

Micronutrientes Foliare e Volume de Madeira de Clones de *Eucalyptus* spp. na Amazônia Oriental⁽¹⁾.

Rayanne Oliveira Teixeira⁽²⁾; Desirée Jastes Fernandes⁽²⁾; Marcos André Piedade Gama⁽³⁾; Gilson Sergio Bastos de Matos⁽⁴⁾; Nere Leila Alves Ribeiro⁽⁵⁾; Suany Couto Teixeira⁽⁵⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA; ⁽²⁾ Graduanda do curso de Engenharia Florestal – UFRA, Belém-PA, teixeira.rayanne@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Graduanda do curso de Engenharia Florestal – UFRA; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Fertilidade do Solo e Adubação – UFRA; ⁽⁴⁾ Doutorando em Agronomia – UFRA; ⁽⁵⁾ Mestranda em Ciências Florestais – UFRA; ⁽⁵⁾ Mestranda em Ciências Florestais – UFRA

RESUMO: Os micronutrientes são indispensáveis ao desenvolvimento das plantas, e auxiliam no aumento da produtividade e qualidade das espécies florestais. Este trabalho teve por objetivo avaliar os teores de micronutrientes foliares e desenvolvimento em volume de madeira de cinco clones de *Eucalyptus* sp. de plantio comercial no município de Mojú, no Estado do Pará. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Como tratamentos foram adotados cinco materiais genéticos (*E. grandis* x *E. urophylla* – Clones A e C; *E. grandis* x *E. pellita* – Clone B; *E. camaldulensis* – clone D; *E. urophylla* x *E. camaldulensis* – Clone E). Após 18 meses de plantio realizou-se a coleta de solo nas profundidades de 0 – 0,10m e 0,10 – 0,20 m para caracterização química do solo e a coleta de folha para a quantificação dos micronutrientes foliares nos materiais genéticos. O volume foi obtido a partir da coleta de dados de Altura e DAP (diâmetro a altura do peito). Observou-se que os micronutrientes estavam dentro das faixas nutricionais adequadas, mas o clone que teve maior concentração foliar de Fe foi o D, com 148 mg kg⁻¹, seguido do clone B, com 94,5 mg kg⁻¹. A concentração de Zn foi maior nos clones C e E, com teores 20,50 e 19,35 mg kg⁻¹, respectivamente. O clone B apresentou teores inferiores de Zn em relação aos demais, indicando limitações nutricionais. Não houve diferenças significativas entre micronutrientes e crescimento em volume nos diferentes tratamentos adotados.

Termos de indexação: Diagnose foliar; Nutrição Florestal; Florestas Plantadas.

INTRODUÇÃO

Os micronutrientes são fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Kirkby & Römhald, 2007). As concentrações baixas dos micronutrientes em comparação com as dos macronutrientes nos tecidos vegetais implicam diferentes papéis para estes dois grupos de nutrientes no crescimento (Kirkby & Römhald, 2007) e nas diferentes funções metabólicas das plantas,

mas tem mesma importância que os macronutrientes para a nutrição delas.

Sua disponibilidade varia de acordo com o tipo do solo e manejo utilizado (Abreu et al, 2007), à exemplo de solos altamente intemperizados ou pobres como na Amazônia. Em decorrência do aumento do suprimento de micronutrientes para a cultura a um nível adequado, os benefícios obtidos pelo aumento da produtividade da cultura e da sua qualidade podem ser extremamente altos (Kirkby & Römhald, 1996).

Os efeitos dos micronutrientes sobre as plantas são fundamentais para subsidiar a tomada de decisão quanto às estratégias de manejo, em plantios comerciais.

Diante disso, este trabalho avaliou o desenvolvimento, em volume, de cinco clones de *Eucalyptus* spp. e os teores foliares de micronutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em plantio comercial de Eucalipto no município de Mojú, Estado do Pará, em talhão experimental localizado nas coordenadas 1°49'43"S e 48°44'96" W do meridiano de Greenwich.

A área é caracterizada pelo clima do tipo mesotérmico e úmido, com precipitação pluviométrica anual variando em torno de 2000 a 3000 mm, com chuvas distribuídas irregularmente, mas com um pequeno período seco definido que vai de agosto a outubro (Nemer & Jardim, 2004). A temperatura média anual elevada, girando em torno de 25 a 27° C.

Segundo classificação Embrapa (2006), o solo é definido como Latossolo Amarelo distrófico com textura média.

Anteriormente ao plantio (cerca de 30 dias), os tratamentos silviculturais aplicados foram: preparo do solo, através de uma aração e duas gradagens; calagem com dosagem na proporção de 1 t ha⁻¹, com calcário dolomítico e 0,42 t ha⁻¹ de fosfato natural.

As mudas foram plantadas em espaçamento de

3 x 3 m, onde foram aplicadas 90 g cova⁻¹ de NPK 6-30-6, baseado nos níveis ótimos de produtividade descritos por Barros et al (2000).

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental adotado no estudo foi de blocos ao acaso sendo empregados cinco materiais genéticos como tratamentos, com quatro repetições, totalizando 20 parcelas, com 50 plantas em cada.

A coleta de material aconteceu após o plantio ter completado 18 meses de idade.

Para amostragem de folhas, com objetivo de realizar a avaliação nutricional, foram selecionados seis indivíduos, representativos de cada classe diamétrica, por parcela, atendendo a metodologia de amostragem de folhas descrita por Bellote & Silva (2005), totalizando uma amostra composta de 24 folhas por parcela experimental. As amostras encaminhadas para o Laboratório de Nutrição de Plantas, da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA. Os micronutrientes foliares avaliados foram: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn). A determinação das concentrações dos nutrientes foliares seguiu a metodologia descrita por Malavolta et al (1997).

Quanto à amostragem de solo, com o objetivo de realizar a caracterização química do mesmo, foram coletadas cinco sub amostras simples para a composição de uma amostra composta, nas profundidades de 0 a 0,10m e 0,10 a 0,20m, seguindo caminho aleatório na área útil das parcelas nas entrelinhas de plantio. As amostras foram analisadas no Laboratório de Química do Solo – UFRA.

Os atributos químicos do solo analisados foram: pH_{H2O}, Alumínio trocável (Al), Acidez Potencial (H+Al), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), Matéria orgânica (M.O), de acordo com a metodologia apresentada por Embrapa (1997).

Os dados referentes às variáveis altura, DAP (diâmetro a altura do peito) e volume foram obtidos pelo método de cubagem não rigorosa e não destrutiva, e foram coletados com auxílio de medidor automático de altura Vertex®, fita métrica e equações matemáticas, respectivamente. O volume foi determinado a partir da equação:

$$V_i = \frac{\pi * (DAP_i)^2 * ff * Hi}{4}$$

Onde:

V_i = volume de madeira com casca da árvore;

DAP_i = diâmetro à altura do peito da árvore (m);

ff = Fator de forma. Neste caso, devido à inexistência de fatores definidos regionalmente para cada uma das espécies, arbitrou-se o valor 0,5.

H_i = altura total de cada árvore (m).

Análise estatística

As análises analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a 5% de significância, através do *Software* STATISTICA 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos de fertilidade do solo (**Tabela 1**), no período avaliado, são compatíveis com o bom desenvolvimento dos clones de eucalipto neste experimento, baseado nos estudos de Sgarbi (2002).

Os micronutrientes, de forma geral, apresentam-se dentro das faixas nutricionais adequadas (**Tabela 2**), de acordo com os intervalos estabelecidos por Malavolta *et al.* (1997) e Gonçalves *et al.* (1995).

Tabela 2: Teores médios de micronutrientes encontrados nas folhas de cinco clones de *Eucalyptus* spp., aos 18 meses de plantio em Mojú - Pará.

Clone ¹	Cu	Fe	Mn	Zn
mg kg ⁻¹				
A	6,4	75 b	168	9,75 cb
B	3,88	94,5 ab	219	6,25 c
C	7,05	60,5 b	268	20,50 a
D	7,8	148 a	149	14,5 ab
E	5,45	54,75 b	211	19,35 a
DMS	5,69	61,1	209,43	7,37
F	1,45	7,71 *	1	14,34 *
CV (%)	20,2	40,3	48,8	45,12

¹A – *E. grandis* x *E. urophylla*, B – *E. grandis* x *E. pellita*, C – *E. grandis* x *E. urophylla*, D – *E. camaldulensis* e E – *E. urophylla* x *E. camaldulensis*. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{ns} e *, não significativo e significativo, respectivamente, pelo teste F (0,05). DMS – Diferença Mínima Significativa. CV (%) – Coeficiente de variação.

As concentrações foliares médias de micronutrientes foram semelhantes ao mesmo padrão nutricional encontrado por Macedo, Soares & Soares (1996): Mn > Fe > Zn > Cu. Contudo, os materiais genéticos não podem ser agrupados em padrões de absorção de micronutrientes, pois no caso do Fe e Zn, foram observadas diferenças significativas entre os materiais genéticos quanto a capacidade absorção desses nutrientes.

Os maiores teores de Fe foram encontrados nos indivíduos de *E. camaldulensis* (D), seguido então do híbrido *E. grandis* x *E. pellita* (B), com valores moderados e estatisticamente iguais aos outros tratamentos.

É importante ressaltar que existem amplas variações nas interpretações de análise foliar em relação aos micronutrientes, principalmente quanto ao Fe e Mn (Silveira et al, 2005).

Sobre o micronutriente Zn, os teores foliares revelaram-se significativamente superiores nos híbridos *E. grandis* x *E. urophylla* (C) e *E. urophylla* x *E. camaldulensis* (E). O clone D apresentou semelhança ao clone A e, o clone B mostrou-se com o menor teor foliar deste nutriente.

As variações da concentração foliar de Zn entre os tratamentos evidenciam especificidades nutricionais, que podem ser determinadas pela qualidade do sítio, idade atual do plantio e condições climáticas.

A relação entre os teores de micronutrientes relacionados ao volume de madeira não apresentaram diferenças significativas entre os materiais genéticos, indicando a similaridade produtiva entre eles (**Tabela 3**).

Tabela 3: Volume em madeira de clones de *Eucalyptus* spp., 18 meses após plantio em Moju, Pará.

Clones ¹	Volume (m ³)
A	284.0620 a*
B	251.2095 a
C	211.3019 a
D	200.8355 a
E	206.6652 a
CV%	40.33

A - *E. grandis* x *E. urophylla*, B - *E. grandis* x *E. pellita*, C - *E. grandis* x *E. urophylla*, D - *E. camaldulensis* e E - *E. urophylla* x *E. camaldulensis*. *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a (5 %) de significância.

É importante perceber que, em termos práticos, o clone A, que teve maior produção de madeira, apresentou baixos teores foliares de Zn e médios teores de Fe, enquanto que o clone D, que teve menor produtividade, apresentou maiores teores foliares de Fe.

Quanto aos teores foliares de Zn, o clone C, não apresentou maior produção de madeira, embora tivesse maiores teores desse micronutriente, assim como o Clone A, com a maior média de volume de madeira e um dos menores teores foliar deste nutriente.

Em termos práticos, pode-se inferir que, sob as condições edáficas da região, a faixa ótima do micronutriente Fe está entre 75 e 94 mg kg⁻¹.

Neste sentido, é interessante considerar as características adaptativas dos clones deste estudo, que apresentaram boa produtividade, às condições edáficas da região.

CONCLUSÕES

Os clones respondem de forma diferenciada quanto à absorção de nutrientes Fe e Zn.

Não ocorre diferenças significativas no crescimento em volume dos diferentes clones avaliados.

É necessário realizar estudos referentes à disponibilidade de micronutrientes e as faixas ótimas destes para a produtividade do eucalipto nas condições dos solos da região.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p.645-736.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p.135-165.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V., eds. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2005. p.105-133.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 212p. 1997.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2006.

GONÇALVES, A. N.; HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N. & SGARBI, F. Diagnóstico Visual de deficiências nutricionais e excesso de



macro e micronutrientes de *Eucalyptus*. Piracicaba, Boletim Informativo IPEF, 4 (39): 4-5, 1998.

KIRKBY, E. A. RÖMHELD, V. Micronutrients in MACEDO, R. L. G.; SOARES, R. V.; SOARES, A. R. "Status" nutricional de *Eucalyptus* (na fase juvenil) introduzidos na baixada cuiabana. MT. Cerne, v.2, n.2, p.110-123, 1996.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

NEMER, T.C., JARDIM, F.C.S. 2004. An assesment of diameter growth rate in a population of *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers with dbh \geq 5cm in a logged tropical

rainforest, Moju, state of Pará, Brazil. *Revista de Ciências Agrárias*, 41: 77-88, 2004.

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

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; GONÇALVES, A. N.; MOREIRA, A. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: Gonçalves, J. L. M.; BENEDETTI, V. Nutrição e fertilização Florestal, p.79-104, 2005.

Tabela 1: Caracterização da fertilidade do solo sob plantio de 18 meses com cinco clones de Eucalipto em Mojú - Pará.

Clone ¹	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V
	H ₂ O	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³					%	
0 - 10 cm											
A	5,64	13,7	1,28	7,91	0,08	3,4	0,72	0,23	4,39	8,55	48,82
B	4,98	0,08	1,5	4,9	0,03	1,6	0,69	0,18	4,49	6,8	34,07
C	4,94	15,64	1,28	5,12	0,03	2,54	0,66	0,7	6,912	10,16	32,34
D	5,91	11,37	1,6	5,44	0,05	2,36	0,6	0,2	4,718	7,72	39,4
E	5,17	21,2	1,39	5,27	0,04	1,95	1,37	0,48	5,222	8,59	38,57
10 - 20 cm											
A	5,43	14,29	1,28	7,08	0,07	2,4	0,37	0,3	4,62	7,48	38,28
B	5,04	12,8	1,50	4,13	0,02	1,21	0,88	0,4	4,72	6,84	30,96
C	4,79	12,28	1,28	4,89	0,03	1,12	0,66	1,05	6,96	8,78	20,91
D	5,02	18,62	1,39	4,68	0,03	1,04	0,83	0,5	4,87	6,29	22,98
E	4,74	19,27	0,75	6,31	0,02	2,03	0,61	0,73	5,1	7,77	31,9

¹ A – *E. grandis* x *E. urophylla*, B – *E. grandis* x *E. pellita*, C – *E. grandis* x *E. urophylla*, D – *E. camaldulensis* e E – *E. urophylla* x *E. camaldulensis*.