

EFEITO DE DOSES E LOCALIZAÇÃO DE FÓSFORO SOBRE O CRESCIMENTO DE MUDAS DE EUCALIPTO^{1/}

João Luiz Lani³

Arturo Cerezo Cárdenas²

Júlio César Lima Neves³

Nairam Felix de Barros³

Roberto Ferreira de Novais³

1. INTRODUÇÃO

Ocasionalmente, no campo, a adubação inicial (adubação de arranque) de eucalipto é retardada por 20 ou mais dias após o plantio da muda, por causa de problemas operacionais. A adubação é então realizada, localizando-se o fertilizante em coveta(s) lateral(is) ou em semicírculo ao redor da muda.

Estudos sobre a localização de nutrientes tornam-se importantes à medida que a mobilidade do elemento no solo torna-se menor (3). O fósforo, em virtude de sua virtual imobilidade, tem merecido maior atenção dos pesquisadores quanto à sua localização em relação à semente ou à raiz, em culturas como o milho (1,5) e a soja (8,9). O efeito de cada uma das práticas alternativas do modo de aplicação da adubação de arranque, em relação à planta, sobre o crescimento e a absorção de fósforo por mudas de eucalipto ainda não foi avaliado.

¹ Aceito para publicação em 24-11-1994.

² Estudante de pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas na UFV.

³ Departamento de Solos - Universidade Federal de Viçosa. 36570-000. Viçosa, MG.

Essa técnica pode afetar a efetividade do fósforo, pois, se o teor desse nutriente no solo é muito baixo e a dose aplicada é pequena, o tempo necessário para que as raízes alcancem o fertilizante na parte onde ele está localizado pode concorrer para um menor crescimento inicial das plantas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses e do modo de localização de fósforo sobre o crescimento de mudas de eucalipto e sobre sua absorção desse nutriente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostra de um Latossolo Vermelho-Amarelo álico (Quadro 1) da região de Viçosa(MG) recebeu 0, 75, 150, 300 e 600 mg.kg⁻¹ de P, mediante uma solução composta de KH₂PO₄, NH₄H₂PO₄ e NaH₂PO₄. O solo, assim fertilizado, foi localizado num vaso de forma a se obter uma coluna, com 12 cm de profundidade e 1 cm de espessura, que ocupava um quarto (correspondente a uma coveta lateral - 90°), dois quartos (correspondentes a duas covetas laterais - 180°) ou toda a periferia interna (um círculo - 360°) de um vaso de PVC (Figura 1) com 10 cm de diâmetro e 25 cm de altura, contendo 1,36 kg de solo. Dois tratamentos adicionais consistiram na fertilização de todo o solo do vaso (T) ou apenas da sua metade superior (T/2). Assim, nos vasos correspondentes a cada tipo de localização, as porções de solo que receberam fósforo (Quadro 2) corresponderam a 6, 12, 24, 50 e 100% do total de 1,36 kg. A adubação básica constou de 75 mg.kg⁻¹ de N, 150 mg.kg⁻¹ de K, 40 mg.kg⁻¹ de S, 40

QUADRO 1 - Resultados das análises químicas da amostra de solo LVa, da região de Viçosa (MG), antes da fertilização

Características	Resultados
pH H ₂ O (1:2,5)	4,5
Al ³⁺ (cmol _c . kg ⁻¹) ^{1/}	1,1
Ca ²⁺ (cmol _c . kg ⁻¹) ^{1/}	0,0
Mg ²⁺ (cmol _c . kg ⁻¹) ^{1/}	0,0
P (mg . kg ⁻¹) ²	1,0
K (mg . kg ⁻¹) ²	10,0
Matéria orgânica (%) ^{3/}	3,35

1/ Extrator KCl 1N.

2/ Extrator Mehlich-1.

3/ Método Walkley e Black.

QUADRO 2 - Resultados das análises químicas^{1/} da amostra de solo LVa, da região de Viçosa (MG), após a fertilização, e segundo as doses de P aplicadas

Dose de P	pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
mg.kg ⁻¹ -	1:2,5	--- mg. kg ⁻¹ ---		----- cmol _c . kg ⁻¹ -----		
0	4,0	01	161	0,80	0,2	traços
75	4,2	20	162	0,80	0,2	traços
150	4,5	48	170	0,70	0,2	traços
300	4,8	112	168	0,50	0,2	traços
600	5,1	220	156	0,30	0,2	traços

1/ Foram utilizados, de acordo com o elemento, os mesmos extratores listados no rodapé do Quadro 1.

mg.kg⁻¹ de Ca e 12 mg.kg⁻¹ de Mg. Os vasos foram levados para casa de vegetação e irrigados para, aproximadamente, a capacidade de campo. A seguir, sementes de *Eucalyptus grandis* foram postas a germinar na parte central do vaso. Os tratamentos foram dispostos em esquema inteiramente casualizado, com quatro repetições. Aos 18 e 37 dias após a semeadura aplicaram-se, em cobertura, 0,813 mg.kg⁻¹ de B, 4 mg.kg⁻¹ de Zn e 1,3 mg.kg⁻¹ de Cu. Aos 25 e 56 dias aplicaram-se, por vez, 12,5 mg.kg⁻¹ de N, em cobertura.

Aos 90 dias após a semeadura, mediu-se a altura das plantas e procedeu-se ao corte de suas partes aéreas rente ao solo; também as raízes foram separadas do solo e lavadas. O material vegetal foi secado em estufa (65-70°C) por 96 horas. Determinou-se, em seguida, o peso de matéria seca. A parte aérea e o sistema radicular das plantas foram mineralizados, e nos extratos determinou-se o teor de fósforo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento (altura e produção de matéria seca) (Figura 1) das mudas de eucalipto foi influenciado pelo modo de localização do fósforo, particularmente quando as menores doses desse nutriente foram aplicadas (Quadros 3, 4 e 5). Na dose de 600 mg.kg⁻¹ de P houve maior similaridade nos valores de altura e peso de matéria seca da parte aérea e das raízes, independentemente da localização. Isso reforça a idéia de que, sob

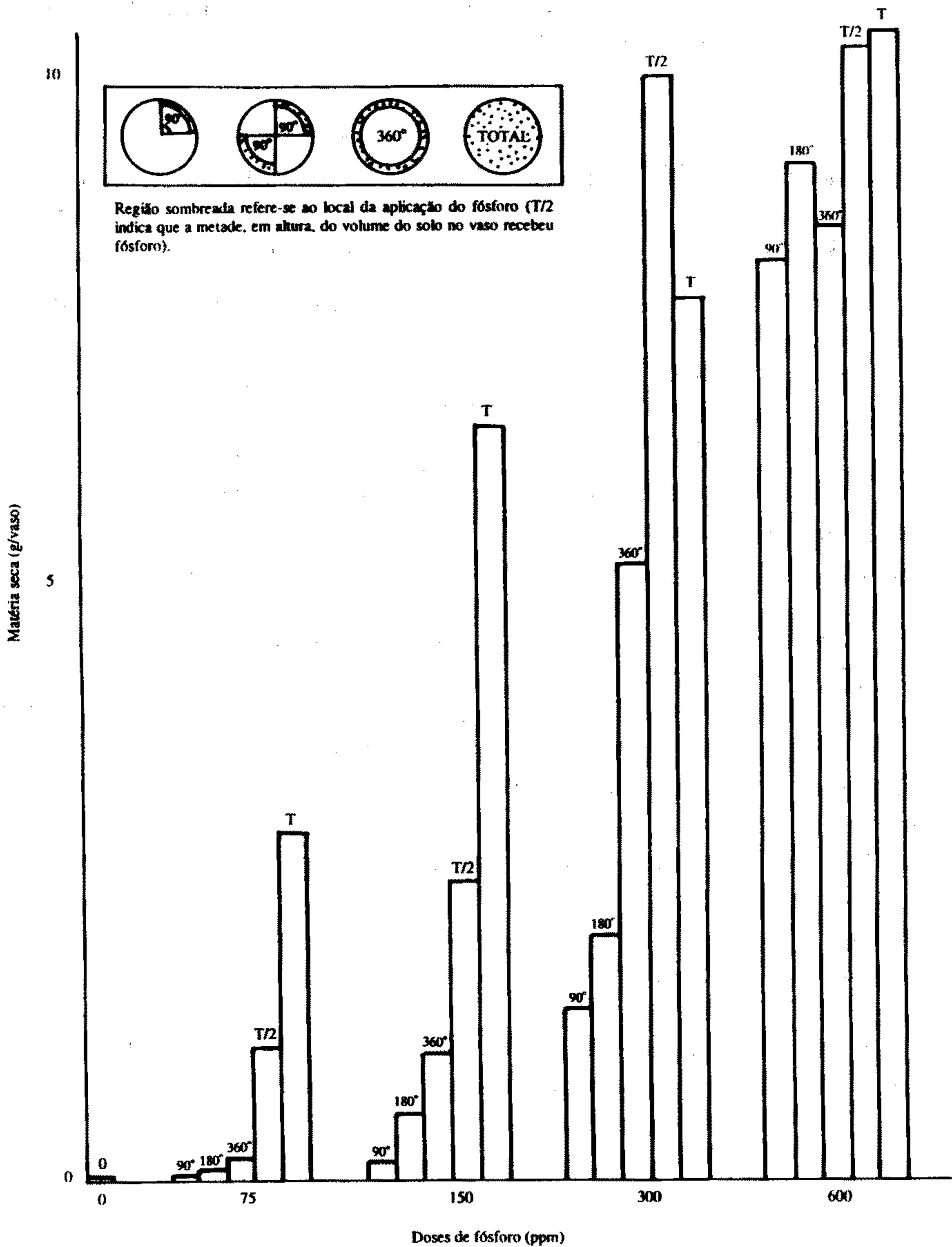


FIGURA 1 - Produção de matéria seca da parte aérea de mudas de *E. grandis*, aos 90 dias de idade, em resposta à localização de diferentes doses de fósforo no vaso.

condições de campo, em solos com baixo teor de fósforo deve haver maior preocupação quanto à localização de adubos fosfatados solúveis, se quantidades relativamente pequenas desses insumos são utilizadas. Para menores doses de fósforo maior crescimento é obtido quando, para uma mesma quantidade de fósforo no vaso (observam-se os valores no sentido transversal ascendente), o fertilizante é aplicado de modo mais localizado (Quadros 3, 4 e 5). Isto leva a menor contato fertilizante-solo, propiciando menor adsorção de fósforo pelo solo. Resultados similares a esses foram obtidos por HALVORSON e HAVLIN (4) para trigo.

QUADRO 3 - Altura de *Eucalyptus grandis*, aos 90 dias de idade, influenciada pela dose e pelo modo de localização de fósforo no vaso

Modo de Localização	Doses de P (mg.kg ⁻¹) ^{1/}				
	0	75	150	300	600
	----- cm -----				
90°	-	1,7	3,6	12,2	31,4
180°	-	3,0	8,1	19,5	27,9
360°	-	5,4	11,7	24,5	28,2
T/2	-	14,3	22,5	31,1	27,3
T	1,6	17,4	24,7	30,7	31,3

1/ Referem-se às concentrações de P na porção (localização) de solo tratado. As linhas transversais permitem a comparação da altura obtida, para uma mesma quantidade de P/vaso, sob dois ou mais modos de localização.

O conteúdo de fósforo das plantas de eucalipto (Quadro 6) seguiu basicamente a mesma tendência observada para o crescimento, sendo maior para a mesma quantidade de fósforo por vaso, quando o adubo foi aplicado de maneira mais localizada. Isso implica que, para eucalipto, a nutrição fosfatada pode ser satisfeita mesmo quando somente parte do sistema radicular está em contato com o fósforo. Este mesmo fato não foi observado em outras culturas, como o milho (10, 12). Entretanto, para sorgo, em condições de campo, a absorção de fósforo foi mais elevada quando o fertilizante na forma de suspensão foi localizado numa fenda feita com uma lâmina em comparação com a aplicação a lanço ou em covas (13).

QUADRO 4 - Peso de matéria seca da parte aérea de *Eucalyptus grandis*, aos 90 dias de idade, influenciado pela dose e pelo modo de localização de fósforo no vaso

Modo de Localização	Doses de P (mg.kg ⁻¹) ^{1/}				
	0	75	150	300	600
	----- g.vaso ⁻¹ -----				
90 ⁰	-	0,06	0,15	1,58	8,33
180 ⁰	-	0,08	0,60	2,24	8,16
360 ⁰	-	0,22	1,14	3,43	8,52
T/2	-	1,21	2,72	9,95	10,22
T	0,04	3,13	6,79	7,92	10,39

1/ Referem-se às concentrações de P na porção (localização) de solo tratado. As linhas transversais permitem comparar o peso de matéria seca, para uma mesma quantidade de P/vaso, sob dois ou mais modos de localização.

QUADRO 5 - Peso de matéria seca de raízes de *Eucalyptus grandis*, aos 90 dias de idade, influenciado por doses e modo de localização de fósforo no vaso

Modo de Localização	Doses de P (mg.kg ⁻¹) ^{1/}				
	0	75	150	300	600
	----- g.vaso ⁻¹ -----				
90 ⁰	-	0,01	0,12	0,70	3,58
180 ⁰	-	0,05	0,25	1,52	2,85
360 ⁰	-	0,16	0,44	2,22	2,50
T/2	-	0,55	1,33	3,93	3,62
T	0,02	1,20	2,75	2,77	4,08

1/ Referem-se às concentrações de P na porção (localização) de solo tratado. As linhas transversais permitem comparar o peso de matéria seca de raízes, para uma mesma quantidade de P/vaso, sob dois ou mais modos de localização.

QUADRO 6 - Conteúdo de fósforo em *Eucalyptus grandis*, aos 90 dias de idade, influenciado pela dose e pelo modo de localização do elemento no vaso

Modo de Localização	Doses de P (mg.kg ⁻¹) ^{1/}				
	0	75	150	300	600
	----- mg.vaso ⁻¹ -----				
90°	-	0,03	0,29	1,07	4,15
180°	-	0,06	0,99	2,55	6,54
360°	-	0,40	1,19	4,82	8,71
T/2	-	1,68	2,60	8,96	13,84
T	0,01	3,36	7,41	10,62	16,30

1/ Referem-se às concentrações de P na porção (localização) de solo tratado. As linhas transversais permitem comparar o conteúdo de P, para a mesma quantidade de P/vaso, sob dois ou mais modos de localização.

O crescimento das raízes, particularmente das radículas, foi bem mais acentuado na porção de solo que recebeu fósforo. Observou-se estreito relacionamento do crescimento de raízes finas e longas com os locais onde havia fósforo externo em maiores concentrações (Figura 2). Isto indica que em solos muito pobres desse nutriente a localização do fertilizante pode acarretar reflexos positivos e negativos. O fósforo, em razão de sua reduzida mobilidade, deve ser adicionado em local que garanta o acesso e sua absorção pelas raízes da planta, preferencialmente na região próxima às extremidades das raízes, isto é, nos pontos de crescimento (2). Estímulo ao maior crescimento de raízes de milho pela aplicação localizada de mistura NPK foi também constatado por KASPAR et alii (6). Mas essa fertilização localizada, com a orientação no crescimento das raízes, pode resultar na inadequada exploração de outras regiões do solo, prejudicando a absorção de outros nutrientes e de água, além de poder comprometer a estabilidade da árvore durante a ocorrência de ventos fortes. Diante desses fatos, a fosfatagem de maior volume de solo, com fosfatos naturais, combinada com a adição de uma fonte solúvel de fósforo mais localizada (7, 11), parece ser uma técnica recomendável para o plantio de eucalipto em regiões mais sujeitas a déficit hídrico e com solos pobres em fósforo.

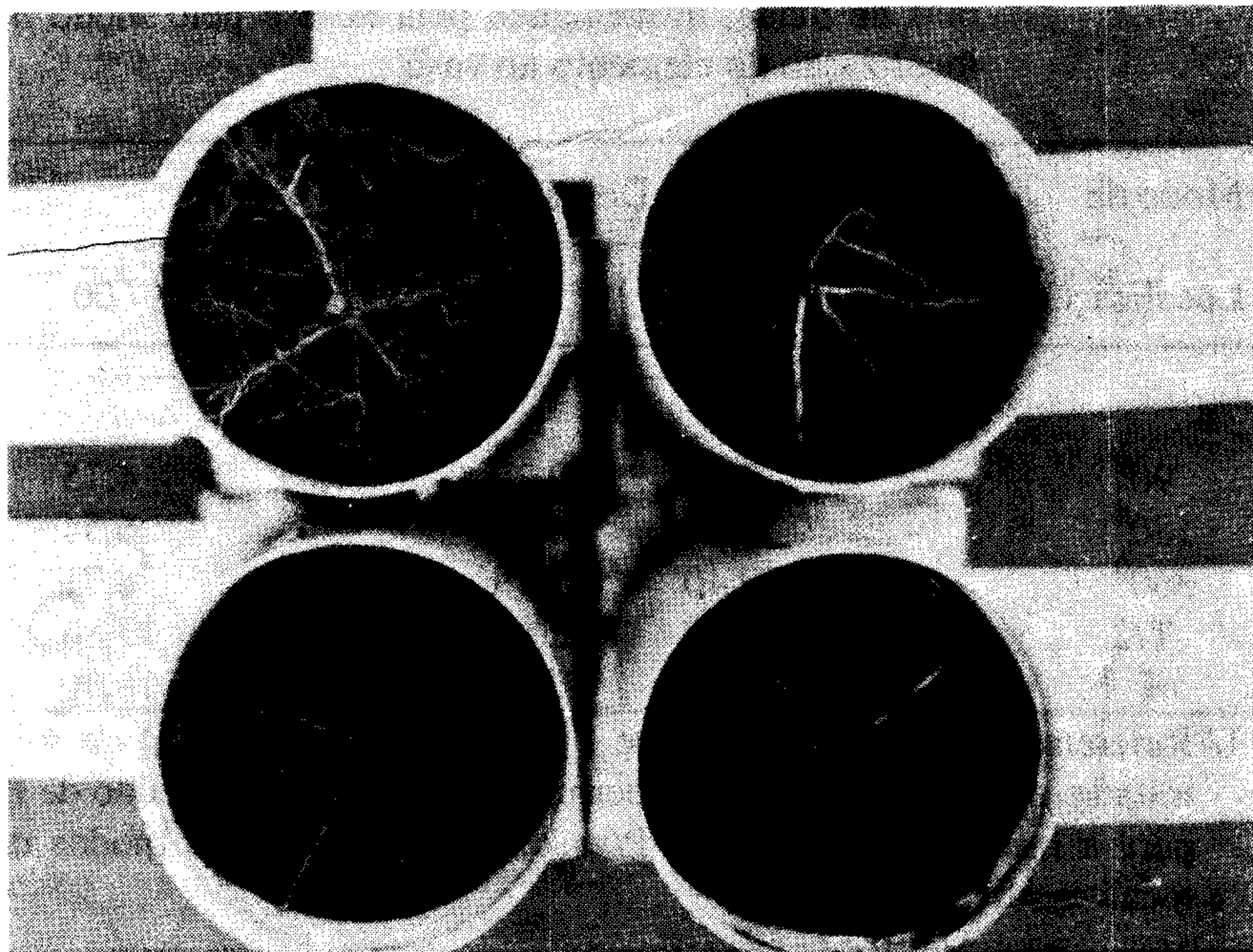


FIGURA 2 - Distribuição do sistema radicular de mudas de *E. grandis*, aos 90 dias de idade, em resposta à localização de diferentes doses de fósforo no vaso.

4. CONCLUSÕES

- 1) O crescimento das mudas de eucalipto é afetado pelo modo de localização de fósforo em relação ao sistema radicular, principalmente se esse nutriente é aplicado em doses baixas;
- 2) Doses menores de fósforo devem ser aplicadas de modo mais localizado;
- 3) O crescimento de raízes de eucalipto, particularmente radicelas, parece ser estimulado pela presença de fósforo no substrato.

5. RESUMO

Ocasionalmente a adubação de arranque do eucalipto é retardada por 20 ou mais dias após o plantio da muda no campo, sendo então realizada, localizando-se o fertilizante em coveta lateral ou em círculo ao redor da

muda. Neste trabalho, simularam-se, em casa de vegetação, o efeito de doses (0, 75, 150, 300 e 600 mg P. kg⁻¹ de solo) e o modo de localização de fósforo sobre o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. A localização consistiu na mistura de cada dose de fósforo com uma camada de solo, de 12 cm de profundidade e 1 cm de espessura, a qual ocupou um quarto (uma coveta), dois quartos (duas covetas) ou toda a periferia interna (um círculo de 1 cm de espessura) de um vaso de PVC com 25 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Dois tratamentos adicionais consistiram na fertilização de todo o solo do vaso ou apenas da sua metade superior. Dessa forma, tinham-se as seguintes frações de solo adubado: 0, 6, 12, 24, 50 e 100%. O crescimento das plantas, avaliado 90 dias após a semeadura, evidenciou que para menores quantidades de fósforo a aplicação deve ser localizada para proporcionar crescimento satisfatório em altura, diâmetro e matéria seca e maior absorção de fósforo. O crescimento de raízes, particularmente de radículas, foi estimulado nas regiões do solo onde o fósforo estava localizado.

6. SUMMARY

(PHOSPHATE PLACEMENT AND RATE EFFECTS ON GROWTH AND PHOSPHORUS UPTAKE BY EUCALYPTUS SEEDLINGS)

In some instances, fertilizer application to eucalyptus cropping is delayed due to operational problems. In such cases, fertilizer is applied 20 to 30 days after seedling sowing and placed either into one or two lateral holes or in a circle 10-15 cm from the seedling stem. This trial was carried out to evaluate the effects of P placement and rates on growth and P uptake by seedlings of *Eucalyptus grandis*. Under greenhouse conditions, five rates of P (0; 75; 150; 300, and 600 mg P. kg⁻¹) were applied to a Red Yellow Latosol placed in PVC pots (10 cm diameter and 25 cm high) at five different positions: 1) at one side, close to the pot wall, in a such way to form an angle of 90° in relation to pot center; 2) at two opposite sides of the pot, to form two angles of 90°; 3) in a circle close to the pot wall; 4) on the upper half of the pot's total volume; 5) on the pot's total volume of soil. In treatment placements 1, 2 and 3, a portion of soil was previously fertilized and placed as a column of 1 cm wide and 12 cm high along the pot wall. Therefore, the volume of fertilized soil corresponded to 0; 6; 12; 24; 50 and 100% of the total soil volume in the pot. Seedling growth and P uptake, assessed 90 days after seedling, indicated that for the lower rates of P, the fertilizer should be mixed with small volume of soil. Root growth, particularly of fine roots, was stimulated in the P treated soil portion.

7. LITERATURA CITADA

1. ANGHINONI, I. & BARBER, S. A. Phosphorus influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. *Agron. J.*, 72: 685-688, 1980.
2. BARBER, S. A. Soil interactions in the phosphorus nutrition of plants. In: KHASAWNCH, F. E.; SAMPLE, E. C. & KAMPRATH, E. J. (ed.). *The Role of Phosphorus in Agriculture*. Madison, American Society of Agronomy, 1980. p. 591-615.
3. BRAY, R. H. Correlation of soil tests with crop response to added fertilizers and with fertilizer requirements. In: KITCHEN, H. B. (ed.). *Diagnostic Techniques for Soils and Crops*. Washington, The American Potash Institute, 1947. p. 53-85.
4. HALVORSON, A. D. & HAVLIN, J. G. No-till winter wheat response to phosphorus placement and rate. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56:1635-1639, 1992.
5. JUNGK, A. & BARBER, S. A. Phosphate uptake rate of corn roots as related to the proportion of the roots exposed to phosphate. *Agron. J.*, 66:554-557, 1974.
6. KASPAR, T. C.; BROWN, H. J. & KASSMEYER, E. M. Corn root distribution as affected by tillage, wheel traffic and fertilizer placement. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55: 1390-1394, 1991.
7. LEAL, P. G. L. *Produção de biomassa e distribuição de nutrientes em Eucalyptus grandis influenciadas pela aplicação de fosfato natural em solos de cerrado*. Viçosa, Universidade Federal, 1988. 44p. (Tese M.S.).
8. MACHADO, R. P.; NOVAIS, R. F.; BORGES, A. C. & SEDIYAMA, C. S. Efeito da localização de diferentes doses de fósforo no vaso sobre o comportamento da soja. *Rev. Ceres*, 30: 308-318, 1983.
9. MACHADO, R. P.; NOVAIS, R. F.; SEDIYAMA, C. S. & BORGES, A. C. Efeito da localização de doses de fósforo, em relação ao sistema radicular, sobre o comportamento da soja, com a utilização da técnica de raízes subdivididas. *Rev. Ceres*, 30: 295-307, 1983.
10. NOVAIS, R. F.; FERREIRA, R. P.; NEVES, J. C. L. & BARROS, N. F. Absorção de fósforo e crescimento do milho no sistema radicular parcialmente exposto a fonte de fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 20: 749-754, 1985.
11. REZENDE, G. C.; BARROS, N. F.; MORAES, T. S. A.; MENDES, C. J. & SUITER FILHO, W. Aplicação de fosfatos naturais em plantios de *Eucalyptus grandis*. W. Hill ex Maiden. *R. Árvore*, 6: 74-83, 1982.
12. STRYKER, R. B.; GILLIAN, J. W. & JACKSON, W. A. Nonuniform phosphorus distributions in the root zone of corn: growth and phosphorus uptake. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 38: 334-340, 1974.
13. SWEENEY, D. W. Fertilizer placement and tillage effects on grain sorghum growth and nutrient uptake. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57: 532-537, 1993.