

EFEITO DE ADUBAÇÃO NPK NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Eucalyptus* *citriodora* Hook*

Renato M. Brandi
José F. Cândido
José M. Braga
Nairam F. Barros**

1. INTRODUÇÃO

O objetivo principal da prática de adubação de mudas em viveiro é a substituição do uso tradicional do solo superficial removido de matas naturais, como meio de cultura das mudas, pelo uso de substratos mais pobres, porém de fácil obtenção. A estes, adicionam-se os fertilizantes minerais ou orgânicos.

A adição de material orgânico ao solo, para a produção de mudas florestais, é preconizada tanto para a melhoria das condições físicas do solo quanto para o suprimento nutricional das mudas. Contudo, a dificuldade de obtenção desse material em escala comercial tem levado as empresas florestais a utilizarem adubos minerais, quer em mistura ao solo destinado ao preenchimento dos recipientes, quer dissolvidos na água de irrigação.

Os objetivos deste trabalho foram verificar os efeitos e determinar as melhores concentrações dos elementos NPK no desenvolvimento inicial de mudas de *E. citriodora*.

GUIMARÃES *et alii* (2), trabalhando com mudas de *E. saligna*, realizaram ensaio de adubação usando NPK e esterco palhoso. O superfosfato simples e o cloreto de potássio, nas doses simples de 3,1 e 1,0 g, respectivamente, foram incorporados à mistura dos torrões paulistas, e o salitre-do-chile, na dose de 0,76g, foi aplicado em solução nas irrigações. Os autores concluíram ser possível a substituição do esterco do recipiente por sapé picado, desde que se juntem adubos minerais, nas doses de 0,236 g de N e 0,625 g de P₂O₅. Apontaram, também, a conveniência da incorporação do potássio, a fim de dar firmeza ao caule das plantas, embora este elemento não tenha produzido efeito no desenvolvimento das mudas. SIMÓES *et alii* (4) concluíram que o emprego de fertilizantes minerais NPK, relação 6:14:3, na dosagem de 40 g/l de terra em mistura ao solo

* Recebido para publicação em 4-04-1977. Projeto n.º 4.1143 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

** Respectivamente, Prof. Adjunto, Prof. Titular, Prof. Titular e Prof. Assistente da U.F.V.

antes da semeadura, foi o tratamento mais eficiente no crescimento de mudas de *E. grandis*. Foi desnecessário o fracionamento do nitrogênio, e a fertilização sob regas foi eficiente, porém, de reação lenta. Em citação feita por SIMÓES *et alii* (3), Cury comparou diferentes formas de aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos no solo de confecção dos torrões paulistas, na produção de mudas de *E. alba*. Concluiu que o melhor crescimento foi produzido pela incorporação de 1,15 g de cloreto de potássio à terra do torrão. O crescimento das mudas não respondeu à adubação foliar. BRASIL e SIMÓES (1) estudaram o efeito de doses crescentes de NPK, relação 5:14:3, incorporadas ao conteúdo dos tubetes de papelão, na produção de mudas de *E. saligna*. Concluiram que a dose mais eficiente de NPK está entre 5 e 10 g por recipiente. SIMÓES *et alii* (3) conduziram dois ensaios para o estudo da forma de aplicação e da eficiência de diferentes fertilizantes na produção de mudas de *E. saligna*. Diferentes doses de NPK em mistura com a terra de enchimento dos recipientes ou sob a forma de rega foram aplicadas. Também foram utilizados fertilizantes de absorção foliar. Os autores concluíram que a maior eficiência em crescimento foi obtida pela aplicação sob a forma de rega, utilizando-se 4,05 g de NPK, na relação 6:15:3, por muda, antes da semeadura, aos 30, 40, 50 e 60 dias de idade; bom resultado pôde ser obtido pela incorporação da mistura de adubo ao solo dos recipientes e as adubações foliares mostraram-se ineficientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Com o fim de reduzir possíveis variações genéticas no estoque de mudas, as sementes utilizadas neste trabalho foram coletadas de uma única árvore, componente de um pequeno arboreto de *E. citriodora*, localizado no Departamento de Silvicultura da ESF.

Como recipientes para a obtenção de mudas foram utilizados saquinhos plásticos de 15 x 6 cm, preenchidos com uma mistura de solo e fertilizante. O solo foi retirado de uma camada localizada a 30 cm de profundidade, como parte integrante de um terraço aluvial antigo, tendo sido identificado como PVAC/fase terraço, textura argilosa. De sua análise química obtiveram-se valores que foram classificados como baixos para alumínio, nitrogênio, fósforo e potássio, médios para acidez, cálcio, magnésio e matéria orgânica e alto para índice de saturação de bases.

O experimento constou de um arranjo fatorial 3³, disposto no delineamento em blocos casualizados, utilizando-se 4 blocos.

O fertilizante utilizado foi uma mistura de N, P e K, constituída de sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (20% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O). Os níveis 1 e 2 dos elementos minerais adicionados em mistura ao solo dos recipientes constaram de 0,25 e 0,50 g de N; 0,70 e 1,40 g de P₂O₅ e 0,15 e 0,30 g de K₂O, respectivamente. O nível zero foi representado pela ausência do elemento.

A semeadura foi feita pelo método direto, usando-se 3 sementes por recipiente.

Com o duplo propósito de prevenir a lixiviação do fertilizante e a remoção das sementes dos recipientes pelas chuvas, foram estes protegidos por pequenos abrigos removíveis, com cobertura de toalha plástica transparente. Não ocorrendo chuvas, a proteção era removida durante o dia, sendo, porém, mantida sistematicamente durante a noite.

A adição de água de irrigação aos recipientes, antes e depois da emergência das plantas, foi feita por gotejamento. Inicialmente, os teores de umidade dos recipientes foram completados até o nível de, aproximadamente, 85% da capacidade de campo do componente solo. Este nível, previamente determinado, correspondeu à quantidade máxima de água capaz de ser retida integralmente no interior dos recipientes. Por meio de pesagens diárias de recipientes, amostras, este nível inicial de água foi mantido durante os trinta primeiros dias. A semelhança do procedimento utilizado nos viveiros, fez-se, posteriormente, uma redução do teor de água, passando o correspondente nível a ser de 50% da capacidade de campo, aproximadamente, nível com o qual as mudas completaram o período experimental.

Ao fim de 30 dias, fez-se uma seleção das mudas presentes em cada recipiente, de modo que uma única planta julgada como sendo a mais vigorosa, foi deixada em cada um deles.

Decorridos 54 dias, foram feitas medições de área foliar, altura e peso de matéria seca de plantas inteiras. Estes dados foram analisados estatisticamente, utilizando-se um modelo polinomial do 2.º grau.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Expressos pelas médias dos tratamentos, os dados de área foliar, altura e peso de matéria seca de mudas de *E. citriodora*, com 54 dias de idade, são apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Médias dos dados de área foliar, altura e peso de matéria seca de mudas de *E. citriodora*, decorridos 54 dias sob condições de viveiro

Tratamento			Área foliar (cm ²)	Altura (cm)	Peso matéria seca (g)
N	p	K			
Níveis de (g/planta)					
0	0	0	30,12	7,90	0,1987
0	0	0,15	49,13	10,92	0,3204
0	0	0,30	37,87	7,85	0,2663
0	0,70	0	91,09	14,65	0,8123
0	0,70	0,15	94,11	14,12	0,8683
0	0,70	0,30	95,89	15,15	0,8563
0	1,40	0	110,11	16,60	0,9833
0	1,40	0,15	99,29	15,45	0,9251
0	1,40	0,30	96,34	14,80	0,9184
0,25	0	0	35,50	7,85	0,2247
0,25	0	0,15	41,90	7,87	0,1549
0,25	0	0,30	33,85	8,80	0,2608
0,25	0,70	0	113,94	15,95	1,0680
0,25	0,70	0,15	115,41	13,15	0,9526
0,25	0,70	0,30	108,11	12,37	1,0403
0,25	1,40	0	112,97	16,47	1,0560
0,25	1,40	0,15	94,29	13,92	0,9763
0,25	1,40	0,30	89,04	12,52	0,8663
0,50	0	0	24,36	5,37	0,1071
0,50	0	0,15	19,94	4,72	0,1507
0,50	0	0,30	20,28	5,12	0,0100
0,50	0,70	0	96,41	8,45	0,5792
0,50	0,70	0,15	77,76	9,25	0,5262
0,50	0,70	0,30	84,88	8,00	0,7595
0,50	1,40	0	96,36	10,25	0,8132
0,50	1,40	0,15	92,07	10,52	0,5745
0,50	1,40	0,30	77,89	9,42	0,6110

Os melhores desenvolvimentos foram observados em presença dos mais bai-

xos níveis de nitrogênio e dos mais altos níveis de fósforo. Situação inversa ocorreu em presença do mais alto nível de nitrogênio e do mais baixo nível de fósforo. Assim, estes elementos foram os mais importantes, proporcionando efeitos consistentes nos três parâmetros de avaliação. Já o potássio mostrou efeito muito menos definido e, consequentemente, mais dependente das variações de fósforo e nitrogênio.

O efeito do fósforo e do nitrogênio produziram reduções do coeficiente de determinação, que foram significativas, ao nível de 1% de probabilidade. O fósforo proporcionou as maiores reduções observadas, atingindo valor máximo, com relação à área foliar, de 90,3%, contra apenas 5,5% no caso do nitrogênio. A maior redução provocada pelo nitrogênio foi na altura de plantas, ou seja, 39,3% contra 54,3% no caso do fósforo. Dentre os modelos que não reduziram de modo significativo o coeficiente de determinação, a decisão de escolha recaiu no que continha fósforo e nitrogênio tão-somente, já que a interação entre estes dois elementos produziu efeito que não foi significativo, ao nível de 1%. De acordo com os coeficientes de determinação obtidos, as variáveis independentes explicaram cerca de 94,4, 91,1 e 94,1% das variações totais observadas no desenvolvimento das mudas, em área foliar, altura e peso de matéria seca, respectivamente.

A razão de o modelo ajustar-se aos três parâmetros considerados pode ser explicada pela correlação encontrada entre os dados de medições. A mais alta correlação foi obtida entre área foliar e peso de matéria seca ($r = 96,1$) e a mais baixa foi entre área foliar e altura ($r = 83,6$), embora todos os coeficientes tenham sido significativos, ao nível de 1%. Pelo exposto e para as condições do presente trabalho, confirmou-se a tendência verificada na prática de se expressar a altura da muda como índice adequado de seu desenvolvimento. Além de ser uma medida fácil de ser tomada, o crescimento em altura representa um processo fisiológico dos mais críticos no estabelecimento de mudas no campo.

As seguintes equações representam as expressões algébricas do modelo escolhido, para área foliar, altura e peso de matéria seca, respectivamente:

$$\hat{Y}_i = 35,2516 - 174,3290 N^2 - 67,3336 P^2 + 61,8314 N + \\ + 139,9340 P$$

$$\hat{Y}_i = 9,41037 - 26,009 N^2 - 4,06229 P^2 + 2,70675 N + \\ + 9,93719 P$$

$$\hat{Y}_i = 0,246213 - 2,59494 N^2 - 0,624448 P^2 + 0,849092 N + \\ + 1,35283 P$$

Nos Quadros 2, 3 e 4 estão representadas as estimativas do desenvolvimento em área foliar, altura e peso de matéria seca, respectivamente, para mudas de *E. citriodora*, com 54 dias de idade, nas várias combinações das dosagens de fósforo e nitrogênio, de acordo com as equações acima.

Os níveis destes elementos calculados como capazes de proporcionar o máximo desenvolvimento das mudas foram: 0,177 g/planta de N e 1,039 g/planta de P; 0,052 g/planta de N e 1,223 g/planta de P e 0,163 g/planta de N e 1,083 g/planta de P, para área foliar, altura e peso de matéria seca, respectivamente. Com estes níveis obtiveram-se os pontos máximos da função, que foram: 113,44 cm² de área foliar, 15,55 cm de altura e 1,048 g de matéria seca.

Como se pode observar, as doses dos elementos correspondentes ao máximo desenvolvimento situam-se entre os níveis aplicados 0 e 1, para o nitrogênio, e entre os níveis 1 e 2, para o fósforo. No caso particular do nitrogênio, estas doses foram muito baixas em relação às aplicadas. Mesmo as maiores doses determinadas para este elemento, relacionadas com área foliar e altura, correspondem a pouco mais da metade da dose mais baixa de aplicação.

Um fato que merece ser notificado verificou-se após o período experimental. As mudas tratadas com as doses mais elevadas de nitrogênio e potássio tiveram seus crescimentos em altura rapidamente acelerados em relação às demais, após a remoção dos abrigos protetores de chuva. É bem possível que as concentrações de nitrogênio e potássio tenham sido reduzidas a níveis capazes de permitir melhor desenvolvimento das mudas, por serem estes considerados altamente lixiviados no solo. Em consequência disto, é lógico admitir a possibilidade de estarem em uso, nos viveiros florestais, fórmulas de adubação que, na realidade, superestimam as reais necessidades das plantas quanto aos fertilizantes aplicados.

QUADRO 2 - Área foliar (cm^2) de mudas de *E. citriodora* em função de fósforo e nitrogênio (g/planta)

Fósforo	Nitrogênio		
	0	0,25	0,50
0	35,251600	39,8138880	22,585050
0,70	100,211936	104,7734224	87,545386
1,40	.99,185344	103,7476320	87,518794

QUADRO 3 - Altura (cm) de mudas de *E. citriodora* em função de fósforo e nitrogênio (g/planta)

Fósforo	Nitrogênio		
	0	0,25	0,50
0	9,4103700	8,4614950	4,2614950
0,70	14,3758809	13,4270059	9,2270059
1,40	15,3603476	14,4114726	10,2114726

QUADRO 4 - Peso de matéria seca (g) de mudas de *E. citriodora* em função de fósforo e nitrogênio (g/planta)

Fósforo	Nitrogênio		
	0	0,25	0,50
0	0,24621300	0,29630225	0,02202400
0,70	0,88721448	0,93730373	0,66302548
1,40	0,91625692	0,96634617	0,69206792

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado em Viçosa, Minas Gerais, e teve como objetivo verificar os efeitos e determinar as melhores concentrações dos elementos NPK no desenvolvimento inicial das mudas de *E. citriodora*.

As plantas foram produzidas em saquinhos de plástico contendo mistura de solo e doses crescentes de NPK. Pequenos abrigos foram utilizados para prevenir a lixiviação dos fertilizantes da mistura dos recipientes pela água das chuvas. Serviram como indicadores do desenvolvimento das mudas a área foli-

ar, a altura e o peso da matéria seca de plantas inteiras.

Um modelo envolvendo fósforo e nitrogénio como elementos mais importantes explicou as variações observadas no desenvolvimento das mudas. Não foram significativos os efeitos da interação NP nem os do potássio. A dose de 0,50 g/planta de N produziu efeitos prejudiciais ao desenvolvimento das mudas. O inverso foi observado quando da aplicação de 1,40 g/planta de fósforo.

Para as condições do presente trabalho, os resultados obtidos levam às seguintes conclusões:

1. O potássio foi tido como elemento ineficiente no processo de desenvolvimento das mudas. Também não se observou nenhum contraste aparente entre mudas supridas ou não com este elemento.

2. As doses de nitrogénio que motivaram melhores desenvolvimentos das mudas podem, de acordo com a prática, ser desprezadas. O nível duplo de 0,50 g/planta deprimiu sensivelmente o vigor das mudas.

3. O fósforo, de acordo com o que se observou, foi o elemento que contribuiu de forma mais eficiente para a produção de mudas mais bem desenvolvidas. Assim, bons resultados poderão ser obtidos tão-somente com a aplicação deste elemento. Recomenda-se a dose de 1,17 g/planta.

4. Tendo-se em vista a possibilidade de perda por lixiviação ou os efeitos injuriosos causados pelo nitrogénio, quando presente em doses excessivas, a aplicação deste elemento por meio de adubações foliares ou pela água de irrigação apresentar-se-ia como método alternativo para seu uso adicional na produção de mudas de eucalipto. Neste sentido, recomendam-se novos estudos.

5. SUMMARY

A study to verify the effects and determine the best concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in the early development of *Eucalyptus citriodora* seedlings, was done in Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

The plants were grown in plastic pots containing a mixture of soil and increasing doses of NPK. Small shelters were used to prevent leaching of fertilizer from the pot mixtures by rain water. The foliar area, height and dry weight of the entire plant served as indices of seedling development.

A model including phosphorus and nitrogen as the most important elements explained the variations observed in the seedlings' development. Neither the effects of nitrogen phosphorus interaction nor potassium were significant. A dose of 0.50 grams/plant of N proved detrimental to seedling development. Phosphorus in doses of 1.40 grams/plant was beneficial.

The results obtained suggest the following conclusions:

1. Potassium proved to be an inefficient element in the development of nursery seedlings, and no contrast was observed between seedlings supplied this element and those not supplied.

2. The nitrogen doses responsible for the best seedling development are insignificant from a practical point of view. A double dosage of 0.50 grams/plant visibly depressed the seedlings' vigor.

3. Phosphorus was the element that most effectively contributed to the production of the best developed seedlings. Therefore, good results could be obtained by the application of only this element. A dose of 1.17 grams/plant is recommended.

4. Taking into account the possibility of loss by leaching or the detrimental effects caused by nitrogen when present in excessive dosages, the application of this element by means of foliar fertilization or by irrigation presents alternative methods for use of additional nitrogen in the production of eucalypts seedlings. Such studies are recommended.

6. LITERATURA CITADA

1. BRASIL, U.M. & SIMÓES, J.W. Determinação da dosagem de fertilizante mineral para a formação de mudas de eucalipto. IPEF, Piracicaba, 6:79-85. 1973.
2. GUIMARÃES, R.F., GOMES, F.P. & MALAVOLTA, E. Adubação em torrão «paulista» de *Eucalyptus saligna* Sm. Jundiaí, Cia. Paulista de Est. de Ferro, Serv. Florestal, 1959. 12 p. (Boletim, 12).

3. SIMÓES, J.W., LEITE, N.B., TANAKA, O.K. & ODA, S. Fertilização parcelada na produção de mudas de eucalipto. *IPEF*, Piracicaba, 8:99-109. 1974.
4. SIMÓES, J.W., SPELTZ, R.M., SPELTZ, G.E. & MELLO, H.A. Adubação mineral na formação de mudas de eucalipto. *IPEF*, Piracicaba, 2/3:35-49. 1971.