

**PRODUÇÃO DE MUDAS NODULADAS DE LEGUMINOSAS
FLORESTAIS EM SUBSTRATO CONTENDO ATÉ 80%
DO VOLUME COM FOSFATO DE ROCHA
— RESULTADOS PRELIMINARES**

**ELIANE RIBEIRO DA SILVA¹, SÉRGIO MIANA DE FARIA²,
EDUARDO F. CARNEIRO CAMPELLO¹ e
MARIA AZUCENA MONZON DE ASCONEGUI³**

RESUMO - Investigou-se o efeito de doses crescentes de fosfato de rocha (0-80% v/v) no substrato para formação de mudas de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e algaroba (*Prosopis juliflora* D.C.), inoculadas com *Rhizobium* sp. A mistura de fosfato de rocha na proporção 4:1 com solo arenoso (75% de areia grossa) favoreceu a altura e o peso seco da parte aérea da algaroba. O peso seco da parte aérea da bracatinga também foi favorecido por este tratamento, que, nestas duas espécies, superou o superfosfato triplo aplicado na dosagem convencional.

A percentagem de infecção com endomicorrizas vesículo-arbusculares em algaroba foi reduzida nos tratamentos com altas concentrações de fosfato de rocha, que não afetaram a infecção da bracatinga.

Não foi detectado efeito significativo dos tratamentos no número e peso seco de nódulos para nenhuma das espécies estudadas, embora a sua nodulação tenha sofrido decréscimo acentuado em algaroba, nos tratamentos com 40 e 80% do volume do substrato com fosfato de rocha.

Para o sabiá, não houve diferença entre os tratamentos em nenhum dos parâmetros estudados.

Estes resultados mostram a possibilidade de produzir mudas em substrato, contendo altas concentrações de fosfato de rocha, que poderá servir como fonte de P após o plantio definitivo.

Termos para indexação: adubação de fósforo.

**NURSERIES FOR TREE LEGUMES CONTAINING UP TO 80%
ROCK PHOSPHATE — PRELIMINARY RESULTS**

ABSTRACT - An experiment was performed to investigate the effect of increasing proportions of rock phosphate (0-80% by volume) in the substrate for growing "bracatin-

¹ Pesquisadores da EMBRAPA/UAPNPBS, km 47 - 23460 - Seropédica, Rio de Janeiro.

² Eng.º Ftal., FINEP-EMBRAPA/UAPNPBS.

³ Prof. de Microbiologia Agrícola da Faculdade de Agronomia da Universidade de Buenos Aires - Av. Belgrano 2.738 - 9.º "F", 1096 - Buenos Aires, Argentina.

ga" (*Mimosa scabrella* Benth), "sabiá" (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) and "algaroba" (*Prosopis juliflora* D.C.) inoculated with their specific *Rhizobium* spp. in nurseries. The mixture of rock phosphate in a proportion of 4:1 with sandy soil (75% coarse sand) produced the best growth in terms of height and dry weight of algaroba. The dry matter production of "bracatinga" was similarly favoured by this mixture. In both cases with this treatment dry matter production was higher than when a conventional dose of triple superphosphate was applied.

The percentage infection of the roots of algaroba with vesicular arbuscular mycorrhizas was reduced in the presence of high concentrations of rock phosphate, but the infection of "bracatinga" was unaffected.

There were no significant effects of any treatment on the number or dry weight of nodules of any of the species although there was a tend of decreasing in algaroba in the treatments with 40 to 80% (by volume) of rock phosphate in the growth medium.

No significant differences between any of the treatments were observed for any of the parameters studied in the case of sabiá. The results demonstrate the possibility of producing seedlings in substrates containing high concentrations of rock phosphate which may serve as a source of phosphorus for later plant growth.

Index terms: phosphorus fertilization.

INTRODUÇÃO

Pouca atenção tem sido dada ao reflorestamento com leguminosas, apesar de aproximadamente 85% das espécies desta família serem lenhosas (Tutin 1958), e entre elas ocorrerem espécies que se prestam como fonte de proteína (Felker & Bandurski 1979) e para produção de lenha e celulose em níveis comparáveis às espécies atualmente em uso (National Academy of Sciences 1980). Dentre as espécies escolhidas para este trabalho, pode-se avaliar de maneira resumida o potencial de cada uma, através de algumas indicações. O gênero *Prosopis* tem sido empregado na África e nas Américas, tanto para a produção de forragem, como para lenha, carvão e sombreamento (Felker & Bandurski 1979); no Brasil, a *Prosopis juliflora* tem especial destaque. A bracatinga (*Mimosa scabrella*) é outra leguminosa que é indicada para o reflorestamento, inclusive de áreas degradadas, sendo apta para a produção de lenha, carvão e celulose, necessitando-se apenas respeitar o seu zoneamento ecológico (Hoene 1930, citado por Sturion 1981; Speltz 1968, Reitz et al. 1978, Simões et al. 1978). E, por fim, o sabiá, espécie amplamente encontrada no Brasil, de rápido crescimento, e que pode ser utilizada para estacas, lenha e carvão (Golfari & Moosmayer 1980).

A aplicação de fertilizantes para produção de mudas é prática generalizada no Brasil. Normalmente, vêm sendo utilizadas formulações de NPK em quantidades relativamente constantes, em mistura com o solo ou em suspensão na água de irrigação. Contudo, a utilização de formulações de NPK completas vem sendo feita de uma forma geral, quase que independentemente do tipo de solo e espécie florestal (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1983). A adubação nitrogenada na produção de mudas de leguminosas, além de desnecessária, prejudica a formação de plantas bem noduladas, desfavorecendo o aproveitamento do N₂ atmosférico, cuja superioridade na pega e estabelecimento de mudas já foi demonstrado por Döbereiner (1967).

Leguminosas bem noduladas e com uma fonte de fósforo capaz de ser utilizada a longo prazo poderiam reduzir ou até suprimir a adubação com este elemento no campo. Moreira et al. (1982) mostrou a possibilidade da formação de mudas de algaroba em substrato contendo uma mistura de até 1:1 (V/V) de fosfato de rocha e solo arenoso. Com esta prática, pode-se levar para o campo uma reserva grande de fósforo. Por exemplo, um plantio com 2.500 plantas por ha e uso de mudas produzidas em recipientes de 500 ml com uma mistura de 50% de fosfato de rocha representaria uma adubação de 625 kg/ha deste adubo.

Neste sentido, foi realizado um experimento onde estudou-se diferentes proporções de fosfato de rocha e solo como substrato na formação de mudas, e seus efeitos no crescimento e nodulação de sabiá, bracatinga e algaroba, buscando-se, com isto, suprir as necessidades deste nutriente, tanto no viveiro como no campo, e comparando com outras fontes de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em viveiro com 50% de sombreamento e, após dois meses, transferido para céu aberto, no km 47 - Itaguaí, RJ.

As sementes de algaroba foram provenientes do CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE, e foram tratadas com água a 90°C por 3 minutos, e inoculadas com a estirpe de *Rhizobium* Br 4007 (UAPNPBS/EMBRAPA). As sementes de bracatinga foram provenientes da URPFCS/EMBRAPA, Colombo, PR, e foram escarificadas em imersão por 2 minutos em H₂SO₄ concentrado e inoculadas com a estirpe de *Rhizobium* Br 3454 (UAPNPBS/EMBRAPA). As sementes de sabiá foram provenientes do km 47, e tratadas com H₂SO₄ concentrado por 3 minutos e inoculadas com a estirpe de *Rhizobium* Br 3452 (UAPNPBS/EMBRAPA).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 10 repetições, porém, após 60 dias, devido a muitas falhas causadas por chuvas excessivas, os recipientes foram inteiramente casualizados, e a análise estatística foi feita segundo esse delineamento. Os tratamentos foram os seguintes:

1. Testemunha absoluta.
2. Fósforo solúvel (319 kg/ha de P₂O₅ na forma de super triplo).
3. Fósforo solúvel (319 kg/ha de P₂O₅ na forma de super triplo) + FTE (Frite trace elements - 40 kg/ha de Br 9).
4. Fósforo solúvel (319 kg/ha de P₂O₅ na forma de super triplo) + Nitrogênio (80 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio).
5. Fósforo solúvel (159 kg/ha de P₂O₅ na forma de super triplo) + Nitrogênio (40 kg/ha na forma de sulfato de amônio), em solução antes da semeadura.
6. Fósforo solúvel (159 kg/ha de P₂O₅ como super triplo) + Nitrogênio (40 kg/ha na forma de sulfato de amônio) + Potássio (40 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio), em solução antes da semeadura.

7. Fosfato de rocha de Patos de Minas (com 24% de P_2O_5 total e 4,5% de P_2O_5 solúvel em H_2O) na proporção de 10% (V/V) para um volume total de 1.000 ml.

8. Fosfato de rocha na proporção de 20% (V/V) para um volume total de 1.000 ml.

9. Fosfato de rocha na proporção de 40% (V/V) para um volume total de 1.000 ml.

10. Fosfato de rocha na proporção de 80% (V/V) para um volume total de 1.000 ml.

O solo utilizado no substrato foi um "Gray hidromorphic" série Ecologia, de textura arenosa (75% de areia grossa, com as seguintes características químicas: pH 5,2; Al^{3+} 0,0 meq/100 g; $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ 0,8 meq/100 g; K^+ 0,18 meq/100 g; Na^+ 0,04 meq/100 g; P 2 ppm e N 0,058%.

A semeadura ocorreu em março e a coleta das plantas em agosto de 1983. Os parâmetros avaliados foram: altura e peso seco da parte aérea, peso seco e número de nódulos, e percentagem de infecção por endomicorrizas vesículo-arbusculares (V.A.), utilizando-se a técnica de coloração de Philips & Hayman (1970) e avaliando-se em lâminas a percentagem do comprimento de raiz infectada, observando-se 20 segmentos de 10 cm de comprimento por parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 mostram que concentrações surpreendentes (até 80% do substrato) de fosfato de rocha são toleradas pelas três leguminosas. Estudando-se contrastes significativos entre médias, pode-se detectar que a algaroba, com a adição de 80% do volume do substrato de fosfato de rocha, mostrou um peso seco da parte aérea superior ao dos tratamentos com superfosfato triplo, superfosfato triplo com FTE, superfosfato triplo com nitrogênio e testemunha absoluta. Com relação a altura, nesta espécie, o tratamento com 80% de fosfato de rocha foi também o que mais se destacou, sendo superior aos tratamentos com superfosfato triplo, 40% de fosfato de rocha, superfosfato triplo + FTE e testemunha. Houve também um destaque com relação ao tratamento com 40% de fosfato de rocha que foi superior ao com superfosfato triplo.

O tratamento com superfosfato triplo com FTE favoreceu o crescimento em altura, quando comparado com o que recebeu apenas superfosfato, indicando certa deficiência de micronutrientes.

Nos tratamentos com 40 e 80% de fosfato de rocha, ocorreu uma excessiva compactação do substrato, provavelmente provocada pelo excesso de chuvas no período, e este fato pode ter sido responsável pela redução da nodulação nestes tratamentos, sendo que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para os parâmetros peso seco e número de nódulos, nesta espécie.

Com respeito à percentagem de infecção com endomicorrizas vesículo-arbusculares, observou-se que os mais baixos índices de infecção ocorreram nos tratamentos com superfosfato triplo, 20, 40 e 80% com fosfato de rocha, confirmando o conceito que as micorrizas só proliferam em plantas deficientes em fósforo.

A bracatinga teve também seu melhor desenvolvimento de peso seco da parte aérea com o tratamento com 80% de fosfato de rocha, que superou todos os demais. Para todos os outros parâmetros ava-

TABELA I. Efeito de doses crescentes de fosfato de Patos na altura, peso seco da parte aérea, peso seco e número de nódulos e percentagem de infecção com endomicorizas VA em algaroba (*Prosopis juliflora*), aos 170 dias de idade.

Tratamentos	Peso seco da parte aérea ^a		Altura ^a cm	Peso seco de nódulo		Número de nódulos/planta	% infecção de V.A.M. ^a
	g/planta			mg/planta			
1. Testemunha absoluta	0,14		17,75	11,67	1,30	22,33	
2. Superfosfato ^b	0,21		21,00	9,00	7,00	4,33	
3. Superfosfato + FTE ^c	0,37		23,80	9,00	6,50	34,46	
4. Superfosfato + Nitrogênio ^d	0,35		21,63	10,50	12,50	41,93	
5. Solução de NP ^e	0,16		18,16	2,50	3,50	37,03	
6. Solução de NPK ^f	0,05		13,38	6,67	5,66	44,61	
7. 10% Fosfato de rocha	0,08		15,50	5,50	11,25	26,91	
8. 20% Fosfato de rocha	0,55		31,00	13,00	12,00	4,20	
9. 40% Fosfato de rocha	1,38		39,25	0	0	5,39	
10. 80% Fosfato de rocha	2,20		44,30	0	0	4,43	
C.V. %	66,23		29,20	53,02	67,31	41,98	

a A análise estatística, inteiramente casualizada, mostra diferença significativa entre tratamentos para peso seco da parte aérea, altura das plantas e percentagem de infecção da VAM;

b 319 kg/ha de P₂O₅;

c 319 kg/ha de P₂O₅ + 40 kg/ha de FTE;

d 319 kg/ha de P₂O₅ + 80 kg/ha de N;

e 159 kg/ha de P₂O₅ + 40 kg/ha de N;

f 159 kg/ha de P₂O₅ + 40 kg/ha de N + 40 kg/ha de K₂O.

TABELA 2. Efeito de doses crescentes de fosfato de Fatos na altura, peso seco da parte aérea, peso seco e número de nódulos e percentagem de infecção com endo-micorrizas VA em bracatinga (*Mimosa scabrella*), aos 180 dias de idade.

Tratamentos	Peso seco da parte aérea ^a		Peso seco de nódulo		Número de nódulo/planta	% infecção de V.A.M.
	g/planta		mg/planta			
1. Testemunha absoluta	0,59		36,70		23,7	66,29
2. Superfosfato ^b	0,54		52,90		42,8	74,00
3. Superfosfato + FTE ^c	0,89		73,60		53,9	54,75
4. Superfosfato + Nitrogênio ^d	0,80		42,30		33,3	77,00
5. Solução Np ^e	0,60		38,70		51,9	78,00
6. Solução com NPK ^f	0,65		37,10		28,7	65,00
7. 10% Fosfato de rocha	0,67		43,10		28,7	69,33
8. 20% Fosfato de rocha	0,99		47,90		26,9	58,88
9. 40% Fosfato de rocha	0,45		17,80		32,3	55,00
10. 80% Fosfato de rocha	2,24		27,20		15,8	48,90
C.V. %		75,59		75,33	38,75	28,33

a A análise estatística, inteiramente casualizada, mostra diferença significativa entre tratamentos para peso seco da parte aérea;

b 319 kg/ha de P₂O₅;

c 319 kg/ha de P₂O₅ + 40 kg/ha de FTE;

d 319 kg/ha de P₂O₅ + 80 kg/ha de N;

e 159 kg/ha de P₂O₅ + 40 kg/ha de N;

f 159 kg/ha de P₂O₅ + 40 kg/ha de N + 40 kg/ha de K₂O.

TABELA 3. Efeito de doses crescentes de fosfato de Patos na altura, peso seco da parte aérea, peso seco e número de nódulos em sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), aos 180 dias de idade.

Tratamentos	Peso seco da parte aérea		Altura cm	Peso seco de nódulo		Número de nódulo/planta
	g/planta			mg/planta		
1. Testemunha absoluta	1,00		13,93	21,66	24,66	
2. Superfosfato ^a	1,58		14,25	31,43	43,00	
3. Superfosfato + FTE ^b	1,3		16,64	29,88	24,57	
4. Superfosfato + Nitrogênio ^c	2,23		20,83	59,37	28,43	
5. Superfosfato + Nitrogênio ^d	1,44		15,83	40,89	32,11	
6. Solução com NPK ^e	1,24		16,21	23,14	24,85	
7. 10% Fosfato de rocha	1,50		15,82	31,66	23,83	
8. 20% Fosfato de rocha	1,40		16,78	44,17	22,16	
9. 40% Fosfato de rocha	0,86		14,35	25,66	21,00	
10. 80% Fosfato de rocha	1,50		16,08	36,80	25,40	
C.V. %		79,07	35,76	39,90	35,66	

a 319 kg/ha de P_2O_5 ;

b 319 kg/ha de P_2O_5 + 40 kg/ha de FTE;

c 319 kg/ha de P_2O_5 + 80 kg/ha de N;

d 159 kg/ha de P_2O_5 + 40 kg/ha de N;

e 159 kg/ha de P_2O_5 + 40 kg/ha de N + 40 kg/ha de K_2O .

liados, não ocorreram diferenças entre os tratamentos, o que mostra que as altas doses de fosfato de rocha não prejudicaram a nodulação e a infecção por endomicorrizas vesículo-arbusculares nessa espécie.

O sabiá não apresentou diferença significativa entre os diversos tratamentos para todos os parâmetros estudados, cabe, entretanto, ressaltar que o tratamento com super triplo e nitrogênio foi o que se apresentou como melhor tratamento, logo seguido pelo tratamento com 80% de fosfato de rocha.

Estes resultados, apesar de ainda preliminares, mostram boas perspectivas para se elaborar uma metodologia nova para o preparo de mudas para reflorestamento, onde o substrato utilizado sirva ao mesmo tempo para o desenvolvimento inicial das mudas e como uma reserva de fosfato para os primeiros anos de estabelecimento no campo. Esta metodologia servirá como uma medida poupadora de capital, pois estará sendo transportado adubo em vez de solo nos substratos das mudas. E para corroborar esta idéia, podemos exemplificar que em um plantio com o espaçamento tradicional 3,0 m x 1,5 m e utilizando-se recipientes de 1.000 gr de capacidade com um substrato contendo 80% de fosfato de rocha, teremos então uma adubação de 427 kg/ha de P_2O_5 total.

CONCLUSÕES

1. As misturas (V/V) de 40 e 80% de fosfato de Patos com solo de textura arenosa como substrato para mudas de algaroba proporcionaram um bom desenvolvimento em altura e peso seco da parte aérea desta espécie, superando o tratamento com superfosfato triplo.

2. Para a bracatinga, a mistura de 80% de fosfato de rocha favoreceu o desenvolvimento em peso seco, superando todos os demais tratamentos.

3. Não foi detectado efeito dos tratamentos no número e peso seco de nódulos para nenhuma das espécies estudadas, embora a nodulação tenha sofrido decréscimo acentuado em algaroba nos tratamentos com 40 e 80% de fosfato de rocha.

REFERÊNCIAS

- DÖBEREINER, J. Efeito da inoculação de sementeiras de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) no estabelecimento e desenvolvimento das mudas no campo. *Pesq. agropec. bras.*, 2:301-5, 1967.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul. Grupo Permanente de Trabalho em Nutrição e Fertilização Florestal. *Pesquisa em nutrição e fertilização florestal: diagnóstico e prioridades*. Curitiba, 1983. 12p.
- FELKER, P. & BANDURSKI, R.S. Uses and potential uses of leguminous trees for minimal energy input agriculture. *Econ. Bot.*, 33:172-3, 1979.
- GOLFARI, L. & MOOSMAYER, H. *Manual de reflorestamento do Estado do Rio de Janeiro*. Banco de Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, 1980. 382p.
- HOENE, F.C. *A bracatinga ou abaracaatinga*. São Paulo, Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, 1930. 47p.

- MOREIRA, V.C.G.; SILVA, E.M.R. da; FRANCO, A.A. & DÖBEREINER, J. Produção de mudas noduladas de algaroba (*Prosopis juliflora*) em recipientes com altas concentrações de fosfato de rocha. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO, 1, Olinda, PE. 1982. Anais . . .
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, EUA. Firewood crops, shrub and tree species for energy production. Washington D.C., 1980. 237p.
- PHILIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for dearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Mycol. Soc.*, 55:158-61, 1970.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. *Sellowia*, Itajaí, 28/30:1-320, 1978.
- SIMÕES, J.W.; POGGIANI, F.; BALLONI, E.A.; RORIZ, M. de S.; LEITE, J.C.C. & VIDIGAL, R.M. Adaptabilidade de espécies florestais de rápido crescimento em solos alterados pela exploração de xisto. *I.P.E.F.*, Piracicaba, 16:1-12, 1978.
- SPELTZ, R.M. Comportamento de algumas essências nativas na Fazenda Monte Alegre. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1, Curitiba, 1968. FIEP, p.299-302.
- STURION, A.J. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. *Bol. Pesq. Florest.*, Curitiba, 2:69-88, 1981.
- TUTIN, T.G. Classification of the legumes. In: HALLSWORTH, E.G. ed. *Nutrition of legumes*. New York, Academic Press, 1958. p.3-14.