

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E SÓDIO PELO CAUPI EM SOLOS SALINO-SÓDICOS CORRIGIDOS COM GESSO

Francisco de Sousa Lima

Engº Agrº, M.Sc. em Manejo do Solo e Água, Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Agronomia (Ciência do Solo) – UFRPE. Conjunto Residencial Jardim Caxangá, Rua Rodrigues Ferreira, nº 45, Apartamento 1103, Bloco C. Várzea, Recife-PE. CEP: 50810-020. E-mail: ufrpe2006@yahoo.com.br ou E-mail: fsousalima@yahoo.com.br
Autor para correspondência

Maria de Fátima Cavalcanti Barros

Professora Adjunto do Departamento Agronomia - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros s/n - Dois Irmãos – Recife – PE, CEP: 50.171-900,
E-mail: fatimacb@ufrpe.com.br

Fábio Barbosa Ferraz

Engº Agrº, Mestrando em Ciência do Solo, Departamento Agronomia (Ciência do Solo) - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros s/n - Dois Irmãos – Recife – PE, CEP: 50.171-900, E-mail: ferrazb@ig.com.br

Sebastião da Silva Junior

Engº Agrº, Mestrando em Ciência do Solo, Departamento Agronomia (Ciência do Solo) - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros s/n - Dois Irmãos – Recife – PE, CEP: 50.171-900,
E-mail: ssjr_junior@yahoo.com.br

Leandra Brito de Oliveira

Engº Agrº, Mestrando em Ciência do Solo, Departamento Agronomia (Ciência do Solo) - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros s/n - Dois Irmãos – Recife – PE, CEP: 50.171-900,
E-mail: leandramaiorane@yahoo.com.br

RESUMO: A utilização do gesso de jazidas na recuperação de solos com excesso de sódio trocável é viável por sua eficiência, além deste ser um produto que apresenta outras vantagens como baixo custo e fácil manuseio. O mesmo é encontrado em grande quantidade na Chapada do Araripe, na divisa dos Estados do Ceará e Pernambuco. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa seca da parte aérea, bem como o acúmulo Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , P e Na^+ nas plantas de caupi, cultivadas em dois solos salino-sódicos, recém corrigidos com gesso. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial com aplicação de 6 níveis da necessidade de gesso em 2 solos, com 3 repetições. A análise estatística dos dados foi efetuada pelo programa estatístico SAEG 9.0 e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com ($P \leq 0,05$). O grau de relacionamento entre as variáveis foi analisado pela correlação de Pearson. Doses crescentes de gesso resultaram no decréscimo do teor de sódio e no incremento de matéria seca nas plantas de caupi cultivadas no Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco. Verificou-se que maiores doses de gesso proporcionaram a redução dos teores de fósforo acumulado nas plantas de caupi, cultivadas em Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso.

Palavras chave: *Vigna unguiculata*, nutrição de plantas, salinidade

NUTRIENTS AND SODIUM UPTAKE BY GROWN IN SALINIC SODIC SOILS AMENDED GYPSUM

ABSTRACT: The use of mine gypsum in reclamation of soils with high levels of exchangeable sodium is viable by its effectiveness, and although this product show others advantages as low price and easy applicability in field. The product is finding in great amount at the Araripe Highland, located across (between) the division of the Ceará and Pernambuco states. The aim of the research work is to evaluate the shoot dry biomass and Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , P and Na^+ accumulation on cowpea plants grown in two saline sodic soils recently amended with gypsum. The experiment was carried out in a completely randomized factorial design with three replications, applying 6 levels of gypsum in two soils. The statistical calculations were achieved using the Program SAEG 9.0 and the standard deviations and the averages were compared by the Tukey test at probability $P \leq 0.05$. The effects of gypsum levels and the

relationships between the variables were analyzed by the Pearson correlation test. Application of gypsum in different levels reduced sodium uptake and increased shoot dry biomass of cowpea plants grown in the Neossolo Flúvico Eutrófico Saline Sodic soil with medium texture. Higher levels of gypsum promoted reduction in phosphorus accumulation on cowpea plants grown in the Neossolo Fluvico Eutrófico saline sodic soil with medium texture.

Keywords: *Vigna unguiculata*, plant nutrition, salinity

INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna Unguiculata* (L) Walp) é nativo da África e bastante cultivado nas regiões tropicais dos continentes Asiáticos e Americanos (EMBRAPA, 2003). É uma leguminosa herbácea, cujos grãos são de alto valor biológico alimentar, devido ao seu elevado teor protéico, sendo cultivado principalmente por agricultores familiares, como cultura de subsistência ou comercial nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, adaptando-se bem às adversidades climáticas e edáficas, em virtude das suas características de rusticidade e precocidade (Dantas et al., 2002). O caupi é uma cultura moderadamente tolerante à salinidade, e quando cultivado em solos com concentrações salinas em torno de 4,9 dS m⁻¹, não apresenta danos a nível de genótipos (Ayers & Westcot, 1991).

A salinidade dos solos é um dos problemas mais limitantes da produção agrícola em regiões áridas e semi-áridas do mundo (Gheyi, 2000; Munns, 2002). Os fatores diretamente responsáveis pela salinidade dos solos em áreas irrigadas são: uso de água com alta concentração salina, elevação do lençol freático, favorecendo a ascensão capilar dos sais; drenagem deficiente ou inexistente, possibilitando a formação do lençol freático superficial; aplicação de fertilizantes de forma excessiva e pouco parcelada no decorrer do período, induzindo estresse osmótico ao sistema radicular (Munns, 2002).

Na maioria dessas regiões, a salinização dos solos ocorre com o acúmulo de determinadas espécies iônicas, principalmente Na⁺ e Cl⁻. A predominância desses íons no meio de crescimento, além de causar toxidez quando se acumulam nos tecidos vegetais, pode acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar outros íons essenciais ao seu crescimento (Gheyi, 2000). Estudos em solos com problema de salinidade têm mostrado que o aumento na concentração de Na⁺ é acompanhado pelo decréscimo na concentração de Ca²⁺ trocável, resultando em um desequilíbrio iônico que pode afetar o crescimento das plantas. Além disso, a alta concentração de sódio, em relação aos demais cátions, na solução do solo e no complexo de troca catiônica, promove problemas físicos como dispersão e migração dos colóides no perfil do solo, com obstrução de poros e

redução da movimentação de ar e água, dificultando o crescimento dos vegetais (Barros, 2001).

Na recuperação de solos com excesso de sódio trocável podem ser utilizados vários corretivos como gesso, enxofre, sulfato de alumínio, cloreto de cálcio e ácido sulfúrico. Entretanto, o gesso é o produto mais utilizado por apresentar menor custo, fácil manuseio e facilidade de se encontrar no mercado (Barros et. al., 2005).

A elevação da concentração de cálcio no ambiente radicular, através da aplicação do gesso, tem sido apontada como uma alternativa para amenizar os efeitos negativos da salinidade sobre o crescimento das plantas (Rengel, 1992; Lacerda, 1995). Este cátion, além de reduzir a absorção de íons potencialmente tóxicos, como o Na⁺, favorece a absorção de elementos essenciais, como o K⁺ (Colmer et al., 1996).

No Brasil, o gesso é encontrado em grande quantidade na Chapada do Araripe, na divisa dos estados de Pernambuco e do Ceará, centro da região semi-árida (Santos et. al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de gesso, em dois solos salino-sódicos, na absorção de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P e Na⁺, bem como o acúmulo na matéria seca da parte aérea de plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Pernambuco, localizada no município de Recife - PE. O delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial, de 2 x 6, sendo 2 solos e 6 níveis da necessidade de gesso, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Foram coletadas amostras de dois tipos de solos: Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco e Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso, no perímetro irrigado de Custódia-PE, na camada de 0 a 15 cm de profundidade. A classificação física e química dos solos foi determinada de acordo com Embrapa (1997) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Características físicas das amostras de solos

Amostra	Análise Granulométrica	Classe Textural	Condutividade de	Densidade das	Densidade e do Solo	Porosidade Total
---------	------------------------	-----------------	------------------	---------------	---------------------	------------------

	Areia	Silte	Argila		Hidráulica	Partículas		
	----- % -----				----- cm/h -----	----- g/cm ³ -----		----- m ³ /m ³ -----
S1*	49	28	23	Franco	0,17	2,54	1,50	0,41
S2**	29	43	28	Franco-argiloso	0,04	2,52	1,50	0,40

* S1 - solo Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco.

** S2 - solo Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso.

Tabela 2. Características químicas das amostras de solos

Amostra	Cátions Trocáveis				***NG	CTC	Gesso	****PST	*****P H	Matéria Orgânica	CaCO ₃ Equivalente
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺							
----- cmol _c /dm ³ -----				----- % -----		----- dag/kg -----		----- % -----			
S1*	6,71	2,92	5,40	0,27	6,45	15,35	0,00	35,18	7,01	1,24	0,00
S2**	7,08	2,12	6,23	0,32	6,98	15,80	0,00	39,43	7,17	0,81	0,00

* S1 - solo Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco.

** S2 - solo Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso.

NG = necessidade de gesso, *PST = percentagem de sódio trocável e ***** pH = H₂O relação 1: 2,5.

A correção da salinidade nos solos foi efetuada com a aplicação de quantidades equivalentes a 25%, 50%, 75%, 100, 125% e 150% da necessidade de gesso (NC), seguindo a metodologia descrita por Barras e Magalhães (1989), com fração granulométrica das partículas < 0,5 mm de diâmetro. As unidades experimentais foram constituídas por tubos de PVC com 20 cm de altura, capacidade 2,0 kg de solo e sistema de drenagem na base. As amostras dos solos foram acondicionadas nos tubos de PVC em 3 camadas de 5 cm cada, totalizando 15 cm de altura, de modo a preservar a seqüência do perfil natural dos solos.

Foram selecionadas sementes de caupi, variedade IPA 206, obtidas da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco (IPA) e, em seguida, esterilizadas superficialmente com solução de hipoclorito de sódio 2%, durante 10 minutos, e lavagem em água deionizada, sendo posteriormente envolvidas em papel “germitest” umedecido, e colocadas em placa de Petri para teste de germinação. Após 4 dias foi feita a determinação do poder germinativo, onde se constatou potencial de 100%.

Após o acondicionamento dos solos nos tubos de PVC e inoculação das sementes com estirpe de Rhizobio NFB-700, procedeu-se a semeadura colocando-se 5 sementes por tubo. O desbaste foi realizado, 5 dias após o plantio, deixando-se 2 plantas por unidade experimental. Durante a condução do experimento, a umidade do solo foi mantida a 90% da capacidade de campo por meio de irrigações diárias.

O experimento foi coletado após 48 dias, sendo a parte aérea das plantas acondicionada em sacos de papel, e em seguida, colocada para secar em estufa com ventilação forçada a 65°C, até atingir massa constante. Após a

secagem em estufa, determinou-se o peso da matéria seca, e posteriormente, foi realizada a moagem e digestão nitroperclórica (EMBRAPA, 1999), sendo determinado no extrato obtido, os teores de Na⁺ e K⁺, por fotometria de emissão de chama, Ca²⁺ e Mg²⁺, por espectrofotometria de absorção atômica e P por colorimetria.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de variância e concluiu-se que não houve necessidade de efetuar transformação para nenhuma das variáveis estudadas. Posteriormente promoveu-se a análise estatística dos dados, utilizando o sistema (SAEG 9.0) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com (P ≤ 0,05). O efeito das doses de gesso nas variáveis foi analisado por regressão até 5% de probabilidade pelo teste F. O grau de relacionamento entre as variáveis foi analisado pela correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito das doses de gesso nos teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P e Na⁺, bem como no acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas de caupi, no Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco, estão representados na Tabela 3. Observa-se, que não houve variação significativa nos teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P nas plantas de caupi, com doses crescentes de gesso. Contudo, pode-se verificar redução nos teores de Na⁺ e aumento no acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas, apresentando diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Efeito da aplicação doses crescentes de gesso nos teores de cálcio, magnésio, sódio, potássio e fósforo e no acúmulo de matéria seca na parte aérea (MSPA) das plantas de caupi IPA 206

Doses de gesso (Kg/ha)	Ca ⁺²		Mg ⁺²		Teores Na ⁺		K ⁺		P		MSPA g.tubo ⁻¹	
	-----dag.kg ⁻¹ -----										S1*	S2**
	S1*	S2**	S1*	S2**	S1*	S2**	S1*	S2**	S1*	S2**		
25	1,98 a	1,93 a	0,67 a	0,68 a	0,15 a	0,05 a	2,00 a	2,11 a	0,14 a	0,17 a	1,44 b	2,92 a
50	1,74 a	1,97 a	0,67 a	0,64 a	0,07 ab	0,06 a	1,91 a	1,65 a	0,14 a	0,13 ab	2,54 ab	3,55 a
75	1,44 a	1,76 a	0,53 a	0,53 a	0,04 b	0,03 a	2,06 a	1,68 a	0,16 a	0,07 ab	2,64 ab	3,17 a
100	1,98 a	1,65 a	0,65 a	0,54 a	0,03 b	0,04 a	2,02 a	1,51 a	0,15 a	0,08 ab	2,93 ab	3,91 a
125	1,73 a	1,98 a	0,67 a	0,59 a	0,03 b	0,04 a	1,69 a	1,56 a	0,09 a	0,06 b	3,91 ab	3,50 a
150	1,50 a	1,59 a	0,51 a	0,47 a	0,04 b	0,02 a	1,81 a	1,40 a	0,10 a	0,04 b	4,53 a	3,56 a
C.V.(%)	23,50	27,19	22,40	22,65	44,45	67,70	15,72	14,47	40,37	40,33	31,04	31,80

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

* S1 - solo Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco.

** S2 - solo Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso.

Conforme Tabela 3, observa-se que não houve efeito das doses crescentes de gesso nos teores de Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ e no acúmulo de matéria seca na parte aérea (MSPA) das plantas de caupi no Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso. Com relação ao teor de P, houve efeito significativo, de modo que o aumento das doses de gesso resultou no decréscimo nos teores de P na planta, demonstrada na Figura 1. Provavelmente, a aplicação de doses crescentes de gesso

resultou no aumento da concentração de cálcio no solo, favorecendo a reação de complexação, formando compostos como fosfato de cálcio (Silva, 2002), de modo a reduzir sua disponibilidade às plantas. O aumento da concentração de cálcio, em virtude da aplicação do gesso, também resulta no deslocamento do sódio das micelas coloidais para a solução do solo, expondo-o à lixiviação, reduzindo a absorção pelo sistema radicular das plantas (Gheyi, 2000; Barros et al., 2005).

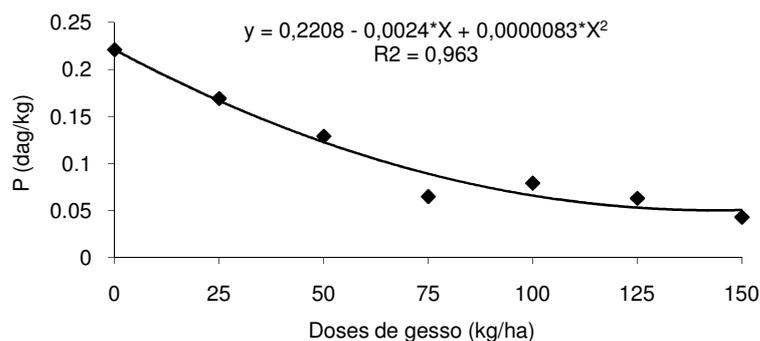


Figura 1. Teor de fósforo na parte aérea do caupi IPA 206 no Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso. Departamento de Solos - UFRPE, Recife, PE. 2006

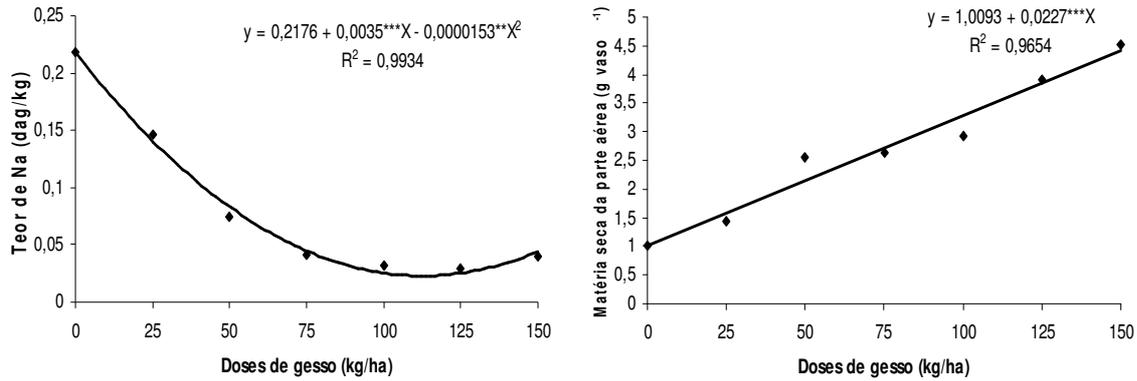


Figura 2. Teor de sódio e matéria seca na parte aérea do caupi IPA 206 no Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco. Departamento de Solos - UFRPE, Recife, PE. 2006

Na Figura 2, observa-se que o aumento das doses de gesso aplicadas no Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco, proporcionou redução no teor de sódio na planta, resultando em maior acúmulo de matéria seca na parte aérea do caupi. Isso provavelmente, porque a salinidade causa decréscimo na atividade da enzima nitrato redutase foliar e na absorção de nitrato (Costa, 1999), conseqüentemente, limitando, a produção de matéria seca das plantas da parte aérea das plantas de caupi (Dantas et al., 2002).

Verifica-se que houve correlação positiva e significativa a 0,1% e 1% de probabilidade entre Ca^{+2} com Mg^{+2} ; Mg^{+2} com P^+ e K^+ com P (Tabela 4). Contudo, nota-se correlação negativa entre matéria seca da parte aérea (MSPA) e teor de sódio. Possivelmente, houve incremento de matéria seca na parte aérea à medida que diminuiu o teor de sódio acumulado nas plantas, conforme demonstrado na Figura 1.

Tabela 4. Correlações de Pearson para as variáveis Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , P^+ e matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de caupi IPA 206

	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	K^+	P	MSPA
Ca^{+2}	1.0000					
Mg^{+2}	0.8337***	1.0000				
Na^+	0.0852 ^{NS}	0.2406 ^{NS}	1.0000			
K^+	-0.0629 ^{NS}	0.1108 ^{NS}	0.1463 ^{NS}	1.0000		
P	0.2263 ^{NS}	0.3974**	0.1224 ^{NS}	0.6010***	1.0000	
MSPA	-0.2711 ^{NS}	-0.2302 ^{NS}	-0.4609**	-0.1677 ^{NS}	-0.1715 ^{NS}	1.0000

** e ***, significância a 1%, e 0,1%, respectivamente. NS - Não significativo.

CONCLUSOES

O aumento das doses de gesso resultou no decréscimo do teor de sódio e no incremento de matéria seca nas plantas de caupi, cultivadas no Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco;

Doses crescentes de gesso promoveram redução dos teores de fósforo acumulado nas plantas de caupi, cultivadas em Neossolo Flúvico Eutrófico Salino Sódico, textura franco argiloso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na irrigação**. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

BARROS, M. de F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V. H; RUIZ, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental**, v.9, p.320-326, 2005.

BARROS, M. F. C. **Recuperação de solos salino-sódicos pelo uso de gesso de jazida e calcário**. 2001, 118p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BARROS, M. F. C.; MAGALHÃES, A. F. Avaliações de métodos da determinação da necessidade de gesso em solos salino-sódicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p 119-123, 1989.

COLMER, T.D.; FAN, T.W.M.; HIGASHI, R.M. & LÄUCHLI, A. Interactive effects of Ca⁺² and NaCl stress on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of *Sorghum bicolor*. **Physiology Plant.**, v. 97, p.421-424, 1996.

COSTA, R.C.L. **Assimilação de nitrogênio e ajustamento osmótico em plantas noduladas de feijão-de-corda, submetidas ao estresse hídrico**. 1999, 225 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

DANTAS, J.P.; MARINHO, F.J.L.; FERREIRA, M.M.M.; AMORIM, M. do S.N.; ANDRADE, S.I. de O.; SALES, A.L. de. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p. 425-430. 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo de Feijão caupi**. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/grãos/Feijãocaupi/importância.htm>> Acesso em 18 jul. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: 1999. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de análises químicas de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: 1997. 211p.

GHEYI, H.R.. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T, ASSIS JR., R.N. ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. (eds.). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p.329-345.

LACERDA, C.F. **Efeitos da salinidade no desenvolvimento e composição mineral do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e utilização do Ca⁺² como meio para minorar tais efeitos**. 1995, 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environ.**, v. 25, p.239-250, 2002.

RENGEL, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant Cell Environ.**, v. 15, p. 225-632, 1992.

SANTOS, P. S.; BARROS, M.F.C.; RODRIGUES, J. J. V.; QUEIROZ, E. L. B.; MELO, R. M. Indicadores de correção de sodicidade em decorrência da aplicação de gesso extraído da bacia sedimentar do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO.

30, 2005, Recife - PE, **Resumos...** Recife, 2005. CD-ROM.

SILVA, M. L. de S. **Sistema de amostragem do solo e avaliação da disponibilidade de fósforo na fase de**

implantação do plantio direto. 2002, 111 f., Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.