

# INFLUÊNCIA DA DUPLA INOCULAÇÃO RIZÓBIO E FUNGOS MICORRIZAS-ARBUSCULARES EM PLANTAS DE SABIÁ SOB SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS.

A.C.E.S. MERGULHÃO<sup>1</sup>; M.L.R.B. SILVA<sup>1</sup>; H.A. BURITY<sup>2</sup> & N.P. STAMFORD<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bióloga, M.Sc., Laboratório de Biologia do Solo, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, IPA. Bolsista da FACEPE. Av. Gal. San Martin, 1371, Bongi. Caixa Postal 1022, CEP 50761-000 Recife, PE.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Ph.D, Laboratório de Biologia do Solo – IPA/EMBRAPA. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup>Professor Adjunto-Doutor do Departamento de Solos, UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros s/n Dois Irmãos CEP 50000.

Aceito para publicação em:12/12/2001.

## RESUMO

A associação micorrízica apresenta um grande potencial para exploração na agricultura, sendo os fungos micorrízicos-arbusculares (FMA) de considerável importância para o processo de nodulação em várias espécies de leguminosas, tornando-se indispensável o estudo da dupla inoculação, e de leguminosas que apresentam um conhecido potencial no processo de recuperação de áreas degradadas em nossa região. Este trabalho teve como finalidade avaliar o efeito da dupla inoculação sob o desenvolvimento de mudas de sabiá em solos de diferentes texturas. A dupla inoculação (rizóbio/micorriza) apresentou uma maior eficiência no rendimento da matéria seca, altura das plantas, matéria seca dos nódulos nas mudas de sabiá em relação a inoculação com apenas rizóbio. A evapotranspiração apresentou correlação direta e positiva com a produção de matéria seca. De uma forma geral, a maior eficiência de uso de água foi observada nos tratamentos correspondente aos dos solos argilosos, quando comparado aos solos arenosos.

Palavras-chave: fixação do nitrogênio, FMA, leguminosa arbórea. *Mimosa caesalpinifolia*

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF DOUBLE INOCULATION RHIZOBIUM AND FUNGI ARBUSCULAR-MICORRHIZA IN MIMOSA CAESALPINIIFOLIA PLANTS IN SOILS DIFFERENT TEXTURE.

The association *Rhizobium*-leguminosae for biological nitrogen fixation is know in agriculture at time. The arbuscular micorrhiza fungi (AMF) are of considerable importance for the nodulation process. For recovery of exhausted land it is indispensable the use of double inoculation in leguminous plants. This work had as objective to evaluate the effect of double inoculation of *Rhizobium* and AMF in "Sabiá" *Mimosa caesalpinifolia* in two types of soils clay and sandy. The double inoculation (*Rhizobium*/Micorriza) presented a higher efficiency in relation to dry matter, plant height and in the development of plant nodules when compared with the inoculation of *Rhizobium* alone. The evapotranspiration presented a straight and positive correlation with dry matter production. In general the biggest efficiency was observed in clay soil.

Key words: nitrogen fixation, AMF, tree leguminous, *Mimosa caesalpinifolia*

## INTRODUÇÃO

A utilização de microrganismos como aprimoramento tecnológico a fim de melhorar a disponibilidade de nutrientes

as plantas é uma prática de extrema importância e muito necessária para a agricultura. O efeito da associação micorrízica e a simbiose com rizóbio podem ser sinérgico e autocatalítico, uma vez que os processos contribuem para aumentar a taxa fotossintética do microssimbionte, reduzindo assim o risco do dreno de fotossintatos, originado pelos microssimbiontes que pode causar redução na produtividade da cultura. O sucesso no estabelecimento, nodulação e fixação de N<sub>2</sub> nas leguminosas depende de uma nutrição fosfatada adequada e como as micorrizas aumentam a absorção de fósforo, este elemento é de grande valor para a melhoria da fixação do nitrogênio atmosférico, crescimento e efetiva nodulação da planta PASCOVSKY *et al.*, (1986).

Segundo SIQUEIRA (1983) a dupla inoculação é capaz de reduzir os custos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados, além de conferir as plantas maior capacidade de absorção de nutrientes induzindo ao aumento na produtividade. O sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) é uma das mais importantes dentre as leguminosas tropicais arbóreas, devido a sua comprovada resistência a seca e seu rápido crescimento ALMEIDA *et al.*, (1987) e, ser considerada indispensável em qualquer programa de reflorestamento na Região Nordeste, principalmente no semi-árido.

O plantio de espécies fixadoras de nitrogênio, em solos de baixa fertilidade ou degradados, é uma alternativa não só para reduzir a pressão sobre florestas nativas remanescentes, mas também em função de bom rendimento madeireiros e incorporação de nitrogênio CAMPELO *et al.*, (1995). A literatura registra o benefício da dupla inoculação rizóbio e micorriza no crescimento de várias espécies de leguminosas HERRERA *et al.*, (1993).

Tem sido demonstrado que as leguminosas micotróficas são incapazes de fazerem uso eficiente da simbiose com rizóbio se não estiverem devidamente micorrizadas BAREA & AZCÓN-AGUILAR (1993). Existem evidências que a interação sinérgica existe na interação rizóbio-planta e fungo, porém resultados diversos são encontrados na literatura. O efeito benéfico do fungo sobre as bactérias rizogênicas é possivelmente indireto por meio do aumento da exsudação radicular proveniente do aumento da taxa fotossintética SIEVERDING (1992).

A adequação das práticas agrícolas, buscando um manejo da associação que lhe propicie expressar todo seu potencial, é objetivo final da pesquisa sobre a MA, o que, sem dúvida, reverterá em benefícios significativos para a agricultura SILVEIRA (1992).

A introdução dos simbiontes rizóbio-micorriza tem sido preconizada como técnica para permitir a vegetação de

solo degradado e a recuperação, de ecossistemas desestruturados, porém é necessária uma melhoria no conhecimento desta relação tendo em vista que vários fatores ambientais interferem no processo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da dupla inoculação sob o desenvolvimento de mudas de sabiá em solos de diferentes texturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). Os solos utilizados para o plantio foram um podzol-areia (S<sub>1</sub>) e um podzólico-argiloso vermelho escuro (S<sub>2</sub>). Para cada vaso de plástico (32 vasos), foram utilizados 4 kg de solo constituídos de 3 plantas, com os seus respectivos tratamentos. Foi adicionado ao solo sulfato de potássio (1.3 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vaso) e fosfato de cálcio (0.3 g de Ca (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O vaso), conforme indicação da análise química do solo. As análises químicas e físicas dos solos foram realizadas nos laboratórios de química e física da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) de acordo com o método da EMBRAPA (1979). Os resultados foram: (S<sub>1</sub>): pH (água) 5.7; Ca<sup>2+</sup> 4.5 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg<sup>+</sup> 3 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> 0.1 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup> 0.2 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Al<sup>3+</sup> 0.5 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; P 0.8 mg kg<sup>-1</sup>; N 0.3 g kg<sup>-1</sup>; argila 20 g kg<sup>-1</sup>; silte 0 g kg<sup>-1</sup>; areia fina 70 g kg<sup>-1</sup>; areia grossa 910 g kg<sup>-1</sup>; densidade global 1.6 g cm<sup>-3</sup> e densidade da partícula 2.7 g cm<sup>-3</sup> e (S<sub>2</sub>): pH (água) 6.4; Ca<sup>2+</sup> 20 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg<sup>+</sup> 35 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> 1 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup> 14 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Al<sup>3+</sup> 1 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; P 0.5 mg kg<sup>-1</sup>; N 0.7 g kg<sup>-1</sup>; argila 440 g kg<sup>-1</sup>; silte 440 g kg<sup>-1</sup>; areia fina 20 g kg<sup>-1</sup>; areia grossa 310 g kg<sup>-1</sup>; densidade global 1.2 g cm<sup>-3</sup>; densidade da partícula 2.4 g cm<sup>-3</sup>.

As sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), foram imersas em álcool a 80% por 1 minuto e esterilizadas com bicloreto de mercúrio a 0,1%, em seguida foram lavadas em água fervida a 60°C. Posteriormente, foram mantidas em bandejas esterilizadas, tendo como substrato vermiculita para germinar durante sete dias. O inóculo de FMA foi produzido em casa-de-vegetação da Empresa-IPA. As espécies de utilizadas foram *Entrophospora colombiana*, *Glomus etunicatum* e *Acaulospora longula*, foram utilizados 200 esporos das respectivas espécies para cada vaso. Todos os vasos receberam o inóculo de *Rhizobium* constituído de uma população de células rizobianas de 10<sup>8</sup>/mL, foram utilizadas as misturas das estirpes de sabiá (577 e 578).

O plantio foi realizado com três plântulas por vaso, com desbaste para uma planta após três semanas. Os tratamentos com micorriza e com *Rhizobium*, foram inoculados após colocadas as plântulas antes de fechar as covas, foi adicionado 3 mL do inóculo de *Rhizobium* por plântula. As plantas foram coletadas 90 dias após o plantio e foram avaliados os seguintes parâmetros: Determinação da textura do solo foi realizada através da análise granulométrica ou análise mecânica pelo método do hidrômetro (% de areia, argila e silte foram obtidas pela divisão dos seus pesos respectivos pelo peso da amostra e multiplicado por 100); a evapotranspiração foi obtida de acordo com MEDINA & AMARO FILHO (1982); a determinação da eficiência de uso de água conforme COELHO & OLIVEIRA JÚNIOR (1990); a matéria seca da parte aérea e raiz foram secadas em estufa a 65°C por 72 horas; as alturas das plantas foram medidas

através de uma fita métrica; a percentagem de colonização radicular pelo método PHILLIPS & HAYMAN (1970); o número de nódulos foi dado por tratamento e transformados em (X + 0.5); para o peso dos nódulos, estes foram secados em estufa a 37°C por 72 horas; os teores de nitrogênio total e fósforo na parte aérea foram obtidos pelo método de Kjeldahl segundo BREMNER (1965) e pelo método de colorimetria do vanadato segundo MALAVOLTA *et al.*, (1989) respectivamente. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e arranjo fatorial de 4 X 2 (presença e ausência de FMAs; tipos de solos: arenoso(S<sub>1</sub>) e argiloso(S<sub>2</sub>)) com 4 repetições. Para a análise estatística, aplicou-se o teste de Tukey (p<0.05) através do programa SANEST ZONTA *et al.*, (1984).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a matéria seca da parte aérea, observou-se que em relação aos tratamentos dentro dos solos arenosos, houve diferenças significativas, se destacando o tratamento com a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*) (Tabela 1). O mesmo não visto, para os tratamentos dentro dos solos argilosos. Porém, apesar de não apresentarem diferenças significativas entre os tratamentos, os melhores resultados para a produção de matéria seca da parte aérea, foram observados para plantas de sabiá dentro dos solos argilosos, sendo que, o tratamento com a dupla inoculação rizóbio + *Glomus etunicatum* apresentou 15,50 g de matéria seca com cerca de 68% de produção quando comparado ao controle (apenas com rizóbio).

**Tabela 1** - Avaliação da matéria seca da parte aérea e raiz das plantas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com a dupla inoculação (rizóbio-micorriza) em solos de diferentes texturas<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	1 (AREIA) 2 (ARGILA) MÉDIA		
	Matéria Seca da Parte Aérea		
	(g/vaso) <sup>2</sup>		
Sem FMA + rizóbio	1,50b	9,25a	9,25ab
Com FMA E. colobiana + rizóbio	3,25b	10,75a	10,75ab
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	1,50b	15,50a	15,50a
Com FMA A. longula + rizóbio	5,75a	7,25a	7,25b
MÉDIA	3,00b	10,69a	

Matéria Seca da Raiz (g/vaso) <sup>2</sup>		
Sem FMA + rizóbio	,25b	2,50a
Com FMA E. colobiana + rizóbio	0,75a	2,25a
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	0,25b	2,75a
Com FMA A. longula + rizóbio	1,25a	1,25a
MÉDIA	0,62b	2,19a

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra maiúscula, em uma mesma coluna, ou minúscula, em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Média de quatro repetições.

Provavelmente, estes dados e o elevado coeficiente de variação estejam relacionados com a não padronização das plântulas de sabiá no momento do plantio, desta forma algumas plantas foram beneficiadas por, apresentarem uma maior área fotossintética em relação as demais. Dados similares foram obtidos por ALMEIDA *et al.*, (1991) quando estudaram a dupla inoculação sobre o desenvolvimento da jurema preta (*Mimosa acutistipula*). Em experimentos realizados com mudas de sabiá e leucena, também foi constatada a influência da dupla inoculação no rendimento da matéria seca da parte aérea, entretanto esses valores alcançados não foram estatisticamente significativos ALMEIDA *et al.*, (1987).

Com relação a matéria seca da raiz (Tabela 1) verificamos que não houve interação significativa para os solos argilosos com relação aos tratamentos com e sem dupla inoculação. Porém, para os solos arenosos houve diferenças, se destacando a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*) com valor em torno de 1,25g para a produção da matéria seca. Apesar de não haver diferenças com relação aos tratamentos em solos argilosos, esses apresentaram maiores valores em relação a produção de matéria seca da raiz. Segundo FARIA *et al.*, (1995), observaram que, em estudo com *Albizia* inoculada com *Glomus etunicatum* e rizóbio, houve crescimento das plantas e aumento na nodulação.

Em se tratando da altura da planta (Tabela 2), verificou-se que não houve diferenças estatísticas com relação aos tratamentos em solos argilosos, porém os melhores resultados foram encontrados aí com média em torno de 56,06 cm, destacando-se as plantas de sabiá com a dupla inoculação (rizóbio+ *Glomus etunicatum*) obtendo valor de 67,50 cm. Com relação aos tratamentos em solos arenosos, observa-se que houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, onde a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*) diferiu-se com relação ao controle (apenas com rizóbio). Entretanto, verificou-se que a média geral para uma melhor resposta ao parâmetro de altura das plantas foi com a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*) com média de 44,25 cm, tanto para os tratamentos em solos arenosos como para os solos argilosos. Estes resultados revelam que, provavelmente essa leguminosa apresenta elevado grau de micotrofismo. Uma vez que, as mudas não inoculadas apresentaram uma altura média de 19,25 cm, e com a dupla inoculação, apresentaram uma média de 44,25 cm, significando um incremento de 230%.

**Tabela 2.** Altura das plantas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com a dupla inoculação (rizóbio - micorriza) em solos de diferentes texturas<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	1 (AREIA)	2 (ARGILA)	MÉDIA
<b>Altura das Plantas (cm)<sup>2</sup></b>			
Sem FMA + rizóbio	19,25b	52,00a	19,25b
Com FMA E. colobiana + rizóbio	35,25b	58,75a	5,25ab
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	24,50b	67,50a	4,50ab
Com FMA A. longula + rizóbio	44,25a	46,00a	44,25a
MÉDIA	30,81b	56,06a	

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra maiúscula, em uma mesma coluna, ou minúscula, em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Média de quatro repetições.

Para os parâmetros do número e matéria seca dos nódulos (Tabela 3) verificou-se, que não houve diferenças significativas entre os tratamentos dentro de cada solo, porém foi visto que, para o parâmetro matéria seca dos nódulos, a média superior foi aquela com a dupla inoculação (rizóbio + *Glomus etunicatum*) com cerca de 0,17 g para ambos os solos. Com relação ao número de nódulos, observou-se que os tratamentos em solos arenosos apresentaram média inferior, quando comparado com a média dos solos argilosos. As plantas quando micorrizadas, geralmente apresentam um metabolismo mais elevado que as não micorrizadas. Sendo capazes de fornecer maior quantidade de carboidratos ao rizóbio e conseqüentemente, estas plantas apresentam uma nodulação significativamente maior.

Através da análise estatística observou-se que a evapotranspiração (Tabela 4), apresentou-se menor nos tratamentos em solo de textura arenosa, quando comparado aos de solo de textura argilosa. Com média de 5,65 gH<sub>2</sub>O/vaso para solos arenosos e para solos argilosos 7,95 gH<sub>2</sub>O/vaso, o que representou 41% e 71% da evapotranspiração respectivamente. Observou-se ainda que, o tratamento com a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*) em solos arenosos, apresentou a maior evapotranspiração com relação aos demais tratamentos. ESPINOSA (1983), evidenciou que a evapotranspiração pode cair drasticamente em função da magnitude do déficit hídrico, admitindo que tal fato decorre provavelmente em função dos reduzidos potenciais matriciais observados nas primeiras camadas do solo. VIEIRA *et al.*, (1989), também verificaram maiores taxas de evapotranspiração nos tratamentos sem suspensão da irrigação.

**Tabela 3 -** Avaliação do número e matéria seca dos nódulos das plantas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com a dupla inoculação (rizóbio-micorriza) em solos de diferentes texturas<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	1 (AREIA) <sup>3</sup>	2 (ARGILA) <sup>3</sup>
<b>Números de Nódulos<sup>2</sup></b>		
Sem FMA + rizóbio	11,27a	11,27a
Com FMA E. colobiana + rizóbio	6,69a	6,69a
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	17,93a	17,93a
Com FMA A. longula + rizóbio	2,22a	2,22a
MÉDIA	2,27b	18,53a

TRATAMENTOS	1 (AREIA) <sup>3</sup>	2 (ARGILA) <sup>3</sup>	MÉDIA
<b>Matéria Seca dos Nódulos (g/vaso)<sup>2</sup></b>			
Sem FMA + rizóbio	0,001a	0,056a	0,056b
Com FMA E. colobiana + rizóbio	0,003a	0,029a	0,029b
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	0,003a	0,178a	0,178a
Com FMA A. longula + rizóbio	0,002a	0,011a	0,011b

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra maiúscula, em uma mesma coluna, ou minúscula, em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Média de quatro repetições.

<sup>3</sup> Valores Transformados em raiz (X + 0.5).

A análise de variância revelou diferenças significativas entre os tratamentos com relação a eficiência do uso de água (Tabela 4). A maior eficiência do uso de água foi verificada nos tratamentos em solos de textura argilosa com média em torno de 150g de água/g de matéria seca; porém com relação aos de textura arenosa, o tratamento que se destacou foi o da dupla inoculação (rizóbio+ *Acaulospora longula*) com valor de 206g de água/g de matéria seca. Sendo este tratamento, o melhor resultado em termos de eficiência de uso de água para os dois solos com média em torno de 199g de água/g de matéria seca. As eficiências observadas são inferiores as relatadas por TABOSA *et al.*, (1987), com cultivares de sorgo forrageiro nas condições do semi-árido de Pernambuco, onde foram obtidos valores entre 369 e 263 kg de água/kg de matéria seca.

LIRA (1982) ressaltou a necessidade de utilizar os recursos que a natureza oferece para obter culturas mais resistentes à seca e de maior eficiência na utilização da água.

Com relação a porcentagem de colonização radicular das plantas de sabiá (Tabela 5), não observou-se interação significativa em relação aos tratamentos, tanto em solos arenosos como em solos argilosos. A presença de uma alta colonização nos tratamentos com ausência de micorriza deve está relacionado com a presença de fungos nativos.

**Tabela 4** - Avaliação da evapotranspiração e eficiência do uso de água das plantas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com a dupla inoculação (rizóbio-micorriza) em solos de diferentes texturas<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	1 (AREIA)	2 (ARGILA)
<u>Evapotranspiração (gH<sub>2</sub>O/vaso)<sup>2</sup></u>		
Sem FMA + rizóbio	5,046b	8,086a
Com FMA E. colobiana + rizóbio	5,953b	7,908a
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	5,402b	8,400a
Com FMA A. longula + rizóbio	6,220a	7,411a
MÉDIA	5,655b	7,951a

**Eficiência do Uso de Água (gH<sub>2</sub>O/g MS)<sup>2</sup>**  
**MÉDIA**

Sem FMA + rizóbio	505aA	156bA	330a
Com FMA E. colobiana + rizóbio	320aA	144bA	293ab
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	478aB	109bA	232bc
Com FMA A. longula + rizóbio	206aC	191aA	199c
MÉDIA	377a	150b	

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra maiúscula, em uma mesma coluna, ou minúscula, em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Média de quatro repetições.

**Tabela 5** - Avaliação da porcentagem de colonização radicular das plantas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) com a dupla inoculação (rizóbio - micorriza) em solos de diferentes texturas<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	1 (AREIA) <sup>3</sup>	2 (ARGILA) <sup>3</sup>
<u>% de Colonização Radicular<sup>2</sup></u>		
Sem FMA + rizóbio	40,41a	49,01a
Com FMA E. colobiana + rizóbio	45,78a	59,35a
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	49,70a	51,00a
Com FMA A. longula + rizóbio	36,79a	42,65a
MÉDIA	43,46a	50,18a

<sup>1</sup>Valores seguidos da mesma letra maiúscula, em uma mesma coluna, ou minúscula, em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Média de quatro repetições.

<sup>3</sup> Valores transformados em arco seno da raiz (X/100).

Segundo ALMEIDA *et al.*, (1987), na leucena e no sabiá, embora a inoculação de *Glomus macrocarpum* tenha causado um rendimento da frequência e intensidade de colonização micorrizica, este não foi significativo na maioria dos tratamentos inoculados em relação aos tratamentos não inoculados, cuja colonização foi determinada pelos endófitos nativos. Segundo MENGE *et al.*, (1978), o mecanismo que regula a relação entre a colonização das raízes por FMA não é ainda bem conhecido, porém deve estar associado ao nível crítico interno do fósforo da planta hospedeira.

Com relação ao teor de nitrogênio total na parte aérea (Tabela 6), observa-se que houve diferenças significativas, nos tratamentos com e sem a dupla inoculação em relação aos solos de diferentes texturas. Verificou-se que os melhores resultados foram encontrados nos tratamentos com solos argilosos, com média geral em torno de 20,91 mg de N total quando comparado aos tratamentos com solos arenosos, que obteve média geral em torno de 7,98 mg de N total. Observou-se ainda, que o tratamento com a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*) não apresentou diferenças significativas, quando foi comparado entre os solos estudados. Verificou-se, que este mesmo tratamento, em solos arenosos apresentou diferenças significativas com relação ao tratamento sem micorriza (apenas com rizóbio); o mesmo não foi observado, em solos argilosos. Caracterizando assim, a ineficiência de FMA e estirpes nativas para sabiá. Estes resultados são de acordo com os de RIBEIRO *et al.*, (1987), que trabalhando com diversas estirpes em leguminosas arbóreas, constataram elevada especificidade hospedeira entre os gêneros da subfamília *Mimosoideae*. Os tratamentos sem micorriza (apenas com rizóbio) com relação aos solos argilosos apresentaram uma maior concentração de nitrogênio total, quando estes foram comparados aos tratamentos sem micorriza (apenas com rizóbio) em solos arenosos; provavelmente devido à fertilidade do solo e a existência de FMA e estirpes nativas.

As três espécies de FMA utilizadas nos solos argilosos foram eficientes, aumentando significativamente a

quantidade de N total na parte aérea das plantas de sabiá, quando, estas foram comparadas com os tratamentos em solos arenosos. Dados obtidos por YONEYAMA *et al.*, (1990), comparando diversas espécies de leguminosas arbóreas tropicais, verificaram, através de N<sup>15</sup>, que a *Mimosa* spp e *Leucena* spp, apresentaram uma grande dependência do nitrogênio fixado simbioticamente quando comparada a outras espécies. Para ASSIS *et al.*, (1986), a afinidade das estirpes de sabiá é revelada em termos de maior percentual de nitrogênio.

**Tabela 6** - Teor de nitrogênio e fósforo total na parte aérea das plantas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) com a dupla inoculação (rizóbio - micorriza) em solos de diferentes texturas<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	1 (AREIA)	2 (ARGILA)
<b>N Total (mg/tratamento)<sup>2</sup></b>		
Sem FMA + rizóbio	5,23b	18,28a
Com FMA E. colobiana + rizóbio	8,15b	27,19a
Com FMA G. etunicatum + rizóbio	5,56b	22,54a
Com FMA A. longula + rizóbio	12,98a	15,62a
MÉDIA	7,98b	20,91a
<b>P Total (mg/tratamento)<sup>2</sup></b>		
Sem FMA + rizóbio	4,22b	16,04a
Com FMA Entrophospora colobiana + rizóbio	7,64b	20,06a
Com FMA Glomus etunicatum + rizóbio	5,96b	17,95a
Com FMA Acaulospora longula + rizóbio	11,32a	12,79a
MÉDIA	7,28b	16,79a

<sup>1</sup> Valores seguidos da mesma letra maiúscula, em uma mesma coluna, ou minúscula, em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Média de quatro repetições.

Quanto ao teor de fósforo na parte aérea das plantas de sabiá (Tabela 6) verificou-se que houve diferenças significativas com relação aos tratamentos com e sem a dupla inoculação. Onde observou-se, que os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos em solos argilosos com média de 16,71 mg de P/tratamento, quando comparados aos tratamentos dos solos arenosos, cuja a média foi de 7,28 mg de P/tratamento. Observou-se, que dentro dos solos argilosos, não houve diferenças significativas com relação aos tratamentos com e sem a dupla inoculação. Porém, o mesmo não foi verificado nos solos arenosos, onde o melhor resultado foi com a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*), quando comparado aos demais tratamentos. Onde, este tratamento, não apresentou diferenças estatísticas quando foi comparado tanto no solo arenoso como no solo argiloso.

Diminuições ou aumentos nas concentrações de fósforo são relatados por diferentes pesquisadores, de acordo com o gênero, variedade ou cultivar da planta. Assim

BHIVARE & NIMBALKAR (1984) observaram aumentos nas concentrações de P em feijão cv. Vaghia. Aumentos nas concentrações de Ca e Mg e reduções nas concentrações de P e K na parte aérea de guandú var. C-11 foram relatados por JOSHI (1984).

SUBBARAO *et al.*, (1990), relataram aumento na concentração de fósforo também na parte aérea da cv. ICPL 227.

Pelos resultados pode-se concluir que:

a) a dupla inoculação (rizóbio/micorriza) apresentou uma maior eficiência no rendimento da matéria verde e seca da parte aérea e raiz, altura das plantas e matéria seca dos nódulos nas mudas de sabiá em relação a inoculação com apenas rizóbio.

b) não houve interação significativa com os tratamentos em relação à porcentagem de colonização radicular nas plantas de sabiá.

c) a evapotranspiração apresentou correlação direta e positiva com a produção de matéria seca.

d) de uma forma geral, a maior eficiência de uso de água foi observada nos tratamentos correspondente aos dos solos argilosos, quando comparado aos solos arenosos.

e) o tratamento com a dupla inoculação (rizóbio + *Acaulospora longula*) inoculados em plantas de sabiá em solos arenosos, apresentou a maior eficiência de uso de água com 199g de água/g de matéria seca produzida.

f) a dupla inoculação em solos argilosos com relação ao teor de nitrogênio total na parte aérea, apresentou-se mais promissora para a produção de mudas de sabiá.

g) *Acaulospora longula* foi eficiente na associação simbiótica com sabiá, tanto em solos arenosos como em solos argilosos, tendo o seu efeito em plantas inoculadas com rizóbio em relação ao teor de fósforo na parte aérea, bastante significativo.

## AGRADECIMENTO

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro.

## LITERATURA CITADA

- 1 - ALMEIDA, R.T. de; FREIRE, V.F.; VASCONCELOS, I. Efeitos da interação *Glomus macrocarpum*, *Rhizobium* sp. e níveis crescentes de fosfato de rocha sobre o desenvolvimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e de leucena (*Leucena leucocephala*). (LAM DE WIT). **Ciências Agrônomicas**, Fortaleza, v.18, n.1, p.131-136, 1987.
- 2 - ALMEIDA, R.T.; VASCONCELOS, L.; FREIRE, V.F. Efeito de níveis de fosfato de rocha e da inoculação de *Rhizobium* ep e *Glomus macrocarpum* TUL. sobre o desenvolvimento da jurema preta, *Mimosa acustistipula* BENTH. **Ciências Agrônomicas**, Fortaleza, v.22, n.1-2, p.1-5, 1991.
- 3 - ASSIS J.R, R.N. de; ALMEIDA, R.T.de; VASCONCELOS, I. Seleção de estirpes de *Rhizobium* sp em sabiá, *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Ciência Agrônomicas**, Fortaleza, v.17, n.2, p.101-105, 1986.
- 4 - BAREA, J.M.; AZCÓN-AGUIAR, C. Micorrizas and their significance in nodulating-fixing plants. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.36, p.1-54, 1993.

- 5 - BHIVARE, V.N.; NIMBALKAR, J.D. Salt effects on growth and mineral nutrition of french beans. **Plant and Soil**, v.80, p.91-98, 1984.
- 6 - BREMNER, J.M. Total nitrogen. In: BLACK, C.A. ed. **Methods of Soil Analysis**; chemical and microbiological properties. Madison, American Society of agronomy, Cap.83, pt.2, (Agronomy, 9), p.1149-1178, 1965.
- 7 - CAMPELO, E.F.C.; SERPA, A.; FRANCO, A.A. Efeito da inoculação com rizóbio no estabelecimento no campo de *Leucena leucocephala* e *Albizia lebbek* por semeio direto ou mudas com substrato contendo altas concentrações de fósforo de rocha. **Anais XXV CBCS-UFV**. v.1, Viçosa-MG, p.506-508, 1995.
- 8 - COELHO, K.J.F.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.O.L. de. Efeito da deficiência hídrica no solo sobre a eficiência no uso de água e a produção de matéria seca de duas cultivares de milho (*Zea mays*). **Agropecuária Técnica**, v.11, n.1/2, p.24-40, jan/dez, 1990.
- 9 - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de Análises do Solo**, Vol. 1, Rio de Janeiro, 1979.
- 10 - ESPINOSA, W. Resposta de 12 cultivares de soja ao déficit hídrico num solo de cerrados do Distrito Federal Parte II - evapotranspiração e extração de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11, Brasília. **Anais...** Brasília EDITERRA, p.823-840, 1983.
- 11 - FARIA, M.P.; SIQUEIRA, J.O.; VALEE, F.R.; CURTI, N. Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio I. *Albizia lebbek* (L) Benth. **Revista Árvore**, n.19, v.3, p.293-307, 1995.
- 12 - HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P.; GAREA, J. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified mediterranean ecosystems. **Apple. Environ. Microbiol.** vol.59, p.129-133, 1993.
- 13 - JOSHI, S.S. Effect of salinity stress on organic and mineral constituents in the leaves of pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) var. C-11. **Plant and Soil**, v.82, p.69-76, 1984.
- 14 - LIRA, M. de A. Cultura do milheto. In: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultura do Milheto**. Fortaleza: BNB-ETENE, p.13-22, 1982.
- 15 - MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.B.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e Aplicações. Piracicaba: POTAFOS, p.135-189, 1989.
- 16 - MEDINA, F.B.; AMARO FILHO, B. Determinação de evapotranspiração real da cultura da cana-de-açúcar na região do brejo paraibano. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.3, p.11-23, jan/jun, 1982.
- 17 - MENGE, J.A.; STREIRLE, D.; BAGYARAJ, D.J.; JONHSON, E.L.V.; LEORNARD, R.T. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. **New Phytologist**, Oxford, v.80, p.75-80, 1978.
- 18 - PASCOVSKY, R.S.; PAUL, E.A.; BETHLENTALVAY, G.J. Response of mycorrhizal and P-fertilized soybeans to nodulation by *Bradyrhizobium* or ammonium nitrate. **Crop Science**, Madison, v.26, n.1, p.145-150, 1986.
- 19 - PHILLIPS, J.M.; D.S. HAYMAN. Improved procedures for clearing roots staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, 55(1): 158-161, 1970.
- 20 - RIBEIRO JR, W.Q.; LOPES, E.S.; FRANCO, A.A. Eficiência de estirpes de *Bradyrhizobium* spp, para quatro leguminosa arbóreas e competitivas das estirpes em *Albizia libbek* em latossolo ácido. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.11, p.275-282, 1987.
- 21 - SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhizal. Management in Tropical Agroystems**, p.371, 1992.
- 22 - SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas, In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P.. **Microbiologia do Solo**. Campinas Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, p.257-282, 1992.
- 23 - SIQUEIRA, J.O. **Nutritional and adhaphic factors affecting spores germination, germ tube and root colonization by vesicular-arbuscular-mycorrhizal fungi**. PhD. Dissertation, Gainesville, University of Florida, 159p. 1983.
- 24 - SUBBARAO, G.V.; JOHANSEN, C.; JANA, M.K. et al. Comparative salinity tolerance of symbiotically dependent and nitrogen-feat pigeonpea (*Cajanus cajan*) and its wild relative *Atylosia platycarpa*. **Biology and Fertility of Soils**, v.10, p.11-16, 1990.
- 25 - TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; ARAUJO, M.R.A. de; ENCARNÇÃO, C.R.F. da, BURITY, H. de A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivares under field contitions. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v.30, p.91-92, 1987.
- 26 - VIEIRA, H.J.; LIBARDI, P.L.; BERGAMASCHI, H.; ANGELOCCI, L.R. Comportamento de duas variedades de feijoeiro sob dois regimes de disponibilidade hídrica no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.165-176, fev, 1989.
- 27 - YONEYAMA, T.; MURAKAMI, T.; BOONKERD, N.; WADISIRISUK, P.; SIRIPIN, S.; KOUNO, K. Natural <sup>15</sup>N abundance in shrub and tree legumes, casuarina, and non N<sub>2</sub> fixing plants in Thailand, **Plant and Soil**, The Hague, v.128, n.2, p.287-292, 1990.
- 28 - ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistemas de análise estatística para microcomputadores** (SANEST). Departamento de Matemática e Estatística. Pelotas. 151p. 1984.