

## Crescimento de mudas de Baru e Gonçalves Alves em solo degradado, compactado ou não, suplementado com resíduo agroindustrial.

**Mizobata, K.K.G.S.<sup>(1)</sup>, Maltoni, K.L.<sup>(2)</sup>, Cassiolato, A.M.R.<sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Graduando em Ciências Biológicas; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)/Câmpus de Ilha Solteira; Ilha Solteira, São Paulo; kelliankenji@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professora Assistente-Doutora; UNESP/Câmpus de Ilha Solteira, maltoni@agr.feis.unesp.br; <sup>(3)</sup> Professora Assistente-Doutora; UNESP/Câmpus de Ilha Solteira, anamaria@bio.feis.unesp.br.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de Baru e Gonçalves Alves, arbóreas do Cerrado, em solo degradado, compactado e não compactado, suplementado com resíduo agroindustrial. O experimento foi conduzido, na UNESP/Câmpus de Ilha Solteira, em cultivo protegido, em vaso, com solo degradado, 03 doses de resíduo agroindustrial (0, 15 e 30 t ha<sup>-1</sup>), duas densidades (1,0 e 1,5 g cm<sup>-3</sup>) e duas plantas indicadoras (*Astronium fraxinifolium* e *Dipteryx alata*). As mudas foram avaliadas para altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Os resultados mostram que o *D. alata* teve a massa fresca da raiz influenciada negativamente pela compactação e foi pouco exigente quanto à adição de nutrientes. O *A. fraxinifolium* teve a massa fresca da raiz e a altura negativamente influenciados pela compactação, enquanto a adição do resíduo agroindustrial favoreceu o crescimento da planta em altura, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular.

**Termos de indexação:** Cerrado, cinza do bagaço da cana-de-açúcar, fertilidade do solo.

### INTRODUÇÃO

A revegetação de áreas degradadas no cerrado, a partir da introdução de espécies nativas, pode trazer vantagens, pois estas já estão adaptadas às condições ambientais presentes e terão maior chance de sobrevivência (Melo et al., 1998). De acordo com Ruivo (1993), a replantagem da vegetação possibilita a produção de matéria orgânica e recuperação da comunidade microbiana do solo, mas é necessária a utilização de insumos químicos e orgânicos (Leite et al., 1994).

Toneladas de resíduos, industriais e agrícolas, são geradas no processo de transformação de matérias-primas. A maioria destes resíduos não possui aplicação específica e pode gerar problemas ambientais. A região Noroeste do Estado de São Paulo e seu entorno têm assumido lugar de destaque em termos agroindustriais, devido à implantação de várias usinas do setor sucroalcooleiro, produzindo açúcar, álcool e resíduos (Freitas, 2005).

O destino corrente dos milhões de toneladas de cinza, produzidas na região, tem sido o solo, onde é aplicada como material de descarte (Freitas, 2005), mas sua utilização no processo produtivo pode ser ambiental e economicamente viável.

Várias espécies arbóreas de Cerrado vêm sendo valorizadas comercialmente, o *Dipteryx alata* Schott (baru) e o *Astronium fraxinifolium* Vog. (Gonçalo Alves), se encontram entre estas (Sano et al., 2004; Lorenzi, 1992).

Neste trabalho avalia-se o crescimento de mudas de *A. fraxinifolium* e *D. alata*, em solo de cerrado degradado, compactado e não compactado, utilizando resíduo agroindustrial como condicionante do solo degradado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em cultivo protegido, na UNESP/Câmpus de Ilha Solteira. O solo foi coletado na profundidade de 0,0 a 0,20 m, em área degradada, onde ocorreu remoção dos horizontes superficiais do solo, em cortes de até 10m de profundidade, na década de 60. Este material foi peneirado (4 mm), parte foi acondicionada em vasos plásticos (1 L) e compactado até atingir densidade= 1,5 g cm<sup>-3</sup>, outra parte foi acondicionada em sacos para mudas (2 L), tratamento sem compactação. Os tratamentos, consistiram em 3 doses de resíduo agroindustrial (0, 15 e 30 t ha<sup>-1</sup>), duas densidades (1,0 e 1,5 g cm<sup>-3</sup>) e duas plantas indicadoras (*A. fraxinifolium* e *D. alata*), que foram irrigadas com água purificada em sistema de osmose reversa.

O material de solo utilizado tem textura argilosa (482 g kg<sup>-1</sup> areia; silte 101 g kg<sup>-1</sup> e 417 g kg<sup>-1</sup> argila; Embrapa, 1997) e baixa disponibilidade de nutrientes (P= 3,0 mg dm<sup>-3</sup>; pH<sub>CaCl2</sub>= 4,5; MO= 10,0 g dm<sup>-3</sup>; K= 0,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca= 1,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 1,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al= 5,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 26,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC= 29,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 2,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V= 8,3 %) (Raij et al., 2001).

O resíduo agroindustrial utilizado trata-se de cinza produzida pela queima do bagaço da cana de açúcar, em caldeiras, nas usinas de produção de açúcar e álcool, doado por uma Usina da região. Este resíduo apresenta em análise de fertilidade (Raij et al., 2001) P= 167,0 mg dm<sup>-3</sup>; pH<sub>CaCl2</sub>= 8,9;

MO= 28,0 g dm<sup>-3</sup>; K= 36,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca= 242,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 23,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e Al= 0,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, como elementos disponíveis às plantas, ressalta-se que esta análise indica apenas os teores disponíveis e não os totais presentes no material.

As sementes de *D. alata* passaram por tratamento pré-germinativo, ou seja, o pericarpo foi removido mecanicamente. As sementes das duas espécies passaram por desinfecção com imersão em HCl 0,1%, por um minuto, seguida de lavagem em água purificada. As sementes foram introduzidas, duas a duas, nas unidades experimentais, em 10 de setembro de 2011, sendo o desbaste, realizado em 20 de novembro de 2011, deixando uma planta por unidade experimental.

Em 20 de junho de 2012, sete meses após o desbaste, as mudas foram avaliadas, para altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. As raízes coletadas foram lavadas em água corrente, secas com papel toalha, pesadas e fotografadas, para observação de sua morfologia. Depois foram secas em estufa (60°C) por 72 h, e o substrato (material de solo adicionado de resíduo) foi analisado para fertilidade (RAIJ et al., 2001).

Os dados coletados foram analisados estatisticamente (blocos casualizados, com parcelas subdivididas e 7 repetições) com o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise das plantas indicadoras, observa-se que a densidade inicial (1,0 e 1,5 g cm<sup>-3</sup>) influenciou negativamente a massa fresca da raiz de ambas, e a altura do *A. fraxinifolium* (Tabela 1). De acordo com Tavares e Barbosa (2001); Lipiec & Stcpniewski (1995) incrementos na densidade podem interferir, independente do regime de umidade, no crescimento da raiz e em sua morfologia, o que foi observado neste trabalho (Figura 1), onde ocorreu comportamento diferenciado das raízes em função da compactação nas unidades experimentais.

Trabalhando com eucalipto Reis et al. (1989) afirmam que impedimentos físicos ou químicos do solo podem dificultar o pleno desenvolvimento das raízes, outros autores relataram que, em condições de vaso (Rosolem et al., 1994), em experimentos de curta duração, e também no campo (Iijima & Kono, 1991), as raízes apresentam dificuldade em penetrar verticalmente as camadas de solo compactadas, contribuindo para explicar a morfologia observada.

Neves et al. (2005) avaliando a arquitetura das raízes de acácia negra observaram que a densidade está entre as condições físicas do solo que dificultam o pleno desenvolvimento radicular da espécie.

As raízes de *D. alata* e de *A. fraxinifolium* apresentaram dificuldades para crescer no solo mais compactado apresentando como consequência menor massa fresca do sistema radicular, o que no caso do *A. fraxinifolium* influenciou também a sua altura, sugerindo ser esta planta mais sensível à compactação do que o *D. alata*, que não apresentou resposta significativa à maioria dos tratamentos impostos.

Previtali (2007) trabalhando com mudas de pupunha em vaso, com diferentes níveis de compactação e diferentes solos, verificou que a pupunha tem seu crescimento em altura comprometido em solos argilosos compactados.

As doses de resíduo agroindustrial influenciaram o crescimento do *A. fraxinifolium*, apenas (Tabela 1), tendo sua influência sido positiva e linear para altura ( $Y = 4,8095^{**} + 0,5357^{**}x$ ,  $R^2 = 0,9985$ ), diâmetro do caule ( $Y = 1,0714^{**} + 0,3571x^{**}$ ,  $R^2 = 0,8929$ ), número de folhas ( $Y = -0,3095^{ns} + 2,0714x^{**}$ ,  $R^2 = 0,9902$ ), massa fresca da parte aérea ( $Y = -0,0262^{ns} + 0,1286x^{**}$ ,  $R^2 = 0,9838$ ), massa seca da parte aérea ( $Y = -0,0214^{ns} + 0,0643x^{**}$ ,  $R^2 = 0,9643$ ), massa fresca da raiz ( $Y = -0,0167^{ns} + 0,2143x^{**}$ ,  $R^2 = 0,9134$ ) e massa seca da raiz ( $Y = 0,0309^{ns} + 0,1036x^{**}$ ,  $R^2 = 0,8972$ ), enquanto a interação densidade x doses de resíduo influenciaram a massa fresca e seca da parte aérea do *A. fraxinifolium*, que se mostra mais exigente do que o *D. alata*, no que diz respeito à fertilidade do solo, e à densidade, embora esta segunda variável possa ter influenciado todo o desenvolvimento das plantas, posto que interferiu na morfologia do sistema radicular.

## CONCLUSÕES

O *D. alata* teve a massa fresca da raiz influenciada negativamente pela compactação e se mostrou pouco exigente em relação à adição de nutrientes.

O *A. fraxinifolium* teve a massa fresca da raiz e a altura influenciados negativamente pela compactação, e teve sua altura, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz favorecidos pela adição do resíduo agroindustrial.

A morfologia das raízes das duas espécies arbóreas foi alterada pela compactação.

## REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA/CNPS-RJ, Documentos, 1)



FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos. Anais. São Carlos:UFSCar, 2000. p.255-258.

FREITAS, E. S. Caracterização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar do município de campos dos goytacazes para uso na construção civil. Campo dos Goytacazes, 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo Dos Goytacazes - RJ, 2005.

IJIMA, M. & KONO, Y. Interspecific differences of the root system structures of four cereal species as affected by soil compaction. Japan Journal of Crop Science, 60: 130-138, 1991.

LEITE, L. L.; MARTINS, C. R.; HARIDASAN, M. Efeitos da descompactação e da adubação do solo na revegetação espontânea de uma cascalheira no Parque Nacional de Brasília. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL SPBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Foz do Iguaçu. Anais. Curitiba: UFPR/Fundação de Pesquisa Florestal do Paraná, 1994. p. 527-534.

LIPIEC, J. & STCPNIEWSKI, W. Effects of soil compaction and tillage systems on uptake and losses of nutrients. Soil & Tillage Research, 35:37-52. 1995.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1, 1. ed. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1992. 368p.

MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A.; SILVEIRA, C. E. S.; CALDAS, L. S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. (Eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1998. p. 193-243.

NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B.; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. Revista Árvore, 29: 897-905, 2005.

PREVITALI, R. von Z. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) em substrato compactado. Campinas, 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

RAIJ, B. V. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

REIS, G. G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. Revista Árvore, 13:1-18, 1989.

ROSOLEM, C. A.; ALMEIDA, A. C. S. & SACRAMENTO, L. V. S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. Bragantia, 53:259-266, 1994a.

RUIVO, M. L. P. Recuperação de áreas de mineração: uma experiência bem sucedida na Amazônia. In: FERREIRA, E. J. G.; SANTOS, G. M.; LEÃO, E. I. M.; OLIVEIRA, I. A. (Eds.). Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. Manaus: INPA, 1993. p.383-404

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. Baru: biologia e uso. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 52p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 116).

TAVARES FILHO, J. & BARBOSA, G.M. Resistência à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:725-730, 2001.



**Figura 1.** Sistema radicular de *Dipteryx alata* e *Astronium fraxinifolium*, em unidades experimentais, sendo (a) compactadas e (b) não compactadas.

**Tabela 1.** Valores médios de altura (H), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa fresca (MFR) e seca (MSR) do sistema radicular, probabilidade de F e coeficiente de variação (CV), para mudas de *D. alata* e *A. fraxinifolium*, sob diferentes densidades (DS) e doses de resíduo agroindustrial (RA).

Fontes de variação	H Cm	DC Mm	NF	MFPA	MSPA	MFR	MSR
				----- (g) -----			
<b><i>Dipteryx alata</i></b>							
<b>Densidade do Substrato (DS)</b>							
1,0 g cm <sup>-3</sup>	14,7	5,09	4,05	3,09	1,81	5,81a	2,62
1,5 g cm <sup>-3</sup>	13,7	5,29	4,05	2,71	1,52	3,76b	2,14
<b>Doses do Resíduo Agroindustrial (RA)</b>							
0 t ha <sup>-1</sup>	14,4	5,00	4,36	2,71	1,50	4,29	2,21
15 t ha <sup>-1</sup>	13,7	5,21	3,57	2,93	1,79	4,93	2,36
30 t ha <sup>-1</sup>	14,4	5,36	4,21	3,07	1,71	5,14	2,57
<b>Probabilidade de F</b>							
DS	2,367 <sup>ns</sup>	0,814 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	1,215 <sup>ns</sup>	1,742 <sup>ns</sup>	12,437 <sup>**</sup>	2,362 <sup>ns</sup>
RA	0,592 <sup>ns</sup>	0,966 <sup>ns</sup>	1,231 <sup>ns</sup>	0,361 <sup>ns</sup>	0,629 <sup>ns</sup>	0,787 <sup>ns</sup>	0,449 <sup>ns</sup>
DS*RA	2,154 <sup>ns</sup>	0,365 <sup>ns</sup>	0,323 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	0,145 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,165 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	14	13	35	39	42	39	42
<b><i>Astronium fraxinifolium</i></b>							
<b>Densidade do Substrato (DS)</b>							
1,0 g cm <sup>-3</sup>	6,5a	1,86	4,1	0,26	0,13	0,62a	0,28
1,5 g cm <sup>-3</sup>	5,3b	1,71	3,6	0,20	0,09	0,27b	0,19
<b>Doses de Resíduo Agroindustrial (RA)</b>							
0 t ha <sup>-1</sup>	5,4	1,36	1,6	0,09	0,04	0,19	0,11
15 t ha <sup>-1</sup>	5,8	1,93	4,1	0,25	0,12	0,52	0,28
30 t ha <sup>-1</sup>	6,4	2,07	5,8	0,35	0,16	0,62	0,32
<b>Probabilidade de F</b>							
DS	25,338 <sup>**</sup>	0,931 <sup>ns</sup>	01,243 <sup>ns</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	0,368 <sup>ns</sup>	0,985 <sup>**</sup>	0,345 <sup>ns</sup>
RA	06,851 <sup>**</sup>	8,690 <sup>**</sup>	26,178 <sup>**</sup>	1,036 <sup>**</sup>	1,145 <sup>**</sup>	0,546 <sup>**</sup>	0,606 <sup>**</sup>
DS*RA	00,284 <sup>ns</sup>	1,241 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>	0,382 <sup>*</sup>	0,382 <sup>*</sup>	0,183 <sup>ns</sup>	0,208 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	13	27	40	65	68	81	70

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, por fonte de variação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente. DS=Densidade do substrato; RA=Doses de resíduo agroindustrial.