

Avaliação comparativa do estado nutricional de mudas do *Xylopia aromatica* introduzidas em solo degradado⁽¹⁾;

Thaís Soto Boni⁽²⁾; Angelica Oviedo Rodriguez⁽³⁾; Kellian Kenji Gonzaga da Silva Mizobata⁽⁴⁾; Kátia Luciene Maltoni⁽⁵⁾.

(1) Trabalho executado com recursos do CNPq.

(2) Mestranda em Agronomia, UNESP/ Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP, E-mail para contato: thais.sboni@gmail.com; (3) Graduanda em Engenharia Florestal, Universidad del Tolima, Ibagué/Tolima; (4) Mestranda em Agronomia, UNESP/ Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP; (5) Docente do Depto. Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP/ Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP.

RESUMO: Para que um processo de revegetação seja bem-sucedido, além de melhorar as condições edáficas da área a ser revegetada, deve-se selecionar espécies adequadas às condições ambientais, e mudas de boa qualidade, o que vem sendo avaliado por meio de parâmetros morfológicos e fisiológicos, dentre estes o 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 *Xylopia aromatica* presentes em área experimental com solo degradado em processo de recuperação com a incorporação de resíduos orgânicos e inorgânicos. A critério de comparação, as mesmas análises foram realizadas em mudas de *Xylopia aromatica* de cerrado natural. Foram realizadas análises de fertilidade do solo de ambas as áreas. A avaliação nutricional mostra semelhança entre as mudas introduzidas na área degradada e as de cerrado conservado para a maior parte dos nutrientes avaliados: N, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn. Quanto a fertilidade, o P, MO, Al, Cu e Fe no cerrado foram superiores no cerrado em relação ao solo condicionado com resíduos.

Termos de indexação: fertilidade, resíduos, revegetação.

INTRODUÇÃO

O Cerrado, segundo maior bioma da América Latina, é reconhecido como a savana mais rica do mundo. A combinação de alta riqueza de espécies e elevado grau de ameaça levou a inclusão do Cerrado na lista de áreas consideradas críticas para a conservação da biodiversidade no mundo, denominadas *hotspots* (SLOAN et al., 2014).

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 e terão maior chance de sobrevivência (MUNDIM et al., 2006).

Para reintrodução da vegetação em solos degradados de cerrado, que apresentam baixa fertilidade natural e demarcado regime pluviométrico, é necessário utilizar insumos

químicos e orgânicos (PEDROL et al., 2010), indicando a necessidade de condicionamento químico o que pode ser feito com resíduos, que apresentam possibilidade de substituir insumos, caso de macrófitas aquáticas, removidas das unidades geradoras em Usinas Hidrelétricas (VELINI et al., 2005), e da cinza, oriunda da queima do bagaço da cana-de-açúcar em caldeiras (FREITAS, 2005), que podem ser adicionados ao solo como condicionantes.

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 de espécies de cerrado, bem como obter mudas de boa qualidade, o que vem sendo avaliado por meio de parâmetros morfológicos e fisiológicos, dentre estes o estado nutricional (Carneiro, 1995).

A *Xylopia aromatica* Lam. (Mart.), da família Annonaceae, também conhecida como Pimenta de Macaco, é uma espécie que apresenta ampla distribuição no cerrado e ecologicamente é utilizada para reconstituir áreas degradadas, especialmente em solos improdutivos e secos (LORENZI, 2002).

Embora se comporte como pioneira, a *Xylopia aromatica* possui crescimento lento, produz grande quantidade de sementes e os seus frutos são muito procurados por pássaros (LORENZI, 2002; DURIGAN et al., 2004).

Neste trabalho, buscou-se avaliar o estado nutricional de mudas de *Xylopia aromatica*, introduzidas em áreas degradadas condicionadas com resíduos orgânicos e agroindustriais, comparativamente a mudas, da mesma espécie, coletadas em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Em novembro de 2011 instalou-se na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Faculdade de Engenharia – UNESP/Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, uma área com 34.000 m² ou 3,4 ha, localizada à

margem esquerda do Rio Paraná, a jusante da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, sob Latitude 20° 23' 02" Sul e Longitude 51° 24' 24" Oeste.

Nesta foram incorporados resíduos orgânico (RO) e agroindustrial (RA) ao solo, as doses de RO (macrófitas aquáticas) utilizadas foram 0, 16 e 32 t ha⁻¹ e as de RA (cinza oriunda da queima do bagaço da cana-de-açúcar) foram 0, 15, 30 e 45 t ha⁻¹, que combinadas, produziram 12 tratamentos com 03 repetições, estabelecidos em 36 parcelas.

Em fevereiro/2012 foram introduzidas na área experimental mudas 10 espécies de ocorrência no cerrado da região, com plantio conduzido em covas (0,40 m de profundidade), com espaçamento utilizado de 4,0 x 5,0 m, sendo 1.080 o número de mudas utilizadas, onde cada parcela do experimento recebeu três indivíduos de cada espécie. Dentre as espécies escolhidas, está a *Xylopia aromatica*.

As mudas de *Xylopia aromatica* introduzidas nos tratamentos foram avaliadas para altura e diâmetro (CARNEIRO, 1995) e para o estado nutricional (MALAVOLTA et al., 1997) em Fevereiro de 2013. Coletaram-se 2 a 3 folhas de *X. aromatica* em cada espécime, formando uma amostra composta por parcela experimental.

A área foi avaliada para fertilidade no mesmo período (Fevereiro/2013) de acordo com Raji et al. (2001), com amostras coletadas na profundidade de 0,0 a 0,20 m, com 03 repetições por tratamento, isto é, em cada parcela experimental foi coletada uma amostra composta (05 amostras simples), produzindo um total de 36 amostras compostas.

Para a comparação dos teores nutricionais, foram coletadas mudas de *Xylopia aromatica* em áreas de cerrado, nas proximidades da área experimental.

As mudas produziram 9 amostras (cada amostra 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, de acordo com (MALAVOLTA et al., 1997). A coleta das mudas foi conduzida no mês de Outubro/2013.

A cada coleta de mudas realizada em campo, o solo também foi coletado, sob a copa das árvores, com 03 repetições, nas profundidades de 0,0 a 0,20 m. Estas foram analisadas para P, MO, pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V de acordo com Raji et al. (2001).

Os dados obtidos para solo e planta foram analisados utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa dos teores foliares das mudas de *Xylopia aromatica* não apresentaram

efeitos significativos para a maioria dos nutrientes entre as mudas introduzidas em áreas degradada e mudas coletadas em cerrado conservado (Tabela 1).

Observa-se semelhança nos teores foliares de N, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn, mostrando que os resíduos, tanto orgânico como agroindustrial aplicados ao solo não elevaram esses teores (Tabela 1).

Quanto a análise de fertilidade do solo pode-se observar que MO, Al, Cu e Fe no cerrado superaram os encontrados no solo condicionado com RO e RA (Tabela 2).

A maioria dos solos do Cerrado possui elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente P, que pode ser responsável pelo menor desenvolvimento das plantas (FURTINI NETO et al., 1999). Este nutriente encontra-se em baixas quantidades, tanto no solo como nas mudas, entretanto, os maiores teores são encontrados no ambiente natural, indicando assim que os resíduos incorporados não influenciaram os teores de P no solo degradado.

Xu-Jian et al. (2012) verificaram que os resultados da extração química convencional foram significativamente correlacionados com os teores de P absorvidos pelas plantas, o que corrobora com os dados de P deste trabalho, onde as mudas apresentaram teores de P próximos aos valores encontrados no solo (Tabelas 1 e 2).

No entanto, os teores de Fe disponíveis no solo não se correlacionam com a quantidade absorvida pelas plantas (Tabelas 1 e 2), sugerindo que a espécie em estudo, *Xylopia aromatica*, possui adaptação para reduzir os íons de Fe presentes no solo, aumentando a absorção deste e de outros nutrientes (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

As mudas, tanto introduzidas em áreas degradada como as coletadas em cerrado conservado apresentaram teores foliares de Fe cima de 100 mg kg⁻¹, considerado como elevado (MALAVOLTA, 1980), porém as mudas não apresentam sintomas de toxicidade (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Schmidt et al. (2014) afirmam que a disponibilidade de Fe na rizosfera é limitada pela baixa solubilidade e pela lenta velocidade de dissolução de compostos de ferro inorgânicos, necessários para as plantas e para o crescimento microbiano no solo, indicando que este Fe pode estar sendo solubilizado do resíduo industrial (1540 mg kg⁻¹).

Em função da grande variabilidade das espécies e heterogeneidade dos solos das regiões tropicais, são ainda incipientes as informações disponíveis sobre o comportamento das espécies

florestais no que diz respeito aos requerimentos nutricionais e a sua capacidade de adaptação a condições ambientais distintas (FURTINI NETO et al., 1999), fazendo-se necessários novos estudos para o melhor entendimento da nutrição, pois efeitos fisiológicos da falta de nutrientes podem comprometer o crescimento e desenvolvimento de plantas nativas de cerrado.

CONCLUSÕES

A avaliação nutricional mostra semelhança entre as mudas introduzidas na área degradada e as de cerrado conservado para N, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn e Zn.

P, MO, Al, Cu e Fe no cerrado foram superiores no cerrado em relação ao solo condicionado com resíduos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo auxílio financeiro e à Pró-Reitoria de Pesquisa da Unesp - PROPE pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, J. G. A. **PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE MUDAS FLORAIS**. CURITIBA: UFPR/FUPEF. 1995. p.57 - 92.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Micronutrientes**. In: FERNANDES, M.S., ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 327 - 354.

DURIGAN, G. et al. **Plantas do cerrado paulista**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. 475 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer statistic analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavas, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

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

FURTINI NETO, A. E. et al. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies

arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.01-12, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: **Plantarum**, 2002. v. 2, 384 p.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MELOTTO, A. et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Rev. Árvore**, v.33, n.3, p.425-432, 2009.

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.

PEDROL, N. et al. Soil fertility and spontaneous revegetation in lignite spoil banks under different amendments. **Soil and Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 134-142, 2010.

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

SCHMIDT, Hans-Peter et al. Biochar and biochar-compost as soil amendments to a vineyard soil: influences on plant growth, nutrient uptake, plant health and grape quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 191, p. 117-123, 2014.

SLOAN, S. et al. Remaining natural vegetation in the global biodiversity hotspots. **Biological Conservation** 177. 12–24. 2014.

VELINI, E. D. et al. Avaliação operacional do controle mecânico de plantas aquáticas imersas no Reservatório de Jupia. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.23, nº 2, p.277-285, 2005.

XU-JIAN, Y. et al. A device for simulating soil nutrient extraction and plant uptake. **Pedosphere**, v. 22, n. 6, p. 755-763, 2012.



Tabela 1. Valores médios dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn para mudas de *Xylopia aromatica*, por tratamento (área experimental) e em campo (remanescentes de cerrado), bem como Valores de F e coeficiente de variação (CV).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
RO00 + RA00	17,8	0,9b	6,6	7,3	2,0	1,6	33,3	21,3	849,6a	49,6	22,3
RO00 + RA15	13,3	0,4b	5,3	3,3	1,7	1,3	40,6	16,3	613,0b	75,6	120,3
RO00 + RA30	15,6	0,6b	5,3	3,8	1,5	1,2	45,0	25,0	749,6b	47,0	74,0
RO00 + RA45	15,5	0,6b	9,1	10,5	4,9	1,0	29,0	24,6	394,3b	57,5	71,3
RO16 + RA00	15,5	0,5b	7,3	4,6	1,7	1,2	44,3	8,9	393,3b	44,0	30,6
RO16 + RA15	16,3	0,6b	7,3	3,9	1,6	4,7	35,6	16,3	376,3b	55,3	112,3
RO16 + RA30	11,2	0,4b	3,6	2,5	0,7	0,8	26,2	10,6	243,3b	33,0	47,0
RO16 + RA45	11,3	0,4b	5,3	2,6	0,9	0,9	27,7	5,6	197,0b	26,6	28,0
RO32 + RA00	14,3	0,5b	5,3	4,5	2,0	1,5	41,9	19,6	888,3a	46,0	25,6
RO32 + RA15	14,1	0,6b	7,3	4,7	1,5	1,4	30,5	13,3	397,3b	83,0	76,0
RO32 + RA30	16,1	0,6b	6,5	4,3	1,2	1,0	28,9	20,0	269,6b	55,0	150,3
RO32 + RA45	10,3	0,4b	6,0	2,0	0,8	0,7	20,9	5,3	112,6b	30,3	30,0
MCC	22,0	1,6a	7,5	4,5	1,7	1,9	38,2	7,8	228,8b	73,4	19,11
Valores de F	2,276 ^{ns}	8,829 ^{**}	0,959 ^{ns}	1,279 ^{ns}	1,567 ^{ns}	1,510 ^{ns}	0,951 ^{ns}	1,192 ^{ns}	3,249 ^{**}	1,382 ^{ns}	3,487 ^{ns}
CV (%)	30	11	24	31	25	26	28	43	35	38	39

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, por fonte de variação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. ^{ns}=valores não significativos; ^{**} e ^{*} = valores significativos para $P \leq 0,01$ e $\leq 0,05$, respectivamente. RO = resíduo orgânico; RA = resíduo agroindustrial; MCC = mudas coletadas em campo.

Tabela 2. Valores médios para P, MO, pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, B, Cu, Fe, Mn e Zn do solo, por tratamento (área experimental) e em campo (remanescentes de cerrado), bem como valores de F e coeficientes de variação (CV).

Trat.	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al ³⁺	B ³⁺	Cu ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmolc. dm ⁻³				mg dm ⁻³					
RO00 + RA00	1,0	8,3b	4,5	0,3b	1,7	1,0	29,0	5,3ab	0,10	0,6a	2,0b	7,9	0,13
RO00 + RA15	1,0	8,7b	4,5	0,6ab	5,7	2,3	29,6	3,3ab	0,10	0,5a	3,7b	7,6	0,10
RO00 + RA30	1,0	9,7b	4,7	0,7ab	6,7	2,3	27,0	2,3ab	0,11	0,6a	2,7b	9,1	0,13
RO00 + RA45	1,0	9,0b	4,6	0,8ab	8,3	2,7	25,0	2,0ab	0,11	0,5a	2,3b	7,5	0,13
RO16 + RA00	1,0	9,7b	4,4	0,4ab	4,7	2,7	31,3	6,7a	0,15	0,6a	3,7b	11,3	0,10
RO16 + RA15	1,0	9,3b	4,6	0,7ab	6,3	2,3	28,3	3,0ab	0,12	0,6a	3,3b	8,0	0,16
RO16 + RA30	1,0	9,3b	4,6	0,8ab	8,3	2,7	27,3	1,7ab	0,25	0,5a	3,3b	9,3	0,13
RO16 + RA45	1,0	8,3b	4,8	0,9ab	9,3	3,3	24,0	1,3ab	0,16	0,5a	2,3b	7,9	0,13
RO32 + RA00	1,0	8,7b	4,5	0,7ab	8,0	2,0	28,3	3,3ab	0,18	0,5a	2,7b	7,9	0,13
RO32 + RA15	1,0	9,7b	4,6	0,9ab	7,3	2,7	26,0	2,7ab	0,12	0,6a	3,0b	8,3	0,13
RO32 + RA30	1,0	9,7b	4,8	0,9ab	9,3	3,7	25,0	2,0ab	0,10	0,5a	2,3b	8,2	0,13
RO32 + RA45	1,0	8,3b	4,9	1,1a	11,7	3,7	22,7	0,7b	0,09	0,5a	2,3b	6,8	0,13
SCC	1,6	17,6a	4,3	0,7ab	6,0	3,2	34,6	7,2a	0,12	1,5a	36,0a	13,7	0,32
Valor de F	1,761 ^{ns}	7,704 ^{**}	2,532 [*]	4,399 [*]	1,869 ^{ns}	1,084 ^{ns}	1,179 ^{ns}	3,830 ^{**}	1,201 ^{ns}	3,577 ^{**}	49,060 ^{**}	0,241 ^{ns}	1,887 ^{ns}
CV %	32	23	5	32	46	46	24	28	5	14	18	31	8

#Dados transformados para $\sqrt{(x+0,5)}$. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, por fonte de variação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. ^{ns}=valores não significativos; ^{**} e ^{*} = valores significativos para $P \leq 0,01$ e $\leq 0,05$, respectivamente. RO = resíduo orgânico; RA = resíduo agroindustrial; SCC = solo coletado em campo.