM, A.O.; XAVIER, R.P.; COELHO, C.H.M.; OLIVEIRA, O.C.; ALVES, B.J.R.; BODDLEY, R.M. URQUIAGA, S. **Efeito estufa e o sequestro de carbono em sistemas de cultivo com espécies florestais e na cultura de cana-de-açúcar**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 23p. (Documentos, 133).
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARER, V.H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- SCHUMACHER, M.V.; CALIL, F.N.; VOGEL, H.L.M. **Silvicultura Aplicada**. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. 120p.
- SILVA, E. **Os plantios florestais no Brasil**. Curitiba: SBS/SBEF, 1993. 719p. v.2.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEM, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188p.
- YAGI, R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.549-557, 2003.

Recebido em 31/05/2010

Aceito para publicação em 01/04/2011

