

EFEITO DE DOSAGENS CRESCENTES DE FOSFATO DE ROCHA SOBRE A NODULAÇÃO, INFECÇÃO MICORRÍZICA VESÍCULO-ARBUSCULAR E CRESCIMENTO DE MUDAS DE ALGARROBA (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) *

VÂNIA FELIPE FREIRE **
ROGÉRIO TAVARES DE ALMEIDA
ILO VASCONCELOS ***

RESUMO

Foram instalados dois experimentos em casa-de-vegetação, localizada no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. Em ambos os experimentos foi adotado um delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 16 tratamentos e 5 repetições. Foram utilizadas sementeiras com solo esterilizado em autoclave, para o Experimento I e sementeiras com solo não esterilizado, para o Experimento II. O solo usado foi um Podzólico Bruno Acinzentado, com 10 ppm de fósforo e pH 6,0, procedente do Campus do Pici. A inoculação foi realizada em duas etapas, sendo a primeira com o fungo micorrízico VA *Glomus macrocarpum* na sementeira por ocasião da semeadura, e a segunda no transplantio, 8 dias após a semeadura, para sacos de polietileno contendo solo não esterilizado, o mesmo empregado para as sementeiras, realizada através de uma suspensão contendo uma mistura das estirpes de *Rhizobium* sp. UFC-987.52, UFC-992.52 e UFC-1001.52, aplicada junto às raízes das plântulas. Como fonte de fósforo solúvel foi empregado o superfosfato triplo na dosagem equivalente a 400kg de P₂O₅/ha e, como fonte de fósforo de baixa solubilidade, fosfato de rocha, em dosagens crescentes numa proporção de 5%, 10%, 30% e 50% do peso total do solo. As plantas dos expe-

perimentos foram adubadas semanalmente com solução nutritiva de Hewitt, isenta de nitrogênio e fósforo, e irrigadas com água corrente. Os experimentos foram colhidos 120 dias após o plantio, ocasião em que foram avaliados os seguintes parâmetros: peso seco, altura, conteúdos de fósforo e nitrogênio da parte aérea das plantas e peso seco de nódulos. Foram observados, ainda, o grau de infecção micorrízica e a nodulação.

As maiores respostas em crescimento, infecção micorrízica VA e nodulação das mudas, em ambos os experimentos, foram verificadas quando o fosfato de rocha foi empregado nas dosagens de 10% e 30%. A dosagem de 50% de fosfato de rocha reduziu a infecção micorrízica VA. A inoculação com *Rhizobium* sp. e *Glomus macrocarpum* foi eficaz em aumentar a nodulação e o desenvolvimento das plantas, em ambos os experimentos, sendo seus efeitos equivalentes aos de adubações nitrogenada e fosfatada, respectivamente. Deve-se ressaltar o efeito do fósforo, estimulando a nodulação, aumentando os conteúdos de nitrogênio e fósforo da parte aérea e o crescimento das mudas de algarroba em ambos os experimentos.

SUMMARY

EFFECT OF HIGH LEVELS OF ROCK PHOSPHATE ON NODULATION, MYCORRHYZAL VA INFECTION AND GROWTH OF ALGARROBA (*PROSOPIS JULIFLORA* (Sw.) DC.

Two experiments were conducted under greenhouse conditions to evaluate the effect of increasing rock phosphate levels on nodulation, VA mycorrhizal infection and growth of algarroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) A completely

* Trabalho extraído de Tese de Mestrado do primeiro autor, desenvolvido no Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, financiado parcialmente pelo projeto BID/CNPq/UFC-PDCT/CE 17—Manejo e Conservação do Solo — apresentado na XVII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, Londrina, Paraná, jul/86.

** Eng.º Agr.º do Projeto PDCT/CE 17 — Manejo e Conservação do Solo.

*** Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e Pesquisadores do CNPq.

randomized design with 16 treatments and 5 replications was adopted for both experiments. Trays containing a grayish brown podzolic soil with 10ppm of phosphorus and pH 6.0 were used for the establishment of plants and VA mycorrhizal infection. The soil in the trays, was autoclaved for Experiment I and non-autoclaved for Experiment II. The inoculation with the VA endophyte *Glomus macrocarpum* was done during tray seeding. A mixture of *Rhizobium* sp. strains UFC-987.52, UFC-992.52 and UFC-1001.52 was applied to the roots of seedlings after their transplanting to plastic bags containing the same soil non-autoclaved in both experiments. Superphosphate was used as available phosphorus source (400 kg P₂O₅/ha) and rock phosphate as a low available phosphorus source with increasing concentration irrigated weekly with nutritive Hewitt's solution without N and P. After 120 days the plants were harvested and dry weight of root nodules, height, nitrogen and phosphorus contents and dry weight of shoots were determined. It was also observed nodulation and VA mycorrhizal infection. The results showed that when 10% and 30% rock phosphate were used the highest growth, VA mycorrhizal infection and nodulation were obtained. Treatment with 50% rock phosphate reduced the VA mycorrhizal infection inoculations with *Rhizobium* sp. and *G. macrocarpum* were efficient, increasing nodulation and growth of the plants in non-sterilized soil. Phosphorus stimulated nodulation, nitrogen and phosphorus contents of shoots and growth of plants in both experiments.

PALAVRAS-CHAVE: Fosfato de rocha, nodulação, infecção micorrízica VA, mudas de algaroba, *Rhizobium* sp., *Glomus macrocarpum*.

INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro a existência de solos potencialmente pobres, especialmente em nitrogênio e fósforo, torna ne-

cessário o uso das adubações mineral e orgânica o que, muitas vezes, é economicamente inviável. Dessa forma é imprescindível buscar alternativas, tais como plantas e associações microbianas simbióticas que favoreçam à fertilidade do solo e produtividade das culturas.

As leguminosas destacam-se por sua capacidade de enriquecerem o solo com nitrogênio proveniente da atmosfera (DOBEREINER⁴). Dentro da família das leguminosas, encontramos a algaroba, considerada essência florestal ideal para a região Nordeste (GOMES⁷). A algaroba, além de fixar o nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, se associa simbioticamente com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (VASCONCELOS et alii¹⁷). Nodulação, fixação do nitrogênio pelo *Rhizobium* e, conseqüentemente, o aumento do conteúdo de nitrogênio na planta, necessitam de energia na forma de ATP, que é incrementada pela maior absorção de fósforo, através da associação micorrízica VA e da adição de adubos fosfatados (GIBSON⁶).

O presente trabalho tem como objetivo, testar o efeito de inoculações de microrganismos simbiotes e de elevadas dosagens de fosfato de rocha sobre a nodulação, infecção MVA e crescimento de algaroba para a produção de mudas.

MATERIAL E MÉTODO

Foram instalados dois experimentos em casa-de-vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em que se utilizou algaroba, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., em um solo Podzólico Bruno Acinzentado (LIMA et alii⁹), de textura arenosa média, com 10 ppm de fósforo disponível, que foi acondicionado em sacos de polietileno. O plantio das sementes foi à temperatura de 120°C e pressão de 1 atm., e sua utilização ocorreu somente 2 semanas após. Ao final deste tempo realizaram-se a semeadura e a inoculação com o fungo MVA, procedida nas sementeiras, que tinham a capacidade para 21 kg

de solo. Foram empregados 3 kg de inóculo por sementeira, constituído por porções de solo contendo raízes infectadas e esporos de *Glomus macrocarpum*, multiplicado em *Stylosanthes humilis* H.B.K., posicionado em faixas a cerca de 4 cm abaixo do local do plantio das sementes. A inoculação com *Rhizobium* sp. ocorreu por ocasião do transplântio das plântulas para os sacos de polietileno, contendo 3 kg de solo não esterilizado — o mesmo empregado nas sementeiras —, 8 dias após a semeadura. O inoculante utilizado constou de uma mistura das estirpes UFC-987.52, UFC-992.52 e UFC-1001.52 — as mais eficientes da rizobioteca do CCA/UFC para algaroba (VASCONCELOS et alii¹⁷) — desenvolvidas sob agitação manual durante 4 dias em meio líquido "79" (ALLEN¹), com azul de bromotimol, aplicada à razão de 2 ml por plântula.

As sementes foram escarificadas pela ação do ácido sulfúrico comercial a 65.º Bé, por um período de 5 minutos, após o que sofreram esterilização por imersão em hipoclorito de sódio a 0,5% durante

10 minutos e, finalmente, lavadas abundantemente em água destilada.

Os fertilizantes usados foram misturados ao solo de acordo com os tratamentos indicados na Tabela 1. O fosfato de rocha, com 35,93% de P₂O₅ total e 4,40 e 0,20% de solubilidade em ácido cítrico e água, respectivamente, foi empregado na dosagem de 400 kg de P₂O₅ total/ha (0,05%) e nas concentrações de 5, 10, 30 e 50% do peso total do solo.

Ao longo dos experimentos, feitos simultaneamente, foi tomada a temperatura do solo às 10 e 15 horas, três vezes por semana.

As plantas foram irrigadas regularmente com água corrente e supridas semanalmente com a solução nutritiva de Hewitt (HEWITT⁸), isenta de N e P, tendo sido a coleta realizada após 120 dias do plantio.

Os experimentos obedeceram a um delineamento inteiramente casualizado, com 16 tratamentos e 5 repetições (Tabela 1), sendo os resultados avaliados es-

TABELA 1

Tratamentos Utilizados nos Experimentos I e II
Fortaleza, Ceará, 1986

TRATAMENTOS

Solo não inoculado e não adubado (Testemunha)
Solo não inoculado e adubado com Uréia (80 kg/ha de N)
Solo não inoculado e adubado com Enxofre (15 kg/ha de Enxofre elementar)
Solo não inoculado e adubado com Superfosfato triplo (400 kg/ha de P₂O₅ total)
Solo não inoculado e adubado com Fosfato de Rocha (400 kg/ha de P₂O₅ total)
Solo inoculado com Rh.
Solo inoculado com G.m.
Solo inoculado com Rh. + G.m.
Solo inoculado com Rh. + G.m. + G.m. + FR 5%
Solo inoculado com Rh. + G.m. + FR 5% + S
Solo inoculado com Rh. + G.m. + FR 10%
Solo inoculado com Rh. + G.m. + FR 10% + S
Solo inoculado com Rh. + G.m. + FR 30%
Solo inoculado com Rh. + G.m. + FR 30% + S
Solo inoculado com Rh. + G.m. + FR 50%
Solo inoculado com Rh. + G.m. + FR 50% + S

Rh. — *Rhizobium* sp., mistura das estirpes: UFC-987.52, UFC-992.52 e UFC-1001.52

G.m. — *Glomus macrocarpum*

S — Enxofre elementar

FR — Fosfato de Rocha

tatisticamente pelo teste "F" e de Tukey aos níveis de 1 e 5%, respectivamente.

A parte aérea das plantas foi medida por ocasião da coleta e pesada após secagem em estufa a 70°C, durante 5 dias. As raízes foram lavadas em água corrente e coradas pelo método de PHILLIPS & HAYMAN¹⁵, complementado pelos critérios de ASIMI¹², para a determinação da percentagem de infecção MVA. A nodulação foi avaliada através do peso dos nódulos, após os mesmos terem sido retirados das raízes e secos em estufa nas condições acima descritas. Também foram avaliados o teor de P na parte aérea das plantas pelo método de CHAPMAN & PRATT³ e o N total pelo processo preconizado por LOTT et alii¹⁰.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Experimento I, em que foi feito o plantio em sementeira com solo esterilizado, observou-se um maior incremento no desenvolvimento inicial das plântulas com relação àquelas do Experimento II, em que a semeadura foi realizada em

solo não esterilizado, o que pode ser atribuído à ausência de competição por nutrientes pelos microorganismos deste último solo, concordando com MOSSE et alii¹².

Os valores da temperatura do solo, tomados ao longo dos experimentos, variaram de 25-35°C, faixa bem tolerável, tanto para o fungo quanto para o rizóbio (SCHENCK & SCHRODER¹⁶ e MICHIN et alii¹¹).

Por ocasião da colheita, registraram-se a presença de nodulação eficiente e infecção micorrízica VA nas plantas de todos os tratamentos inclusive naquelas não inoculadas artificialmente com rizóbios e fungos MVA, indicando uma infecção natural por esses microorganismos edáficos, concordando com VASCONCELOS et alii¹⁷, que constaram a ocorrência de algaroba nodulada eficientemente em diversos solos do Ceará, associada à infecção de fungos MVA.

Os dados sobre a percentagem e o grau de infecção MVA nas raízes das plantas dos dois experimentos encontram-se na Tabela 2, observando-se que

TABELA 2

Percentagem e Grau de Infecção Micorrízica VA das Raízes das Plantas dos Experimentos
Médias de 5 Repetições. Fortaleza, 1986.

Tratamentos	Experimento I		Experimento II	
	%	(Grau)	(%)	(Grau)
Não Inoculado e Não Adubado (Testemunha)	15	Baixo	12	Baixo
Não Inoculado e Adubado com Nitrogênio	40	Médio	52	Médio
Não Inoculado e Adubado com S	42	Médio	32	Médio
Não Inoculado e Adubado com SFT	18	Baixo	20	Baixo
Não Inoculado e Adubado com FR 0,05% (ra)	35	Médio	22	Baixo
Inoculado com Rh.	60	Médio	48	Médio
Inoculado com G. m.	68	Médio	28	Baixo
Inoculado com Rh. + G.m.	60	Médio	50	Médio
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 5%	79	Alto	64	Médio
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 5% + S	76	Alto	60	Médio
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 10%	78	Alto	72	Alto
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 10% + S	75	Alto	74	Alto
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 30%	72	Alto	70	Alto
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 30% + S	73	Alto	71	Alto
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 50%	36	Médio	30	Médio
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 50% + S	40	Médio	20	Baixo

S — Enxofre elementar

SFT — Superfosfato triplo

FR — Fosfato de Rocha

Rh. — *Rhizobium* sp., estirpes UFC-987.52, UFC-992.52, UFC-1001.52

G.m. — *Glomus macrocarpum*

os maiores índices da citada infecção ocorreram nos tratamentos adubados com fosfato de rocha nas dosagens de 5 e 10% para o Experimento I, e 10 e 10% + S para o Experimento II. Os tratamentos inoculados com *Rhizobium* sp., com *Glomus macrocarpum* e com *Rhizobium* sp. + *G. macrocarpum* apresentaram valores médios de infecção radicular em ambos os experimentos.

Baixos e médios valores de infecção radicular foram encontrados nas plantas dos dois tratamentos adubados com superfosfato triplo e fosfato de rocha na dosagem de 50%, sugerindo uma redução no grau da referida infecção MVA em função dos elevados teores de fósforo no solo (MOSSE12).

Os resultados obtidos com relação aos parâmetros peso da matéria seca da parte aérea, altura, conteúdo de P e N e peso dos nódulos secos, para os Experimentos I e II, encontram-se nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Todos os resultados, avaliados estatisticamente pelo Teste F mostraram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, com respeito a cada variável dos dois experimentos.

Acréscimo significativo do rendimento da matéria seca foi observado nas plantas dos tratamentos que receberam adubação fosfatada, tendo sido as melhores respostas no crescimento das mudas verificadas quando se procedeu a inoculação com *Rhizobium* sp. + *Glomus macrocarpum* em adição com fosfato de rocha nas dosagens de 5%, 10% + S e 30% para o Experimento I, e 30% e 30% + S para o Experimento II. Foi também notável o efeito do superfosfato triplo no crescimento das plantas, caso em que se verificou o mais alto teor do fósforo nos tecidos vegetais. A nodulação e o conteúdo de nitrogênio nas plantas foram maiores quando o fosfato de rocha foi utilizado nas dosagens de 30% e 30% + S para o Experimento I e 10% e 30% + S para o Experimento II.

A análise estatística dos dados do peso dos nódulos secos, pelo Teste de Tukey, a

5% de probabilidade, comprovou que os mais elevados pesos de nódulos registraram-se nos tratamentos em que o fosfato de rocha foi utilizado nas dosagens de 30 e 30% + S, e 10 e 10% + S para os Experimentos I e II, respectivamente, associado à inoculação conjunta de *Rhizobium* sp. e *Glomus macrocarpum*. Acredita-se que o efeito benéfico dos fungos MVA no processo da nodulação está associado ao melhor estado nutricional da planta devido à transferência de fósforo adicionado ao solo, através da associação micorrízica VA (ASAI, citado por MOSSE14).

A adição de enxofre elementar, na maioria dos parâmetros analisados, apresentou resultados inconsistentes em relação à infecção micorrízica, nodulação e crescimento das plantas, concordando em parte com GATES⁵, que observou pouca influência do enxofre sobre a nodulação das plantas. Esses resultados despertam interesse e merecem ser investigados em trabalhos posteriores.

CONCLUSÕES

A dosagem de fosfato de rocha que favoreceu de maneira mais uniforme os parâmetros analisados, em ambos os experimentos, foi a de 30% de fosfato de rocha, juntamente com a inoculação conjunta de *Rhizobium* sp. e *Glomus macrocarpum*, podendo ser uma das dosagens recomendadas para trabalhos visando estudar o efeito desta fonte fosfatada em condições de campo;

As maiores respostas no crescimento das mudas foram verificadas quando o fosfato de rocha foi utilizado nas dosagens de 5%, 10% + S e 30% para o Experimento I e 30% e 30% + S para o Experimento II;

A nodulação e o conteúdo de nitrogênio das plantas foram maiores quando o fosfato de rocha foi utilizado nas dosagens de 30% e 30% + S para o Experimento I e 10% e 30% + S para o Experimento II;

A infecção micorrízica VA decresceu quando se empregou a dosagem de

TABELA 3

Peso Seco, Altura da Parte Aérea, Conteúdos Totais de Nitrogênio e Fósforo da Parte Aérea e Peso Seco de Nódulos das Plantas do Experimento I. Média de 5 Repetições.
Fortaleza, 1986.

TRATAMENTOS	Peso seco	Altura	Conteúdo de P	Conteúdo de N	Peso seco nódulos
	(g)	(cm)		(mg)	(g)
Não Inoculado e Não Adubado (Testemunha)	1,89 g*	54,20 f	3,85 h	63,99 i	0,052 b
Não Inoculado e Adubado c/Nitrogênio	4,08 bcde	71,00 bcde	6,38 fg	138,80 gf	0,106 ab
Não Inoculado e Adubado com S	2,74 fg	65,40 cdef	5,16 gh	100,23 hi	0,098 ab
Não Inoculado e Adubado com SFT	4,56 abcd	74,40 abcde	24,36 a	200,54 bcde	0,124 a
Não Inoculado e Adubado com FR 0,05% (ra)	2,81 efg	63,20 def	4,43 h	43,28 hi	0,084 ab
Inoculado com Rh.	3,14 efg	67,20 cdef	4,55 h	113,46 gh	0,086 ab
Inoculado com G.m.	3,62 def	68,00 cdef	6,13 g	164,41 def	0,094 ab
Inoculado com Rh. + G.m.	3,95 cdef	61,60 ef	8,59 f	168,77 def	0,114 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 5%	5,03 abcd	80,40 abcd	10,91 e	204,70 bcd	0,088 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 5% + S	4,60 abcd	71,80 abcde	14,90 d	203,77 bcd	0,098 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 10%	4,08 bcde	73,20 abcde	10,19 e	183,38 cde	0,114 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 10% + S	5,38 a	86,40 a	14,04 d	223,39 b	0,128 a
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 30%	5,25 ab	81,60 ab	17,97 c	241,01 a	0,146 a
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 30% + S	5,18 abc	80,80 abc	21,24 b	241,22 a	0,138 a
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 50%	4,74 abcd	76,40 abcd	23,26 a	207,64 bc	0,134 a
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 50% + S	4,54 abcd	74,40 abcde	17,39 c	197,83 bcde	0,126 a
CV (%)	12,29	11,32	9,93	6,10	26,60
DMS 0,05	1,28	18,04	38,50	1,57	0,06

S — Enxofre elementar

SFT — Superfosfato triplo

FR — Fosfato de Rocha

ra — Recomendação de adubação

Rh. — *Rhizobium* sp-estirpes UFC-987.52, UFC-992.52, UFC-1001.52

G.m. — *Glomus macrocarpum*

(*) — Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade p/Tukey.

TABELA 4

Peso Seco, Altura da Parte Aérea, Conteúdos Totais de Nitrogênio e Fósforo da Parte Aérea e Peso Seco de Nódulos das Plantas do Experimento II. Média de 5 Repetições. Fortaleza, 1986.

TRATAMENTOS	Peso seco	Altura	Conteúdo de P	Conteúdo de N	Peso seco nódulos
	(g)	(cm)		(mg)	(g)
Não Inoculado e Não Adubado (Testemunha)	1,89 e*	54,20 c	3,85 f	63,95 i	0,052 b
Não Inoculado e Adubado c/Nitrogênio	4,08 bcd	71,00 abc	6,38 d	138,82 ef	0,106 ab
Não Inoculado e Adubado com S	2,72 de	62,60 bc	4,95 ef	117,68 gh	0,080 ab
Não Inoculado e Adubado com SFT	4,56 abc	74,40 ab	24,36 a	200,54 c	0,124 a
Não Inoculado e Adubado com FR 0,05% (ra)	2,81 de	63,20 bc	4,43 ef	93,28 i	0,084 ab
Inoculado com Rh.	3,05 cde	62,00 bc	6,97 cd	115,95 h	0,090 ab
Inoculado com G.m.	3,14 cde	65,00 bc	8,59 bc	113,46 h	0,086 ab
Inoculado com Rh. + G.m.	3,07 cde	67,00 bc	10,45 b	133,82 fg	0,104 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 5%	4,92 ab	67,00 bc	8,75 bc	209,74 bc	0,104 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 5% + S	3,76 cd	65,40 bc	7,16 c	170,49 de	0,088 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 10%	4,92 ab	74,00 ab	8,61 bc	220,68 b	0,128 a
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 10% + S	4,56 abc	72,00 ab	6,50 d	183,19 de	0,126 a
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 30%	5,06 ab	76,80 ab	9,35 b	221,86 b	0,112 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 30% + S	5,81 a	85,80 a	8,82 bc	257,72 a	0,122 a
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 50%	4,37 abcd	72,40 ab	6,26 de	181,55 de	0,114 ab
Inoculado com Rh. + G.m. + FR 50% + S	4,40 abcd	69,40 abc	3,82 f	188,04 cd	0,116 ab
CV (%)	19,65	11,24	4,69	11,20	29,41
DMS 0,05	1,74	17,45	17,26	2,04	0,06

S — Enxofre elementar

SFT — Superfosfato triplo

FR — Fosfato de Rocha

(*) — Tratamentos seguidos de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade p/Tukey.

ra — Recomendação de adubação

Rh. — *Rhizobium* sp-estirpes UFC-987.52, UFC-992.52, UFC-1001.52

G.m. — *Glomus macrocarpum*

50% de fosfato de rocha, em ambos os experimentos;

As inoculações com *Rhizobium* sp. e com *Glomus macrocarpum* foram eficazes em aumentar a nodulação e o desenvolvimento das plantas em ambos os experimentos, sendo seus efeitos equivalentes aos das adubações nitrogenada e fosfatada, respectivamente;

O Enxofre elementar, na maioria dos parâmetros analisados, apresentou resultados inconsistentes, o que sugere estudos mais apurados, e

Deve-se destacar o efeito do fósforo, estimulando a nodulação, inclusive a realizada pelos rizóbios autóctones, aumentando os conteúdos de nitrogênio e de fósforo da parte aérea e o crescimento das mudas nos dois experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, O. N. *Experiments in Soil Bacteriology*. Burgess Publ. Co., Minneapolis, 1957, 177p.
2. ASIMI, S. *Interactions entre les endomycorrhizes, le Rhizobium et le phosphore du sol chez la soja (Glycine max (L.) Merrill, var. ansoy)*. Thèse du Docteur, 3 ème cycle em Biologie Appliquée. Université de Dijon. 32 p. 1979.
3. CHAPMAN, H. D. and PRATT, D.F. *Methods of analysis for soil plants and waters*. University of California, Division of Agricultural Sciences. Berkeley. p. 161 – 174. 1961.
4. DÖBEREINER, J. Efeito da inoculação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) no estabelecimento e desenvolvimento de mudas em campo. *Pesq. Agrop. Bras.* Rio, (2): 301-305. 1967.
5. GATES, C.T. Nodule and plant development in *Stylosanthes humilis* HBK. Symbiotic response to phosphorus and sulphur. *Aust. J. Bot.* 22(1): 45-55. 1974.
6. GIBSON, A.H. *Limitation to nitrogen in legumes*. In: Newton, W.E. & NYMAN, O. J. eds. *Proceedings of the International Symposium of Nitrogen Fixation 1*. Pullman, Washington, University Press, V-II, p. 400-428. 1976.
7. GOMES, P. A *Algarobeira*, Rio de Janeiro, SIA, 1961. 49 p.
8. HEWITT, E. J. *Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition*. Commonwealth Agricultural Bureau, London, 1966. 547 p. (Technical Communication 22)
9. LIMA, F.A.M., MOREIRA, E.G.S. & IPIRAJÁ, F.W.F. *Contribuição ao estudo de solos do município de Fortaleza III. Classificação de um solo*. Relatório de Pesquisas do Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1974. 7 p. (mimeografado).
10. LOTT, W.L., NERY, J. P., GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. *Leaf analysis technique and coffee research*, IBC. Research Institute, Bulletin 9, 1956.
11. MINCHIN, F.R., HUXLEY, P.A. & SUMMERFIELD, R. J. Effect of root temperature on growth and yield in cowpea (*Vigna unguiculata*), *Exp. Agr.*, 12 (13): 279-288. 1976.
12. MOSSE, B., HAYMAN, D.S. & IDE, G.J. Growth responses of plants in insterilized soils to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Nature*, London, 224: 1031-1032. 1969.
13. MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza in a soil given additional phosphate. *New Phytol.*, 72: 127-136. 1973.
14. MOSSE, B. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture*. Hawaii Inst. for Tropical Agric. and Human Resources. Bul. n. 194. 1981. 82p.
15. PHILLIPS, J.M. and HAYMAN, D.S. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 55: 158-161. 1970.
16. CHENCK, N.C. & SCHRODER, V. N. Temperature responses of *Endogone mycorrhiza* on soybeans roots. *Mycologia*, 66: 601-605. 1974.
17. VASCONCELOS, I., ALMEIDA, R. T. & MENDES FILHO, P. F. Ocorrência de rizóbios e endomicorrizas em leguminosas arbóreas e arbustivas do Estado do Ceará, Brasil. *Ciê. Agron.*, Fortaleza, 15 (1/2): 45-52, Dezembro, 1984.