

Efeito da aplicação de NPK e micronutrientes no desenvolvimento de *Eucalyptus citriodora* Hook.

SIMONE APARECIDA DE OLIVEIRA ⁽¹⁾

MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES ⁽²⁾

SALATIÉR BUZETTI ⁽³⁾

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido na área experimental da FEIS/UNESP, em um solo anteriormente recoberto por vegetação de cerrado. Foi desmatado em 1978 e conduzido com culturas anuais até a implantação do *Eucalyptus citriodora* em 1985. Foram estudados os tratamentos: 1. testemunha (sem adubação); 2. NPK; 3. NPK + micronutrientes (C); 4. C - B; 5. C - Cu; 6. C - Fe; 7. C - Mn; 8. C - Mo; 9. C - Zn e 10. NPK + FTE, dispostos em um delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições. Foram avaliados a altura de plantas, DAP e volume, nos anos de 1990, 1991, 1992, 1993 (somente DAP), 1994, 1995, 1996 e 1997. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados. Os resultados não mostraram diferenças significativas, entre tratamentos, para todas as características nas análises individuais. Já, na análise conjunta para o incremento médio anual (IMA) foram observadas diferenças significativas para idades e tratamentos, em todas características. O tratamento NPK não diferiu dos tratamentos com micronutrientes, sendo porém superior ao tratamento testemunha.

Palavras-chave: Adubação, diagnose para micronutrientes, cerrado

ABSTRACT

Effect of micronutrients on *Eucalyptus citriodora* Hook. The present study was conducted in Selvíria county, MS-Brazil on a soil formerly under cerrado vegetation. It was deforested in 1978 and carried out with annual crops until the eucalyptus planting in 1988. The treatments were set up as

⁽¹⁾Pós-graduanda em Agronomia do Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural da FEIS/UNESP - Av. Brasil Centro, 56 - Ilha Solteira - SP. CEP - 15.385-000. E-mail: simoneap@agr.feis.unesp.br

⁽²⁾Professor Dr. do Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural - FEIS/UNESP - E-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br

⁽³⁾Professor Dr. do Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural - FEIS/UNESP - E-mail: sbuzetti@agr.feis.unesp.br

follow: control (no fertilization), NPK, NPK+ B+Cu+Fe+Mn+Mo+Zn (C), C-B, C-Cu, C-Fe, C-Mn, C-Mo, C-Zn, NPK+FTE, in a completely randomized block design, with 4 replications. It was evaluated the plant height, diameter, and volume, in 1990, 1991, 1992, 1993 (only DAP), 1994, 1995, 1996, and 1997. The results did not show significant differences among treatments, for each individual analysis. To whole analysis (all years) to annual medium increment there was significant difference to ages and treatments. The NPK treatment was better than control, but did not differ from micronutrient treatments.

Key words: fertilization, diagnosis, micronutrients, cerrado soil.

INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus citriodora* é uma espécie exótica muito utilizada no meio rural para lenha, carvão, postes, moirões, madeira serrada e exploração como pasto apícola, além da extração de óleo essencial. Considerando então a sua importância, estudos sobre adubação em eucalipto são desenvolvidos tendo em vista que os solos utilizados para este cultivo são de baixa fertilidade.

Mesmo quando utilizados com essências florestais de baixa exigência nutricional, como *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., os solos pobres sob vegetação de cerrado devem ser preparados e adubados adequadamente (VALERI et al., 1993).

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. As recomendações de adubação devem ser definidas em nível regional para as espécies e tipos de solo mais representativos, envolvendo experimentação de campo, que devem ter por objetivo estabelecer classes de fertilidade de solo e de resposta às adubações (GONÇALVES, 1995).

A aplicação de fertilizantes é essencial para o suprimento das exigências do eucalipto, principalmente em solos de cerrado, mas esta prática tem um elevado investimento o que a torna inviável, dependendo das quantidades de adubo recomendado.

Além da adubação com NPK, algumas espécies de eucalipto são exigentes em certos micronutrientes como o B e o Zn, para o seu desenvolvimento. Portanto, estudos sobre as quantidades de macro e micronutrientes são importantes para se determinar as quantidades ideais e economicamente viáveis destes nutrientes em essências florestais.

GONÇALVES (1995) recomenda a aplicação de micronutrientes, principalmente B e Zn, conjuntamente com o N, P e K, através de formulações de fertilizantes que os contenham 0,3% de B e 0,5% de Zn, ou então, aplicar 10 g de FTE (“Fritas”) por planta no plantio.

VALERI et al. (1985) verificaram que a adubação básica com N, K e micronutrientes proporcionou maior crescimento em altura e diâmetro das plantas de *Eucalyptus grandis* e garantiu a sobrevivência das mesmas quando atingidas pela geada, ainda considerando que o teor de fósforo no solo era relativamente elevado (31 mg/dm³). Os resultados obtidos permitiram recomendar a aplicação de 3 t/ha de calcário dolomítico seguida da adubação básica utilizada, dispensando a fosfatada.

BARROS et al. (1981) observaram que a adição da mistura de B e Zn não causou efeito significativo no crescimento do *E. saligna*, mas tendeu a reduzir a altura e o volume do *E. grandis* à idade de 4,5 anos.

FONSECA et al. (1990) verificaram que o sulfato de zinco afetou o crescimento do *Eucalyptus camaldulensis* sendo que, na presença do boro esse efeito negativo foi reduzido em maior ou menor proporção em função da combinação das doses, portanto, os ganhos obtidos com o bórax justificam a sua utilização em plantios comerciais de eucalipto.

CHICHORRO et al. (1994) observaram que a adição de B e Zn em *Eucalyptus grandis* melhorou a eficiência econômica do uso de fertilizantes. O tratamento com 2 t/ha de fosfato e 750 g/planta de NPK mais B e Zn mostrou-se o mais indicado economicamente, com Taxa Interna de Retorno de 12,38% e Razão Benefício Custo de 1,17.

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de NPK e micronutrientes no desenvolvimento de *Eucalyptus citriodora*, conduzido em solo anteriormente recoberto por vegetação de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no município de Selvíria - MS, em novembro de 1985, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados, tendo 4 repetições, com 9 plantas por parcela em linha contínua, no espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,7 m entre plantas. Ao lado das linhas que receberam os tratamentos havia uma outra linha como bordadura, ou seja, havia duas linhas separando as linhas tratamentos, assim como duas plantas entre cada parcela, dentro das linhas. A aplicação dos micronutrientes e P foi feita na cova de plantio, já o N e K foram aplicados em cobertura e parcelados em 2 vezes.

O solo utilizado é um Latossolo Vermelho-Escuro, álico de textura argilosa (DEMATTE, 1980), com as características químicas:

Tabela 1 - Caracterização química do solo, segundo metodologia descrita em RAIJ et al. (1987), do teor de fósforo (P resina), matéria orgânica (M.O), pH em CaCl_2 (pHCaCl_2), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e B (GUPTA, 1979) e Zn (LINDSAY & NORVELL, 1978)

Table 1 - Chemical characteristics of soil, according to methodology described by RAIJ et al. (1987) to P (resin), organic matter (MO), pH (pH CaCl_2), K, Ca, Mg, H+Al, Al, K+Ca+Mg, cation exchange capacity (CTC), basis saturation (V%), B (GUPTA, 1979), and Zn (LINDSAY & NORVELL, 1978)

Prof. (cm)	P resina (mg/dm ³)	M.O. (g/dm ³)	pHCaCl_2	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V (%)	B (mg/dm ³)	Zn (mg/dm ³)
				mmol/dm ³									
0 - 20	3,0	19,0	5,5	0,8	17,0	10,0	44,0	5,0	27,8	71,8	39,0	0,5	0,9

Os adubos utilizados foram: nitrocálcio, superfosfato simples, cloreto de potássio, bórax, sulfato de cobre, sulfato ferroso, sulfato de manganês, molibdato de sódio, sulfato de zinco e FTE - BR-12.

Foram testados 10 tratamentos envolvendo NPK (60-150-30 kg/ha) e micronutrientes: 2 kg/ha de B, 1 kg/ha de Cu, 4 kg/ha de Fe, 4 kg/ha de Mn, 120 g/ha de Mo, 10 kg/ha de Zn. Os tratamentos foram: 1. testemunha (sem adubação); 2. NPK; 3. NPK + micronutrientes (C); 4. C - B; 5. C - Cu; 6. C - Fe; 7. C - Mn; 8. C - Mo; 9. C - Zn e 10. NPK + FTE - BR-12 (60 g/planta).

As mudas foram produzidas em sacos plásticos no viveiro da CESP/ Ilha Solteira. O controle de formigas foi feito com iscas granuladas, sempre que detectada a sua presença.

Foram feitas medições de altura de plantas, DAP e o volume nos anos de 1990, 1991, 1992, 1993 (somente DAP), 1994, 1995, 1996 e 1997 (também para a forma do fuste).

As avaliações foram realizadas em todas as plantas de cada parcela, onde foi mensurada a altura utilizando-se o suunto clinômetro. O DAP foi obtido através da suta (paquímetro florestal). Já o volume foi calculado através dos dados de altura e DAP pelo programa VARIA.

A análise estatística foi feita através do esquema de blocos casualizados sendo realizadas análises individual e conjunta, das características avaliadas e também do incremento médio anual (IMA), segundo metodologia descrita em GOMES (1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de quadrados médios, médias e coeficientes de variação, das análises individuais, para todas as características avaliadas

constam nas tabelas 2, 3, 4 e 5. Já, os resultados das análises conjuntas do incremento médio anual estão nas tabelas 6 e 7. Pela tabela 2 não se verifica efeito significativo, dentro de cada ano, para nenhum dos parâmetros avaliados.

Tabela 2 - Valores de quadrado médio (QM), média geral e coeficiente de variação (CV%), das análises individuais, para as características de altura (ALT - m), diâmetro à altura do peito (DAP - cm), volume (VOL - m³) e forma (FOR)

Table 2 - Mean square, average and variation coefficient (CV%) to individual analysis to plant height (ALT - m), diameter (DAP - cm), volume (VOL - m³) and form

Característica - Ano	QM	Média Geral	CV%
ALT - 5 ¹	3,8616 ^{ns}	12,52	13,33
DAP - 5	2,3814 ^{ns}	11,83	15,27
VOL - 5	0,0039 ^{ns}	0,19	39,42
ALT - 6	4,2600 ^{ns}	14,13	12,86
DAP - 6	3,3562 ^{ns}	12,63	14,69
VOL - 6	0,0080 ^{ns}	0,26	39,01
ALT - 7	5,7293 ^{ns}	17,38	13,36
DAP - 7	3,3659 ^{ns}	12,62	15,50
VOL - 7	0,0090 ^{ns}	0,32	36,12
DAP - 8	4,0993 ^{ns}	14,13	16,03
ALT - 9	7,4602 ^{ns}	18,38	12,88
DAP - 9	3,4643 ^{ns}	14,83	15,33
VOL - 9	0,0246 ^{ns}	0,47	37,38
ALT - 11	9,5400 ^{ns}	20,48	13,07
DAP - 11	4,3327 ^{ns}	15,97	15,10
VOL - 11	0,0438 ^{ns}	0,62	37,79
ALT - 12	6,6324 ^{ns}	20,84	15,25
DAP - 12	4,2633 ^{ns}	16,33	16,03
VOL - 12	0,0447 ^{ns}	0,67	41,06
FOR - 13	0,04179 ^{ns}	1,17	13,23

1 - Idade em anos; ^{ns} - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3 - Estimativas de médias de altura (m), para os tratamentos com e sem micronutrientes em *Eucalyptus citriodora*

Table 3 - Mean height estimate (m) to treatments with and without micronutrientes on Eucalyptus citriodora

Tratamentos	Ano 5	Ano 6	Ano7	Ano 9	Ano 11	Ano 12
	Médias					
Test.	10,98	12,51	15,84	16,27	18,14	19,42
NPK	13,01	14,68	18,16	19,38	20,60	21,46
C	12,18	14,13	16,76	17,72	19,85	20,07
C – B	13,64	15,32	18,57	20,20	22,14	21,60
C – Cu	13,33	15,10	18,16	19,94	22,99	22,56
C – Fe	13,96	15,36	19,09	19,34	22,06	22,33
C – Mn	11,29	12,93	15,41	16,51	19,78	21,51
C – Mo	11,85	13,00	17,53	17,53	18,62	20,89
C – Zn	12,41	13,97	17,63	18,42	20,39	21,39
NPK+FTE	12,57	14,35	16,61	18,53	20,19	20,19

Tabela 4 - Estimativas de médias do DAP (cm), para os tratamentos com e sem micronutrientes em *Eucalyptus citriodora*

Table 4 - Mean diameter (cm) to treatments with and without micronutrientes on Eucalyptus citriodora

Tratamentos	Ano 5	Ano 6	Ano7	Ano 9	Ano 11	Ano 12
	Médias					
Test.	10,56	11,36	11,59	13,08	13,93	14,21
NPK	11,96	12,96	13,11	15,33	17,05	16,80
C	11,24	12,39	11,91	14,24	15,46	15,47
C – B	11,80	13,45	13,48	15,57	16,19	16,64
C – Cu	12,68	14,13	14,06	15,97	17,01	17,50
C – Fe	12,55	13,41	13,77	15,74	17,06	17,51
C – Mn	10,80	11,56	12,16	13,99	15,12	15,53
C – Mo	10,47	11,62	11,49	14,11	15,19	16,13
C – Zn	11,76	12,90	12,37	15,09	16,68	17,09
NPK+FTE	11,51	12,51	12,33	15,18	16,01	16,47

Tabela 5 - Estimativas de médias de volume (m^3) para os tratamentos com e sem micronutrientes em *Eucalyptus citriodora*
 Table 5 - Mean volume estimative (m^3) to treatments with and without micronutrientes on *Eucalyptus citriodora*

Tratamentos	Ano 5	Ano 6	Ano7	Ano 9	Ano 11	Ano 12
	Médias					
Test.	0,14	0,19	0,26	0,33	0,44	0,50
NPK	0,23	0,30	0,38	0,56	0,73	0,81
C	0,19	0,25	0,31	0,45	0,60	0,64
C – B	0,20	0,27	0,33	0,48	0,60	0,63
C – Cu	0,21	0,30	0,37	0,51	0,70	0,73
C – Fe	0,24	0,32	0,39	0,55	0,76	0,81
C – Mn	0,17	0,21	0,28	0,39	0,55	0,54
C – Mo	0,15	0,20	0,27	0,41	0,51	0,61
C – Zn	0,19	0,25	0,29	0,43	0,59	0,67
NPK+FTE	0,21	0,27	0,33	0,55	0,70	0,73

Na tabela 3 estão apresentadas as médias de altura para os tratamentos, em todas idades de avaliação. Verifica-se que embora houvesse, ao longo de cada ano, diferenças em até 60% entre a maior e a menor média, estas diferenças não foram detectadas nas análises estatísticas individuais, devido às variações não controladas no experimento, o mesmo ocorrendo com as avaliações de DAP (tabela 4) e volume (tabela 5). Em relação à forma do fuste, os valores variaram de 1,00 a 1,32, não atingindo níveis de significância. Portanto, a adubação não influenciou significativamente no desenvolvimento de nenhuma das avaliações realizadas no *Eucalyptus*. Também, BARROS et al. (1981) não encontraram efeito da adição de B e Zn no crescimento de *E. saligna*. Já, REZENDE et al. (1982) encontraram ganhos em volume para *E. grandis*, depois da reaplicação da mistura NPK + BZn. No presente ensaio o fato de não haver resposta a aplicação de NPK se deve talvez ao uso de culturas anteriores, as quais receberam estes elementos e calagem, além das análises das plantas terem sido iniciadas quando as plantas estavam com 5 anos de idade. Já, para os micronutrientes o solo forneceu estes elementos em quantidades suficientes para os incrementos alcançados pela cultura, e as diferenças relativas ocorridas individualmente a cada ano não alcançaram magnitude suficiente para serem detectadas nas análises estatísticas.

Tabela 6 - Valores de quadrado médio, média geral e coeficiente de variação (CV%), da análise conjunta, para o incremento médio anual das características altura (ALT - m), diâmetro à altura do peito (DAP - cm), volume (VOL - m³) e forma (FOR)

Table 6 - Mean square, average, and variation coefficient (CV%) to whole analysis related to mean annual increment to height (ALT - m), diameter (DAP - cm), volume (VOL - m³) and form (FOR)

Característica	QM			Média Geral	CV%
	TRAT	IDADES	TRAT*IDADES		
ALT	0,5294**	4,3534**	0,0150 ^{ns}	2,16	13,48
DAP	0,3218**	5,4619**	0,0090 ^{ns}	1,78	15,51
VOL	0,0015**	0,0022**	0,0001 ^{ns}	0,05	39,46

** - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade.

Tabela 7 - Estimativas de incremento anual médio de altura (m), DAP (cm) e volume (m³) para os tratamentos com e sem micronutrientes em *Eucalyptus citriodora*

Table 7 - Mean annual increment to height (m), diameter (DAP - cm), and volume (m³) to treatments with and without micronutrients on *Eucalyptus citriodora*

Tratamentos	ALTURA		DAP		VOLUME	
	Médias					
Test.	1,94	c	1,59	c	0,036	c
NPK	2,24	ab	1,85	abc	0,059	a
C	2,10	abc	1,71	abc	0,047	abc
C - B	2,33	ab	1,85	ab	0,048	abc
C - Cu	2,33	ab	1,95	a	0,054	ab
C - Fe	2,35	a	1,91	ab	0,059	a
C - Mn	2,01	bc	1,67	bc	0,042	abc
C - Mo	2,07	bc	1,66	bc	0,042	abc
C - Zn	2,17	abc	1,81	abc	0,047	abc
NPK+FTE	2,14	abc	1,78	abc	0,053	abc

Na análise conjunta de idades para o incremento médio anual (IMA) foram observadas diferenças significativas para idades e tratamentos, em todas as características (Tabela 6). Pela Tabela 7 verifica-se que os tratamentos que apresentaram as melhores médias foram C - Fe, para altura e volume, assim como para o tratamento NPK, e C - Cu para o DAP. Assim, a idade foi um fator

importante a ser analisado nos tratamentos e que houve ganhos significativos ao longo da experimentação. Entretanto, a adubação NPK seria essencial, pois proporcionou aumentos significativos quando comparada ao tratamento testemunha, ao passo que os tratamentos com micronutrientes não diferiram do tratamento NPK em nenhum dos parâmetros analisados. Por outro lado, BALLONI et al. (1982) encontraram diferenças significativas para os tratamentos com diferentes doses de NPK (10-28-06), para altura e sobrevivência de plantas de *Eucalyptus grandis* e VALERI et al. (1985) verificaram que a adubação básica com N, K e micronutrientes proporcionaram maior crescimento em altura e diâmetro das plantas de *Eucalyptus grandis*, além de ter garantido a sobrevivência das plantas na ocorrência de geadas. No presente trabalho os 3 mg/dm³ de P e/ou 0,8 mg/dm³ de K não foram suficientes para nutrir as plantas. O fato do P e do K estarem em um nível baixo, tendendo a muito baixo, faz-se necessário a aplicação destes elementos, para garantir o bom desenvolvimento das plantas. Já para os micronutrientes 0,5 e 0,9 mg/dm³ de B e de Zn, respectivamente, garantiram o desenvolvimento da cultura, não se justificando assim, a inclusão destes e dos outros micronutrientes no programa de adubação, para estas condições estudadas.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que:

Não houve efeito da adubação dentro das idades;

Houve diferença entre os tratamentos em relação ao incremento médio anual;

O tratamento NPK foi superior estatisticamente ao tratamento testemunha, para todas as avaliações.

Não se recomenda aplicar micronutrientes, pois estes não incrementaram o desenvolvimento da cultura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BALLONI, E.A.; GARCIA, P.V. & GONÇALVES, J. C. 1983. Efeitos do espaçamento e adubação sobre a recuperação de plantios de *Eucalyptus grandis* danificados pela geada. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, 1982, Belo Horizonte, Anais. São Paulo: SBS. p.172-4.
- BARROS, N.F.; BRAGA, J.M.; BRANDI, R.M. & DEFELIPO, B.V. 1981. Produção de eucalipto em solos de cerrado em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. **Revista Árvore**, 5: 90-103.
- CHICHORRO, J.F.; REZENDE, J.L.P.; CECON, P.R. & BARROS, N.F. 1994. Efeito do fertilizante na produtividade e economicidade do *Eucalyptus*

- grandis*, no município de Martinho Campos - MG. **Revista Árvore**, 18: 33-44.
- DEMATTÊ, J.L.I. 1980. **Levantamento detalhado dos solos do Câmpus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba, ESALQ/USP, 114p. (mimeografado).
- FONSECA, S.; OLIVEIRA, A.C. & MALUF, J.L.P. 1990. Adubação com boro e zinco de *Eucalyptus camaldulensis* em solos de cerrado na região de Brasilândia. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão. Resumos. Campos do Jordão: SBS/SBEF, v.2, p.69.
- GOMES, F.P. 1987. **Curso de estatística experimental**. 12.ed. Piracicaba: Livraria Nobel S.A., 467p.
- GONÇALVES, J.L.M. 1995. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, 15: 1-23.
- GUPTA, U.C. 1979. Some factors affecting the determination of hot-water-soluble boron from podzol soils using azomethine-H. **Can. J. Soil Sci.**, Ottawa, 59: 241-247.
- LINDSAY, W.L. & NORVELL, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Soil Sci. Soc. Amer.**, Madison, 42: 421-428.
- RAIJ, B.van.; QUAGGIO, J.A., CANTARELLA, H., FERREIRA, M.E., LOPES, A.S., BATAGLIA, O.C. 1987. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 170p.
- REZENDE, G.C.; BARROS, N.F.; MORAES, T.S.A.; MENDES, C.J. & SULTER FILHO, W. 1982. Aplicação de fosfatos naturais em plantios de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, 6: 74-83.
- VALERI, S.V.; AGUIAR, I.B. & CORRADINI, L. 1993. Composição química foliar e crescimento volumétrico de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden cultivado em areia quartzosa, em resposta à aplicação de fósforo e calcário dolomítico. **IPEF**, 49: 63-75.
- VALERI, S.V.; CORRADINI, L.; AGUIAR, I.B.; SOUZA, E.C.A. & BANZATTO. 1985. Efeito do fósforo e calcário dolomítico no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden plantado em um Regossolo. **IPEF**, 29: 55-60.