



Relações Hídricas em Solo e Feijoeiro Cultivado sob Salinidade⁽¹⁾

Lucas Yago de Carvalho Leal⁽²⁾; Wanderson José de Oliveira⁽³⁾; Hidelblandi Farias de Melo⁽⁴⁾ Edivan Rodrigues de Souza⁽⁵⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq (projeto Universal nº 473817/2013-6) e FACEPE

⁽²⁾ Estudante de graduação; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Recife, Pernambuco; lucasyago1@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal Rural de Pernambuco ⁽⁵⁾.

RESUMO: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma espécie bem difundida por todo Brasil, costuma ser cultivada pelos agricultores familiares, por ser considerado um alimento de alto teor nutritivo e que se adaptou bem ao clima. Na região nordestina é comum utilizar água salina para irrigação dos cultivos, o que por sua vez, poderá acarretar um prejuízo ao desenvolvimento desta espécie. Assim, objetivou-se avaliar os potenciais de água envolvidos no sistema solo e feijão-caupi cultivado sob estresse salino. Foi usado o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e arranjo fatorial 2 x 6, com duas fontes de sais (NaCl e uma mistura de sais (Ca, Mg, K, Na, Ca e Cl), semelhante a encontrada em poços da região de Pesqueira-PE) e seis condutividades elétricas (0; 2,5; 5; 7,5; 10 e 12,5 dS m⁻¹). Aos 35 DAP foram determinados o potencial hídrico foliar e o potencial osmótico (solo e planta). O potencial mátrico foi estimado a partir da curva característica de água do solo. Observou-se que a fonte de sal não influenciou os potenciais de água do solo e do feijoeiro. À medida que se aumentou a CE da água de irrigação os valores do potencial hídrico foram reduzidos com valores de -0,38 e -0,77 MPa para CE's de 0 e 12,5 dS m⁻¹ respectivamente.

Termos de indexação: Estresse abiótico, Salinidade, Estado energético.

INTRODUÇÃO

Os solos halomórficos possuem grande ocorrência em todo mundo e mais especificamente em regiões onde há baixa pluviosidade e alta evapotranspiração. Devido ao manejo inadequado da irrigação esse problema tem se agravado (Ribeiro et al., 2003).

O estresse salino acarreta uma série de problemas de caráter fisiológico como, redução da fotossíntese, condutância estomática e transpiração que por consequência irão prejudicar no desenvolvimento das culturas (Furtado et al., 2013). Por isso é importante saber como irá se comportar o solo e a planta ao serem submetidos a uma água de irrigação considerada salina, principalmente quando se visa realizar um manejo adequado do solo para

um cultivo em escala comercial, mesmo que este seja submetido a este tipo de irrigação (Dias & Blanco, 2010).

Uma das maneiras de se avaliar o estresse salino causado por uma irrigação impropria ou manejo inadequado do solo, se dá através do potencial hídrico da planta, uma vez que, plantas como o feijão-caupi sob estresse salino são capazes de acumular íons e solutos em seus tecidos para diminuir o potencial hídrico (Dantas et al., 2003).

O feijão-caupi responde ao aumento da condutividade elétrica reduzindo a transpiração, potencial osmótico foliar, altura da planta, número de folhas e conseqüentemente a biomassa (Coelho et al, 2013). Segundo Fernandes (2012) a tolerância à salinidade pode variar dentre os diversos genótipos de feijão-caupi e entre eles pode-se encontrar genótipos tolerantes a níveis de condutividade elétrica obtidas através de mistura de sais (NaCl, CaCl₂ e MgCl₂) de até 7,5 dS m⁻¹.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), é cultivado em todo o Brasil, chegando a uma área de cultivo de aproximadamente 1 milhão de hectares, dos quais a maioria está localizada na região nordeste, alcançando uma faixa de 90% de todo o feijão-caupi cultivado no Brasil, o que equivale a 900 mil hectares (Lima et al., 2007). Normalmente é cultivado pelos agricultores familiares, por ser considerado um alimento de alto teor nutritivo e boa adaptabilidade às regiões Norte e Nordeste (Nobrega et al., 2010).

Objetivou-se avaliar o potencial total de água em solo e feijão cultivado sob condições de estresse salino representado por soluções crescentes de condutividade elétrica da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do solo foi realizada na profundidade de 0-30 cm de um Neossolo Flúvico no Município de Pesqueira -PE, região Agreste e semiárida do Nordeste do Brasil. O mesmo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira com malha de 4 mm, com o intuito de manter a microagregação do solo e aumentar a representatividade de campo.

Para a caracterização química do solo (**Tabela 1**), foram determinados na terra fina seca ao ar (TFSA) os cátions Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ trocáveis extraídos por acetato de amônio 1 mol L⁻¹ (Thomas,



1982); o extrato de saturação foi obtido através do preparo da pasta de saturação (Richards, 1954), onde mediu-se a condutividade elétrica e determinadas as bases solúveis e o íon cloreto, pelo método da titulação com AgNO_3 e o pH em água (EMBRAPA, 1997). A capacidade de troca de cátions (T) foi determinada pelo método do cátion índice (Richards, 1954). A partir dos resultados obtidos do complexo de troca, foram calculados os valores de soma de bases (SB) e Percentagem de Sódio Trocável (PST).

Para a caracterização física (**Tabela 1**) foi feita a análise granulométrica na TFSA pelo método do densímetro; a argila dispersa em água e estimativa dos graus de dispersão e floculação da argila; a densidade do solo pelo método da proveta e de partículas pelo método do balão volumétrico; a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente pelo método da curva de retenção de água no solo (EMBRAPA, 1997). A estimativa da porosidade total foi feita utilizando-se os valores de densidades de partícula e do solo.

Foram cultivadas plantas de *Vigna unguiculata* em vasos com capacidade para seis litros de solo, preenchidos com o solo peneirado em malha de 4 mm. Manteve-se a umidade do vaso em 80% da capacidade de campo. Foram plantadas 5 sementes por vaso e 5 dias após o plantio (DAP) foi realizado o desbaste deixando-se apenas duas plantas por vaso. Para suprir as necessidades nutricionais da cultura foi realizada uma adubação com 20 kg ha^{-1} de N, 20 kg ha^{-1} de P e 20 kg ha^{-1} de K na fundação e 30 kg ha^{-1} de N na cobertura segundo o Manual de Recomendação de Adubação do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA, 2008).

O fornecimento de água diário ocorreu por meio da utilização de águas com condutividade elétrica de 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e $12,5 \text{ dS m}^{-1}$. A condutividade elétrica foi feita através da utilização de duas fontes de sais, a primeira fonte de sal contendo apenas Cloreto de Sódio e a segunda obtida através de uma mistura de sais contendo cálcio, magnésio, sódio e potássio, tentando assim representar as condições reais de campo.

A solução do solo foi coletada por meio de cápsulas porosas aos 35 dias após a semeadura com o intuito de medir a concentração de íons, bem como o potencial osmótico. Para a determinação da osmolalidade total da solução do solo foi utilizada uma alíquota de $10 \mu\text{L}$ que foi obtida por meio de um osmômetro de pressão de Vapor (VAPRO, Modelo 5600, Wescor). Os valores obtidos em milimoles por quilograma foram devidamente convertidos em potencial osmótico (Ψ_o), por meio da equação de Van't Hoff (Kirkham, 2004; Hillel, 2007; De Souza et al., 2012).

A irrigação foi realizada diariamente ao final da tarde (para que não houvesse perda significativa de água por evaporação, evitando assim causar um estresse hídrico). A reposição da água evapotranspirada foi obtida por meio de pesagens.

A medição do potencial hídrico das plantas foi realizada aos 35 DAP na madrugada. Foi coletada uma folha sadia do terço médio da planta, depois de coletada a folha foi envolvida em filme plástico e refrigerada em caixa de isopor contendo gelo onde ficaram armazenadas até a hora da leitura para diminuir as perdas por transpiração. A determinação do potencial hídrico (Ψ_t) da planta foi medido diretamente através da utilização da câmara de pressão de Scholander, (modelo 1515D Pressure Chamber Instrument - PMS Instrument Company).

Para a determinação do potencial osmótico (Ψ_o) das plantas foi utilizada a mesma folha onde se determinou o potencial hídrico. A seiva obtida foi acondicionada em tubos apropriados e centrifugada a 10.000 g por 10 minutos a 4°C . Foi feita coleta do sobrenadante e leitura da osmolalidade em osmômetro (VAPRO WESCOR Modelo 5600) (Silveira et al., 2009).

A estimativa do potencial osmótico foi realizada através da aplicação da Equação de Van't Hoff.

O potencial mátrico do solo foi obtido por meio da curva característica de retenção de água no solo.

Análise estatística

O experimento foi delineado em blocos ao acaso com quatro repetições num arranjo fatorial 6×2 , representando com seis níveis de condutividade elétrica (0; 2,5; 5; 7,5; 10 e $12,5 \text{ dS m}^{-1}$) e duas fontes de sais (NaCl e uma mistura de sais), totalizando 48 parcelas experimentais. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e ajustes de equação de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística não apresentou diferença significativa entre as duas diferentes fontes de sais utilizadas.

Com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação observou-se a diminuição do potencial total de água no solo, o que provavelmente ocorreu devido ao aumento da concentração de sais no solo, uma vez que, como não havia lixiviação no solo a concentração de sais tende a aumentar a medida que se adicionava a água de irrigação, o também foi observado por Assis Junior et al. (2007) ao relacionar água salina com frações de lixiviação em um cultivo de feijão-caupi.

Como o potencial mátrico não apresentou um decréscimo significativo (**Figura 1**) percebe-se que o potencial total do solo tendeu a decrescer devido a influência provocada pelo potencial osmótico, comportamento comum em solos salinos (Dias et al., 2005).

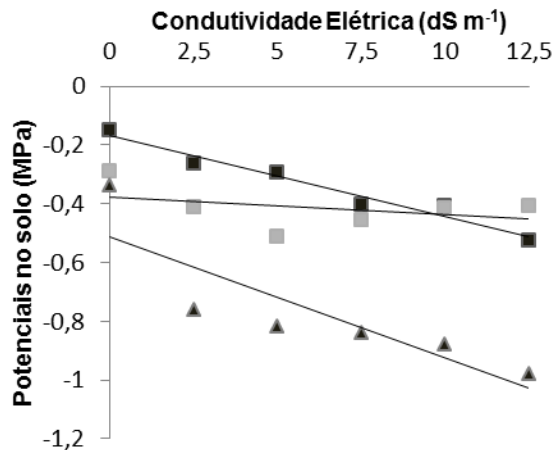


Figura 1 – Potenciais presentes no solo do feijão-caupi em função dos níveis de condutividade elétrica do NaCl e da mistura de sais aos 35 dias após a semeadura. ▲ média do potencial total no solo; ■ média do potencial mátrico; ● média do potencial osmótico do solo.

O potencial osmótico do feijão-caupi reduziu linearmente com o aumento da condutividade elétrica de seus tratamentos, o mesmo também pode ser constatado por Coelho et al. (2013), o que por consequência reduziu o potencial hídrico foliar (**Figura 2**), porém ao se comparar o potencial presente no solo com o potencial presente na planta é possível observar que o solo apresentou uma redução maior do que a apresentada pela planta, o que remete ao fato de não haver lixiviação.

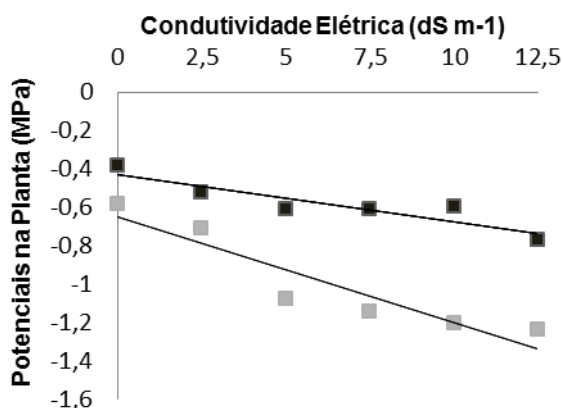


Figura 2 – Potenciais presentes no feijão-caupi em função dos níveis de condutividade elétrica do NaCl

e da mistura de sais aos 35 dias após a semeadura. ■ média do potencial hídrico; ■ média do potencial osmótico.

CONCLUSÕES

O tipo de sal não influenciou os potenciais de água no solo e na planta.

Observa-se que os potenciais totais de água no solo e na planta reduziram com o aumento da condutividade elétrica.

O potencial osmótico da planta foi mais negativo do que o potencial osmótico do solo.

REFERÊNCIAS

ASSIS JÚNIOR, JO de et al. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Engenharia Agrícola**, 27:702-713, 2007.

COELHO, B. M. et al. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17:379-385, 2013.

DANTAS, JOSÉ PIRES et al. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Agropecuaria Tecnica**, 24:119-130, 2003.

DE SOUZA, Edivan Rodrigues et al. Biomass, anatomical changes and osmotic potential in *Atriplex nummularia* Lindl. cultivated in sodic saline soil under water stress. **Environmental and Experimental Botany**, 82:20-27, 2012.

DIAS, Nildo da S. et al. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se e ando-se e ando-se extratores de solução do solo es de solução do solo1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9: 496-504, 2005.

DIAS, N. da S.; BLANCO, Flávio F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 1:129-141, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo (1997) Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. 212p.

FERNANDES, F.R.B. et al. Identificação de genótipos de Feijão-Caupi tolerantes a salinidade causado pela



mistura de sais avaliado por meio de método multivariado. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 3. Recife, 2013. Resumo. Recife. Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA).

FURTADO, Guilherme de F et al. Alterações fisiológicas em feijão-caupi irrigado com água salina e adubação nitrogenada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 8:175-181, 2013.

HILLEL, D. Soil in the Environment: Crucible of Terrestrial Life. Academic Press, 2007. 320p.

IPA - Instituto Agrônomo de Pernambuco. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3.ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2008. 212p.

KIRKHAM, M. B. Principles of soil and plant water relations. Academic Press; 1 edition, 2004. 520p.

LIMA, Carlos José Gonçalves de Souza et al. Resposta do feijão caupi à salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 2, 2007.

NÓBREGA, Júlio CA; LEITE, Luiz FC; DA SILVA, José AL. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia

Tabela 1 – Caracterização física e química inicial do NEOSSOLO FLÚVICO utilizado no preenchimento dos vasos no experimento em casa de vegetação.

Extrato de Saturação		Complexo Sortivo		Variáveis Físicas	
Variáveis	Valores	Variáveis	Valores	Variáveis	Valores
pH _{es}	8,17	pH _(1:2,5)	7,70	Areia Total (g kg ⁻¹)	429
CE (dS m ⁻¹)	0,99	Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	5,53	Areia fina (g kg ⁻¹)	321
Ca ²⁺ (mmol L ⁻¹)	19,07	Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2,22	A. Grossa (g kg ⁻¹)	117
Mg ²⁺ (mmol L ⁻¹)	3,81	Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,26	Silte (g kg ⁻¹)	422
Na ⁺ (mmol L ⁻¹)	27,04	K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,50	Argila (g kg ⁻¹)	149
K ⁺ (mmol L ⁻¹)	1,40	SB (cmol _c kg ⁻¹)	8,51	Ds (g cm ⁻³)	1,24
Cl ⁻ (mmol L ⁻¹)	2,64	PST (%)	3,00	Dp (g cm ⁻³)	2,52
				P (%)	50,79

SB: Soma de Bases; PST: Percentagem de sódio trocável; CE: Condutividade Elétrica; Ds: Densidade do Solo; Dp: Densidade de partícula; Porosidade Total.

inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife**, 5:364-369, 2010.

RIBEIRO, MR; FREIRE, FJ; MONTENEGRO, AAA. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. **Tópicos em ciência do solo**, 3:165-208, 2003.

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Washington, USDA, U.S. Government Printing Office, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).

SILVEIRA, J.A.G.; ARAÚJO, S.A.M.; LIMA, J.P.M.S.; VIÉGAS, R.A. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex nummularia*. **Environmental and Experimental Botany**, 66:1-8, 2009.

THOMAS, G. W. Exchangeable cations. In: Page, A. L. (ed). Methods of soil analysis. Part-2 chemical methods. Madison: American Society of Agronomy, 1982, p.159-165.