

PRODUTIVIDADE E TOLERÂNCIA DO FEIJÃO CAUPI AO ESTRESSE SALINO

CRISTIANO TAGLIAFERRE¹; DIOGO ULISSES GOMES GUIMARÃES²; LORENA JÚLIO GONÇALVES³; CARLOS HENRIQUES FARIAS AMORIM¹; SYLVANA NAOMI MATSUMOTO⁴ E LUCIALDO OLIVEIRA D'ARÊDE⁵

¹Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da Universidade Estadual Sudoeste da Bahia (UESB); Estrada do Bem Querere, km 04, Caixa Postal 95; CEP 45031-900, Vitória da Conquista – BA, tagliaferre@yahoo.com.br;

²Rua José do patrocínio, 267, Alto maron, Vitória da Conquista-BA, diogoulisses1@hotmail.com;

³Universidade Estadual Sudoeste da Bahia; Estrada do Bem Querere, km 04, Caixa Postal 95; CEP 45031-900, Vitória da Conquista – BA, lorenagoncalves.agro@gmail.com;

⁴Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da Universidade Estadual Sudoeste da Bahia (UESB); Estrada do Bem Querere, km 04, Caixa Postal 95; CEP 45031-900, Vitória da Conquista – BA, chfamorim@gmail.com.;

⁵Departamento de Fitotecnia e Zootecnia da Universidade Estadual Sudoeste da Bahia (UESB); Estrada do Bem Querere, km 04, Caixa Postal 95; CEP 45031-900, Vitória da Conquista – BA, snaomi@uesb.edu.br;

⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM, Rua Santos Dumont, s/n, Vila Verde. Tabatinga-AM, lucialdo@hotmail.com.

1 RESUMO

A salinidade do solo constitui um dos principais problemas abióticos que afetam negativamente a produtividade das culturas. Assim, objetivou-se avaliar a produtividade e a tolerância do feijão caupi em resposta à salinidade do solo decorrentes da irrigação com água salina com diferentes frações de lixiviação. Este estudo foi realizado com uso de lisímetros de drenagem, montado no delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos com água salina constaram de seis frações de lixiviação (5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%) da lâmina de irrigação aplicada e um irrigado com água doce. Com os valores de produtividade da cultura determinou-se a produção relativa empregando-se a metodologia da reta segmentada, para determinar a salinidade limiar, a declividade da reta e o Índice Diário de Estresse Hídrico (WSDI). A produção relativa decresceu 24,76% por aumento unitário da condutividade elétrica (CE) acima da salinidade limiar que foi de 0,9; a produção relativa do caupi diminuiu em 3,57% por aumento unitário do WSDI e ambos os métodos utilizados na avaliação da sensibilidade da cultura à salinidade se mostraram adequados e precisos.

Palavras chave: Fração de lixiviação; irrigação; estresses abióticos.

TAGLIAFERRE, C.; GUIMARÃES, D. U. G.; GONÇALVES, L. J.; AMORIM, C. H. F.; MATSUMOTO, S. N.; D'ARÊDE, L. O.

PRODUCTIVITY AND TOLERANCE OF COWPEA BEAN TO STRESS SALINE

2 ABSTRACT

Soil salinity is one of the main abiotic problems that negatively affect crop productivity. Thus, the objective was to evaluate the productivity and tolerance of cowpea in response to the salinity of the soil resulting from irrigation with saline water with different leaching fractions. This

study was carried out using drainage lysimeters, in protected environment, in a completely randomized design with seven treatments and three replicates. The treatments with saline water consisted of six leaching fractions (5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%) of the applied irrigation blade and one irrigated with fresh water. The relative yield was determined using the segmented line methodology to determine threshold salinity, line slope, and daily water stress index (WSDI). The relative production decreased by 24.76% per unit increase of the electrical conductivity (CE) above the salinity threshold which was 0.9; the relative production of cowpea decreased by 3.57% per WSDI unit increase and both methods used in assessing crop sensitivity to salinity were adequate and accurate.

Keywords: Leaching fraction, irrigation, abiotic stress.

3 INTRODUÇÃO

O caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), ou feijão-macassar, ou feijão-fradinho, ou feijão-de-corda é umas das principais culturas de subsistência no semiárido brasileiro. Ela ocupa 60% das áreas cultivadas com feijão no Nordeste do Brasil, representando 26,8% da área total cultivada com feijão no Brasil (TEIXEIRA; MAY; SANTANA, 1988).

A instabilidade climática afeta o feijoeiro, provocando grande oscilação na sua produção, caracterizando-se como uma planta sensível à deficiência hídrica. Em regiões onde ocorre distribuição irregular das precipitações pluviais o emprego da irrigação é essencial (GUIMARÃES; STONE; BRUNINI, 1996). Entretanto, a prática da irrigação com água que contém níveis elevados de sais provoca a salinização do solo, podendo deixá-lo impróprio para a agricultura.

A salinidade é um dos principais fatores abióticos que provoca diminuição da produtividade das culturas, pois os sais em altas concentrações no solo reduzem o seu potencial hídrico, provocam efeitos tóxicos às plantas, causando distúrbios funcionais e injúrias no seu metabolismo (DEBOUBA et al., 2006 e MUNNS; TESTER, 2008). Segundo Aragão et al. (2010), pode provocar também, a redução da absorção e assimilação de nutrientes pelas plantas, principalmente o íon nitrato, além disso pode reduzir o desenvolvimento das plantas por causa das alterações nos parâmetros fisiológicos, de crescimento e de rendimento da cultura (BEZERRA et al., 2010 e SILVA et al., 2013).

Furtado et al. (2014) estudando a cultura do feijão caupi sob condições de salinidade evidenciaram que a salinidade do solo provocou atraso da floração e aumentou a taxa de abortamento de flores, proporcional ao aumento da salinidade. Moraes et al. (2011) relatam que os processos de crescimento das plantas são sensíveis aos efeitos dos sais, evidenciando que a taxa de crescimento e a produção de biomassa são boas características para avaliação do grau de estresse e da capacidade da planta de tolerar o estresse salino.

Na literatura existem metodologias para classificar a tolerância das culturas à salinidade, sendo uma delas proposta por Mass e Hoffman (1977) que estabelece o uso de uma curva representada por duas partes lineares, uma constituída por um platô com declividade nula e a outra parte é uma reta que depende da condutividade elétrica do extrato de saturação. O ponto em que as duas partes (linhas) se interceptam é denominado de limiar.

Posteriormente, Katerji et al. (2000) propuseram o uso de uma metodologia denominada de Índice Diário de Estresse Hídrico (WSDI) para determinar a influência da salinidade do solo nas características fisiológicas das culturas. Ela caracteriza a tolerância da cultura ao déficit hídrico provocado pela falta de água no solo ou pela salinidade, sendo que a redução da

produtividade é resultado do déficit de água na folha durante o período de crescimento. Aquino et al. (2007) também propõem calcular o Índice de Tolerância (IT) das culturas relacionando a produção obtida para os tratamentos salinos em relação ao tratamento controle para obter a declividade da reta.

Diante do problema abordado, objetiva-se avaliar a produtividade e a tolerância do feijão caupi em resposta à salinidade da solução do solo decorrentes da irrigação com água salina com diferentes frações de lixiviação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de março a junho de 2013, sob ambiente protegido, na área experimental da Universidade Estadual Sudoeste da Bahia (UESB), utilizando-se 21 lisímetros de drenagem, com dimensões de 1,0 m de largura, 1,40 m de comprimento e 0,80 m de profundidade.

Para preenchimento dos lisímetros foi utilizado solo seco ao ar coletado de um horizonte B de um solo do tipo Latossolo Amarelo háplico, predominante na região, que foi homogeneizado e passado em peneira com malha de quatro milímetros, cujas características físico-hídricas são: Areia grossa = 32%, Areia fina = 15%, Silte = 4%, Argila = 49%, Densidade do solo = 1,10 g cm⁻³, Densidade de partículas = 2,76 g m⁻³, Porosidade total = 61,30%, Capacidade de Campo = 18,82%, Ponto de Murcha Permanente = 11,38%. As características químicas podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo antes da semeadura do feijão caupi.

Análise química do solo														
pH	P	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Na ⁺	SB	t	T	V	m	PST	MO
H ₂ O	mg dm ⁻³												%	g dm ⁻³
5,8	156	0,72	2,6	1,3	0	1,8	0,22	4,8	4,8	6,6	73	0	3	18

A água salina usada nas irrigações foi preparada com a adição de NaCl e CaCl₂ na água doce obtida de poço, em quantidades suficientes para obter uma Condutividade Elétrica (CEai) de 2,4 dS m⁻¹ e uma relação iônica, em peso, equivalente a 3Na:2Ca, cujas características é comum no Nordeste Brasileiro. A caracterização química das águas utilizadas no experimento encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas das águas utilizadas na irrigação do feijão caupi.

Características	Água Doce (AD)	Água Salina (AS)
Potencial de Hidrogênio (pH)	6,00	5,70
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,20	2,40
Sódio (meq L ⁻¹)	1,30	16,50
Cálcio (meq L ⁻¹)	0,10	6,40
Magnésio (meq L ⁻¹)	0,10	0,30
Potássio (meq L ⁻¹)	0,02	0,01
RAS (mmolc L ⁻¹) ^{0,5}	4,10	9,00
Classificação da água para irrigação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁

Neste experimento foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos salinos constaram de seis frações de lixiviação, correspondente a 40, 30, 20, 15, 10 e 5% da lâmina de irrigação aplicada e um tratamento irrigado com água doce (sem lixiviação).

O plantio do caupi, variedade BRS Guariba, foi realizado dentro e fora dos lisímetros em sulcos no espaçamento de 0,50 m. Aos quinze dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando apenas 26 plantas por lisímetro.

Medições diárias de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento e precipitação foram feitas em uma estação meteorológica automática instalada dentro do ambiente protegido.

As lâminas de irrigação foram obtidas com base na evapotranspiração da cultura (ET_c) acrescidas da fração de lixiviação correspondente a cada tratamento, usando a Equação 1, sendo as irrigações realizadas com intervalos de dois dias.

$$Lai = \frac{ET_c}{1 - FL} \quad (1)$$

Sendo:

Lai = Lâmina de irrigação, mm;

ET_c = Evapotranspiração da cultura, mm;

FL = Fração de lixiviação.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi calculada multiplicando a evapotranspiração de referência diária (ET₀), estimada por meio do método de Penman-Monteith FAO-56 através do programa computacional REF-ET (ALLEN, 2000), pelos coeficientes da cultura (K_c) iguais a 0,90; 1,00; 1,20 1,00 para o estágio fenológico inicial, vegetativo, reprodutivo e de enchimento dos grãos, respectivamente.

Aos 30, 55, 80 dias após a semeadura (DAS) foram retiradas amostras do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm para determinação da salinidade do solo, avaliada a partir da medição direta da condutividade elétrica do extrato saturado do solo.

As medições do potencial hídrico da folha foram realizadas no período compreendido entre 4:30 e 5:30 horas da manhã, realizadas entre o final da fase vegetativa, reprodutiva e o enchimento de grãos. Para isso, utilizou-se em uma folha plenamente desenvolvida da parte superior de uma planta de cada unidade experimental (KATERJI et al., 2000).

Com a maturação das vagens, colheram-se as plantas e a produção de grãos foi determinada. Os grãos foram pesados e a produção transformada em kg ha⁻¹, para

posteriormente, calcular o WSDI com o valor médio do potencial hídrico foliar de cada tratamento. A produção relativa foi obtida empregando-se a metodologia proposta por Maas e Hoffman (1977) e pelo WSDI, conforme proposto por Katerji et al. (2000), empregando-se as Equações 2 e 3:

$$1 - \frac{Y_0}{Y_m} = a + b \times WSDI \quad (2)$$

E

$$WSDI = \frac{\sum_1^n (\Psi_c - \Psi_s)}{n} \quad (3)$$

Em que:

WSDI - Índice diário de estresse hídrico;

c - Valor diário do potencial hídrico foliar, correspondente ao tratamento testemunha, determinado ao amanhecer, medido desde o início do crescimento até a senescência;

s - Valor do potencial hídrico na folha correspondente ao tratamento salino utilizado;

n - Número de dias entre o início do crescimento da folha até a sua senescência;

b - Porcentagem da perda de rendimento da cultura por aumento no valor do WSDI, e;

a - Fator de conversão, próximo de 100, pelo fato de os potenciais (Ψ) serem negativos e os de WSDI serem positivos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros da cultura avaliados foram significativamente afetados pela condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) determinadas com as amostras retiradas ao longo da profundidade do sistema radicular da cultura dentro dos lisímetros. Os valores médios de salinidade do solo (Tabela 3) variaram de 1,63 à 3,24 dS m⁻¹, para as frações de lixiviação correspondentes a 40 e 5%, respectivamente. Ayers e Westcot (1999) mencionam que valores superiores a 1,3 dS m⁻¹ da condutividade elétrica do extrato saturado do solo podem expressar efeito generalizado de sais sobre a cultura do feijão caupi.

Tabela 3. Tratamentos, condutividade elétrica média do extrato saturado solo (CEes), lâmina de irrigação, produtividade do feijão caupi e eficiência de uso de água (EUA).

Tratamentos	CEes (dSm ⁻¹)	Lâmina de irrigação (mm)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	EUA (kg mm ⁻¹)
Testemunha	0,99	293,31	1261	4,3
FL 40%	1,63	439,96	925	2,10
FL 30%	1,73	377,11	1022	2,71
FL 20%	2,10	329,97	909	2,75
FL 15%	2,30	310,56	829	2,67
FL 10%	2,67	293,31	712	2,43
FL 5%	3,24	277,87	606	2,18

Os valores de salinidade do solo foram maiores para as menores frações de lixiviação, evidenciando que estas não podem ser inferiores a 30% para manter os valores de salinidade do solo mais adequados à cultura. Os resultados comprovam que a lixiviação é eficiente para reduzir o excesso de sais na zona radicular das plantas, corroborando com resultados obtidos por Ferreira et al. (2007), que determinaram a condutividade elétrica do solo, cultivado com milho, nas profundidades de 0,1; 0,3 e 0,5 m, com a aplicação de água salina acrescidas das mesmas frações de lixiviação e por Santos et al. (2012) em estudos com a cultura do amendoim.

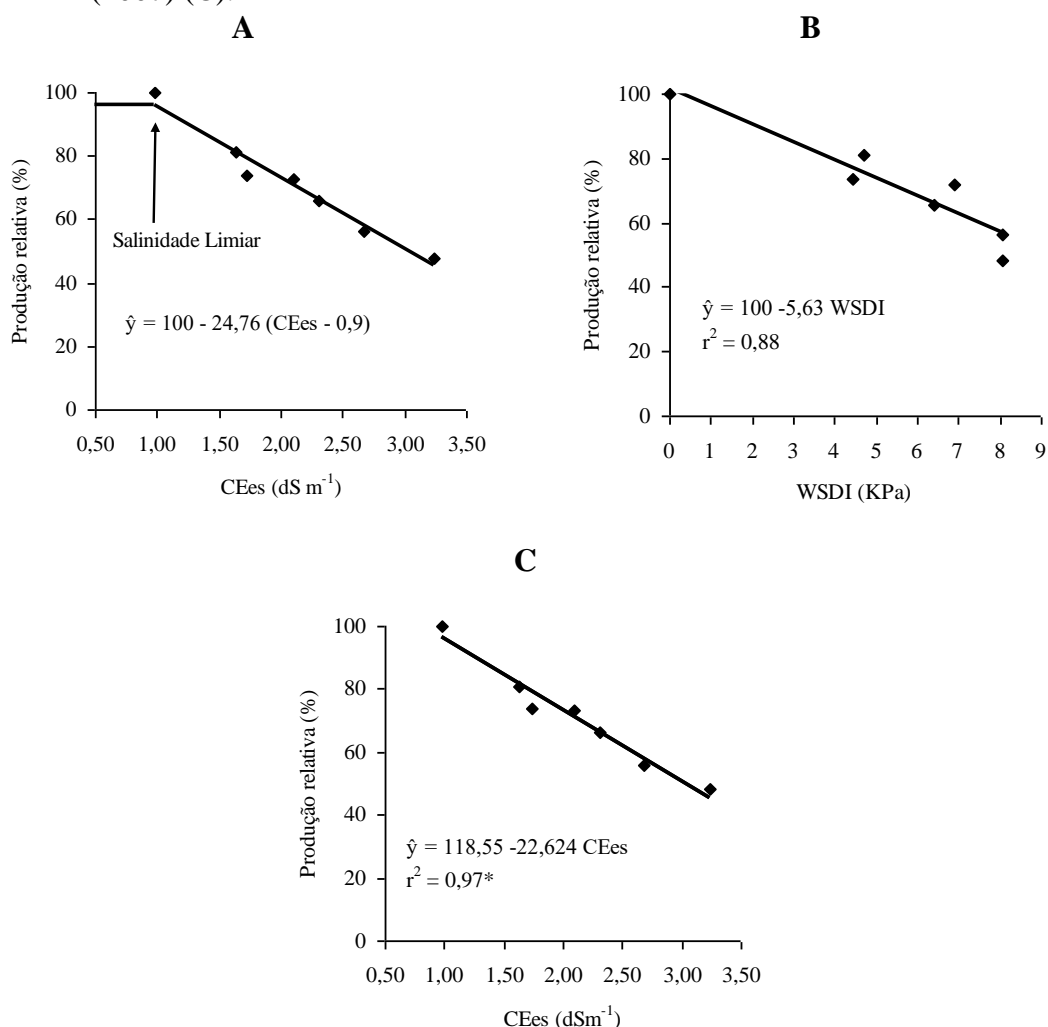
Constatou-se que o valor máximo de produtividade encontrado para os tratamentos salinos é inferior ao encontrado para o tratamento com água doce que foi de 1260 kg ha⁻¹, evidenciando que nessas condições o desempenho da cultura é afetado pelos sais. A produtividade decorrente das frações de lixiviação aumentou até um valor máximo de 1022 kg ha⁻¹, correspondendo à fração de lixiviação igual a 30% e um decréscimo da mesma com a diminuição da lâmina de lixiviação, cujo valor mínimo foi de 606 kg ha⁻¹ para a fração de lixiviação de 5%. Oliveira et al. (2011) estudando vários níveis de irrigação (273; 257; 241 e 187 mm) encontraram produtividade máxima de 1.420,51 kg ha⁻¹ de grãos, com a lâmina de irrigação de 257,2 mm. Silva e Neves (2011), em estudos com 20 genótipos de feijão caupi nas condições de sequeiro e irrigado, encontraram produtividade média de grãos iguais a 658,2 a 1.070,3 kg ha⁻¹ para o cultivo de sequeiro e de 982,0 a 1.831,9 kg ha⁻¹ para o cultivo irrigado. Isso demonstra o potencial produtivo da cultura em regime de irrigação.

Esses resultados mostram que a irrigação com uso de água salina reduz a produtividade da cultura, mesmo com o emprego de uma lâmina de lixiviação, corroborando com os resultados obtidos por Oliveira et al. (2015), afetando diretamente a eficiência de uso da água, pois ocorre sua diminuição à medida que a salinidade do solo aumenta.

Nos tratamentos salinos o maior valor da eficiência do uso da água do feijão caupi foi de 2,75 kg mm⁻¹, obtido com a aplicação de uma fração de lixiviação de 20%. Esse resultado é contrário do obtido para o tratamento com fração de lixiviação de 30% que proporcionou a maior produtividade. Diante dos resultados, a escolha de uma dessas frações de lixiviação dependerá dos fatores de produção, tais como, o preço do produto e custo da água, uma vez que frações de lixiviação maiores implicam em maior consumo de água. Andrade et al. (2008) mencionam que o aumento da lâmina de água aplicada reduz a eficiência do uso da água, podendo também promover a lixiviação de nutrientes, o que contribui para reduzir a produtividade e aumenta os riscos de contaminação dos lençóis freáticos.

A produção relativa do feijão caupi em função da salinidade do solo, com o uso da metodologia da regressão segmentada, do WSDI e do método proposto por Aquino et al. (2007) encontram-se nas Figuras 1A, B e C, respectivamente.

Figura 1. Produção relativa do caupi em função da salinidade do solo (CEes) obtidas pela metodologia de Mass e Hoffman (1977) (A), pelo WSDI (B) e por Aquino et al. (2007) (C).



Observa-se na Figura 1A que a salinidade limiar para o feijão caupi, variedade Guaribas, foi de $0,9 dS m^{-1}$, evidenciando que o aumento unitário da CEes acima da salinidade limiar reduz em 24,76% a sua produção relativa e que uma CEes de $2,92 dS m^{-1}$ reduz a produção relativa da cultura em 50%. West e François (1982) avaliando a cultura em um solo em que a condutividade do extrato de saturação variou de 1,1 a $6,9 dS m^{-1}$ obteve uma salinidade limiar de $1,6 dS m^{-1}$ e uma redução na produção relativa de 9%. Maas e Hoffmam (1977) encontraram para o feijão caupi uma redução no rendimento de 12% por aumento unitário superior a salinidade limiar que foi de $4,9 dS m^{-1}$. O valor $4,9 dS m^{-1}$ está muito acima do obtido neste estudo em virtude do autor trabalhar com níveis de salinidade elevados para obter produção relativa igual a zero.

A resposta de uma determinada cultura à salinidade depende das condições ambientais, da variedade, da condição de solo e manejo, conforme mencionado por Katerji et al. (2003). Assim, os resultados obtidos neste estudo com o emprego da metodologia proposta por Maas e Hoffman (1977), classifica o feijão caupi como sendo moderadamente sensível à salinidade, corroborando com a classificação proposta por Assis Júnior et al. (2007), mas é discordante da

classificação de Maas e Hoffman (1977) que definem como moderadamente tolerante ao estresse salino.

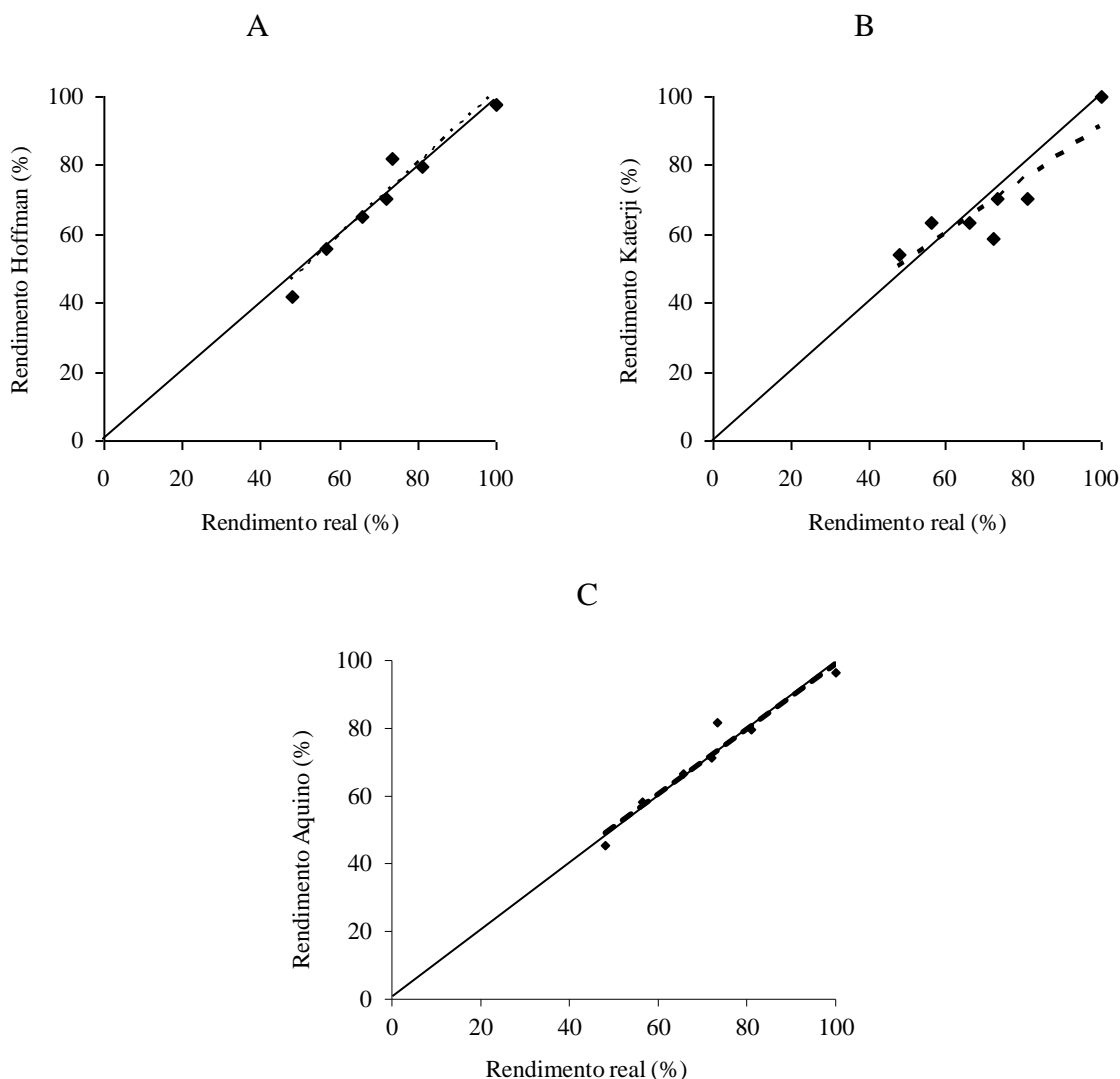
Analisando a metodologia do WSDI, constatou-se um decréscimo da produção relativa da cultura do feijão caupi de 3,57% com o aumento de 1 kPa do WSDI. Ao prolongarmos a reta da equação de regressão até interceptar o valor de WSDI igual a 14 kPa a produção relativa do caupi diminui em até 50%. Neste caso, o feijão caupi se comporta como uma cultura relativamente tolerante a salinidade do solo. Maggio et al. (2011) relatam que o WSDI por ser menos sensível às variáveis ambientais, ele possibilita uma melhor compreensão dos processos fisiológicos desempenhados pela planta durante o estresse salino, sendo que a salinidade do solo reduz a disponibilidade de água às plantas afetando o potencial hídrico foliar.

Analisando a Figura 1C verifica-se que o comportamento da produção relativa em relação à salinidade segue o modelo linear negativo, em que há uma redução no Índice de Tolerância (IT) à salinidade com o aumento desta no solo. Considerando-se a salinidade do solo igual a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, correspondente à fração de lixiviação de 30%, o IT à salinidade diminui para 80%, definindo dessa forma, o limite máximo de salinidade do solo para a cultura, pois ela se mostrou pouco tolerante a salinidade.

Ao analisar os resultados das classificações obtidos pelas metodologias empregadas constata-se que as condições ambientais exercem um efeito considerável sobre o comportamento da cultura à tolerância aos sais, corroborando com os resultados encontrados por Katerji et al. (2000).

Na Figura 2A, 2B e 2C encontram-se o desempenho da metodologia de Maas e Hoffman (1977), do WSDI e por Aquino et al. (2007) expresso pelo rendimento relativo *versus* rendimento real, respectivamente.

Figura 2. Rendimento relativo do feijão caupi *versus* rendimento real obtidos pelas metodologias de Mass e Hoffman (1977) (A), pelo WSDI (B) e por Aquino et al. (2007) (C).



Analisando as figuras que expressam o rendimento relativo *versus* o real obtido para o feijão caupi com o emprego das equações ajustadas, segundo a metodologia de Mass e Hoffman (1977), por Aquino et al. (2007) e do WSDI constata-se que as duas primeiras apresentaram resultados iguais de classificação da tolerância da cultura aos saís, diferenciando da última. Isso pode ser comprovado pelas declividades das retas das equações da Figura 1. Isso ocorre também no comportamento dos desempenhos das metodologias, pois elas apresentam desempenhos semelhantes e muito bons, com a linha de tendência seguindo a reta de inclinação 1:1. O desempenho da metodologia do WSDI também foi bom, mas apresentou uma dispersão maior dos dados em relação à linha de tendência, em que há superestimativa da produção relativa para valores até 65%, ocorrendo comportamento contrário para valores superiores.

Esses desempenhos mostram que as metodologias empregadas são adequadas para estimar a produção relativa, assim como para classificar a tolerância das culturas em função da

salinidade do solo (CEes) e do potencial hídrico nas folhas. Entretanto, deve-se ressaltar que o uso da salinidade do solo é mais prático por não demandar equipamentos sofisticados e mão-de-obra qualificada para medição do potencial hídrico foliar antemanhã.

6 CONCLUSÕES

As menores frações de lixiviação promovem aumentos da salinidade do solo, sendo que nos tratamentos salinos, o maior valor de produtividade de grãos do caupi foi obtido para a fração de lixiviação de 30%.

A produção relativa reduz em 24,76% por unidade de acréscimo da CEes acima da salinidade limiar que foi de 0,9.

A produção relativa do caupi diminui em 3,57% por aumento de uma unidade do WSDI e para valores do WSDI igual a 14 kPa, a produção relativa é de 50%.

Os métodos utilizados para avaliar a sensibilidade da cultura à salinidade se mostraram adequados e precisos.

7 AGRADECIMENTOS

Ao banco do Nordeste do Brasil pelo apoio financeiro, à FAPESB, à UESB e ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.

8 REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. **REF-ET**: Reference evapotranspiration calculation software for FAO and ASCE standardized equations. Moscow: University of Idaho, 2000. 76 p.

ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; SOUZA, I. H.; LEÃO, R. A. O.; GUERREIRO, M. J. Land use effects in groundwater composition of an alluvial aquifer (Trussu River, Brazil) by multivariate techniques. **Environmental Research**, Elsevier, v. 106, p. 170-177, 2008.

ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 41, p. 100-106, 2010.

ASSIS JÚNIOR, J. O.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; SILVA, F. L. B.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 702-713, 2007.

AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; COSTA, R. N. T. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ E Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 961-971, 2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB. 1999. 153 p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).

BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; GHEYI, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se água de salinidades diferentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 1075-1082, 2010.

DEBOUBA, M.; GOUIA, H.; SUZUKI, A.; GHORBEL, M. H. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato *Lycopersicon esculentum* seedlings. **Journal of Plant Physiology**, Elsevier, v. 163, n. 12, p. 1247-1258, 2006.

FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. Produção relativa do milho e teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. **Ciência Agronômica**, Ceará, v. 28, p. 7-16, 2007.

FURTADO, G. F.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; XAVIER, D. A.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M. Pigmentos fotossintéticos e produção de feijão *Vigna unguiculata* L. Walp. sob salinidade e adubação nitrogenada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, n. 9, p. 291-299, 2014.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca II. Produtividade e componentes agronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 7, p. 481-488, 1996.

KATERJI, N.; VAN HORN, J.W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil and to water stress day index. **Agricultural Water Management**, Elsevier, v. 43, p. 99-109, 2000.

KATERJI, N.; VAN HORN, J.W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. **Agricultural Water Management**, Elsevier, v. 62, p. 37-66, 2003.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage**, New York, v. 103, n. 2, p. 115-134, 1977.

MAGGIO, A.; DE PASCALE, S.; FAGNANO, M.; BARBIERI, G. Saline agriculture in Mediterranean environments. **Journal Agronomy**, Madison, v. 6, p. 36-43, 2011.

MORAIS, F. A.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Ciência Agronômica**, Ceará, v. 42, n. 2, p. 327-336, 2011.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Reviews, v. 59, p. 651-681, 2008.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 11, p. 1049-1056, 2015.

OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, F. W.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M.; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 42, p. 872-882, 2011.

SANTOS, D. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Idesia**, Arica, v. 30, n. 2, p. 69-74, 2012.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão de-corda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, p. 304-317, 2013.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, p. 29-36, 2011.

TEIXEIRA, S. M.; MAY, P. H.; SANTANA, A. C. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In: ARAUJO, J. P. P.; WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: International Institute of Tropical Agriculture, 1988. p. 99-136.

WEST, D. W.; FRANÇOIS, L. E. Effects of salinity on germination, growth and yield of cowpea. **Irrigation Science**, Springer, v. 3, p. 169-175, 1982.