

## AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE BARU (*Dipteryx alata*)

### COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE NUTRITIONAL STATUS FOR BARU (*Dipteryx alata*) SEEDLINGS

Thaís Soto Boni<sup>1</sup> Kátia Luciene Maltoni<sup>2</sup> Salatier Buzetti<sup>3</sup> Ana Maria Rodrigues Cassiolato<sup>4</sup>

#### RESUMO

Para o sucesso de um processo de revegetação, além de melhorar as condições edáficas da área, deve-se dispor de mudas de boa qualidade, o que pode ser avaliado pelo estado nutricional. Neste trabalho, avaliaram-se os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn de mudas de *Dipteryx alata* produzidas a pleno sol ou em cultivo protegido (30% de sombreamento), utilizando como substrato solo degradado, condicionado ou não com resíduo orgânico (32 t ha<sup>-1</sup> macrófitas) e com diferentes doses de fósforo (0, 100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), comparativamente à mudas e parte aérea de plantas adultas, coletadas em campo. A cada coleta de folhas em campo, o solo foi coletado e analisado para P, MO, pH, K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC. A mesma análise foi realizada nas unidades experimentais, ao final do experimento. Os resultados mostram que o *Dipteryx alata* é pouco exigente em P, que os teores foliares, nas mudas de campo, são superiores às plantas adultas em N, P, K e S e inferiores para Ca e que o estágio de desenvolvimento da planta não influenciou os teores foliares de Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn. O resíduo orgânico não foi suficiente para fornecer o N necessário às mudas produzidas. O cultivo a pleno sol propiciou maiores teores foliares de N, P, Ca, Mg, B, Cu, Fe e Mn. Teores foliares de N, P, K, Ca, B, Fe e Zn foram superiores na presença de resíduo orgânico.

**Palavras-chave:** solo degradado; resíduo orgânico; cerrado.

#### ABSTRACT

To a successful revegetation process, besides improving the edaphic area conditions, seedlings must have good quality, which can be assessed by nutritional status. This research evaluated the foliar contents of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, and Zn from *Dipteryx alata* seedlings produced under full sun or protected condition (30% of shade), using degraded soil as substrate, with or without organic residue added (32 t ha<sup>-1</sup> macrophyte) and with different phosphorus doses (0, 100, 200 e 300 mg dm<sup>-3</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), comparatively to seedlings and adult plants collected in the field. To each leaf sampling in the field, the soil was collected and analyzed for P, MO, pH, K, Ca, Mg, H+Al, SB and CTC. The same analysis was performed in the experimental units at the end of the experiment. The data showed that the *Dipteryx alata* presents low P requirement. The foliar levels, in seedling from field were higher than in adult plants, for N, P, K, and S, and lower for Ca, and the plant's developing stadium did not affect the foliar levels of Mg, B, Cu, Fe, Mn and

1 Bióloga, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ilha Solteira, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira (SP), Brasil. Bolsista do CNPq. thais.sboni@gmail.com

2 Engenheira Agrimensora, Dr<sup>a</sup>., Professora Assistente, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ilha Solteira, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Av. Brasil, 56, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira (SP), Brasil. maltoni@agr.feis.unesp.br

3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ilha Solteira, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Av. Brasil, 56, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira (SP), Brasil. Bolsista de Produtividade do CNPq. sbuzetti@agr.feis.unesp.br

4 Bióloga, Dr<sup>a</sup>., Professora Assistente, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ilha Solteira, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Av. Brasil, 56, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira (SP), Brasil. Bolsista de Produtividade do CNPq. anamaria@bio.feis.unesp.br

Zn. The organic residue was not enough to supplies the needed N to seedlings produced under experimental conditions. The cultivation under full sun provided higher foliar concentrations of N, P, Ca, Mg, B, Cu, Fe and Mn. The foliar levels of N, P, K, Ca, B, Fe and Zn were higher in the presence of organic residue.

**Keywords:** degraded soil; organic residue; savannah.

## INTRODUÇÃO

O Cerrado, segundo maior bioma da América do Sul (MMA, 2012), manteve-se inalterado até a década de 50. A partir de 1960, com a interiorização da capital brasileira e a implantação de novas infraestruturas viárias e energéticas, contribuindo para o desenvolvimento de atividades agrárias rentáveis, em detrimento de uma biodiversidade até então pouco alterada (VASCONCELOS e SANTOS, 2003).

Na região Noroeste do Estado de São Paulo, divisa com Mato Grosso do Sul, foi estabelecida em 1965 a Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira (CESP, 1988), a qual gerou extensas áreas degradadas (áreas de empréstimo), de onde foram removidos a vegetação e os horizontes superficiais do solo, o que resultou, ao longo do tempo, em insignificante regeneração natural mesmo dentro do bioma cerrado. Como explica Durigan (1999), nessas condições de degradação (terra planagem e cortes), o cerrado apresenta potencial de regeneração natural médio a lento.

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 quando em áreas degradadas, transformando o uso de espécies nativas, em uma alternativa promissora (MALTONI e VALÉRIO, 2000; MUNDIM et al., 2006). De acordo com Valcarcel e D'Alterio (1998), o uso da cobertura vegetal, como medida mitigadora de impacto ambiental, é uma opção prática, econômica e coerente.

Para o estabelecimento de vegetação em solos degradados de cerrado é necessária a utilização de corretivos, fertilizantes e adubos orgânicos (LEITE et al., 1994), considerando trabalhos de recuperação em áreas em que os horizontes superficiais do solo foram removidos, a necessidade de adição de matéria orgânica é ainda maior, portanto, é necessário buscar alternativas para introdução de insumos orgânicos que melhorem as condições químicas, físicas e biológicas do solo

degradado.

Para que um processo de revegetação seja bem sucedido é necessário melhorar as condições edáficas da área a ser revegetada, selecionar espécies adequadas às condições ambientais, pois, de acordo com Melotto et al. (2009), o ambiente influencia a adaptação e a sobrevivência de mudas a campo, bem como obter mudas de boa qualidade (DURYEA, 1984; MEXAL e LANDIS, 1990), o que vem sendo avaliado por meio de parâmetros morfológicos e fisiológicos, dentre estes, o estado nutricional (CARNEIRO, 1995), que pode contribuir para o sucesso da revegetação, no entanto, este e outros parâmetros têm sido de difícil análise quando se trata de espécies arbóreas nativas do cerrado, devido à lacuna existente na literatura para estas espécies.

Haridasan (2008) produz reflexões sobre este tema, quando cita que, embora os conceitos de deficiência e toxidez estejam bem estabelecidos para plantas cultivadas, estes não devem ser extrapolados indiscriminadamente às espécies nativas em seu ecossistema natural. A análise dos teores de nutrientes foliares tem se mostrado bom indicador do estresse nutricional para várias espécies, especialmente por comparação de plantas com pouco e ótimo suprimento de nutrientes (MALAVOLTA, 1980).

O baru (*Dipteryx alata* Vog.), leguminosa arbórea de ocorrência comum no Cerrado, faz parte de um grupo de cerca de 110 espécies nativas que apresentam potencial econômico e está entre as 10 mais promissoras para cultivo. É uma das poucas espécies que apresenta frutos com polpa carnosa durante a estação seca, sendo espécie importante para alimentação da fauna nessa época (LORENZI, 2000; SANO et al., 2004).

O plantio de baru em áreas a serem recuperadas pode trazer benefícios para a conservação da espécie (SANO et al., 2004) vem recebendo maior atenção, pois tem sido reportado que suas castanhas são ricas em proteínas e lipídeos e contêm alta concentração de cálcio, ferro e zinco, além de ácidos fenólicos, fitatos e tanino, que podem trazer benefícios à saúde humana (OLIVEIRA SOUSA et al., 2011; LEMOS et al.,

2012; SIQUEIRA et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional de mudas de *Dipteryx alata* produzidas a pleno sol ou em condições de cultivo protegido, utilizando diferentes substratos e doses de fósforo, comparativamente a mudas e parte aérea de plantas adultas coletadas em campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNESP-Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira. O solo foi coletado em área degradada pela construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira (SP), de onde foram removidos os horizontes superficiais (CESP, 1988). Este material apresenta baixa disponibilidade de nutrientes (pH  $\text{CaCl}_2 = 4,5$ ; P ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) = 3; MO ( $\text{g dm}^{-3}$ ) = 10;  $\text{K}^+$  ( $\text{mm}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 0,4;  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{mm}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 1;  $\text{Mg}^{2+}$  ( $\text{mm}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 1; H+Al ( $\text{mm}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 26;  $\text{Al}^{3+}$  ( $\text{mm}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 6; SB ( $\text{mm}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 2,4; CTC ( $\text{mm}_c \text{dm}^{-3}$ ) = 28,4; V (%) = 9, análise realizada segundo Raij et al. (2001).

O solo foi coletado na profundidade de 0,0 a 0,20 m, peneirado (malha de 4 mm) e acondicionado em sacos plásticos (capacidade 3 L). De acordo com o tratamento, foi incorporado ao solo, como condicionante orgânico, o equivalente a 32 t  $\text{ha}^{-1}$  de resíduo orgânico (macrófitas) e diferentes doses de fósforo, na forma de superfosfato triplo (Ca O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 x 2. ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ )<sub>2</sub>). Os tratamentos consistiram de quatro doses de fósforo (0, 100, 200 e 300  $\text{mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e duas de resíduo orgânico (com e sem). O experimento foi conduzido em cultivo protegido (CP), com 30% de sombreamento, e a pleno sol (PS), produzindo 16 tratamentos com 10 repetições, totalizando 160 unidades experimentais.

As macrófitas utilizadas como resíduo orgânico foram coletadas na Usina Hidrelétrica de Jupiá (MS), secas, passadas em picadeira (aproximadamente 5 mm.), incorporadas ao material de solo e incubadas por 60 dias. Antes da incorporação foram caracterizadas segundo Malavolta et al. (1989), apresentando: N ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 13,6; P ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 3,9; K ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 12,8; Ca ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 27,2; Mg ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 3,4; S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 4,6; B ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) = 39; Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) = 79; Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) = 1754; Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) = 486 e Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) = 91. O P foi incorporado ao solo na forma de superfosfato triplo (Ca ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ )<sub>2</sub>), ao mesmo tempo em que o resíduo orgânico.

As sementes de *Dipteryx alata* passaram por tratamento de pré-germinação com ruptura mecânica do endocarpo, imersão em hipoclorito de sódio a 0,1%, por um minuto, e lavagem em água destilada. Foram semeadas em areia lavada, na qual permaneceram por 60 dias, foram então transplantadas para as unidades experimentais. As mudas foram irrigadas com água purificada em sistema de osmose reversa, durante o período experimental, que teve oito meses de duração. Ao final do experimento, as plantas foram coletadas, secas e submetidas à análise foliar em acordo com Malavolta et al. (1997). Para a análise foliar, apenas os folíolos foram utilizados.

Para uma avaliação comparativa entre as mudas produzidas e as mudas e árvores coletadas em campo, a parte aérea de plantas adultas e mudas de *Dipteryx alata* foram coletadas em áreas de cerrado, nas proximidades da área de coleta do material de solo.

As plantas adultas amostradas produziram 10 amostras (cada amostra foi composta por 3 subamostras, coletadas na mesma árvore e na mesma altura) e as mudas produziram 5 amostras (cada amostra também composta de 3 subamostras), que foram utilizadas para comparação dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Estas foram secas e submetidas à análise foliar (MALAVOLTA et al., 1997). A coleta das folhas em campo foi conduzida nos meses de novembro e dezembro.

A cada coleta de folhas realizada em campo, o solo foi também coletado, sob as plantas, com três repetições, na profundidade de 0,0 a 0,20 m, e analisado para P, MO, pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V, de acordo com Raij et al. (2001). A mesma análise foi realizada no solo das unidades experimentais, ao final do experimento.

Os dados obtidos para solo e planta foram analisados utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados são discutidos considerando a análise da concentração de nutrientes foliares nas mudas produzidas nos tratamentos realizados, comparativamente às mudas e plantas adultas coletadas em campo, bem como às análises de solo relativas às unidades experimentais e aos dados de campo. Considerando a escassez de dados sobre a suficiência nutricional de *Dipteryx alata*, toma-se

como referência para esta discussão trabalhos de Haridasan (2005; 2008), Duboc e Guerrini (2007; 2008) entre outros, para diferentes fitofisionomias do cerrado e de Malavolta et al. (1997) para essências florestais.

Os teores foliares nas mudas, obtidas em campo (Tabela 1), são superiores, em relação às plantas adultas, para N, P, K e S, e menores para Ca, não tendo sido detectadas diferenças para os demais elementos avaliados (Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn), o que se justifica, segundo Malavolta (1980) e Faquim (2005), pelos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, que apresentam maior atividade metabólica em folhas mais novas, o que consome mais rapidamente os nutrientes nos processos de síntese e explica os menores teores foliares de Ca.

Quando analisadas, comparativamente, as mudas produzidas ao longo do experimento com as mudas e plantas adultas coletadas no campo (Tabela 1), nota-se que as mudas produzidas, independentemente do tratamento aplicado, apresentaram teores foliares de N inferiores (13,7 a 10,7 g kg<sup>-1</sup>) aos observados para mudas e plantas adultas coletadas em campo (26,4 e 23,4 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente), indicando a necessidade de oferta deste nutriente às mudas em seu período de produção e crescimento inicial. Este resultado indica que os tratamentos realizados não foram eficientes em fornecer a quantidade de N necessária à produção de mudas com mesmos teores de N que as encontradas em campo.

No trabalho de Duboc e Guerrini (2008), com diversas mudas de 12 meses de idade, o nitrogênio foliar variou de 21,8 a 11,8 g kg<sup>-1</sup>, reafirmando que os valores encontrados neste trabalho podem estar abaixo do necessário à produção de mudas de boa qualidade.

A macrófita incorporada ao solo como resíduo orgânico contém 13,6 g kg<sup>-1</sup> de N, no entanto, os resultados mostram que nem todo este nitrogênio foi disponibilizado para a planta, ou parte deste pode ter se perdido ao longo do período experimental. Segundo Torres et al. (2005), a maior mineralização de N de resíduos culturais deixados na superfície do solo ocorre 42 dias após a dessecação.

Sano et al. (2004) relacionam o rápido crescimento de mudas de *Dipteryx alata*, nos primeiros 45 dias após sua germinação, à reserva presente nos cotilédones. Esta reserva pode ter perdurado, neste experimento, durante o período de mineralização do N.

Os conteúdos foliares de P observados para mudas (1,8 g kg<sup>-1</sup>) e plantas adultas (1,1 g kg<sup>-1</sup> adultas), em campo, sugerem que os tratamentos com produção de mudas a pleno sol, com adição de resíduo orgânico e doses de P variando de 100 a 300 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, foram eficientes em fornecer o nutriente às mudas de *Dipteryx alata* (Tabela 1).

Considerando os teores foliares de P observados nas mudas produzidas, ressalta-se a importância da adubação fosfatada para que quantidades adequadas sejam disponibilizadas às plantas. A maior disponibilidade de P (Tabela 2), no entanto, nem sempre se refletiu em maiores teores foliares de P na parte aérea do *Dipteryx alata*, indicando baixa demanda pela planta.

Santos et al. (2008) verificaram comportamento semelhante para guanandi e óleo-bálsamo, isto é, a absorção do P foi pouco influenciada pela adubação fosfatada. Para Malavolta et al. (1997), as essências florestais, como araucária, eucalipto, pinus, pupunha e seringueira, apresentam teores foliares de P entre de 1,0 a 2,3 g kg<sup>-1</sup> quando adultas. Duboc e Guerrini (2008), trabalhando com 9 espécies nativas de cerrado, verificaram que 7 delas apresentaram teores foliares de P inferiores a 2,0 g kg<sup>-1</sup>. Haridasan (2005) apresenta dados de várias espécies de ampla distribuição no cerrado, com teores foliares de P variando de 0,23 a 1,88 g kg<sup>-1</sup>. O autor cita, ainda, que as espécies mais abundantes, em solos distróficos, parecem ser menos exigentes em nutrientes por apresentarem menores concentrações foliares, dados que corroboram as observações deste trabalho, e levam a afirmar que o *Dipteryx alata* não é exigente em P.

Com relação aos teores de K foliar, verificam-se valores da ordem de 8,1 a 10,8 g kg<sup>-1</sup> para plantas adultas e mudas coletadas em campo, respectivamente. Haridasan (2005) apresenta valores variando de 2,1 a 17,3 g kg<sup>-1</sup> para arbóreas de cerrado, enquanto Duboc e Guerrini (2008) apresentam valores variando entre 3,3 e 9,5 g kg<sup>-1</sup>, estando os teores de K observados em campo dentro destas faixas de variação, bem como os teores observados para as mudas produzidas 3,3 a 7,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 1).

A maioria dos valores observados nas mudas produzidas está aquém do que foi verificado em campo, apenas o tratamento com cultivo a pleno sol, adição de resíduo orgânico e 300 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (PS + CRO + 3P) se aproximou dos resultados de campo, indicando que os tratamentos não foram eficientes em fornecer K na quantidade necessária à

TABELA 1: Valores médios de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn da parte aérea das mudas (MCC) e plantas adultas de *Dipteryx alata* (PACC) coletadas em campo, comparadas entre si, bem como das mudas produzidas (Trat) sob cultivo protegido (CP) e pleno sol (PS), comparados com mudas (MCC) e plantas adultas de *Dipteryx alata* coletadas em campo (PACC), seguidos dos valores de F e coeficientes de variação (CV).

TABLE 1: Mean values of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn of *Dipteryx alata* seedlings (MCC) and adult plants (PACC) collected in the field, comparede between each other and produced seedlings (Trat) established under protected cultivation (CP) or full sun (PS), compared with *Dipteryx alata* seedlings (MCC) and adult plants (PACC) collected in the field, followed by F values and coefficients of variation (CV).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
Anava para plantas coletadas em campo											
MCC	26,4a	1,8a	10,8a	3,4b	1,8	1,6a	43,8	7,0	86,2	138,4	23,0
PACC	24,4b	1,0b	8,1b	5,1a	1,9	1,0b	35,8	6,4	143,7	221,6	23,5
Valores de F	7,014*	12,490**	6,912*	5,196*	0,117 <sup>ns</sup>	13,000**	4,162 <sup>ns</sup>	0,481 <sup>ns</sup>	3,028 <sup>ns</sup>	5,234*	0,210 <sup>ns</sup>
CV(%)	9	27	21	30	29	25	19	24	25 <sup>1</sup>	17 <sup>1</sup>	27
Anava para mudas produzidas comparadas com plantas coletadas em campo											
MCC	26,4a	1,8a	10,8a	3,4d	1,8	1,6ab	43,8ab	7,0a	86,2def	138,4fg	23,0a
PACC	23,4a	1,1b	8,1ab	5,1abcd	1,9	1,0c	35,8abc	6,4ab	143,7cdef	221,6efg	23,5a
CP+SRO+0P	10,7b	1,0b	5,0bcd	3,7cd	2,0	1,0c	13,7f	1,7c	72,0ef	652,0ab	8,0bc
PS+SRO+0P	12,3b	1,0b	4,3bcd	4,0bcd	2,0	1,0c	24,3cdef	2,0c	346,7ab	832,3a	8,7bc
CP+CRO+0P	12,0b	1,0b	6,3bcd	3,7cd	2,3	1,0c	15,0f	2,0c	54,0f	66,7g	15,7abc
PS+CRO+0P	13,7b	1,0b	4,3bcd	5,3abcd	3,0	1,0c	30,3bcde	2,7bc	261,0abc	118,3g	18,7ab
CP+SRO+1P	11,7b	1,0b	5,0bcd	4,0bcd	2,0	1,0c	15,0f	1,3c	100,0cdef	619,3ab	6,7c
PS+SRO+1P	11,7b	1,0b	3,3d	4,3abcd	3,0	1,0c	25,0cdef	1,7c	335,7ab	590,0bc	9,0bc
CP+CRO+1P	12,7b	1,0b	6,7bcd	5,7abcd	2,7	1,0c	15,7ef	2,0c	60,7ef	91,0g	15,3abc
PS+CRO+1P	13,3b	1,3ab	4,67bcd	6,0abcd	3,0	1,3bc	34,0abc	4,0abc	217,7bcde	129,7g	15,0abc
CP+SRO+2P	11,0b	1,0b	5,0bcd	4,4abcd	2,3	1,0c	13,7f	1,3c	87,3def	371,3cdef	6,7c
PS+SRO+2P	11,7b	1,0b	3,7cd	4,3abcd	3,0	1,0c	35,0abc	4,7abc	347,3ab	470,7bcd	10,0bc
CP+CRO+2P	11,0b	1,0b	5,7bcd	6,7ab	2,7	1,0c	15,3ef	2,3c	57,0f	82,0g	14,7abc
PS+CRO+2P	13,0b	2,0a	5,7bcd	7,0a	3,0	1,0c	46,3a	3,3abc	113,0cdef	99,3g	14,0abc
CP+SRO+3P	11,0b	1,0b	5,3bcd	5,3abcd	3,0	1,0c	12,3f	1,7c	78,7ef	297,7defg	8,7bc
PS+SRO+3P	11,3b	1,0b	3,7cd	5,3abcd	2,7	1,0c	31,3abcd	4,7abc	431,0a	438,3bcde	8,0bc
CP+CRO+3P	11,7b	1,0b	6,7bcd	6,3abc	3,0	1,0c	17,0def	2,0c	61,3ef	107,7g	15,0abc
PS+CRO+3P	13,7b	2,0a	7,7abc	7,0a	2,7	2,0a	7,3abc	4,0abc	249,0abcd	81,7g	16,7abc
Valores de F	64,469**	8,218**	7,700**	4,663**	4,133 <sup>ns</sup>	6,176**	17,058**	8,911**	12,857**	28,269**	8,825**
CV (%)	9	19	23	20	18	18	19	16	18	28	26

Em que: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, por Anava, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%. <sup>ns</sup> = valores não significativos; \*\* = valores significativos para  $P \leq 0,01$ . Tratamentos: SRO = sem resíduo orgânico; CRO = com resíduo orgânico; 0P = sem adição de fósforo; 1P = adição de 100 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2P = adição de 200 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3P = adição de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. <sup>1</sup>Dados transformados por  $\sqrt{x+0,5}$ , valores das médias mantidos.

adequada nutrição das mudas. No entanto, a baixa disponibilidade de K no experimento é semelhante ao campo, indicando a possibilidade de baixa

demanda deste nutriente pelo *Dipteryx alata*.

As plantas em campo apresentam teores de Ca variando de 3,4 a 5,1 g kg<sup>-1</sup>, mudas e plantas

TABELA 2: Valores médios de P, MO, pH, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup>, SB e CTC do solo, de acordo com os tratamentos de solo (Trat) estabelecidos sob cultivo protegido (CP) e a pleno sol (PS), comparados com o solo coletado sob mudas (MCC) e plantas adultas (PACC) de *Dipteryx alata* coletadas em campo, seguidas dos valores de F e coeficientes de variação (CV).

TABLE 2: Mean values of P, MO, pH, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup>, SB e CTC of soil, in accordance with the soil treatments (Trat) established under protected cultivation (CP) or full sun (PS), compared with the soil under seedlings (MCC) and adult plants (PACC) of *Dipteryx alata* collected in the field, followed by F values and coefficients of variation (CV).

Tratamentos	P	MO	pH	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC
	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
MCC	5,2d	15,6a	4,6c	1,0	5,0de	6,0	37,6a	11,6ef	48,8a
PACC	5,6d	15,1ab	4,4c	0,9	3,5e	4,9	35,7a	9,1f	44,6ab
CP+SRO+0P	8,0d	10,0cdef	5,3abc	1,3	6,0cde	6,3	15,0b	13,7ef	28,7de
PS+SRO+0P	7,7d	8,7ef	5,7ab	1,0	6,0cde	5,0	14,0b	12,0ef	26,0e
CP+CRO+0P	5,7d	12,0bcde	6,0a	1,0	14,3ab	7,3	11,0b	22,7abc	33,7cde
PS+CRO+0P	5,0d	11,3cdef	6,0a	1,0	14,7ab	6,0	12,7b	21,7abcd	34,3cde
CP+SRO+1P	26,3c	8,7ef	6,0a	1,0	8,0cde	6,0	13,3b	15,7cdef	28,3de
PS+SRO+1P	30,7c	10,0cdef	6,0a	1,0	8,3cde	5,3	14,7b	14,67def	29,3de
CP+CRO+1P	37,0c	11,7bcde	6,0a	1,0	16,3a	8,0	12,3b	25,3a	37,7bcd
PS+CRO+1P	33,0c	13,3abc	6,0a	1,0	14,3ab	6,3	13,3b	21,7abcd	35,0bcde
CP+SRO+2P	64,7b	8,0f	6,0a	1,0	9,0cd	5,7	14,0b	15,7cdef	29,7de
PS+SRO+2P	58,7b	9,3def	5,7ab	1,0	7,3cde	5,0	15,7b	13,3ef	29,0de
CP+CRO+2P	69,3b	11,0cdef	6,0a	1,0	16,3a	6,7	13,0b	24,3ab	37,3bcd
PS+CRO+2P	66,7b	11,7bcde	6,0a	1,0	15,0ab	6,0	13,7b	22,0abcd	35,7bcde
CP+SRO+3P	103,3a	9,3def	5,7ab	1,0	10,7bc	5,7	16,0b	17,3bcde	33,3cde
PS+SRO+3P	99,0a	10,0cdef	6,0a	0,7	9,0cd	5,0	16,0b	14,7def	30,7de
CP+CRO+3P	111,7a	12,0bcde	6,0a	1,0	18,7a	6,7	14,7b	26,3a	41,0abc
PS+CRO+3P	103,0a	12,3abcd	6,0a	1,0	18,3a	6,3	15,3b	25,7a	41,0abc
Valores de F	145,050**	114,832**	10,682**	0,890 <sup>ns</sup>	31,038**	1,883 <sup>ns</sup>	103,888**	18,235**	15,419**
CV (%)	15	10	7	23	17	20	9	15	9

Em que: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5%. <sup>ns</sup> = valores não significativos; \*\* = valores significativos para P ≤ 0,01. Tratamentos: SRO = sem resíduo orgânico; CRO = com resíduo orgânico; 0P = sem adição de fósforo; 1P = adição de 100 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2P = adição de 200 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3P = adição de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

adultas, respectivamente, enquanto as mudas produzidas apresentam variações de 3,7 a 7,0 g kg<sup>-1</sup> valores superiores aos observados em campo (Tabela 1). Da análise de solo (Tabela 2) depreende-se que os níveis de Ca encontrados em alguns dos tratamentos superam o Ca do solo em campo, mas não produziram teores foliares de Ca que mereçam destaque. Haridasan (2005) apresenta resultados nos quais os teores foliares de Ca, para várias espécies arbóreas de cerrado, variam entre 1,0 e 10,6 g kg<sup>-1</sup>, faixa em que se inserem os valores observados para o *Dipteryx alata*, indicando que os níveis no solo não foram limitantes, estando as mudas produzidas adequadamente supridas de Ca.

Os tratamentos estabelecidos não influenciaram os teores de Mg foliar das mudas produzidas (2,0 a 3,0 g kg<sup>-1</sup>) e se mostram próximos

aos teores encontrados nas mudas e plantas adultas coletadas em campo, 1,8 e 1,9 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1).

Tanto o solo amostrado em campo, como o solo oriundo dos tratamentos, se mostram semelhantes quanto ao conteúdo de Mg, o que permite afirmar que a adição do condicionante orgânico selecionado não contribuiu para elevar os teores de Mg no solo, assim como não contribuiu para elevar os teores foliares deste nas mudas produzidas. Com relação às mudas, fica a dúvida quanto aos níveis apresentados serem suficientes, ou apenas os possíveis devido à quantidade de Mg disponível. Nos trabalhos de Duboc e Guerrini (2008), Haridasan (2005) e Malavolta et al. (1997) observa-se que os teores foliares de Mg variam de 1,5 a 3,0 g kg<sup>-1</sup> (mudas de 12 meses), de 0,6 a 2,2 g

kg<sup>-1</sup> (plantas adultas) e de 1,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup> (essências florestais adultas), sugerindo que estas plantas não necessitam de maiores suprimentos de Mg.

Nas mudas coletadas em campo os teores foliares de S foram de 1,6 g kg<sup>-1</sup>, apenas os tratamentos com cultivo a pleno sol, com adição de resíduo orgânico e de 100 e 300 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, apresentam resultados semelhantes. Valores de S foliar apresentados por Duboc e Guerrini (2008), para mudas de espécies arbóreas de cerrado, com 12 meses, foram inferiores a estes (0,7 a 1,1 g kg<sup>-1</sup>), para essências florestais Malavolta et al. (1997) encontraram valores entre 1,4 e 2,6 g kg<sup>-1</sup>, sugerindo baixa exigência em S pelo *Dipteryx alata*.

A análise do B e do Cu na parte aérea das mudas e plantas adultas oriundas do campo mostram valores semelhantes aos observados nos tratamentos a pleno sol (Tabela 1), mas com comportamento variável em relação à presença de resíduo orgânico e a doses de P. Com frequência, os teores foram associados às maiores quantidades de P fornecidas ao substrato, sugerindo interação do local de produção da muda e do fornecimento de P, com a utilização de B e Cu pelas mesmas.

Duboc e Guerrini (2007) observaram para mudas de cagaita, com 12 meses, que os teores foliares de B e Cu aumentaram na presença de adubação fosfatada, corroborando o comportamento observado no presente trabalho para o *Dipteryx alata*.

Os teores foliares de Fe (Tabela 1) apresentam grande variação (54 a 431 mg kg<sup>-1</sup>), nas plantas coletadas em campo, os valores variam de 86,2 mg kg<sup>-1</sup> (mudas) a 143,7 mg kg<sup>-1</sup> (plantas adultas). Neste caso chama a atenção os tratamentos conduzidos em cultivo protegido e com resíduo orgânico (Tabela 4), nos quais os teores foliares de Fe foram os mais baixos (54 a 61,3 mg kg<sup>-1</sup>). Duboc e Guerrini (2008) observaram valores sempre superiores a 100 mg kg<sup>-1</sup> nas mudas avaliadas, enquanto Gomes e Shepherd (2000) relataram teores foliares de Fe da ordem de 1211 mg kg<sup>-1</sup> em cravo-do-campo, em campo, e Malavolta et al. (1997) para essências florestais, citaram variações entre 25 e 200 mg kg<sup>-1</sup>, o que mostra grande variação nos teores foliares deste elemento.

Os teores de Mn foliar das mudas e plantas adultas coletadas em campo (138,4 e 221,6 mg kg<sup>-1</sup>) são diferentes, do observado nas mudas produzidas sem adição de resíduo orgânico e nas menores doses de P (0P e 1P), cujas mudas apresentaram elevados teores foliares de Mn (832,33 mg kg<sup>-1</sup>). Em outros

tratamentos, as mudas também apresentam valores de Mn elevados, todos sem resíduo orgânico. Nos tratamentos com adição de P, porém, estes teores foram reduzidos, não importando o local de cultivo (Tabela 3). Esta observação confere ao P e ao resíduo orgânico significativa importância no processo de utilização do Mn pelas plantas.

Duboc e Guerrini (2007 e 2008) avaliaram os teores de Mn foliares para diferentes mudas de arbóreas de cerrado e obtiveram valores entre 12 e 124 mg kg<sup>-1</sup>. Gomes e Shepherd (2000) obtiveram 96 mg kg<sup>-1</sup> de Mn, para plantas adultas de cravo-do-campo e Malavolta et al. (1997) para essências florestais de 4 a 600 mg kg<sup>-1</sup>. Tomando estes valores por referência, verifica-se a necessidade de adição de condicionante orgânico e P ao substrato, para garantir adequação na disponibilização de Mn às mudas.

Tanto mudas quanto plantas adultas coletadas em campo apresentam 23 mg kg<sup>-1</sup>, Zn foliar, valor que se aproxima dos encontrados nos tratamentos com adição de resíduo orgânico, e variáveis quanto ao local de cultivo e à dose de P aplicada (Tabela 1). Condição semelhante foi relatada por Duboc e Guerrini (2007 e 2008), bem como por Gomes e Shepherd (2000), cujos valores (5 a 60 mg kg<sup>-1</sup>) foram compatíveis com os apresentados por Malavolta et al. (1997) para essências florestais.

Analisando as mudas produzidas, frente aos tratamentos aplicados (Tabela 3), cabe comentar que as mudas produzidas a pleno sol apresentam maiores teores foliares para N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe e Mn, menores de K e não apresentam diferenças para os teores de S e Zn, quando comparadas com as mudas produzidas em cultivo protegido. Outros autores relatam efeitos positivos do sombreamento sobre o crescimento de mudas de *Dipteryx alata*, mas não há indicações de estado nutricional das mesmas (MOTA et al., 2012; SANO et al., 2004; AJALLA et al., 2012).

As mudas em tratamentos que receberam resíduo orgânico (Tabela 3) apresentam maiores teores foliares de N, P, K, Ca, S, B e Zn, menores de Fe e Mn e não tiveram os teores foliares de Mg influenciados. Materiais orgânicos vêm sendo aplicados ao solo há muito tempo, com o objetivo de melhorar as condições físicas, químicas e também biológicas destes. De acordo com Pavinato e Rosolem (2008), a decomposição do material orgânico no solo, libera compostos orgânicos que influenciam a disponibilidade de nutrientes, e deve

TABELA 3: Valores médios de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn da parte aérea das mudas produzidas.  
 TABLE 3: Mean values of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn from shoots of seedlings produced.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu <sup>1</sup>	Fe <sup>1</sup>	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
Local de Cultivo (LC)											
CP	11,4b	1,0b	5,7a	5,0b	2,4b	1,0b	14,7b	1,8b	71,4b	286,0b	11,3
PS	12,6a	1,3a	4,7b	5,4a	2,8a	1,2a	33,0a	3,4a	287,7a	345,0a	12,5
Resíduo Orgânico (RO)											
SRO	11,4b	1,0b	4,4b	4,4b	2,5	1,0b	21,3b	2,4	224,8a	534,0a	8,2b
CRO	12,7a	1,3a	6,0a	6,0a	2,7	1,2a	26,4a	2,8	134,2b	97,0b	15,6a
Doses de Fósforo (DP)											
0P	12,1	1,0	5,0	4,2	2,3	1,0	20,8	2,1	183,4	417,3	12,8
1P	12,3	1,1	4,9	5,0	2,7	1,1	22,4	2,3	178,5	357,5	11,5
2P	11,8	1,3	5,0	5,6	2,8	1,0	27,6	2,9	151,2	255,8	11,3
3P	11,9	1,3	5,8	6,0	2,7	1,3	24,5	3,1	205,0	231,3	12,1
Valores de F											
LC	25,138**	49,0**	9,766**	4,172*	17,286*	16,0**	238,316**	22,012**	196,622**	5,926**	3,532 <sup>ns</sup>
RO	29,000**	49,0**	21,391**	47,207**	3,571 <sup>ns</sup>	16,0**	18,489**	3,300 <sup>ns</sup>	30,316**	324,068**	142,721**
DP	1,690 <sup>ns</sup>	9,0**	1,682 <sup>ns</sup>	12,540**	2,810 <sup>ns</sup>	8,0**	6,085**	1,720 <sup>ns</sup>	1,652 <sup>ns</sup>	12,890**	1,069 <sup>ns</sup>
LCxRO	4,172*	49,0**	0,766 <sup>ns</sup>	1,690 <sup>ns</sup>	0,143 <sup>ns</sup>	16,0**	6,440**	0,169 <sup>ns</sup>	8,330**	2,538 <sup>ns</sup>	0,162 <sup>ns</sup>
LCxDP	1,598 <sup>ns</sup>	9,0**	1,016 <sup>ns</sup>	0,678 <sup>ns</sup>	0,524 <sup>ns</sup>	8,0**	6,494**	1,452 <sup>ns</sup>	2,360 <sup>ns</sup>	0,878 <sup>ns</sup>	0,204 <sup>ns</sup>
ROxDP	0,678 <sup>ns</sup>	9,0**	1,557 <sup>ns</sup>	2,885 <sup>ns</sup>	3,571*	8,0**	0,247 <sup>ns</sup>	1,129 <sup>ns</sup>	1,173 <sup>ns</sup>	12,262**	0,871 <sup>ns</sup>
LCxRO xDP	0,678 <sup>ns</sup>	9,0**	1,766 <sup>ns</sup>	0,402 <sup>ns</sup>	1,667 <sup>ns</sup>	8,0**	0,633 <sup>ns</sup>	1,419 <sup>ns</sup>	0,844 <sup>ns</sup>	1,123 <sup>ns</sup>	1,784 <sup>ns</sup>
CV (%)	6	13	22	15	15	13	17	18	16	27	18

Em que: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, por tratamentos, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5%. ns = valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para  $P \leq 0,01$  e  $\leq 0,05$ , respectivamente. Tratamentos: CP = cultivo protegido; PS = cultivo a pleno sol; SRO = sem resíduo orgânico; CRO = com resíduo orgânico; 0P = sem adição de fósforo; 1P = adição de 100 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2P = adição de 200 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3P = adição de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. <sup>1</sup>Dados transformados por  $\sqrt{x+0,5}$ , valores das médias mantidos.

ser considerada importante fonte de nutrientes, pois sua decomposição resulta em mineralização dos nutrientes presentes nos tecidos em decomposição.

As doses de P aplicadas influenciaram nos teores foliares de P, Ca, S, B e Mn (Tabela 3). Ao analisar os desdobramentos verificam-se efeitos lineares e crescentes dos teores foliares para P e Ca, estes resultados estão relacionados à maior disponibilidade de P e Ca ( $Y_P^{**} = 0,916667 + 0,0916667x$ ,  $R^2 = 0,8963$ ;  $Y_{Ca}^{**} = 3,666667 + 0,608333x$ ,  $R^2 = 0,9769$ ) adicionados ao solo, pelo superfosfato triplo, utilizado no experimento. Os efeitos para S e B não foram bem explicados pelas equações de regressão ( $Y_S^{**} = 0,916667 + 0,066667x$ ,  $R^2 = 0,5333$ ;  $Y_B^{**} = 19,791667 + 1,616667x$ ,  $R^2 = 0,5122$ ), sugerindo que outras avaliações sejam realizadas. O Mn respondeu linear e negativamente à aplicação das doses de P ( $Y_{Mn}^{**} = 480,416667 - 65,966667x$ ,  $R^2 = 0,9552$ ), isto é, o Mn foliar foi menor nas maiores doses de P, o que pode estar relacionado a reações destes elementos no solo.

Supõe-se, em acordo com os achados de Shahandeh et al. (2003), que a redução na disponibilidade de Mn pode estar ligada à adsorção de P.

Os efeitos relativos às interações mostram que N, P, K, Ca, S, B, Fe e Mn foram influenciados pelo local de cultivo e pela adição de resíduo orgânico (Tabela 4) e que o cultivo a pleno sol contribuiu para a ocorrência de teores mais elevados, da maioria dos elementos citados, em relação ao cultivo protegido, bem como na presença de resíduo orgânico, à exceção do Fe e do Mn, que na presença de resíduo orgânico tiveram os teores foliares reduzidos, comportamento observado para Fe e Mn, em relação à adição de resíduo orgânico, se mostra oposto ao encontrado por Cavalcante et al. (2012), que citam o incremento foliar em Fe e Mn em plantas de pinha com 36 meses de idade em função de doses crescentes de matéria orgânica adicionada e atribuem este resultado ao Fe e Mn presentes na mesma.

O resíduo orgânico utilizado, neste



TABELA 4: Resultados da interação local de cultivo (LC) e resíduo orgânico (RO) para teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, em mudas produzidas e respectivos valores de F.

TABLE 4: Results of the interaction place of cultivation (LC) and organic residue (RO) for leaf contents of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn, in seedlings produced and respective values of F.

Tratamentos	LC			LC		
	Cultivo Protegido	Pleno Sol	Valores de F	Cultivo Protegido	Pleno Sol	Valores de F
	N (g kg <sup>-1</sup> )			P (g kg <sup>-1</sup> )		
Sem RO	11,0bB	11,8bA	5,581*	1,0	1,0b	0,000 <sup>ns</sup>
Com RO	11,8aB	13,5aA	27,586**	1,0B	1,6aA	98,000**
Valores de F	4,414*	24,897**		0,000 <sup>ns</sup>	98,000**	
	K (g kg <sup>-1</sup> )			Ca (g kg <sup>-1</sup> )		
Sem RO	5,1bA	3,8bB	8,000**	4,3b	4,5b	0,276 <sup>ns</sup>
Com RO	6,3a	5,6a	2,531 <sup>ns</sup>	5,6aB	6,3aA	5,586*
Valores de F	7,031*	15,125**		15,517**	33,379**	
	Mg (g kg <sup>-1</sup> )			S (g kg <sup>-1</sup> )		
Sem RO	2,3B	2,8A	10,286**	1,0	1,0b	0,000 <sup>ns</sup>
Com RO	2,5B	2,9A	7,143*	1,0B	1,3aA	32,000**
Valores de F	2,571 <sup>ns</sup>	1,143 <sup>ns</sup>		0,000 <sup>ns</sup>	32,000**	
	B (mg kg <sup>-1</sup> )			Cu (mg kg <sup>-1</sup> )		
Sem RO	13,7B	28,9bA	83,202**	1,5B	3,3A	13,022**
Com RO	15,8B	37,0aA	161,553**	2,1B	3,5A	9,159**
Valores de F	1,553 <sup>ns</sup>	23,376**		2,482 <sup>ns</sup>	0,987 <sup>ns</sup>	
	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )			Mn (mg kg <sup>-1</sup> )		
Sem RO	84,5B	365,2aA	142,947**	485,1aB	582,8aA	8,110**
Com RO	58,3B	210,1bA	62,006**	86,8b	107,3b	0,354 <sup>ns</sup>
Valores de F	3,432 <sup>ns</sup>	35,214**		134,623**	191,983**	
	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )					
Sem RO	7,5b	8,9b	2,604 <sup>ns</sup>			
Com RO	15,2a	16,1a	1,090 <sup>ns</sup>			
Valores de F	76,252**	66,631**				

Em que: Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, por variável, não diferem estatisticamente entre si para  $P \leq 5\%$  <sup>ns</sup> = valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para  $P \leq 0,01$  e  $\leq 0,05$ , respectivamente.

experimento, apresenta teores de Fe e Mn de 1754 mg kg<sup>-1</sup> e 486 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, o que não contribui para explicar o observado. Outra possibilidade seria, de acordo com Malavolta (1979), o pH do solo, que variou de 5,3 a 6,0 (Tabela 2) e poderia ter reduzido a disponibilidade destes elementos no solo. Tal redução, no entanto, ocorreria na maioria dos tratamentos estabelecidos e não apenas na presença de resíduo orgânico.

A análise do desdobramento da interação entre doses de P e local de cultivo (Tabela 5), mostra que os teores foliares de P, Ca, S, B, Cu, Fe e Mn foram influenciados pelas crescentes doses de P, principalmente quando as mudas foram conduzidas a pleno sol, a exceção do Ca e do Mn, que foram influenciados pelo local de cultivo, apenas na ausência de adubação fosfatada. As equações de regressão mostram comportamento linear e crescente para P, Ca, S e Cu, linear e decrescente

para Mn, e comportamento quadrático apenas para B e Fe. Observações que corroboram as discussões anteriores.

Na Tabela 6 é apresentado o desdobramento da interação doses de P e a presença ou não de resíduo orgânico, cujos teores foliares de P, K, S e B apresentam resultados lineares e crescentes em função da dose de P aplicada, na presença de resíduo orgânico. Mg e Mn apresentam-se influenciados pelas doses de P apenas na ausência de resíduo orgânico, confirmando a importância da adição de resíduo orgânico ao substrato de produção das mudas, enquanto os teores foliares de Ca respondem linearmente à adição de P tanto na presença como na ausência de resíduo orgânico, o que está relacionado à presença de Ca no insumo utilizado (superfosfato triplo).

TABELA 5: Desdobramento das interações, significativas e não significativas, para doses de fósforo (DP) vs local de cultivo (LC) para variáveis analisadas, equações de regressão, significância de seus termos e respectivos valores de t, bem como R<sup>2</sup> e valores de F (F).

TABLE 5: Interactions, significant and no significant, for doses of phosphorus (DP) x place of cultivation (LC), by analysed variables, regression equations, significance of its terms and their values of t, followed by R<sup>2</sup> and F values (F).

Tratamentos	Doses de P				Equações de Regressão	R <sup>2</sup>	F
	0P	1P	2P	3P			
LC	N (g kg <sup>-1</sup> )						
CP	11,3b	12,2	11,0b	11,3b	Y <sup>ns</sup>	--	2,460 <sup>ns</sup>
OS	13,0a	12,5	12,3a	12,5a	Y <sup>ns</sup>	--	0,828 <sup>ns</sup>
F	13,793 <sup>**</sup>	0,552 <sup>ns</sup>	8,828 <sup>**</sup>	6,759 <sup>*</sup>			
	P (g kg <sup>-1</sup> )						
CP	1,0	1,0	1,0b	1,0b	Y <sup>ns</sup>	--	0,000 <sup>ns</sup>
OS	1,0	1,2	1,5a	1,5a	Y <sup>**</sup> = 0,833333+0,183333x t 11,547 <sup>**</sup> 6,957 <sup>**</sup>	0,8963	18,000 <sup>**</sup>
F	0,000 <sup>ns</sup>	4,000 <sup>ns</sup>	36,000 <sup>**</sup>	36,000 <sup>**</sup>			
	K (g kg <sup>-1</sup> )						
CP	5,7	5,8a	5,3	6,0	Y <sup>ns</sup>	--	0,365 <sup>ns</sup>
OS	4,3	4,0b	4,7	5,7	Y <sup>ns</sup>	--	2,333 <sup>ns</sup>
F	4,000 <sup>ns</sup>	7,562 <sup>**</sup>	1,000 <sup>ns</sup>	0,250 <sup>ns</sup>			
	Ca (g kg <sup>-1</sup> )						
CP	3,7b	4,8	5,5	5,8	Y <sup>**</sup> = 3,166667+0,716667x t 8,148 <sup>**</sup> 5,050 <sup>**</sup>	0,9362	9,080 <sup>**</sup>
OS	4,7a	5,2	5,7	6,2	Y <sup>**</sup> = 4,166667+0,500000x t 10,721 <sup>**</sup> 3,523 <sup>**</sup>	0,9999	4,138 <sup>*</sup>
F	4,966 <sup>**</sup>	0,552 <sup>ns</sup>	0,138 <sup>ns</sup>	0,552 <sup>ns</sup>			
	Mg (g kg <sup>-1</sup> )						
CP	2,2	2,3b	2,5b	2,5	Y <sup>ns</sup>	--	1,048 <sup>ns</sup>
OS	2,5	3,0a	3,0a	2,8	Y <sup>ns</sup>	--	2,286 <sup>ns</sup>
F	2,286 <sup>ns</sup>	9,143 <sup>**</sup>	5,143 <sup>*</sup>	2,286 <sup>ns</sup>			
	S (g kg <sup>-1</sup> )						
CP	1,0	1,0	1,0	1,0b	Y <sup>ns</sup>	--	0,000 <sup>ns</sup>
OS	1,0	1,2	1,0	1,5a	Y <sup>**</sup> = 0,833333+0,133333x t 11,547 <sup>**</sup> 5,060 <sup>**</sup>	0,5333	16,000 <sup>**</sup>
F	0,000 <sup>ns</sup>	4,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	36,000 <sup>**</sup>			
	B (mg kg <sup>-1</sup> )						
CP	14,3b	15,3b	14,5b	14,7b	Y <sup>ns</sup>	--	0,069 <sup>ns</sup>
OS	27,3a	29,5a	40,7a	34,3a	Y <sup>**</sup> = 14,2916667+13,841667x-2,1250x <sup>2</sup> t 3,071 <sup>**</sup> 3,260 <sup>**</sup> -2,542 <sup>**</sup>	0,6653	12,511 <sup>**</sup>
F	30,231 <sup>**</sup>	35,901 <sup>**</sup>	122,480 <sup>**</sup>	69,188 <sup>**</sup>			
	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )						
CP	1,8	1,7	1,8b	1,8b	Y <sup>**</sup> = 1,498773+0,170325x t 9,529 <sup>**</sup> 2,966 <sup>**</sup>	0,9348	3,136 <sup>*</sup>
OS	2,3	2,8	4,0a	4,3a			
F	0,846 <sup>ns</sup>	3,203 <sup>ns</sup>	10,107 <sup>**</sup>	12,211 <sup>**</sup>			
	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )						
CP	63,0b	80,3b	72,2b	70,0b	Y <sup>**</sup> = 22,345282-5,882559x+1,189430x <sup>2</sup> t 9,774 <sup>**</sup> -2,820 <sup>**</sup> 2,897 <sup>**</sup>	0,7466	0,253 <sup>ns</sup>
OS	303,8a	276,7a	230,2a	340,0a			
F	65,977 <sup>**</sup>	40,098 <sup>**</sup>	26,711 <sup>**</sup>	70,917 <sup>**</sup>			
	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )						
CP	359,3b	355,2	226,7	202,7	Y <sup>**</sup> = 435,583333-59,850000x t 10,362 <sup>**</sup> -3,899 <sup>**</sup>	0,8683	5,836 <sup>**</sup>
OS	475,3a	359,8	285,0	260,0	Y <sup>**</sup> = 525,250000-72,083333x t 12,459 <sup>**</sup> -4,696 <sup>**</sup>	0,9268	7,931 <sup>**</sup>
F	5,711 <sup>*</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	1,444 <sup>ns</sup>	1,395 <sup>ns</sup>			
	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )						
CP	11,8	11,0	10,7	11,8	Y <sup>ns</sup>	--	0,456 <sup>ns</sup>
OS	13,7	12,0	12,0	12,3	Y <sup>ns</sup>	--	0,817 <sup>ns</sup>
F	2,180 <sup>ns</sup>	0,649 <sup>ns</sup>	1,153 <sup>ns</sup>	0,162 <sup>ns</sup>			

Em que: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, por variável, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5%. ns = valores não significativos; \* e \*\* = valores significativos para P ≤ 0,01 e ≤ 0,05, respectivamente. Trat = tratamentos; CP = cultivo protegido; PS = pleno sol; 0P = sem adição de fósforo; 1P = adição de 100 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2P = 200 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3P = 300 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

TABELA 6: Desdobramento das interações, significativas e não significativas, para doses de fósforo (DP) vs resíduo orgânico (RO), para variáveis analisadas, equações de regressão, significância de seus termos e respectivos valores de t, bem como R<sup>2</sup> e valores de F (F).TABLE 6: Interactions, significant and no significant, for doses of phosphorus (DP) organic residue (RO), by analysed variables, regression equations, significance of its terms and their values of t, followed by R<sup>2</sup> and F values (F).

Tratamentos	Doses de P				Equações de Regressão	R <sup>2</sup>	F
	0P	1P	2P	3P			
RO	N (g kg <sup>-1</sup> )						
SRO	11,5b	11,7b	11,3	11,2b	Y <sup>ns</sup>	--	0,460 <sup>ns</sup>
CRO	12,8a	13,0a	12,0	12,7a	Y <sup>ns</sup>	--	1,908 <sup>ns</sup>
F	8,828**	8,828**	2,207 <sup>ns</sup>	11,172**			
	P (g kg <sup>-1</sup> )						
SRO	1,0	1,0	1,0b	1,0b	Y <sup>ns</sup>	--	0,000 <sup>ns</sup>
CRO	1,0	1,2	1,5a	1,5a	Y** = 0,833333+0,183333x	0,8963	18,000**
F	0,000 <sup>ns</sup>	4,000 <sup>ns</sup>	36,000**	36,000**	t 11,547** 6,957**		
	K (g kg <sup>-1</sup> )						
SRO	4,7	4,1b	4,3	4,5b	Y <sup>ns</sup>	--	0,208 <sup>ns</sup>
CRO	5,3	5,7a	5,7	7,2a	Y* = 4,583333+0,5500007x	--	3,031*
F	1,000 <sup>ns</sup>	5,062*	4,000 <sup>ns</sup>	16,000**	t 7,939** 2,609*		
	Ca (g kg <sup>-1</sup> )						
SRO	3,8	4,2b	4,3b	5,3b	Y* = 3,250000+0,466667x	0,8711	4,138*
CRO	4,5	5,8a	6,8a	6,7a	t Y** = 8,362** 3,288** 2,208333+2,625000x	0,9898	11,287**
F	2,207 <sup>ns</sup>	13,793**	31,034**	8,828**	t 2,500* 3,257**		
	Mg (g kg <sup>-1</sup> )						
SRO	2,0b	2,5	2,7	2,5	Y** = 1,833333+0,266667x	0,9143	5,333**
CRO	2,7a	2,8	2,8	2,8	t 9,602** 3,825**		1,048 <sup>ns</sup>
F	9,143**	2,286 <sup>ns</sup>	0,571 <sup>ns</sup>	2,286 <sup>ns</sup>	Y <sup>ns</sup>		
	S (g kg <sup>-1</sup> )						
SRO	1,0	1,0	1,0	1,0b	Y <sup>ns</sup>	--	0,000 <sup>ns</sup>
CRO	1,0	1,2	1,0	1,5a	Y** = 0,833333+0,133333x	0,5333	16,000**
F	0,000 <sup>ns</sup>	4,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	36,000**	t 11,547** 5,060**		
	B (mg kg <sup>-1</sup> )						
SRO	19,0	20,0b	24,3b	21,8b	Y <sup>ns</sup>	--	1,964 <sup>ns</sup>
CRO	22,7	24,8a	30,8a	27,1a	Y* = 21,500+1,950000x	0,6653	4,369*
F	2,405 <sup>ns</sup>	4,179*	7,558**	5,088*	t 10,500** 2,608*		
	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )						
SRO	1,8	1,5b	2,8	3,0	Y <sup>ns</sup>	--	2,398 <sup>ns</sup>
CRO	2,3	3,0a	3,0	3,2	Y <sup>ns</sup>	--	0,451 <sup>ns</sup>
F	0,636 <sup>ns</sup>	5,973*	0,340 <sup>ns</sup>	0,430 <sup>ns</sup>			
	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )						
SRO	209,3	217,8a	217,3a	254,8a	Y <sup>ns</sup>	--	0,452 <sup>ns</sup>
CRO	157,5	139,2b	85,0b	155,2b	Y <sup>ns</sup>	--	3,373 <sup>ns</sup>
F	2,256 <sup>ns</sup>	7,352**	17,195**	7,033*			
	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )						
SRO	742,2a	604,7a	421,0a	368,0a	Y** = 860,500000 -130,616667x	0,9622	25,083**
CRO	92,5b	110,3b	90,7b	94,7b	t 20,470** -8,509**		0,069 <sup>ns</sup>
F	179,126**	103,709**	46,311**	31,708**	Y <sup>ns</sup>	--	
	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )						
SRO	8,3b	7,8b	8,3b	8,3b	Y <sup>ns</sup>	--	0,081 <sup>ns</sup>
CRO	17,2a	15,2a	14,3a	15,5a	Y <sup>ns</sup>	--	1,859 <sup>ns</sup>
F	50,613**	34,883**	23,351**	36,486**			

Em que: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, por variável, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5%. ns = valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P ≤ 0,01 e ≤ 0,05, respectivamente. Trat = tratamentos; SRO = sem resíduo orgânico; CRO = com resíduo orgânico; 0P = sem adição de fósforo; 1P = adição de 100 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2P = adição de 200 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3P = adição de 300 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## CONCLUSÕES

O *Dipteryx alata*, nas condições experimentais utilizadas, mostrou-se pouco exigente em fósforo.

As mudas obtidas em campo apresentaram teores foliares de N, P, K e S superiores e Ca inferior às plantas adultas.

O estágio de desenvolvimento da planta não influenciou nos teores foliares de Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

A adição do resíduo orgânico (32 t ha<sup>-1</sup>) ao solo degradado não foi suficiente para garantir teor foliar de N equivalente entre mudas produzidas e mudas coletadas em campo.

Os teores foliares de N, P, K, Ca, B, Fe e Zn, nas mudas produzidas, foram superiores na presença de resíduo orgânico.

O cultivo de mudas a pleno sol propiciou maiores teores foliares de N, P, Ca, Mg, B, Cu, Fe e Mn.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa produtividade aos terceiro e quarto autores e à Pró-Reitoria de Pesquisa da Unesp pela Bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJALLA, A. C. A. et al. Produção de mudas de Baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 888-896, set. 2012.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florais**. Curitiba: UFPR/FUPEF. 1995. p. 57 - 92.
- CAVALCANTE, L. F. et al. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 579-588, jul./set. 2012.
- CESP. Ilha Solteira: a cidade e a usina. São Paulo:CESP, 1988. 93p.
- DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. Concentração foliar de espécies arbóreas nativas do Cerrado sob adubação com nitrogênio e fósforo. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPOSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICIAS, 2. Brasília, 2008. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. Disponível em: [http://www.cpac.embrapa.br/publicacoes/search\\_pbl/5?q=DUBOC](http://www.cpac.embrapa.br/publicacoes/search_pbl/5?q=DUBOC), E. Acessado em: jul de 2012.
- DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. Desenvolvimento inicial e nutrição da cagaita em áreas de Cerrado degradado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 24p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 182).
- DURIGAN, G. Técnicas silviculturais à restauração. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS NATURAIS, 1. Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1999.
- DURYEA, M. L. Nursery cultural practices: impacts on seedling quality. In: DURYEA, M. L.; LANDIS, T. D. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Corvallis: Martinus Nijhoff, 1984. p. 143-164.
- FAQUIM, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE. 2005. 183p.
- 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.
- GOMES, M. A.; SHEPHERD, S. L. K. Estudo de nutrição mineral *in vitro* relacionado à adaptação de *Sinningia allagophylla* (Martius) Wiehler (Gesneriaceae) às condições de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 153-159, jun. 2000.
- HARIDASAN, M. Competição por nutrientes em espécies arbóreas de cerrado. In: SOUZA-SILVA, J. C.; FELFINI, J. M. (orgs). Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília, **Ministério do Meio Ambiente**, 2005. p. 169 - 178.
- HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campo dos Goytacazes, v. 20, n. 3, p. 183-195, jul./set. 2008.
- 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, 1994. **Anais...** Curitiba: UFPR/Fundação de Pesquisa Florestal do Paraná, 1994. p. 527-534.
- LEMONS, M. R. B. et al. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential

- of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog.). **Food Research International**, Ontario, v. 48, n. 2, p.592 - 597, oct. 2012.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, vol.1, Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 351p.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4ª Ed. São Paulo: Editora Ceres, 1979. 255p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1980. 215p.
- MALAVOLTA, E. et al. Sobre a composição mineral do aguapé (*Eichornia crassipes*). **Anais da ESALQ-USP**, Piracicaba, v. 46 (parte 1), p. 155-162, 1989.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- MALTONI, K. L.; VALÉRIO FILHO, W.V. Contribuições da revegetação para as características químicas do subsolo. In: SIMPÓSIO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4. Blumenau, 2000. **Anais... Silvicultura Ambiental**. Blumenau: FUBRA/SOBRAD. 2000.
- MELOTTO, A. et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 425-432, mai./ jun. 2009.
- MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS. Oregon, 1990. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. p. 17-37.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/itemlist/category/56-cerrado>. Acessado em: 22 out 2012.
- MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, jul./ set. 2012.
- MUNDIM, T. G. et al. Avaliação de espécies nativas do bioma cerrado na revegetação de áreas degradadas de cerrado *sensu stricto*. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, Brasília, v. 18. p. 47-64, dez. 2006.
- OLIVEIRA SOUSA, A. G. et al. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, Barking, v. 44, v. 7, p. 2311-2325, aug. 2011.
- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 911-920, may/jun. 2008.
- RAIJ, B. V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru: biologia e uso**. Planaltina (DF): Embrapa Cerrado, 2004. 52 p. (Série: Documento, n. 116)
- SANTOS, J. Z. L. et al. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 99-807, set./out. 2008.
- SHAHANDEH, H.; HOSSNER, L. R.; TURNER, F. T. Phosphorus relationships to manganese and iron in rice soils. **Soil Science**, v. 168, p. 489-500, 2003.
- SIQUEIRA, E. M. A. et al. Consumption of baru seeds [*Dipteryx alata* Vog.], a Brazilian savanna nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats. **Food Research International**, Barking, v. 45, n. 1, p. 427-433, jan. 2012.
- TORRES, J. L. R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 609-618, jul./ago. 2005.
- VALCARCEL, L.; D'ALTERIO, C. F. V. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 5, n. 1, p. 68-88, jan/dez. 1998.
- VASCONCELOS, V. F.; SANTOS, R. J. A. Chegada do projeto Prodecer-I em Irai de Minas e os migrantes. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 2. Uberlândia, 2003. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 15p. Disponível em: <<http://www.ig.ufub.br/2srg/1/1-121A.pdf>>. Acessado em 06 fev. 2010.