



## Acúmulo de micronutrientes no lenho de eucalipto em função do número de brotos por cepa e da adubação mineral

**Natasha Mirella Inhã Godoi<sup>(1\*)</sup>; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>(2)</sup>; Salatiér Buzetti<sup>(2)</sup>; Thiago de Souza Celestrino<sup>(1)</sup>; Rodolfo de Niro Gazola<sup>(2)</sup>; Willian Lima Rodrigues<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP/FEIS); Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, 15.385-000 (\*apresentador, natashagodoi@bol.com.br).

<sup>(2)</sup> Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.

**RESUMO:** A condução de brotações de cepa é uma técnica corriqueira em plantações de eucalipto, que reduz o custo de produção, entretanto, há registros de queda na produtividade nos ciclos de produção atribuído a deficiência nutricional dos sítios. Diante do exposto, objetivou-se quantificar o acúmulo de micronutrientes extraídos e exportados no lenho do eucalipto no sistema talhadia em função da adubação mineral e número de brotos por cepa, em um solo arenoso com baixa fertilidade de Três Lagoas - MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 8 tratamentos e 4 repetições, dispostos em um esquema fatorial de 2x4, sendo: com um ou dois brotos por cepa em segundo ciclo; quatro doses de fertilizante mineral (0, 50, 100 ou 200% dos 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 06-30-06 + 1% Ca + 3% S + 1% Mg + 1,5% Cu + 1% Zn) aplicadas logo após a definição dos brotos. O clone de eucalipto plantado foi o I-144, no espaçamento 3 x 2,5 m. Cada parcela útil continha 49 plantas e foram realizadas avaliações da concentração e acúmulo de micronutrientes no lenho do eucalipto. A condução de um broto por cepa proporcionou acúmulo superior para B, Cu e Mn, indicando uma maior exportação deste por ocasião da colheita. Em relação ao efeito da adubação mineral, houve ajuste a função quadrática para Cu, Fe e Zn no lenho até as doses estimadas de 146,8, 124,5 e 117,8%, respectivamente, e ajuste linear crescente para o acúmulo de Mn. Contudo, a ordem decrescente de exportação de micronutrientes em função da colheita do lenho é a seguinte: Mn>Zn>Fe>B>Cu.

**Termos de indexação:** *Eucalyptus urograndis*, exportação de nutrientes, sistema talhadia.

### INTRODUÇÃO

O eucalipto é a essencial florestal em crescente

expansão nos últimos anos no Brasil, segundo relatório da Indústria Brasileira de Árvores plantadas representa cerca de 73% do total da área de 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas no país (IBA, 2017). Os estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%) concentram a maior parte do plantio de eucalipto, além de estarem também lideram a expansão, com destaque para o estado do Mato Grosso do Sul com um aumento de 400 mil hectares no período de 2015 e 2016 (IBÁ, 2017).

O crescimento rápido do eucalipto representa uma elevada mobilização de nutrientes, e a colheita da madeira ao final do ciclo de sete até vinte um anos (um a três ciclos de produção) resulta na grande saída de nutrientes, com a elevada biomassa produzida pelo tronco, representando cerca de 65 a 80% do total de biomassa acumulado, diminuindo consequentemente a disponibilidade dos nutrientes nos ciclos subsequentes de produção, o total de biomassa extraída e sua compartimentalização determinam o grau de exportação dos mesmo (FOELKEL, 2005). Essa exportação dos nutrientes pode corresponder um decréscimo médio na produtividade de 52% do primeiro para o segundo ciclo produtivo (FARIA et al., 2002).

Essa situação tem um agravante por a maioria dos plantios estarem localizados em regiões de baixa fertilidade natural (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000), geralmente regiões do Cerrado, onde o déficit nutricional é acentuado principalmente para alguns micronutrientes como boro e zinco (SGARBI, 2002).

O sistema talhadia é caracterizado pela técnica da condução de brotação de cepas. O corte raso e a regeneração por brotação das cepas apresenta a vantagem de uma elevada taxa de crescimento inicial quando comparado com o primeiro ciclo de produção, especialmente por apresentarem um sistema radicular estabelecido que dispõe de reservas orgânicas e inorgânicas prontamente utilizáveis (REIS; REIS, 1997). Apesar da aparente vantagem,



há registros de queda na produtividade dos ciclos posteriores que nem sempre está associado à redução do número de troncos do povoamento original (REIS; REIS, 1997). Diante do exposto, e devido a carência de informações na literatura, o objetivo desta pesquisa foi quantificar o acúmulo de micronutrientes extraídos no lenho do eucalipto no sistema talhadia em função da adubação mineral e número de brotos por cepa, em um solo arenoso com baixa fertilidade de Três Lagoas - MS.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localizada na fazenda Caçula, fundo agrícola Cargill Agrícola S/A, localizado no município de Três Lagoas – MS, possui um solo classificado como Neossolo Quartzarênico órtico (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento foram realizadas análise química do solo da área experimental (Tabela 1), segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001).

### **Tratamentos e delineamento experimental**

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 8 tratamentos e 4 repetições, dispostos num esquema fatorial 2x4, sendo: com um ou dois brotos por cepa em segundo ciclo; quatro doses de fertilizante mineral (0, 50, 100 ou 200% dos 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 06-30-06 + 1% Ca + 3% S + 1% Mg + 1,5% Cu + 1% Zn) aplicadas após a definição dos brotos, em abril de 2013. A parcela útil foi composto de 49 plantas, distribuídas em sete linhas com sete plantas cada, com uma linha de plantas como bordadura.

### **Histórico do manejo**

No primeiro ciclo de produção foi plantado o clone I-144 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), em 15 de dezembro de 2006, no espaçamento 3x2,5 m, realizou-se calagem (aplicou-se 1,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT = 88%)) e gessagem (com 14% S e 17% Ca)) de acordo com as análises de solo (Tabela 1), anterior ao plantio e à adubação recomendada ao plantio. A colheita do primeiro ciclo foi aos seis anos após o plantio (15 a 18 de dezembro de 2012). Importante ressaltar que estes manejos prévios não foram acompanhados e nem orientados pela instituição de ensino e pesquisa Universidade Estadual Paulista (UNESP).

### **Execução do experimento**

Anterior a colheita do primeiro ciclo foi realizado calagem e gessagem na área experimental.

Após a colheita, uma limpeza dos resíduos vegetais que encobriam as cepas foi feita para

evitar que prejudicassem a emissão dos brotos. A desbrota foi realizada em abril de 2013, quando as brotações estavam em média com 2,5-3,0 m de altura, estudos indicam que brotos definidos nessa faixa média de altura favorecem a resistência a ação mecânica dos ventos.

Selecionou-se os brotos mais vigorosos localizados na parte superior da cepa (lateral superior da cepa). Nas parcelas, cujas plantas foram conduzidos dois brotos, os mesmos foram escolhidos em posições opostas um em relação ao outro, preferencialmente e se possível, de modo que essa oposição de um em relação ao outro fosse no sentido da linha de plantio.

### **Avaliações da concentração e acúmulo de micronutrientes no lenho do eucalipto**

Foram derrubadas duas plantas representativas por parcela aos 44 meses após a definição dos brotos. Das amostras do lenho retiradas das partes basal, mediana e apical dos eucaliptos, foram determinadas as concentrações de boro, cobre, ferro, manganês e zinco, conforme descrito em Malavolta et al. (1997).

O acúmulo foi obtido através do produto entre a biomassa seca e a concentração de cada micronutriente no lenho.

### **Análise estatística**

Os resultados foram analisados pela análise de variância (teste F) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias do número de brotos. Para o efeito de doses do adubo formulado foi aplicada a regressão polinomial. Utilizou-se o programa de análise estatística SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de micronutrientes no lenho (parte total comumente exportada da área agrícola, na colheita do eucalipto sem casca), na condução de um broto por cepa foi superior para B, Cu e Mn (Tabela 2), portanto a exportação deste micronutrientes, em ocasião da colheita, será maior. Com relação ao efeito da adubação mineral, houve influência positiva e quadrática para as quantidades de Cu, Fe e Zn no lenho até as doses estimadas de 146,8, 124,5 e 117,8%, respectivamente, e linear crescente para o acúmulo de Mn (Tabela 2). Em partes isso se deve ao fornecimento de B, Cu e Zn pelo formulado aplicado e também pelo maior desenvolvimento do sistema radicular em função da adubação, o qual pode ter possibilitado o maior contato e absorção dos micronutrientes pelas raízes do eucalipto.

Na condução de um broto por cepa a adubação com o micronutriente boro se faz de suma importância, visto que sua exportação é maior que



quando conduzido dois brotos por cepa e levando em consideração os baixos teores deste nutriente nos solos arenosos do Cerrado.

É importante ressaltar que a ordem decrescente média na quantidade exportada de micronutrientes pela colheita do lenho de eucalipto foi a seguinte: Mn>Zn>Fe>B>Cu (Tabela 2).

### CONCLUSÕES

Na condução de um broto por cepa ocorre maior acúmulo de B, Cu e Mn no lenho, portanto estes micronutrientes serão mais exportados em relação ao cultivo de brotos por cepa do eucalipto.

O incremento da adubação mineral aumentou de forma linear o acúmulo de Mn, e até um certo ponto

### REFERÊNCIAS

FARIA, G. E.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LIMA, J. C.; TEIXEIRA, J. L. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. Revista *Árvore*, Viçosa, v.26, n.5, p.577-584, 2002.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. *Eucalyptus online book newsletter*, 2ª Edição, 2005. Disponível em: <http://atividadarural.com.br/artigos/538773282706a.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. Relatório IBÁ – 2017. Indicadores de desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2016. Disponível em: [http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2017.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf). Acesso em 08 de set. 2017.

as quantidades acumuladas de Cu, Fe e Zn no lenho de eucalipto.

A ordem decrescente de extração de micronutrientes em função da colheita do lenho é a seguinte: Mn>Zn>Fe>B>Cu.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a FAPESP (nº do processo 2016/11613-1) por financiar a pesquisa, a empresa Cargill Agrícola S/A por ceder área experimental e ao Grupo de pesquisa GENAFERT pelos recursos humanos disponibilizados.

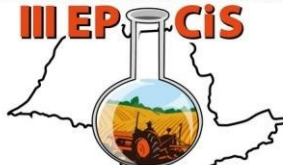
MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Fundações. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (Ed.). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba:Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997. 319p.

RAIJ, B. van. ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285p.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. Série técnica IPEF, v.11, n.30, p.9-22, 1997.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. *Informações Agrônomicas*, POTAFOS, Piracicaba, n. 91, 12p. 2000.

SGARBI, F. Produtividade do *Eucalyptus* sp. em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do Estado de São Paulo. 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.



**Tabela 1** – Caracterização química inicial do solo da área experimental, classificado como Neossolo Quartzarênico órtico (EMBRAPA, 2013). Três Lagoas - MS, 2012.

Profundidade	P resina	M. O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
m	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
0,00-0,20	4	11	4,0	0,4	1,0	1,0	25	9,0	2,0	27,0
Profundidade	V	m	S-SO <sub>4</sub>	B**	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*		
m	%	%	mg dm <sup>-3</sup>	-----mg dm <sup>-3</sup> -----						
0,00-0,20	9	79	3	0,23	0,50	24,00	2,60	0,60		

\*\*Água quente; \*Determinado em DTPA. Análise química realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo UNESP/FE.

**Tabela 2** – Acúmulo de micronutrientes nos lenhos de eucalipto aos 44 meses após a definição dos brotos, em função do número de brotos por cepa e doses de adubação. Três Lagoas - MS, 2017.

Tratamentos	B	Cu	Fe#	Mn#	Zn#
(g ha <sup>-1</sup> de M.S.)					
<b>Número de brotos por cepa</b>					
1	2920,88a	919,71a	3869,18a	9423,02a	7089,98a
2	2227,27b	528,92b	3476,32a	5575,00b	6586,38a
<b>D.M.S. (5%)</b>	537,67	163,32	1378,97	2337,59	2581,29
<b>Adubação (%)<sup>+</sup></b>					
0	2143,88	253,58 <sup>(1)</sup>	2330,79 <sup>(2)</sup>	5779,57 <sup>(3)</sup>	4594,44 <sup>(4)</sup>
50	2647,01	510,80	3536,14	6603,25	7452,50
100	2711,22	1165,78	5003,81	7194,79	8565,32
200	2794,20	967,10	3820,25	10418,43	6740,45
<b>Teste F</b>					
<b>Brotos (B)</b>	7,66*	26,34**	0,37 <sup>ns</sup>	12,46**	0,18 <sup>ns</sup>
<b>Adubação (A)</b>	1,37 <sup>ns</sup>	29,95**	2,91 <sup>ns</sup>	3,47*	1,93 <sup>ns</sup>
<b>B x A</b>	0,45 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>
<b>C.V. (%)</b>	23,86	25,75	21,67	18,52	26,25
<b>Média Geral</b>	2574,07	724,31	3672,75	7499,01	6836,18

<sup>+</sup>Porcentagem referente a 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 06-30-06 + 1,0% Ca + 3,0% S + 1,0% Mg + 1,5% Cu + 1,0% Zn.

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

\*e\*\* = significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; <sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>(1)</sup> Y = 179,89 + 12,7114x - 0,0433x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 0,87\*)

<sup>(2)</sup> Y = 2196,9926 + 42,4452x - 0,1705x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 0,94\*\*)

<sup>(3)</sup> Y = 5464,3137 + 23,2537x (R<sup>2</sup> = 0,96\*)

<sup>(4)</sup> Y = 4626,7614 + 69,5496x - 0,2952x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 1,00\*)

#Dados corrigidos pela equação (x+0,5)<sup>0,5</sup>