



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

A SALINIDADE DO SOLO E SEUS REFLEXOS NO CRESCIMENTO, NODULAÇÃO E TEORES DE N, K E Na EM LEUCENA (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.)

Antonio Lucineudo de Oliveira Freire¹; Teresinha de Jesus Deléo Rodrigues²

RESUMO

A salinidade é um problema global, ocorrendo principalmente em regiões áridas e semi-áridas, trazendo sérios prejuízos à agricultura dessas regiões. Este trabalho teve o objetivo de verificar os efeitos da salinidade do solo no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em plantas jovens de leucena. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal, estado de São Paulo. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu aos tipos de solos (salino e não salino), e o segundo, à inoculação com as estirpes de *Bradyrhizobium* sp SEMIA 6070 e SEMIA 6153 mais a testemunha, sem inoculação. A salinidade do solo afetou o crescimento e a nodulação das plantas de leucena. As estirpes SEMIA 6070 e SEMIA 6153 mostraram-se sensíveis à salinidade do solo. A salinidade causou redução nos teores de N e K, e aumento no teor de Na, na parte aérea das plantas.

Palavras-chave: tolerância à salinidade, fixação biológica do nitrogênio, *Bradyrhizobium*.

SOIL SALINITY AND ITS EFFECTS ON GROWTH, NODULATION, AND N, K, AND Na CONTENTS IN *Leucaena leucocephala* (lam.) De Vit

ABSTRACT

The salinity is a global problem, especially in arid and semi-arid areas, affecting the agriculture in these regions. The objective of this study was to verify the effects of salinity in *Leucaena leucocephala* growth, nodulation and N, K, and Na contents. The experiment was carried out at greenhouse of the Technology Department of the Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus of Jaboticabal, state of São Paulo, Brazil. The treatments were distributed in completely randomized design in a 2x3 factorial with five replications. The first factor was the soil type (saline and no saline soil). The second factor was the treatment of inoculation with *Bradyrhizobium* sp strain, and no inoculation. Soil salinity affected plant growth and nodulation. The SEMIA 6070 and SEMIA 6153 strains were sensible to soil salinity. Soil salinity reduced N and K shoot contents, and increased Na shoot content.

Key-words: salt tolerance, nitrogen fixation, *Bradyrhizobium*.

Trabalho recebido em 08/04/2009 e aceito para publicação em 14/05/2009.

¹ Professor, Doutor, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB. Avenida Universitária, s/n, B. Santa Cecília, CEP: 58.708-110. E-mail: lofreire@cstr.ufcg.edu.br;

² Professora, Doutora, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (UNESP/FCAVJ), Jaboticabal, SP. E-mail: tedelro@fcav.unesp.br;

1. INTRODUÇÃO

A salinidade é um problema global, ocorrendo principalmente em regiões áridas e semi-áridas, trazendo sérios prejuízos à agricultura dessas regiões. A salinização dos solos pode resultar do uso incorreto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade, transformando terras férteis e produtivas em áridas. Esse problema tem resultado em abandono das terras por parte dos produtores, principalmente nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro.

Seja devido aos efeitos osmóticos ou tóxicos dos íons, a salinidade causa redução no crescimento e desenvolvimento das plantas, especialmente nas glicófitas, por promover distúrbios fisiológicos. Nas leguminosas, seus efeitos se manifestam principalmente no processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN), afetando a simbiose leguminosa-Rhizobium através da inibição dos passos iniciais da infecção pela bactéria no pelo radicular (BOUHMOUCH et al., 2005), impedindo o início do processo de nodulação, além da redução no crescimento da plantas e na disponibilidade de fotossintatos (SEEMAN & CRITCLEY, 1985; BRIGNOLI & LAUTERI, 1991). Além disso, pode afetar diretamente a infecção e o desenvolvimento do nódulo (ZAHARAN &

SPRENT, 1986), influenciando a capacidade de fixação do nitrogênio (YOUSEF & SPRENT, 1983; HOPMANS et al., 1984; HAFEEZ et al., 1988; ELSHEIKH & WOOD, 1990). No entanto, a influência da salinidade no processo de fixação simbiótica do nitrogênio varia com a espécie, com o nível de salinidade e com a estirpe de rizóbio utilizada.

A tolerância ao sal de várias leguminosas como, por exemplo, *Acacia* spp (CRAIG et al., 1991) e *Vicia faba* (ZAHARAN, 1992) parece regular a nodulação e a fixação do N₂ em condições salinas. Zou et al. (1995) relataram que, para germoplasma tolerante ao sal, a tolerância da estirpe de *Rhizobium* pode ser o fator limitante na simbiose, e os resultados indicaram que a inoculação com estirpe tolerante ao sal pode melhorar o desempenho da simbiose sob condições salinas.

Dessa forma, é necessário que se utilizem espécies que tolerem essa condição e, se possível, que sejam capazes de melhorar as características físicas e químicas deste solo, o que pode ser conseguido através do plantio de leguminosas arbóreas de crescimento rápido, tolerantes à salinidade. No entanto, para que se obtenha sucesso, é necessário que se conheçam os efeitos da salinidade na espécie a ser empregada.

A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) é uma importante leguminosa arbórea tropical, perene, com sistema radicular profundo, que lhe confere grande resistência à seca, ocasião em que, não perdendo suas folhas, proporciona forragem verde de alta qualidade. O seu emprego pode ser diverso, visando desde a produção de madeira para lenha, carvão, celulose, até a sua utilização como quebra-vento, conservação e fertilidade do solo, além de se constituir em forragem de excelente valor nutritivo. Alguns estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a tolerância dessa espécie à salinidade. Porém, esses estudos são, na sua grande maioria, conduzidos em solução salina. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo verificar os efeitos da salinidade do solo no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em plantas jovens de leucena.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal - SP.

Antes da inoculação com as estirpes de *Bradyrhizobium* sp, as sementes foram submetidas ao processo de quebra de

dormência utilizando-se água quente (80°C), em banho-maria, durante quatro minutos. Em seguida, foram esterilizadas através da imersão em etanol 95% durante três minutos e depois com solução de bicloreto de mercúrio por um minuto.

As sementes foram inoculadas com as estirpes SEMIA 6070 e SEMIA 6153, provenientes do MIRCEN (Microbiological Resources Center, Porto Alegre, RS, Brasil). Para a obtenção do inoculante, as estirpes de *Bradyrhizobium* sp cresceram em meio YMB (Yeast Mannitol Broth), pH 6,8, à temperatura de 28°C e sob agitação (120 rpm), até que fosse atingida a fase exponencial, que ocorreu após 72 horas. Cada 1.000 mL do meio de cultura YMB continha $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ (0,65 g), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,20 g), NaCl (0,10 g), extrato de levedura (0,40 g) e manitol (10 g). A primeira inoculação foi realizada antes da semeadura, após a quebra da dormência e esterilização das sementes, em que estas ficaram incubadas em 50 mL do meio YMB durante uma hora. Em seguida fez-se a semeadura. A segunda inoculação foi realizada quando foi observada a emergência das plântulas, utilizando-se 1 mL do meio de cultura por plântula. A terceira inoculação, procedida da mesma forma, cinco dias após a segunda e a quarta inoculação, cinco dias após a terceira,

ocasião em que foi realizado o desbaste, deixando-se três plantas por vaso.

As plantas foram mantidas em vasos contendo 4 kg de solo, conforme os tratamentos estabelecidos. Os solos utilizados foram um Latossolo Vermelho Escuro (LVE) (solo controle, não salino) coletado na região de Jaboticabal (SP), e um Neossolo Flúvico, com condutividade elétrica (CE) de $9,7 \text{ dS m}^{-1}$, coletado na região de Patos (PB), os quais foram submetidos à análises químicas de acordo com metodologia descrita por Raij et al. (1987). Para a extração do sódio, utilizou-se o extrator Mehlich 1. Os resultados das análises químicas dos solos constam no Quadro 1.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×3 , com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu aos tipos de solos, e o segundo, à inoculação com as estirpes de *Bradyrhizobium* sp SEMIA 6070 e SEMIA 6153 mais a testemunha, sem inoculação.

Após crescimento das bactérias e inoculação, as sementes foram colocadas para germinar em sacos plásticos pretos contendo 1,0 kg de solo controle. Aos 40 dias após a emergência as plantas foram transferidas para vasos contendo 4,0 kg de solo, conforme os tratamentos estabelecidos. Durante a transferência das

plantas para os vasos, tomou-se o cuidado para que não houvesse danos às raízes, de maneira a conservar a rizosfera. Decorridos 20 dias após a transferência, determinaram-se a altura das plantas, a massa seca da parte aérea e das raízes, número de nódulos, concentrações de nitrogênio, potássio e sódio. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação significativa entre os tratamentos de inoculação e os tipos de solo quanto à altura e massa seca das plantas. A altura das plantas e a massa seca da parte aérea foram influenciadas pelo tipo de solo, enquanto que o tratamento de inoculação exerceu efeito significativo na altura e na massa seca total das plantas. Não houve efeito significativo do tipo de solo nem da inoculação sobre a massa seca das raízes.

As plantas mantidas em solo salino apresentaram cerca da metade da altura daquelas mantidas em solo não salino (Tabela 1). Quando se considera o fator inoculação, as plantas que foram inoculadas com a estirpe SEMIA 6153 apresentaram maior altura do que as plantas que não foram inoculadas, mas foram estatisticamente iguais às plantas inoculadas com a estirpe SEMIA 6070.

Quadro 1. Resultados das análises químicas dos solos empregados no experimento.

Solo	pH	M.O.	P	Na	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	CaCl ₂	g.dm ³	mg.dm ³	mmol _c .dm ³				%			
LVE	5,9	16,0	27,0	0,7	1,0	30,0	17,0	15,0	49,0	64,0	76,0
Neossolo flúvico	5,9	11,0	7,0	15,0	0,9	34,0	65,0	20,0	115,0	135,0	85,0

Tabela 1. Altura, massa seca da parte aérea, das raízes e massa seca total das plantas de leucena crescidas em solo, e em função do tratamento de inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* sp.

Solo	Altura (cm)	Massa seca (mg planta ⁻¹)		
		Parte aérea	Raízes	Total
LVE	17,33 a	321,3 a	174,1 a	495,4 a
Neossolo flúvico	8,97 b	133,2 b	167,2 a	300,4 b
Inoculação				
Testemunha	12,14 b	202,4 a	142,1 a	344,5 b
SEMIA 6070	13,56 ab	224,3 a	174,2 a	398,5 ab
SEMIA 6153	13,74 a	253,6 a	173,7 a	427,3 a

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Maior acúmulo de massa seca da parte aérea e total foram observadas nas plantas mantidas em solo não salino, porém o efeito da salinidade do solo foi mais pronunciado na parte aérea, com redução de 60% na massa seca em comparação com as plantas mantidas em solo não salino (Tabela 1). As plantas que foram inoculadas com a estirpe SEMIA 6153 apresentaram maior massa seca total, sendo estatisticamente diferente das plantas não inoculadas e iguais às plantas que foram inoculadas com a estirpe SEMIA 6070. Não houve diferença significativa (P < 0,05) entre os

tratamentos de inoculação quanto à massa seca da parte aérea.

A resposta do crescimento das plantas à salinidade varia com a espécie estudada e a concentração de sal empregada. Reduções na massa seca de raízes e da parte aérea das plantas em resposta à salinidade foram verificadas em plantas de soja (ELSHEIKH & WOOD, 1995), *Coleus blumei* (GILBERT et al., 1997), *Vigna radiata* (KURBAN et al., 1998) e leucena (ALI et al., 1987; HANSEN & MUNNS, 1988). Discordando dos resultados obtidos, Kurban et al. (1998) e Rawat & Banerjee (1998) observaram aumento no crescimento de

plantas de *Alhagi pseudoalhagi*, e *Eucalyptus camaldulensis*, respectivamente, com o aumento da salinidade.

Vários fatores podem reduzir o crescimento das plantas sob estresse salino, como a diminuição na absorção de água, a redução na taxa fotossintética e a toxicidade de íons, mais especificamente Na⁺ e Cl⁻. Em plantas de *Atriplex prostrata*, Wang et al. (1997) verificaram que o aumento da salinidade promoveu diminuições significativas na massa seca e no crescimento. Esses autores observaram redução na taxa de fotossíntese devido à redução na condutância estomática e, devido à alta respiração em plantas mantidas sob 2% NaCl, a fotossíntese líquida foi nula, o que explica a drástica redução no crescimento das plantas. No entanto, Rogers & Noble (1992) observaram que as taxas de fotossíntese de folhas em expansão foram insensíveis às concentrações de sódio e cloro na parte aérea, e concluíram que as concentrações desses íons não foram suficientemente altas para afetar a fotossíntese ou a atividade da clorofila.

Concentrações excessivas de íons associados com a salinidade podem causar inibição enzimática, alterando assim o metabolismo (FLOWERS & DALMOND, 1992; BERNSTEIN et al., 1995). A falta

de capacidade das plantas de se ajustar osmoticamente também pode ser um fator de redução no crescimento. Isto foi notado por Kurban et al. (1998) em plantas de *Vigna radiata*, em comparação com uma halófita, a *Alhagi pseudoalhagi*. Estes autores observaram que a altura e a massa seca das plantas de *Vigna* diminuíram, enquanto que na halófita estas características foram beneficiadas pelo aumento na salinidade de 9,1 para 16,2 dS.m⁻¹, em relação ao controle, e esta diferença no comportamento entre as duas espécies foi atribuída ao baixo ajustamento osmótico apresentado pelas plantas de *Vigna*.

Verificou-se efeito significativo da interação tipo de solo e inoculação quanto ao número de nódulos, e teores de nitrogênio, potássio e sódio. As plantas inoculadas com a estirpe SEMIA 6153 apresentaram maior número de nódulos quando crescidas tanto no solo controle como no solo salino (Tabela 2).

No solo não salino não houve diferença estatística entre os tratamentos de inoculação em nenhum dos parâmetros analisados. Considerando-se a inoculação, o número de nódulos foi menor nas plantas que cresceram em solo salino, em ambas as estirpes inoculadas, evidenciando o efeito prejudicial da salinidade do solo na nodulação das plantas de leucena.

A nodulação observada nas plantas inoculadas e não submetidas à salinidade não foi suficiente para proporcionar maior teor de N (Tabela 2), pois não houve diferença significativa entre as plantas inoculadas e as não inoculadas. Possivelmente o nitrogênio presente no solo tenha sido suficiente para o crescimento das plantas não inoculadas, não dependendo assim da bactéria fixadora do nitrogênio atmosférico.

No entanto, comparando-se os dois solos, observa-se que o teor de N das plantas do solo controle foi menor do que do solo salino. Contudo, nesse solo salino, as plantas que não foram inoculadas apresentaram maiores teores de N e de K do que as plantas inoculadas, evidenciando os efeitos da salinidade desse solo (CE de $9,7 \text{ dS m}^{-1}$) nas estirpes SEMIA 6070 e SEMIA 6153. Esse efeito prejudicial da salinidade no teor de N indica que a fixação do N pela bactéria foi afetada, concordando com o que foi verificado em plantas de soja por Elsheikh & Wood (1995), onde a salinidade reduziu o acúmulo de nitrogênio na parte aérea e nas raízes. Segundo esses pesquisadores, tais resultados confirmam a informação de que a fixação do nitrogênio atmosférico é mais sensível à salinidade do que o crescimento da planta, o que pode ser devido, parcialmente, à redução no número de nódulos formados e também à redução na

quantidade de nitrogênio fixado no nódulo. De acordo com Craig et al. (1991), o sal pode afetar a simbiose pelos seus efeitos no crescimento e na sobrevivência do *Rhizobium* no solo, restrições à colonização das raízes, inibição de processos de infecção e desenvolvimento do nódulo, reduzindo a sua atividade (CRAIG et al., 1991). Outro fator que deve ser levado em consideração é o efeito da salinidade na capacidade fotossintética das plantas, reduzindo-a e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de assimilados para os nódulos (NG, 1987), afetando a fixação do nitrogênio. Contrariamente, as plantas não inoculadas dependiam do nitrogênio do solo e daquele armazenado nos seus tecidos, e podem ter mantido a concentração de N nos seus tecidos, em níveis satisfatórios, para o seu crescimento ou manutenção dos processos metabólicos vitais.

Vários pesquisadores têm mostrado redução na nodulação devido à salinidade. Elsheikh & Wood (1995) observaram que a salinidade reduziu significativamente o número de nódulos em plantas de soja, atingindo o valor de 50% quando se utilizou $34,2 \text{ mmol L}^{-1}$ de NaCl em solução e no solo. Hafeez et al. (1988) relataram que a nodulação de *Vigna radiata* foi reduzida pela metade para uma condutividade elétrica $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$, quando comparado com $1,4 \text{ dS.m}^{-1}$.

Tabela 2. Número de nódulos por planta e teores de nitrogênio, potássio e sódio na parte aérea de plantas de leucena em função do tipo de solo e da inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* sp.

Parâmetro	Tipo de solo	Tratamento de inoculação		
		Sem inoculação	SEMIA 6070	SEMIA 6153
Nº de nódulos	LVE	-	3,8Ab	9,2Aa
	Neossolo flúvico	-	2,7Bb	5,3Ba
N (g.kg ⁻¹)	LVE	37,22Aa	37,87Aa	36,75Aa
	Neossolo flúvico	30,21Ba	24,31Bb	21,56Bb
K (g.kg ⁻¹)	LVE	23,87Aa	27,87Aa	24,76Aa
	Neossolo flúvico	18,31Ba	13,92Bab	9,87Bb
Na (g.kg ⁻¹)	LVE	0,44Ba	0,18Ba	0,21Ba
	Neossolo flúvico	15,49Ac	32,37Ab	47,94Aa

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Entretanto, eles também observaram que não ocorreu nodulação quando a salinidade aumentou para 10,0 dS.m⁻¹, indiferentemente do estágio de crescimento da planta

Estudando os efeitos da salinidade na nodulação e fixação do N, Bala et al. (1990) verificaram que em plantas de leucena houve redução de 25% e 16% no número de nódulos e atividade da nitrogenase, com o aumento da condutividade elétrica de 0 para 9 dS m⁻¹, respectivamente. Em plantas de algaroba, esses pesquisadores observaram ainda que o aumento da CE de 0 para 12 dS m⁻¹ causou redução de 50% e 26% no número de nódulos e na atividade da nitrogenase, respectivamente. Redução no número de

nódulos em plantas de leucena em função da salinidade também foi observada por Ali et al. (1987) e Hansen & Munns (1988), mas o crescimento das plantas foi considerado satisfatório mesmo sob condições extremamente salinas, mostrando que essa espécie pode ser plantada em terras degradadas com problemas de salinidade (ALI et al., 1987).

Em plantas de *Acacia ampliceps* o aumento da salinidade proporcionou redução no número total e peso seco dos nódulos das plantas, sendo que o decréscimo da atividade da nitrogenase, por planta, com o aumento da salinidade pode ter sido devido à morte e subsequente abscisão dos nódulos mais velhos e à redução na massa seca total dos nódulos (ZOU et al., 1995).

O teor de K das plantas mantidas em solo controle foram superiores aos das plantas mantidas em solo salino, enquanto que o teor de Na das plantas que cresceram em solo salino foram superiores aos das plantas crescidas no solo controle (Tabela 2).

Em relação ao teor de K, não houve diferença significativa entre os tratamentos de inoculação nas plantas mantidas em solo não salino, enquanto que no solo salino, o maior teor de K foi observado nas plantas não inoculadas com *Bradyrhizobium* (Tabela 2). Quanto ao teor de Na, no solo salino, verifica-se que o maior teor foi obtido nas plantas inoculadas com a estirpe SEMIA 6153, e o menor teor obtido nas plantas não inoculadas. Calculando-se a relação K/Na do tratamento sem inoculação, no solo salino, verificou-se que o valor foi 1,16, estando acima do aceitável para condições salinas (1,0), segundo Greenway & Munns (1980).

Os teores de Na nas plantas mantidas em solo salino, comparando-se com as plantas do solo não salino, evidenciam que as plantas de leucena não foram eficientes em regular a absorção desse íon. Em substratos salinos, o Na⁺ e o Cl⁻ são os íons predominantes, podendo causar toxicidade às plantas, resultando em prejuízo ao seu crescimento, o que pode

ser evidenciado na Tabela 1, pois as plantas submetidas à salinidade do solo apresentaram menor crescimento em altura e menor acúmulo de massa seca na parte aérea e massa seca total.

4. CONCLUSÕES

A salinidade do solo afetou o crescimento e a nodulação das plantas de leucena;

as estirpes SEMIA 6070 e SEMIA 6153 mostraram-se sensíveis à salinidade do solo;

as plantas crescidas no solo salino apresentaram redução nos teores de N e K, e aumento no teor de Na.

REFERÊNCIAS

- ALI, S.; CHAUDHRY, M.A.; ASLAM, F. Growth of *Leucaena* at different salinity levels. **Leucaena Resouce Reports**, v.8, p.53, 1987.
- BALA, N.; SHARMA, P.K.; LAKSHMINARAYANA, K. Nodulation and nitrogen fixation by salinity-tolerant rhizobia in symbiosis with tree legumes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.33, p.33-46, 1990.
- BERNSTEIN, N., SALK, W.K.; LÄUCHLI, A. Growth and development of sorghum leaves under conditions of NaCl stress: possible role of some mineral elements in growth inhibition. **Planta**, v.196, p.699-705, 1995.

- BOUHMOUCH, I.; SOUAD-MOUHSINE, B.; BRHADA, F.; AURAG, J. Influence of host cultivars and Rhizobium species on the growth and symbiotic performance of *Phaseolus vulgaris* under salt stress. **Journal of Plant Physiology**, v.162, p.1103-1113, 2005.
- BRIGNOLI, E.; LAUTERI, M. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non-halophytes. **Plant Physiology**, v.95, p.635-638, 1991.
- CRAIG, F.G.; ATKINS, C.A.; BELL, D.T. Effect of salinity on growth of four strains of Rhizobium and their infectivity and effectiveness on two species of Acacia. **Plant and Soil**, v.133, p.253-260, 1991.
- ELSHEIKH, E.A.E.; WOOD, M. Effect of salinity on growth, nodulation and nitrogen yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.1263-1269, 1990.
- ELSHEIKH, E.A.E.; WOOD, M. Nodulation and N₂ fixation by soybean inoculated with salt-tolerant rhizobia or salt-sensitive bradyrhizobia in saline soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.27, p.657-661, 1995.
- FLOWERS, T.J.; DALMOND, D. Protein synthesis in halophytes: the influence of potassium, sodium and magnesium in vitro. **Plant and Soil**, v.146, p.153-161, 1992.
- GILBERT, G.A.; WILSON, C.; MADORE, M.A. Root-zone salinity alters raffinose oligosaccharide metabolism and transport in coleus. **Plant Physiology**, v.115, p.1267-1276, 1997.
- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v.31, p.149-190, 1980.
- HAFEEZ, F.Y.; ASLAM, Z.; MALIK, K.A. Effect of salinity and inoculation on growth, nitrogen fixation and nutrient uptake of *Vigna radiata* (L.) Wilczek. **Plant and Soil**, v.106, p.3-8, 1988.
- HANSEN, E.H.; MUNNS, D.N. Effects of CaSO₄ and NaCl on growth and nitrogen fixation of *Leucaena leucocephala*. **Plant and Soil**, v.107, p.95-99, 1988.
- HOPMANS, P.; DOUGLAS, L.A.; CHALK, P.M. Effect of soil salinity and mineral nitrogen on the acetylene reduction activity of *Trifolium subterraneum* L. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.35, p.9-15, 1984.
- KURBAN, H.; SANEDKA, H.; NEHIRA, K.; ADILLA, R.; FUJITA, K. Effect of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic solutes in the leguminous plants *Alhagi pseudoalhagi* and *Vigna radiata*. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.44, p.589-597, 1998.
- NG, B.H. The effects of salinity on growth, nodulation and nitrogen fixation of *Casuarina equisetifolia*. **Plant and Soil**, v.103, p.123-125, 1987.
- RAIJ, B.van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para avaliação da fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- RAWAT, J.S.; BANERJEE, S.P. The influence of salinity on growth, biomass production and photosynthesis of *Eucalyptus camaldulensis* Dennh and *Dalbergia sissoo* Roxb. seedlings. **Plant and Soil**, v.205, p.163-169, 1998.
- ROGERS, M.E.; NOBLE, C.L. Variation in growth and ion accumulation between two selected populations of *Trifolium repens* L. differing in salt tolerance. **Plant and Soil**, v.146, p.131-136, 1992.
- SEEMAN, J.R.; CRITCHLEY, C. Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species *Phaseolus vulgaris* L. **Planta**, v.164, p.151-162, 1985.

WANG, L.; SHOWALTER, A.M.; UNGAR, I.A. Effect of salinity on growth, ion content, and cell wall chemistry in *Atriplex prostrata* (Chenopodiaceae). **American Journal of Botany**, v.84, p.1247-1255, 1997.

YOUSEF, A.N.; SPRENT, J.I. Effects of on growth, nitrogen incorporation and chemical composition of inoculated and NH_4NO_3 fertilized *Vicia faba* plants. **Journal of Experimental Botany**, v.34, p.941-950, 1983.

ZAHARAN, H.H. Conditions for successful Rhizobium-legume symbiosis in saline environments. **Biology and Fertilizer Soils**, v.12, p.73-80, 1992.

ZAHARAN, H.H.; SPRENT, J.I. Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on root-hair infection and nodulation of *Vicia faba* L. plants by *Rhizobium leguminosarum*. **Planta**, v.167, p.303-309, 1986.

ZOU, N.; DART, P.J.; MARCAR, N.E. Interaction of salinity and rhizobial strain on growth and N_2 -fixation by *Acacia ampliceps*. **Soil Biology and Biochemistry**, v.27, p.409-413, 1995.