

SEÇÃO III - BIOLOGIA DO SOLO

FIXAÇÃO DO N₂ EM LEUCENA (*Leucaena leucocephala*) EM SOLO DA REGIÃO SEMI-ÁRIDA BRASILEIRA SUBMETIDO À SALINIZAÇÃO⁽¹⁾

F. G. CARVALHO⁽²⁾ & N. P. STAMFORD⁽³⁾

RESUMO

Com a finalidade de avaliar a tolerância de *Rhizobium loti* em *Leucaena leucocephala* cv K8, submetida a níveis crescentes de salinidade, realizou-se um experimento em casa de vegetação, usando-se um Podzólico Vermelho-Amarelo textura franco-arenosa, coletado em Serra Talhada (PE). O experimento obedeceu ao arranjo fatorial 5 x 4, no delineamento em blocos ao acaso, com 3 repetições. Foram usados 5 níveis de salinidade do solo (C.E. = 1,5; 6,6; 10,1; 12,8 e 14,4 dS m⁻¹) e 2 tratamentos inoculados (NFB 494 e SEMIA 6069), fertilização nitrogenada com 200 mg kg⁻¹ de N (NH₄NO₃), e o controle sem inoculação e sem adubação nitrogenada. O incremento dos níveis crescentes de salinidade reduziu a nodulação (número e massa de nódulos), o rendimento de matéria seca e a acumulação de N na parte aérea. O tratamento com fertilização nitrogenada inibiu totalmente a nodulação em leucena, em todos os níveis de salinidade; contudo, promoveu melhores rendimentos na acumulação de N e na produção de matéria seca. Observou-se resposta significativa das plantas inoculadas com a estirpe SEMIA 6069, em todas as características avaliadas, superando os resultados obtidos com o isolado NFB 494.

Termos de indexação: Leguminosa arbórea, *Rhizobium loti*, salinidade.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado apresentada pelo primeiro autor ao curso de Agronomia - Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recebido para publicação em setembro de 1997 e aprovado em dezembro de 1998.

⁽²⁾ Engenheira-Agrônoma, M.Sc. Empresa Pernambucana de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Pernambuco. Av. Gal. San Martin, 1371, Boujé, CEP 50751-000 Recife (PE). Bolsista do CNPq. E-mail: fabiola@ipa.br.

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Rua D. Manoel de Medeiros, s/n.º, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife (PE). E-mail: newtonps@novaera.com.br.

SUMMARY: *N₂ FIXATION IN LEUCENA (Leucaena leucocephala) GROWING IN A SOIL FROM THE BRAZILIAN SEMIARID REGION UNDER SALINIZATION*

In order to evaluate the saline tolerance of Rhizobium loti strains (NFB 494 and SEMIA 6069) on Leucaena leucocephala-cv K8, an experiment was carried out using a Red-Yellow Podzolic, submitted to different levels of soil salinity (C.E. = 1.5; 6.6; 10.1; 12.8 e 14.4 mS cm⁻¹). For comparative purposes, a non-inoculated treatment was added with and without mineral fertilization (200 mg kg⁻¹ soil of N as NH₄NO₃). The experimental design was a complete randomized block, arranged in a 5 x 4 factorial with three replications. Nodulation (number and dry matter), shoot dry matter production and nutrient uptake were drastically reduced by salinity. Nitrogen fertilization completely inhibited nodulation in all salinity levels, but resulted in larger shoot dry matter production, N total accumulation, and N uptake. Plants inoculated with SEMIA 6069 showed a positive response to all parameters (especially nodulation) as compared with NFB 494.

Index terms: Tree legume, Rhizobium loti, salinity.

INTRODUÇÃO

Elevadas concentrações de sais solúveis e sódio trocável presentes nos solos têm limitado a produção das leguminosas nas regiões áridas e semi-áridas do mundo, particularmente quando esta produção é dependente do nitrogênio simbioticamente fixado.

Dentre as espécies de leguminosas arbóreas existentes nos trópicos, a leucena (*Leucaena leucocephala* L. de Wit.) destaca-se por sua ampla distribuição geográfica, apresentando considerável resistência à salinidade e estiagem, sendo uma das mais promissoras, principalmente, pelo seu potencial para usos múltiplos, como: recuperação e enriquecimento de solos, produção de madeira e energia, ressaltando-se também sua importância na nutrição animal como fonte protéica.

A leucena forma simbiose eficiente com estirpes específicas de *Rhizobium*, podendo fixar de 200 a 300 kg ha⁻¹ de N, tornando esse elemento disponível em agrossistemas tropicais (Sanginga, 1992).

As práticas de recuperação de solos com problemas acentuados de sais são, em sua maioria, onerosas e demoradas, daí a necessidade de identificar alternativas que possibilitem a utilização desses solos. Assim, a introdução de estirpes de rizóbio específicas que viabilizem a simbiose rizóbio-leucena em ambiente salino é uma possibilidade que merece ser estudada para superar, pelo menos em parte, o problema gerado pela salinização de certas áreas da região semi-árida do Nordeste brasileiro.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação de *Rhizobium loti* e leucena no desenvolvimento e fixação do nitrogênio atmosférico por esta leguminosa, em um solo salinizado pela adição de NaCl.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, usando-se o cultivar de leucena K8, em Podzólico Vermelho-Amarelo (PV) textura franco-arenosa (Brasil, 1972), coletado na Estação Experimental de Serra Talhada, região semi-árida de Pernambuco, cujas características químicas e físicas encontram-se no quadro 1.

No preparo dos vasos, foi usada amostra de solo da camada arável (0-20 cm), passada em peneira (malha 0,5 cm) sem sofrer esterilização. O solo foi acondicionado em vasos de cerâmica, com capacidade para 4,0 kg, impermeabilizados internamente com verniz Neutrex.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, seguindo o arranjo fatorial 4 x 5, com 4 fontes de N e 5 níveis de salinidade (S₁ = 1,5; S₂ = 6,6; S₃ = 10,1; S₄ = 12,8 e S₅ = 14,4 dS m⁻¹), com 3 repetições. Os níveis de salinidade estudados foram representados por condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (C.E.) a 25°C.

Com base em ensaios preliminares realizados para avaliar a resistência a níveis de NaCl em condições de laboratório (Carvalho & Stamford, 1995), foram usadas as estirpes NFB 494 e SEMIA 6069 isoladamente como inoculante, e adicionados os tratamentos sem inoculação com *Rhizobium*, com e sem aplicação de N mineral. O nitrogênio mineral (200 mg kg⁻¹) foi adicionado na forma de NH₄NO₃ metade 5 dias após o transplante e metade 20 dias após a primeira aplicação.

A partir do solo original (C.E. = 1,5 dS m⁻¹), foram obtidos os demais níveis de salinidade no solo por meio de salinização artificial, pela adição de

Quadro 1. Características químicas e físicas do solo Podzólico Vermelho-Amarelo utilizado no experimento

Determinação no solo	
Característica química⁽¹⁾	
pH em água (1:2,5)	7,2
Al ³⁺	0,0 cmol _c kg ⁻¹
Ca ²⁺	5,7 cmol _c kg ⁻¹
Mg ²⁺	2,5 cmol _c kg ⁻¹
K ⁺	580 mg kg ⁻¹
Na ⁺	13 mg kg ⁻¹
P extraível	143,1 mg kg ⁻¹
C orgânico	3,3 g kg ⁻¹
N total	0,6 g kg ⁻¹
Extrato da pasta saturada	
Ca ²⁺	5,5 mmol _c L ⁻¹
Mg ²⁺	3,0 mmol _c L ⁻¹
K ⁺	3,2 mmol _c L ⁻¹
Na ⁺	7,2 mmol _c L ⁻¹
Cl ⁻	4,3 mmol _c L ⁻¹
R.A.S.	3,47
C.E.	1,5 dS m ⁻¹
pH	6,9
Característica física⁽²⁾	
Densidade global	1,53 kg dm ⁻³
Densidade das partículas	2,60 kg dm ⁻³
Porosidade total	0,41 m ³ m ⁻³
Areia	668 g kg ⁻¹
Argila	172 g kg ⁻¹
Silte	160 g kg ⁻¹
Textura	Franco arenosa

⁽¹⁾ Análises químicas: determinação do C orgânico seguiu o método de Walkley-Black (Allison, 1965); N-total foi determinado pelo método de Kjeldhal, semimicro (Bremner, 1965); cálcio e magnésio solúveis determinados por espectrofotometria de absorção atômica e cloreto solúvel por titulação potenciométrica (Adriano & Doner, 1982); demais análises químicas seguiram método da EMBRAPA (1979) e de Richards (1962). R.A.S.: razão de adsorção de sódio; C.E.: condutividade do extrato de saturação do solo. ⁽²⁾ Análises físicas: textura determinada pelo método de Boyoucos e densidade global pelo método do balão volumétrico, Kiehl (1979).

diferentes soluções de cloreto de sódio (3; 5; 7 e 9 g L⁻¹), mediante curva de salinização elaborada conforme método recomendado por Richards (1962). Após a aplicação da solução salina, o solo foi deixado em repouso durante 15 dias, mantendo-se a máxima capacidade de retenção de umidade, para completar o processo de salinização, sendo, em seguida, analisado para verificar os níveis de salinidade obtidos. As demais características físicas e químicas do solo não apresentaram mudanças significativas após sua salinização.

As sementes foram previamente desinfetadas com álcool 95°GL, por dois minutos, e em solução de HgCl₂ (1:500), durante mais dois minutos e, em

seguida, lavadas sucessivamente, por oito vezes, em água de torneira esterilizada.

Inicialmente, foi realizada uma pré-germinação e, após 5 dias, procedeu-se ao transplante, colocando-se 4 plântulas por vaso. Sete dias após o transplante, foi efetuado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

O inóculo foi preparado com a estirpe SEMIA 6069 e o isolado NFB 494 em meio YM (Meio 79), específico ao *Rhizobium*, cuja composição química por litro é a seguinte: KH₂PO₄ - 0,4 g; K₂HPO₄ - 0,1 g; MgSO₄ · 7H₂O - 0,2 g; NaCl - 0,1 g; Extrato de levedura - 0,4 g e Manitol - 10 g. Foi aplicado 1 mL do meio 79 líquido por planta, contendo 10⁸ células viáveis, tendo sido esta quantidade estimada de acordo com o método descrito em Vincent (1970).

A umidade do solo foi mantida próxima à capacidade máxima de retenção, com adição de água destilada para evitar interferência de sais contidos na água, recolhendo-se as primeiras gotas por meio dos drenos colocados na base dos vasos.

A colheita foi realizada aos 95 dias do plantio, coletando-se a parte aérea e as raízes.

Os nódulos foram separados das raízes, contados e, em seguida, submetidos à secagem em estufa à temperatura de 60°C e, posteriormente, pesados.

A parte aérea foi submetida à secagem em estufa a 60°C até atingir peso constante, pesada, sendo, em seguida, moída em moinho tipo Wylie para à determinação química do teor de nitrogênio, obtido seguindo o método semimicro Kjeldhal.

Após a colheita do experimento, o solo de cada vaso foi seco ao ar e passado em peneira de 2 mm (TFSA). No extrato da pasta saturada, obtido segundo o método de Richards (1962), foi determinada a condutividade elétrica (C.E.) de cada amostra.

Após obtenção dos resultados sobre a massa dos nódulos secos e sobre a quantidade total de N na parte aérea, determinaram-se as correlações e equações de regressão lineares entre essas duas variáveis a 5 e 1% de probabilidade. Os coeficientes de regressão das equações foram comparados pelo teste de t unilateral aos níveis de probabilidade citados.

Os demais resultados foram analisados no programa estatístico SANEST e submetidos à análise de variância com teste de F, utilizando-se o Teste de Tukey a 5% para comparação entre médias de tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nodulação

A aplicação de níveis crescentes de salinidade afetou significativamente a formação e o desenvolvimento de nódulos (número e massa seca dos nódulos) (Quadro 2).

Quadro 2. Efeito da inoculação de *R. loti* e da aplicação de NH_4NO_3 sobre a nodulação da leucena, submetida a níveis de salinidade, coletada 95 dias após o plantio⁽¹⁾

Nível de salinidade ⁽²⁾	Não inoculado		Inoculado		Média
	Sem N-mineral	NH_4NO_3 (200 mg kg ⁻¹)	NFB 494	SEMIA 6069	
Número de nódulos ($\sqrt{\text{n}^\circ \text{ vaso}^{-1}}$)					
S ₁	6,6 bA	-	6,0 bA	36,5 aA	16,4 A
S ₂	4,6 bAB	-	4,2 bAB	27,4 aB	12,0 B
S ₃	3,6 bBC	-	2,6 bBC	22,8 aC	9,7 C
S ₄	2,3 bBC	-	2,0 bBC	17,4 aD	7,2 D
S ₅	1,5 bC	-	1,3 bC	12,2 aE	5,0 E
C.V. = 9,57%					
Massa dos nódulos secos (mg vaso⁻¹)					
S ₁	237,0 bA	-	164,0 cA	1.001,3 aA	500,7 A
S ₂	109,6 bB	-	107,3 bAB	842,6 aB	353,2 B
S ₃	21,0 bC	-	46,6 bBC	709,0 aC	258,8 C
S ₄	12,6 bC	-	27,0 bBC	607,0 aD	215,5 C
S ₅	4,0 bC	-	4,0 bC	410,3 aE	139,4 D
C.V. = 11,92%					

⁽¹⁾ Médias de 3 repetições. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente em cada fator ($P < 0,05$ Tukey). Letras minúsculas para comparações dentro de uma linha e letras maiúsculas para comparações dentro de uma coluna. ⁽²⁾ Níveis de salinidade: S₁ = 1,5; S₂ = 6,6; S₃ = 10,1; S₄ = 12,8 e S₅ = 14,4 dS m⁻¹.

No quadro 2 observa-se que, na média geral, o nível de salinidade S₂ provocou uma redução de 26,8% no número e 29,5% no peso de nódulos, havendo declínios proporcionais aos níveis de salinidade empregados, reduzindo em 69,5 e 72,2% no nível S₅ o número e o peso de nódulos, respectivamente, em relação ao tratamento-controle não salinizado. Considerando a variável massa de nódulos, verifica-se que não houve diferença significativa entre os níveis S₃ e S₄.

Tais resultados estão de acordo com os encontrados por Sprent & Zahren (1988) e Delgado et al. (1994), que atribuíram o fato à sensibilidade dos sítios de infecção à salinidade, evidenciada pela inibição da expansão e redução do encurvamento de pêlos radiculares.

Foi verificado que, nos tratamentos em que houve nodulação, a SEMIA 6069 diferiu significativamente dos demais (NFB 494 e rizóbio do solo) na formação de nódulos, havendo, portanto, indicação de alta adaptação dessa estirpe ao estresse salino.

Ao se compararem os tratamentos em que houve nodulação, percebe-se, pelo quadro 2, que a nodulação da leucena com a SEMIA 6069 superou a dos demais tratamentos, não havendo, contudo, diferença significativa entre rizóbio do solo e NFB 494, em todos os níveis de salinidade usados. Entretanto, para massa nodular, no nível S₁, verificou-se que o isolado NFB 494 diferiu significativamente dos demais, apresentando desempenho inferior.

A adição da dose de 200 mg kg⁻¹ de N inibiu a formação de nódulos pelo rizóbio do solo em todos os níveis de salinidade empregados. Sanginga et al. (1989), trabalhando com *Leucaena leucocephala*, observaram que a aplicação de 40 a 80 kg ha⁻¹ de N reduziu em 50% a fixação biológica de N₂. Vale ressaltar que o grau de inibição da fixação biológica em espécies arbóreas também é variável em função da fonte de N aplicada, pois baixos níveis de nitrato diminuem mais a produção de *Acacia auriculiformis* do que baixos níveis de amônio (Goi et al., 1992).

A ausência de nodulação verificada pela presença de N combinado na dose de 200 mg kg⁻¹ de N estaria, segundo Streeter (1988), relacionada com a atuação do excesso de nitrato, diminuindo a intensidade da deformação de pêlos absorventes, a adesão do rizóbio à superfície de contato e o número de cordões de infecção, interferindo, assim, nos eventos iniciais de infecção.

Produção de matéria seca

No rendimento de matéria seca da parte aérea, o efeito da salinidade foi bastante expressivo, não havendo, contudo, diferença significativa entre os níveis S₃ e S₄, os quais apresentaram reduções da produção acima de 50%, em comparação ao tratamento-controle não salinizado, havendo, ainda, uma drástica redução quando submetido ao nível S₅ (Quadro 4).

No quadro 4, observa-se que, nos níveis S₁, S₂ e S₃ a inoculação com a SEMIA 6069 superou a

Quadro 3. Correlação entre a massa dos nódulos secos (x) e a quantidade total de N (y) na parte aérea da leucena, coletada 95 dias após o plantio⁽¹⁾

Tratamento	r	Equação da regressão	R ²	t
Todos (0-NH ₄ NO ₃)	0,70**	$\hat{Y} = 79,13 + 0,15X$	0,49**	-
Sem inoculação	0,93**	$\hat{Y} = 66,5 + 0,77X$	0,86**	-
NFB 494	0,90**	$\hat{Y} = 31,93 + 0,60X$	0,82**	0,79 ^{ns}
SEMIA 6069	0,95**	$\hat{Y} = 26,29 + 0,26X$	0,91**	3,99

⁽¹⁾ X = massa dos nódulos secos em mg vaso⁻¹. Y = N-total acumulado em mg vaso⁻¹. ** significativo a 1%. ^{ns} não-significativo.

produção de matéria seca dos demais tratamentos em que houve nodulação, sendo ainda observado igual desempenho do rizóbio do solo no nível de salinidade S₅, superando, contudo, o NFB 494. Os tratamentos não inoculados (rizóbio nativo) apresentaram melhor desempenho no nível S₂, tendo-se destacado quando comparados aos demais tratamentos inoculados, não havendo, contudo, diferença significativa entre estes e o isolado NFB 494 nos níveis S₃ e S₄.

Os rendimentos em matéria seca demonstraram que, mesmo com a redução verificada em função do aumento da concentração salina, a SEMIA 6069 superou o rizóbio nativo e o NFB 494, tendo estes resultados representado 73,24% da produção de matéria seca do tratamento com fertilização nitrogenada. Reduções da biomassa e da produção com o incremento dos níveis de salinidade foram associadas a um declínio conjunto na nodulação e na taxa de fixação do dinitrogênio em ervilha e caupi, conforme observaram Steinbourn & Roughley (1975).

A fertilização nitrogenada proporcionou os melhores rendimentos de matéria seca, seguida da inoculação com a SEMIA 6069, não ocorrendo nos níveis de salinidade S₃ e S₄ diferença significativa entre esses tratamentos.

Fixação de N₂ e N total acumulado

No quadro 3, verifica-se que, no efeito geral dos tratamentos inoculados e com rizóbio nativo, houve uma correlação linear significativa entre o N-total e a massa nodular (Döbereiner et al., 1966) com r = 0,70. Tais tratamentos, em média, contribuíram com 0,15 mg mg⁻¹ de N de tecido nodular, indicando que a quantidade de N fixado em leucena é diretamente proporcional à quantidade de tecido nodular, conforme foi observado por Santos (1987), quando trabalhou com caupi.

Na comparação entre as correlações de tratamentos inoculados e não inoculados, foi verificado que os tratamentos sem inoculação

(rizóbio do solo) apresentaram eficiência nodular mais elevada que os demais tratamentos, fixando 0,77 mg mg⁻¹ de N de nódulo, não diferindo estatisticamente pelo teste de t da eficiência nodular do NFB 494.

A adição dos níveis crescentes de salinidade apresentou correlações significativas entre o peso de nódulos e o N-total acumulado na parte aérea (Quadro 4) e promoveu redução no N-total acumulado na parte aérea da leucena (Quadro 4), mostrando que houve uma redução de 76,8% no nível S₅, quando comparado com o tratamento-controle não salinizado.

Analisando o quadro 4, verifica-se a ocorrência de maior acumulação de N-total na parte aérea da leucena, quando as plantas foram inoculadas com a SEMIA 6069, observando-se que o rizóbio nativo igualou seu desempenho a SEMIA 6069, quando se usou o nível S₂.

As reduções verificadas no potencial fixador no nível S₂ dos tratamentos inoculados (NFB 494 e SEMIA 6069) e tratamentos sem inoculação podem ter sido resultantes tanto de uma inibição da respiração nos bacteróides como de um decréscimo no conteúdo de leghemoglobina nos nódulos, conforme sugeriram Delgado et al. (1994), quando estudaram o efeito do estresse salino em ervilha, fava, soja e feijão.

Assim, o comportamento da acumulação de N-total foi semelhante ao verificado na produção de matéria seca da parte aérea, sendo reduzido com o incremento dos níveis de salinidade, tanto nos tratamentos SEMIA 6069 > Rizóbio do solo > NFB 494, como na testemunha nitrogenada (200 mg kg⁻¹ de N).

A expressiva redução verificada na acumulação de nitrogênio dos tratamentos com nodulação provavelmente teria sido proveniente de um decréscimo, relativo à massa nodular, provocado pela presença do NaCl, como também foi observado por Balasubramanian & Sinha (1976) em fava e em caupi.

Quadro 4. Efeito da inoculação de *R. loti* e da aplicação de NH_4NO_3 na produção de matéria seca e no N total acumulado na parte aérea da leucena, submetida a níveis de salinidade, coletada 95 dias após o plantio⁽¹⁾

Nível de salinidade ⁽²⁾	Não inoculado		Inoculado		Média
	Sem N-mineral	NH_4NO_3 (200 mg kg ⁻¹)	NFB 494	SEMIA 6069	
Matéria seca da parte aérea (g vaso⁻¹)					
S1	16,15 cA	34,96 aA	9,57 dA	22,18 bA	20,71 A
S2	15,43 bA	18,98 aB	6,84 dB	13,94 cB	13,80 B
S3	6,67 bB	13,69 aC	6,63 bB	12,99 aB	9,97 C
S4	6,40 bB	13,51 aC	6,13 bB	12,92 aB	9,74 C
S5	6,32 bB	12,13 aC	2,74 cC	6,86 bC	7,01 C
C.V. = 5,79%					
N total acumulado (mg vaso⁻¹)					
S1	233,0 cA	1190,1 aA	143,0 dA	279,0 bA	461,3 A
S2	194,6 bB	632,6 aB	78,3 cB	172,1 bB	269,4 B
S3	78,3 cC	459,5 aC	73,9 cB	154,3 bB	191,5 C
S4	64,0 cC	438,0 aC	54,4 cB	147,1 bB	175,9 D
S5	60,4 bC	268,8 aD	22,3 cC	78,4 bC	107,5 E
C.V. = 5,48%					

⁽¹⁾ Médias de 3 repetições. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente em cada fator ($P < 0,05$ Tukey). Letras minúsculas para comparações dentro de uma linha e letras maiúsculas para comparações dentro de uma coluna. ⁽²⁾ Níveis de salinidade: $S_1 = 1,5$; $S_2 = 6,6$; $S_3 = 10,1$; $S_4 = 12,8$ e $S_5 = 14,4$ dS m⁻¹.

Condutividade elétrica do solo

No quadro 5, nota-se que os valores de C.E. ao término do experimento (95 dias) foram menores em todos os tratamentos comparados aos valores de C.E. originais (C.E. = 1,5; 6,6; 10,1; 12,8 e 14,4 dS m⁻¹).

A menor redução nos valores de C.E., observada no tratamento com fertilização nitrogenada, seria, segundo Grattan & Grieve (1992), resultado de uma inibição na absorção e, ou, translocação de sais, proporcionada pela presença de N combinado,

estimulando as produções de matéria seca e N protéico na salinidade (C.E. = 0,43 dS m⁻¹), havendo redução desses parâmetros quando a salinidade aumentou para 14,4 dS m⁻¹.

Embora o solo cultivado com a leucena inoculada com a estirpe SEMIA 6069 tenha apresentado valores intermediários de C.E., este tratamento apresentou os maiores valores de número e massa de nódulos, matéria seca e N-total acumulado em relação aos tratamentos com NFB 494 e rizóbio do solo.

Quadro 5. Efeito da inoculação de *R. loti* e da aplicação de NH_4NO_3 sobre a condutividade elétrica de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, cultivado com leucena, coletada a 95 dias após o plantio⁽¹⁾

Nível de salinidade ⁽²⁾	Não inoculado		Inoculado		Média
	Sem N-mineral	NH_4NO_3 (200 mg kg ⁻¹)	NFB 494	SEMIA 6069	
Condutividade elétrica (dS m⁻¹)					
S1	0,57 aD	0,43 aE	0,57 aD	0,51 aD	0,52 E
S2	1,52 aC	1,50 aD	1,18 aCD	1,20 aC	1,35 D
S3	1,97 bC	2,76 aC	1,33 cBC	1,44 bcC	1,88 C
S4	3,49 bB	4,62 aB	1,85 cB	3,87 bB	3,46 B
S5	4,79 cA	7,19 aA	4,42 cA	5,64 bA	5,51 A
C.V. = 10,66%					

⁽¹⁾ Médias de 3 repetições. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente em cada fator ($P < 0,05$ Tukey). Letras minúsculas para comparações dentro de uma linha e letras maiúsculas para comparações dentro de uma coluna. ⁽²⁾ Níveis de salinidade: $S_1 = 1,5$; $S_2 = 6,6$; $S_3 = 10,1$; $S_4 = 12,8$ e $S_5 = 14,4$ dS m⁻¹.

CONCLUSÕES

1. A adição de níveis crescentes de salinidade reduziu expressivamente a nodulação (número e massa seca dos nódulos), rendimento de matéria seca e acúmulo de N na leucena.

2. Os tratamentos inoculados com SEMIA 6069 apresentaram melhores resultados nas variáveis nodulação (número e massa seca dos nódulos), rendimento de matéria seca e acúmulo de N em relação aos tratamentos com rizóbio do solo ou com NFB 494.

3. A presença da fonte de N combinado (200 mg kg⁻¹ de N) inibiu totalmente a nodulação da leucena pelas estirpes nativas, em todos os níveis de salinidade utilizados, superando os tratamentos sem inoculação, SEMIA 6069 e NFB 494, em relação às demais variáveis avaliadas neste estudo.

LITERATURA CITADA

- ADRIANO, D.C. & DONER, H.E. Bromine, chlorine and fluorine. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. Part 2. Madison, American Society of Agronomy - Soil Science Society of America, 1982. p.449-483.
- ALLISON, L.E. Organic carbon. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D. & WHITE, J.L. Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. Part 2., Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.1367-1378.
- BALASUBRAMANIAN, V. & SINHA, S.K. Nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salt stress. *J. Agric. Sci.*, 87:465-466, 1976.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do estado de Pernambuco. Recife, 1972. v.1. (Boletim Técnico, 12 - Série Pedológica, 24)
- BREMNER, J.M. Total nitrogen. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E. & CLARK, F.E., eds. Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. Part 2. Madison, American Society of Agronomy - Soil Science Society of America, 1965. p.1149-1178.
- CARVALHO, F.G. & STAMFORD, N.P. Avaliação de estirpes de *Rhizobium loti* quanto a tolerância à salinidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. Anais. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.539-540.
- DELGADO, M.J.; LIGERO, F. & LLUCH, C. Effects of salt stress on growth and nitrogen fixation by pea, faba bean, common bean e soybean plants. *Soil Biol. Biochem.*, 26:371-376, 1994.
- DÖBEREINER, J.; ARRUDA, N.B. & PENTEADO, A.F. Avaliação da fixação do nitrogênio em leguminosas pela regressão do N-total das plantas sobre o peso de nódulos. *Pesq. Agropec. Bras.*, 1:233-237, 1966.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1979. 212p.
- GOI, S.R.; SPRENT, J.I.; JAMES, E.K. & JACOB-NETO, J. Influence of nitrogen form and concentration on the nitrogen fixation of *Acacia auriculiformis*. *Symbiosis*, 14:115-122, 1992.
- GRATTAN, S.R. & GRIEVE, C.M. Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 38:275-300, 1992.
- KIEHL, E.J. Manual de edafologia - Relações solo-planta, São Paulo, Ceres, 1979. 262p.
- RICHARDS, L.A. Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, 1962. 172p.
- SANGINGA, N.; MULONGOY, K. & AYNABA, A. Nitrogen fixation of field-inoculated *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit estimated by ¹⁵N and the difference methods. *Plant Soil*, 172:269-274, 1989.
- SANGINGA, N. Nitrogen fixation by trees and its contribution to the nitrogen status of soils or associated crops. In: INTERACTIONS PLANTS MICROORGANISMS. Dakar, Fondation Internationale pour la Science, 1992. p.14-32.
- SANTOS, D.R. Seleção de estirpes de *Bradyrhizobium* sp para fixação de dinitrogênio em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em solos salinizados do semi-árido. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1987. 98p. (Tese de Mestrado)
- SPRENT, J.L. & ZAHREN, H.H. Infection, development and function of nodules under drought and salinity. In: BECK, D.P. & MATERON, L.A., eds. Nitrogen Fixation by Legumes in Mediterranean Agriculture. Washington, Materson, 1988. p.145-151.
- STEINBOURN, J. & ROUGHLEY, R.J. Toxicity of sodium and chloride ions to *Rhizobium* spp in broth and peat culture. *J. Appl. Bacteriol.*, 39:133-138, 1975.
- STREETER, J. Inhibition of legume nodule formation and N₂ fixation by nitrate. *Cri. Rev. Plant Sci.*, 7:1-23, 1988.
- VINCENT, J.M. A manual for the practical study of root nodule bacteria. Oxford, Blackwell Sci. Publ., 1970. 164p.