

Níveis de fósforo do solo e teor de micronutrientes em mirtáceas⁽¹⁾

Greice Mattei⁽²⁾; Adriana Favaretto⁽²⁾; Kevin Alexandre Fagundes⁽³⁾; Pedro Alexandre Varella Escosteguy⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da Universidade de Passo Fundo (UPF).

⁽²⁾Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro), UPF. Passo Fundo, RS; Email: greicemattei@yahoo.com.br; ⁽³⁾Estudante de graduação, UPF; ⁽⁴⁾Professor Titular, PPGAgro, UPF.

RESUMO: A adubação fosfatada pode influenciar a absorção de nutrientes das plantas em geral, sendo esse aspecto pouco estudado em espécies florestais nativas. O objetivo do trabalho foi avaliar os teores e as quantidades acumuladas de micronutrientes em folhas de mirtáceas submetidas a níveis de P. O experimento foi executado em campo. O delineamento foi completamente casualizado e os tratamentos foram em arranjo bifatorial: 6 espécies x 3 níveis de P, com três repetições. Foram avaliados os teores totais e as quantidades de micronutrientes foliares. Não houve interação entre os fatores espécies e níveis de P. Os teores de micronutrientes, no entanto, diferiram entre as espécies avaliadas. Os teores médios das espécies decresceram na seguinte ordem: Fe > Mn > B > Zn > Cu. Não houve efeito de níveis de P nas quantidades acumuladas de micronutrientes, apenas efeito de espécies. Os teores e as quantidades acumuladas de micronutrientes foliares variaram somente entre as espécies de mirtáceas.

Termos de indexação: adubação fosfatada, análise foliar, plantas nativas.

INTRODUÇÃO

A caracterização da composição nutricional de espécies nativas contribui para a elaboração e implantação de projetos de restauração florestal. As espécies florestais têm exigências nutricionais diferenciadas, sendo que a carência ou o suprimento inadequado de nutrientes pode comprometer o sucesso de projetos de restauração (Andrade, 2010). No entanto, este aspecto ainda não é conhecido, para certas espécies comumente indicadas em projetos de restauração florestal, como as da família Myrtaceae, de grande importância na Mata Atlântica por ser uma das que apresentam, em geral, o maior número de espécies em levantamentos florísticos (Neto et al., 2002; Grings & Brack, 2009).

Entre os nutrientes absorvidos do solo, a omissão de fósforo (P) e de nitrogênio tem sido considerada as que mais causam limitações ao crescimento das espécies florestais brasileiras (Venturin et al., 1999; Venturin et al., 2000; Souza et al., 2006). Estes nutrientes têm sido os mais

estudados em trabalhos de nutrição vegetal, em detrimento de estudos sobre a demanda de micronutrientes, principalmente, em culturas arbóreas, que têm necessidades diferentes de nutrientes em comparação às culturas de grãos. Espécies arbóreas podem armazenar nutrientes em tronco, ramos, além de folhas, durante o ciclo de crescimento (Epstein & Bloom, 2005), sendo este aspecto desconhecido para a maioria das mirtáceas. No entanto, é importante conhecer a concentração dos micronutrientes em diferentes partes das plantas, pois o conhecimento dos níveis críticos relacionados com o crescimento possibilitará que eles sejam atendidos em programas de restauração florestal.

Com este trabalho objetivou-se avaliar os teores e as quantidades acumuladas de micronutrientes em folhas de mirtáceas submetidas a diferentes níveis de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado em condições de campo, em Mato Castelhanos, região do Planalto Médio, RS (28°13'0.41"S e 52°15'39.87"O), de setembro de 2010 a abril de 2012. A altitude da área experimental é de 667 m e o clima da região corresponde ao tipo subtropical úmido (Cfa) da classificação de Köppen (Moreno, 1961).

As plantas foram adquiridas em um viveiro em Ernestina (RS), em fase inicial de crescimento (oito meses após a germinação). As mudas foram produzidas em sacos plásticos (1 dm³), contendo solo mineral, adubado com fertilizante formulado (NPK 10-10-10) e esterco sólido de frango e de suíno. As mudas foram transplantadas para covas com dimensões de 0,40x 0,40 x 0,40 m, com espaçamento de 2,0 x 2,0 m entre plantas. Os atributos químicos do substrato e do solo, anterior e posterior ao experimento, foram analisados conforme Tedesco et al. (1995) (**Tabela 1**). A análise física do solo indicou teores de 600 g kg⁻¹ de argila, 130 g kg⁻¹ de silte e 270 g kg⁻¹ de areia.

A calagem foi realizada em todos os tratamentos e a dose aplicada foi a necessária para corrigir o valor de pH em água para 5,5. O teor de P foi de 3 mg kg⁻¹, sendo considerado baixo (CQFS-RS/SC, 2004). Em todas as unidades experimentais, foram

aplicados fertilizantes minerais contendo nitrogênio ($10,1 \text{ g N planta}^{-1}$) e potássio ($10,1 \text{ kg K}_2\text{O planta}^{-1}$), quando do transplante.

O delineamento experimental foi completamente casualizado. O arranjo dos tratamentos foi bifatorial 6×3 (espécies \times níveis de fósforo), com três repetições. As espécies avaliadas foram: *Eugenia involucrata* (cereja), *Eugenia uniflora* (pitanga), *Eugenia pyriformis* (uvaia), *Campomanesia xanthocarpa* (guavirova), *Campomanesia guazumifolia* (sete-capotes) e *Myrcianthes pungens* (guabiju). Os níveis de P do solo foram: baixo ($3,1\text{-}6,0 \text{ mg kg}^{-1}$), alto ($9,1\text{-}18,0 \text{ mg kg}^{-1}$) e muito alto ($>18,0 \text{ mg kg}^{-1}$) (CQFS-RS/SC, 2004). Estes níveis foram obtidos com aplicação de Super Fosfato Triplo incorporando-o, junto com o calcário o substrato e os outros fertilizantes, no momento do plantio das mudas.

Após a colheita da parte aérea das plantas, estas foram separadas em galhos e folhas, para obtenção das massas úmida e secas, mediante secagem em estufa (65°C). As folhas foram moídas e homogeneizadas para determinação dos teores de micronutrientes (Mn, B, Zn, Cu e Fe), conforme Tedesco et al. (1995). Com estes resultados e a massa seca das plantas, foram calculadas as quantidades acumuladas destes nutrientes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados encontrados foram comparados a faixas de referência obtidas através dos teores mínimos e máximos de micronutrientes foliares de espécies arbóreas analisadas em fase jovem de crescimento (cerca de 12 meses) (Tabela 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores espécies e nível de P. Os teores de micronutrientes, no entanto, diferiram entre as espécies avaliadas, sem diferir entre os níveis de P (Tabela 2). Os maiores teores foliares de Mn foram os da Uvaia, os de B, foram os da cereja e sete-capotes, sendo que essa última também concentrou maiores teores de Zn, de Cu e de Fe. As maiores quantidades acumuladas de micronutrientes foram observadas nas folhas da uvaia (Mn, B e Fe) e da guavirova (Zn e Cu). Na soma dos teores dos micronutrientes analisados, a maior concentração foi obtida nas folhas de sete-capotes, enquanto que a maior quantidade acumulada de micronutrientes foi observada nas folhas da guavirova.

Na média dos níveis de P e das espécies, os teores dos micronutrientes avaliados decresceram

na seguinte ordem: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Esta sequência também é observada na parte aérea da maioria das plantas (Dechen & Nachtigall, 2007), assim como em outras espécies arbóreas nativas do Rio Grande do Sul (Tabela 2).

Entre espécies de ocorrência no Estado, *Euterpe edulis* (palmito) (Lima et al., 2008) e *Psidium cattleianum* (araçá), apresentaram, no entanto, teores de Mn maiores que de Fe (Boeger et al., 2005), enquanto que todas as outras tiveram predomínio de Fe. Esta última espécie foi avaliada por Mattei et al. (2010), que analisou o teor de nutrientes em plantas jovens (8 meses de idade), sendo constatado predomínio de Fe (cerca de quatro vezes), em relação ao Mn.

O Fe tem baixa mobilidade no floema, sendo pouco redistribuído, concentrando, ao longo do ciclo da planta, principalmente, nas folhas (Marschner, 2012). O metabolismo do Fe na planta e seu transporte, no entanto, pode ser afetado por fatores como o teor elevado de P, a falta de K, elevados teores de Mn e pouca intensidade luminosa (Dechen & Nachtigall, 2007).

O teor de P pode ter influenciado, pois na média dos tratamentos, é de $19,8 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo então considerado muito alto. Outro fator pode ser o elevado teor de Mn do solo ($80,2 \text{ mg kg}^{-1}$; Tabela 1), considerado muito alto quando acima de 5 mg kg^{-1} (CQFS-RS/SC, 2004).

O teor médio de K do solo do experimento foi de $181,5 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo classificado como muito alto; enquanto o teor de matéria orgânica foi de $36,1 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 1), sendo considerado médio (CQFS-RS/SC, 2004). Estas condições favorecem a maior concentração foliar de Mn (Malavolta, 2006), o que também pode ter ocorrido no trabalho.

Comparando os resultados obtidos com os teores de micronutrientes considerados adequados para espécies arbóreas do RS, constata-se que, na média das espécies, os teores de B e de Zn situaram-se dentro das faixas adequadas, enquanto que os teores de Mn, de Cu e de Fe foram maiores que o assumido para estas faixas (Tabela 2). O Fe principalmente, está presente em teores altíssimos, superior, na média das espécies, em cerca de 16 vezes o valor máximo obtido da faixa considerada a esses valores potencialmente acabam sendo tóxicos na forma de íons (Epstein & Bloom, 2006)

Da mesma forma, isso também foi verificado, quando os resultados obtidos são comparados com a média de outras espécies florestais, que ocorrem no RS, como *Ceiba speciosa*, *Cecropia pachystachya*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* (Sorreato, 2006), *Euterpe edulis* (Lima et al., 2008), *Cedrela fissilis* (Souza et al., 2009), *Schinus terebinthifolius*



(Andrade, 2010). Nessa última comparação, no entanto, embora os teores de Mn, de Fe e de Cu situam-se na média das demais espécies, os teores de B e de Zn são menores que os valores observados para estas mesmas espécies.

Já a comparação dos resultados obtidos no trabalho (mirtáceas avaliadas após 29 meses de cultivo, sendo 18 meses em campo) com os obtidos em plantas das mesmas espécies, aos oito meses de idade, mostra que os teores de Mn e de Fe foram maiores (2 e 7 vezes, respectivamente), enquanto que os teores de B, de Zn e de Cu diminuíram. Essa diminuição da concentração de nutrientes em função do crescimento da planta se deve ao efeito de diluição+ (Steenberg, 1951 citado por Larcher, 1995), que ocorre quando a absorção de um nutriente é proporcionalmente menor do que o aumento da massa seca.

A interação entre os fatores ou efeito isolado dos níveis de P não influenciaram as quantidades acumuladas dos micronutrientes analisados. Por outro lado, as quantidades de Mn, de Zn e de Cu variaram com as espécies (**Tabela 3**). Os maiores acúmulos destes nutrientes foram observados nas folhas da uvaia e da guavirova e o menor nas da cereja. Esta variação está relacionada com a massa de matéria seca das folhas destas espécies, que foram maiores em uvaia e guavirova.

CONCLUSÕES

Os níveis de P do solo não influenciaram os teores e as quantidades acumuladas de Fe, Mn, Zn, Cu e B foliares.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.L.F. de. Deficiência nutricional em três espécies florestais nativas brasileiras. Piracicaba, 2010. 156p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo.

BOEGER, M.R.T. et al. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19:167-181, 2005.

CQFS-RS/SC: COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS: NRS: UFRGS, 2004. 400 p.

DECHEN, A.R. & NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos a nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F. et al. *Fertilidade do Solo*. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.91-132.

EPSTEIN E. & BLOOM A.J. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. 2 ed. Londrina: Editora Planta. 2006. 403p.

GRINGS, M. & BRACK, P. 2009. Árvores na vegetação nativa de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul. *Iheringia, Sér. Bot.*, 64:5-22.

LARCHER, W. *Physiological plant ecology. Ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Springer-Verlag, Berlin, DE. 1995

LIMA, H.N.; VALE, F.R.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N. Crescimento inicial de espécies arbóreas em resposta ao superfosfato simples em campo. *Revista da Universidade do Amazonas: Série Ciências Agrárias*, 5:57-69, 1995.

MALAVOLTA E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agronômica. Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic, 2012. 651p.

MATTEI, G. et al. Composição nutricional de Mirtáceas arbóreas nativas. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, VIII, Santa Maria, 2010. Anais. Santa Maria: UFSM, 2010. CD-ROM

MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 46p.

NETO, R.M.R. et al. Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS-Brasil. *Ciência Florestal*, 12:29-37. 2002.

SORREANO, M. C. M. Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas. 2006. 296p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo.

SOUZA, P.A. et al. Nutritional assessment of cedar seedlings (*Cedrela fissilis* Vell.) grown in a greenhouse. *Cerne*, 1:236-243, 2009.

TEDESCO, M.J. et al. Análise de solo, plantas e outros minerais. UFRGS: Depto. de Solos. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 1995. 174p

VENTURIN, N. et al. Adubação mineral de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34:441-448, 1999.

VENTURIN, N. et al. Avaliação nutricional da candiúva (*Trema micrantha* L. Blumes) em casa de vegetação. *Floresta*, Curitiba, 29:15-26, 2000.

Tabela 1- Atributos químicos dos solos e substrato utilizados no experimento.

Solo/substrato	M.O	pH H ₂ O	Índice SMP	B	Mn	Zn	Cu
	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹		
Solo 1	32,0	4,7	4,8	0,3	34,6	1,8	14,6
Substrato	25,2	6,3	6,8	0,5	10,3	42,5	6,7
Solo 2	36,1	5,1	5,2	0,6	80,2	6,9	16,2

Solo 1: coletado antes da implantação do experimento; Solo 2: coletado após a coleta das plantas do experimento. M.O.: matéria orgânica; B: boro; Mn: manganês; Zn: zinco; Cu: cobre.

Tabela 2 - Teores de micronutrientes foliares em espécies de mirtáceas. Média dos níveis de fósforo testados.

Espécie	Nome-comum	Mn	B	Zn	Cu	Fe
	 mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹			
<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja	146,4 c	60,3 a	16,5 abc	11,0bcd	7,3 ab
<i>Myrcianthes pungens</i>	Guabiju	138,1 c	48,5bc	9,5bc	7,1 d	8,2 ab
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guavirova	484,0 b	54,4ab	25,0ab	16,6 b	5,6 b
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	145,7 c	52,9 abc	30,3 a	14,7bc	4,1 b
<i>Campomanesia guazimifolia</i>	Sete-capotes	444,6 b	60,0 a	26,4 a	24,3 a	10,7 a
<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvaia	712,0 a	45,1 c	9,1 c	10,1cd	6,3 b
Média		345,1	53,5	19,5	14,0	7,0
Faixa de referência*		17,6-224,2	12,5-219,0	6,7-157,0	2,2-7,1	0,04-0,43

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

* Faixas de referência: valores mínimos e máximos obtidos para 17 espécies florestais do Rio Grande do Sul com base em Venturin et al. (1999), Venturin et al. (2000), Boeger et al. (2005), Sorreano (2006), Lima et al. (2008), Souza et al. (2009), Andrade (2010).

Tabela 3 Médias acumuladas de micronutrientes foliares em espécies de mirtáceas. Média dos níveis de fósforo testados.

Espécie	Nome-comum	M.S.	Mn	B	Zn	Cu	Fe
		g planta ⁻¹mg planta ⁻¹	NSµg planta ⁻¹	mg planta ⁻¹	
<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja	29,4 b	4,3 b	NS 1,8	440,8 b	343,6 ab	NS 200
<i>Myrcianthes pungens</i>	Guabiju	53,2 ab	7,4 b	2,5	487,9 b	411,2 ab	500
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guavirova	82,9 ab	37,6 ab	4,4	1949,5 a	1307,0 ab	400
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	38,9 ab	6,0 b	2,1	1069,9 ab	698,4 b	100
<i>Campomanesia guazimifolia</i>	Sete-capotes	34,2 b	14,2 b	2,0	851,2 ab	868,9 ab	300
<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvaia	103,6 a	73,8 a	4,8	964,8 ab	1138,7 a	700

MS: massa seca de folhas. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).