

ESTRESSE HÍDRICO E SALINO NA PRODUÇÃO RELATIVA E POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA DO FEIJOEIRO

Giovanni de Oliveira Garcia¹; Sebastião Martins Filho²; Aline Azevedo Nazário¹; Willian Bucker Moraes¹; Ivo Zution Gonçalves¹; João Carlos Madalão¹

¹Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, giovann@cca.ufes.br

² Departamento de Informática, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

1 RESUMO

Com objetivo de avaliar a produção relativa, a eficiência do uso de água na produtividade e o potencial de água na folha do feijoeiro cv. Talismã sob estresse hídrico e salino foi realizado um experimento, em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em delineamento inteiramente casualizado utilizando cinco níveis de estresse hídrico (sem estresse, estresse curto, moderado, longo e severo), cinco níveis de salinidade da água de irrigação (água não salina, água salina com condutividade elétrica de 1,00; 2,00; 3,00 e 4,00 dS m⁻¹), dois tipos de solo com três repetições. Foi realizada uma comparação dos valores do potencial de água na folha no pré-amanhecer, do decréscimo da produtividade, segundo o índice diário de estresse hídrico (WSDI) e a eficiência do uso de água na produtividade, entre os estresses para cada tipo de solo. Pelos resultados o feijoeiro cv. Talismã revelou ser sensível aos estresses hídrico e salino, reduzindo o potencial de água na folha bem como a eficiência de uso de água na produção. A capacidade produtiva da cultura foi mais prejudicada pelo estresse salino, quando cultivado no Latossolo e a metodologia do índice diário de estresse hídrico mostrou-se eficaz para monitorar o comportamento produtivo do feijoeiro sob condições de salinidade e déficit hídrico em ambos os solos estudados.

UNITERMOS: Índice diário de estresse hídrico Produtividade, Salinidade da água, Déficit hídrico.

GARCIA, G. O. de; MARTINS FILHO, S.; NAZARIO, A. A; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. WATER DEFICIT AND SALT STRESS IN THE RELATIVE AND POTENTIAL PRODUCTION OF WATER IN BEAN PLANT LEAF

2 ABSTRACT

In order to evaluate the relative production, the water use efficiency in the productivity and the potential of water in the bean plant leaf cv. Talisman under water deficit and salt stress an experiment was carried out in greenhouse at the Center of the Federal University of Agricultural Sciences of Espirito Santo. It had a completely randomized design with five treatments, using five water deficit levels (without stress, short stress, moderate stress, long stress and severe stress), five levels of irrigation water salinity (non saline water, saline water with electric conductivity of 1.00; 2.00; 3.00 and 4.00 dS m⁻¹), two soils with three

replications. The following values were compared: water potential in the leaf at pre-dawn, productivity decrease according to the daily index of water deficit (WSDI), and the water use efficiency in the productivity among the stresses for each soil type. The results showed that the bean plant cv. Talisman revealed to be sensitive to the water deficit and salt stress, reducing the water potential in the leaf as well as the water use efficiency in the production. The culture productive capacity was more harmed by the salt stress, when cultivated in Latossol and the methodology of the daily index of water deficit has shown effective to monitor the productive behavior of the bean plant under salinity conditions and water deficit in both studied soils.

KEYWORDS: Water stress day index, Production, Salinity water, Water deficit.

3 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos tornou imperativo em todo o mundo o uso de água salina na irrigação, sobretudo em regiões semi-áridas, como as do nordeste brasileiro, onde ocorre déficit hídrico na maior parte do ano, tornando imprescindível a prática da irrigação para garantir a produção agrícola. Atualmente, as áreas salinizadas vêm sendo exploradas com sucesso, graças à utilização de espécies tolerantes à salinidade assim como à adoção de práticas adequadas de manejo de solo-água-plantas (Fageria, 1989).

O feijoeiro representa uma importante fonte de proteínas na alimentação humana, possuindo uma ampla faixa de adaptação sendo cultivado praticamente em todo o país. A tolerância ao déficit hídrico e a salinidade é uma característica importante em qualquer cultivo, principalmente no feijoeiro, tornando possível a sua produção em extensas áreas. A maneira como o déficit hídrico e o estresse salino se manifestam na planta do feijoeiro é bastante complexa, pois afeta praticamente todos os processos do crescimento e os prejuízos causados dependem da duração, do tipo de estresse, severidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre.

Algumas metodologias relacionam o efeito do déficit hídrico e da salinidade do solo sobre o crescimento e desenvolvimento das culturas. Dentre essas metodologias destacam-se as propostas por Stewart et al. (1977) que propuseram uma metodologia que relaciona o decréscimo na produtividade das culturas com o déficit relativo da evapotranspiração, descrito pela seguinte equação:

$$1 - \frac{Y_0}{Y_m} = K_y \left(1 - \frac{ET_0}{ET_m} \right) \quad (1)$$

Em que: Y_0 - produtividade atual obtida; Y_m - a máxima produtividade da cultura; ET_0 - evapotranspiração atual; ET_m - máxima evapotranspiração da cultura, e; K_y - rendimento em resposta a um fator ou coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico determinado em condições experimentais no campo.

Entretanto, a supracitada classificação, amplamente utilizada, tem sido criticada em razão do coeficiente de sensibilidade apresentar, para uma mesma cultura, uma grande dispersão, tornando-o sensível, principalmente, às condições climáticas. Outra limitação ao coeficiente de sensibilidade à salinidade (K_y), apresentada por Katerji et al., (2000), está relacionada com a sua dependência em relação ao índice de área foliar. Segundo os autores, os

valores no decréscimo relativo da evapotranspiração e o decréscimo na produtividade em resposta ao déficit hídrico são maiores em plantas com um maior índice de área foliar.

Maas & Hoffman (1977) propuseram a classificação de diversas culturas quanto à tolerância relativa em decorrência da salinidade do solo e da água de irrigação, obtidas sob condições experimentais por meio de uma relação linear entre o rendimento da cultura e a condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo conforme a equação:

$$Y = 100 - b \cdot (CEes - S_{Lim}) \quad (2)$$

Em que: Y - rendimento relativo da cultura (%); b - queda de rendimento por acréscimo unitário na salinidade do extrato de saturação do solo, acima da salinidade limiar; CEes - condutividade elétrica média do extrato de saturação da zona radicular, $dS\ m^{-1}$; S_{Lim} - salinidade média limiar, $dS\ m^{-1}$.

Para Maas & Hoffman (1977), os valores apresentados devem ser considerados como tolerância relativa entre os diversos grupos de culturas. Por outro lado, os valores correspondentes à tolerância absoluta irão depender das condições climáticas, do solo e das práticas culturais adotadas no cultivo.

Uma outra metodologia para avaliar a tolerância das plantas aos sais foi proposta por Katerji et al. (2000). Esta metodologia está baseada na hipótese de que a tolerância da cultura à salinidade decorre da falta de água e que o decréscimo no rendimento é considerando como um resultado do déficit de água imposto à cultura durante a estação de crescimento. A relação entre o decréscimo na produtividade e o déficit de água imposto à cultura é expresso pelas equações

$$Y = a + (b \cdot WSDI) \quad (3)$$

E

$$WSDI = \frac{\sum_1^n (\Psi_c - \Psi_s)}{n} \quad (4)$$

Em que: Y - rendimento da cultura em %; a - fator de conversão, próximo de 100, devido ao fato dos valores de Ψ serem negativos e os de WSDI serem positivos; b - porcentagem da perda de rendimento da cultura por aumento unitário no valor do WSDI; WSDI - Índice diário de estresse hídrico; Ψ_c - valor do potencial hídrico diário na folha correspondente ao tratamento controle, determinado ao amanhecer, medido desde o início do crescimento até a senescência; Ψ_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;

Os autores consideram que o índice diário de estresse hídrico é suficientemente sensível para caracterizar as culturas quanto ao déficit hídrico e à salinidade, pois medição simultânea do potencial hídrico na folha antes do amanhecer elimina os efeitos das condições meteorológicas, as quais afetam características como condutância estomática e temperatura foliar. Dessa forma, o cálculo do WSDI dependerá somente do déficit hídrico e da salinidade do solo, excluindo as dependências da demanda evapotranspirométrica e do regime de irrigação.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção relativa, a eficiência do uso de água na produtividade e o potencial de água na folha do feijoeiro variedade Talismã submetido ao estresse hídrico e salino em dois tipos de solo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em vasos plásticos com capacidade para 15 litros, utilizando como planta o cultivar comercial de feijoeiro Talismã, em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES) situado pelas coordenadas geográficas de 20° 45' S, 41° 29' W e altitude de 150 m.

O material de solo utilizado como substrato foi coletado nos perfis naturais de um Latossolo Vermelho e um Neossolo Flúvico na área experimental do CCAUFES. A caracterização física e química dos solos (**Tabela 1**) foi feita nos laboratórios de Análise de Rotina do Departamento de Produção Vegetal do CCAUFES. As análises químicas constituíram na determinação dos teores de P disponível, K, Ca, Mg, Na, Al trocável, H+Al, CTC efetiva, CTC total, pH, saturação de bases. Na análise física do solo, foi efetuada a determinação da análise granulométrica (Embrapa, 1997).

Tabela 1. Características físico-químicas do solo utilizado no preenchimento das bandejas

Característica	Solo	
	Neossolo	Latossolo
Areia (%)	40	26
Silte (%)	20	34
Argila (%)	40	40
pH em água	6,17	5,73
Na ⁺ (mg dm ⁻³)	5,09	4,33
P (mg dm ⁻³)	3,30	6,01
K ⁺ (mg dm ⁻³)	80,33	25,67
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,60	0,97
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,00	0,83
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00
H +Al (cmol _c dm ⁻³)	0,83	0,77
Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³)	2,83	1,90
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	2,83	1,90
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	3,67	2,70
Saturação por alumínio (%)	0,00	0,00
Saturação por bases (%)	77,57	70,90

Foram semeadas seis sementes por vaso, aos 15 dias após o plantio foi realizado um desbaste mantendo-se duas plantas mais vigorosas por vaso. Antes da semeadura todos os tratamentos receberam adubação química em função da análise de solo e da exigência nutricional da cultura, conforme (Prezotti, et al. 2007). Aos 30 dias após o plantio, todos os tratamentos receberam adubação nitrogenada de cobertura.

Os tratamentos do experimento com estresse hídrico (**Tabela 2**) foram distribuído em delineamento inteiramente casualizado no arranjo fatorial com cinco níveis de estresse hídrico (sem estresse, estresse curto, moderado, longo e severo), dois solos e três repetições, perfazendo um total de 30 unidades experimentais.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados na realização do experimento com estresse hídrico.

Tratamento	Estresse	Descrição	Repetições
1 (TR 2)	Sem estresse	Intervalo entre as irrigações de 2 dias	3
2 (TR 4)	Curto	Intervalo entre as irrigações de 4 dias	3
3 (TR 6)	Moderado	Intervalo entre as irrigações de 6 dias	3
4 (TR 8)	Longo	Intervalo entre as irrigações de 8 dias	3
5 (TR 10)	Severo	Intervalo entre as irrigações de 10 dias	3

O delineamento experimental utilizado para a montagem do experimento com estresse salino (**Tabela 3**) foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos, dois solos e três repetições, perfazendo um total de 30 unidades experimentais. Os tratamentos consistirão na aplicação de uma lâmina de irrigação com água salina de condutividade elétrica de 1,00; 2,00; 3,00 e 4,00 dS m⁻¹ e uma lâmina de irrigação com água não salina (testemunha).

Tabela 3. Descrição dos tratamentos utilizados na realização do experimento com estresse salino

Tratamento	Descrição	Repetições
1 (AD)	Água não salina (Testemunha)	3
2 (AS ₁)	Água salina de 1,00 dS m ⁻¹	3
3 (AS ₂)	Água salina de 2,00 dS m ⁻¹	3
4 (AS ₃)	Água salina de 3,00 dS m ⁻¹	3
5 (AS ₄)	Água salina de 4,00 dS m ⁻¹	3

A água salina utilizada nas irrigações foi do abastecimento interno do Centro de Ciências Agrárias da UFES, sendo armazenada em reservatórios com capacidade de 60 L, onde era preparada mediante a adição de NaCl e CaCl₂ em quantidades necessárias para se obter uma condutividade elétrica descrita na **Tabela 2**, com uma relação iônica em peso equivalente de 3Na:2Ca, relação predominante na maioria das águas salinas para irrigação no nordeste, (Medeiros, 1992).

A lâmina de irrigação foi calculada em função da evapotranspiração real da cultura (ET_r) sendo que a reposição para cada unidade experimental feita a partir da quantidade de água evapotranspirada diariamente em cada tratamento, para isso, foram instalados drenos, em três vasos interligados de coleta de água de percolação, possibilitando a equação do balanço de água no solo:

$$ET = I - D \quad (5)$$

Em que: ET – evapotranspiração diária (mm); I – quantidade de água aplicada (mm), e; D – quantidade de água drenada (mm).

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar incidente (**Figura 1**) foram coletados numa estação meteorológica, localizada dentro da casa de vegetação. Os valores da ET_r foram corrigidos pontualmente, em cada vaso por meio do balanço de água do solo com base numa frequência de irrigação estabelecida para cada tratamento obedecendo a um decréscimo da disponibilidade total de água no solo na ordem de 50%.

A comparação entre os estresses foi feita em função do decréscimo da produção relativa déficit hídrico e estresse salino, a qual foi determinada segundo a metodologia do índice diário de estresse hídrico (eq. 4) proposta por Katerji et al. (2000). O potencial de água na folha antes do amanhecer foi determinado na terceira folha de uma planta de cada unidade experimental por meio de uma câmara de pressão Scholander et al. (1965) sendo realizadas

duas medições, um dia antes e outro dia após cada irrigação. Determinou-se também a eficiência do uso de água na produtividade conforme estabelecido por Larcher (2000).

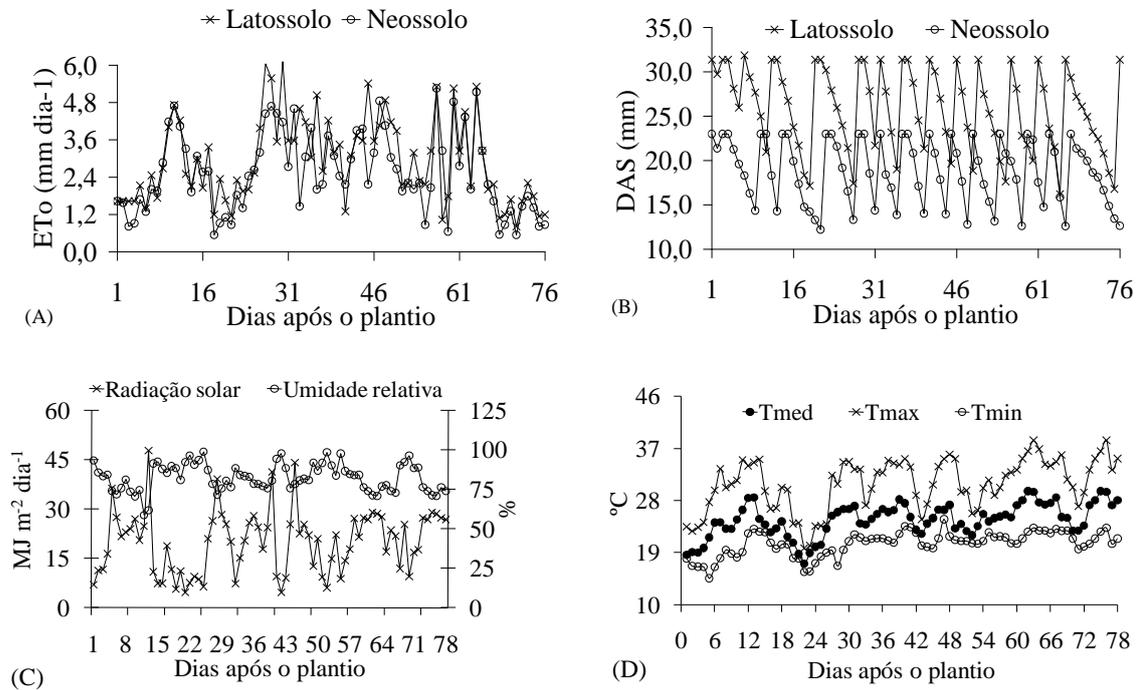


Figura 1. Evapotranspiração real (A), Disponibilidade de água nos solos (B), radiação solar e umidade relativa média (C) e temperaturas máxima, mínima e média (D), obtidas dentro da casa de vegetação durante o período experimental.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Potencial de água na folha no pré-amanhecer e eficiência no uso da água na produtividade

A redução do potencial hídrico foliar no pré-amanhecer (**Figura 2**), evidência uma resposta da cultura do feijoeiro Talismã ao estresse hídrico e salino, como forma de garantir a absorção de água do solo para manter, parcialmente, a atividade fisiológica das plantas. Com a redução do potencial de água na folha a cultura procurou desenvolver um mecanismo de adaptação à situação adversa, permitindo mesmo que em baixas proporções a extração da água no solo. Por outro lado, no tratamento irrigado com água não salina, foram obtidos os maiores valores de potencial de água na folha no pré-amanhecer e o mesmo apresentou pouca variação ao longo do período de cultivo da cultura. Esse comportamento foi também registrado por Katerji et al. (1997) e Katerji et al. (2001) para as culturas de milho, girassol, beterraba açucareira e lentilha, por Oliveira et al. (2005) na cultura do feijoeiro e por Ferreira et al. (2007) em plantas de milho.

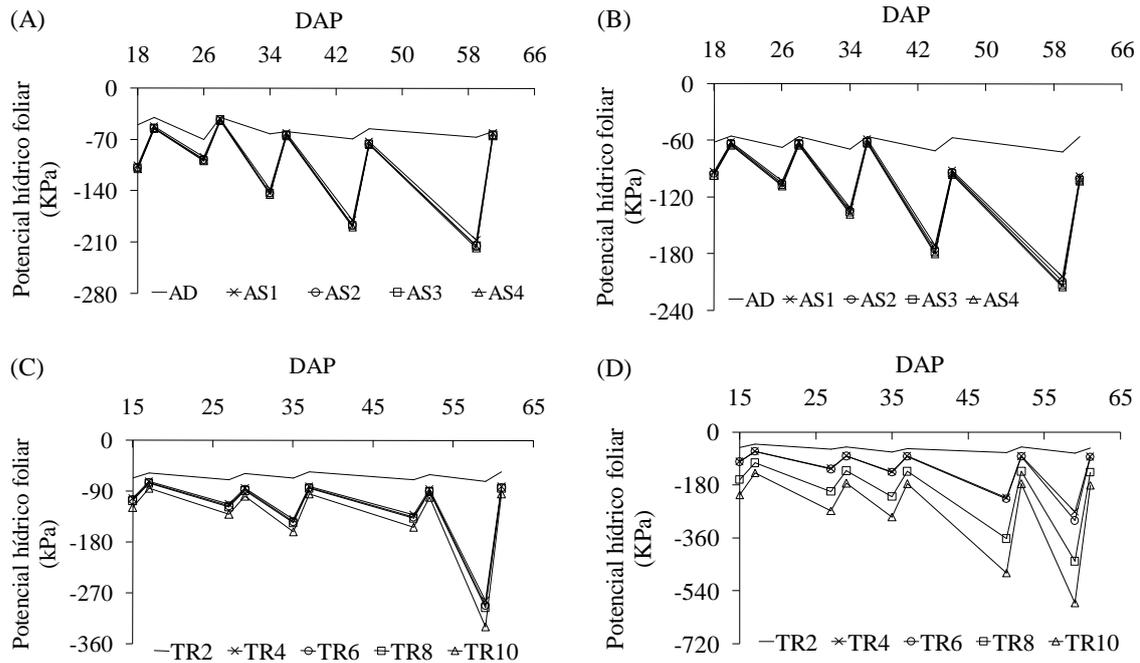


Figura 2. Potencial hídrico foliar no pré-amanhecer nas plantas de feijoeiro determinados durante o ciclo fenológico da cultura, submetidas ao estresse salino nos solos - Neossolo (A), Latossolo (B), e ao estresse hídrico nos solos - Latossolo (C) e Neossolo (D).

A redução do potencial hídrico foliar no pré-amanhecer ao longo da idade das plantas tanto sob estresse hídrico como salino antes e depois de cada irrigação, implica em dispêndio elevado de energia pela planta para manter, mesmo que em nível crítico, sua turgescência. Essa inconveniência sob déficit hídrico e/ou salino é adicional à energia requerida para absorver água da solução de um solo em capacidade de campo sob condições favoráveis de potencial total da água no solo. Dessa forma, as plantas exerceram maior força de embebição para extrair do solo sob deficiência hídrica causada pelo excesso de sais ou mesmo falta de água, uma unidade de massa de água comparativamente ao esforço para extraí-la sob condições favoráveis de potencial total da água no solo. (Ayers & Wetscot, 1999).

Observa-se na **Figura 3** que a eficiência do uso da água na produtividade da cultura do feijoeiro Talismã foi reduzida com o aumento do teor salino das águas e com o aumento da severidade do estresse hídrico. A necessidade de consumo de água para produzir uma unidade de matéria seca depende de cada espécie ou variedade vegetal, do estágio de desenvolvimento, da densidade da associação vegetal, das condições ambientais e, sobretudo da disponibilidade hídrica e da capacidade evaporativa do ar. Em geral as plantas C_3 , como é o caso do milho, em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, consomem em média 1,3 a 1,4 mm de água por grama de MS produzida (Larcher, 2000).

Ao comparar os resultados referentes a cada solo para cada estresse observa-se que as plantas apresentaram maior eficiência no uso da água no Neossolo. Isto pode ser devido ao maior potencial total da água nesse tipo de solo, uma vez que possui maior proporção de areia (**Tabela 1**) podendo assim ter influenciado na existência de maior espaço poroso e conseqüentemente numa maior disponibilidade de água para as plantas. Os resultados estão em coerência com Garcia et al. (2007) ao observarem que o aumento da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina em diferentes frações de lixiviação, reduziu a

eficiência do uso de água na produtividade do milho var. UFVM 100 cultivada em lisímetros de drenagem.

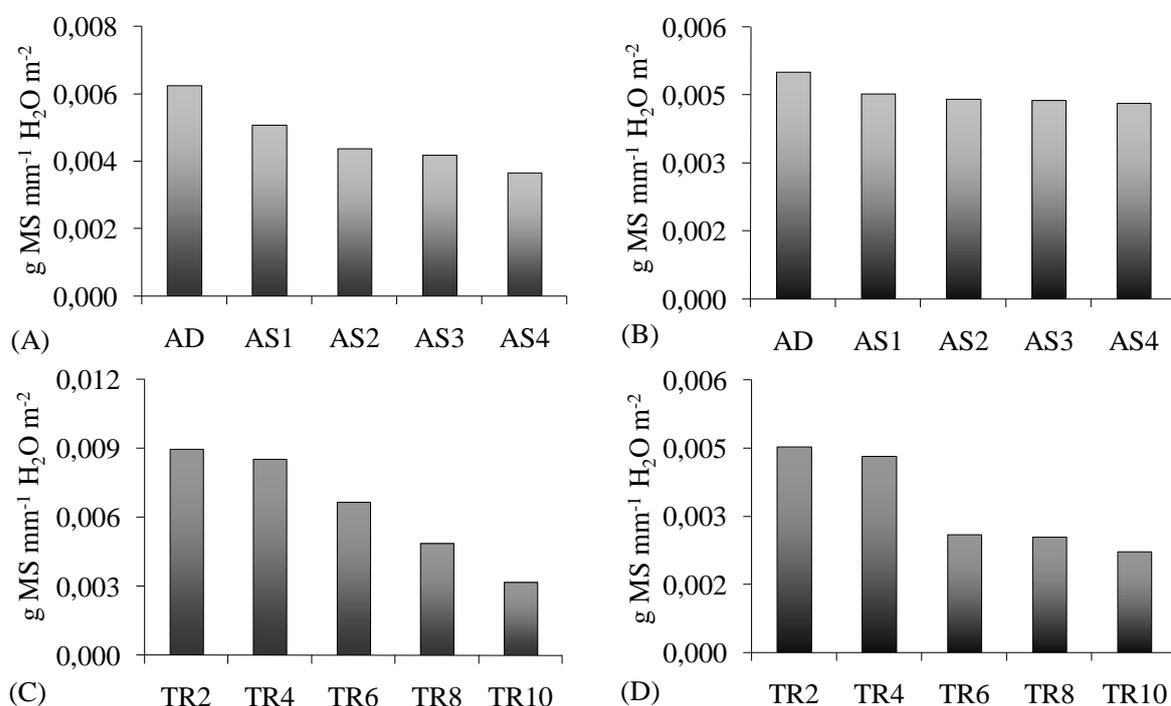


Figura 3. Eficiência do uso da água na produtividade nas plantas de feijoeiro durante o ciclo fenológico, submetidas ao estresse salino nos solos - Neossolo (A), Latossolo (B), e ao estresse hídrico nos solos - Neossolo (C) e Latossolo (D).

5.2 Produção Relativa

Conforme indicado na **Figura 4**, regidas pelas equações da **Tabela 4**, a produção relativa do feijoeiro Talismã, decresceu com o aumento do WSDI quando cultivadas sob déficit hídrico bem como nas plantas irrigadas com água salina.

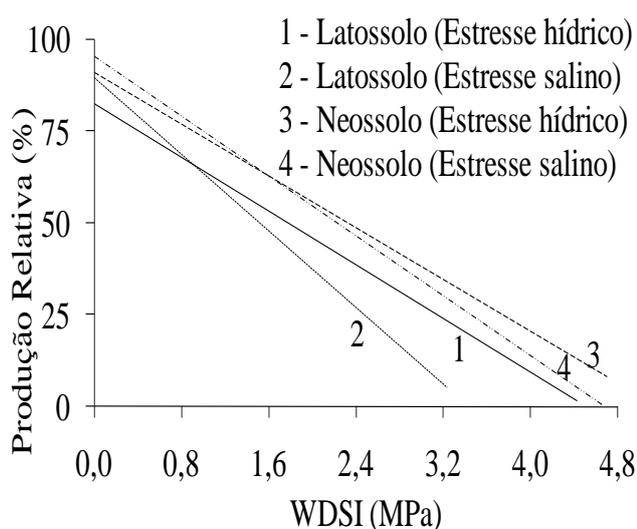


Figura 4. Produção relativa das plantas do feijoeiro cv. Talismã em função do aumento unitário dos valores de WSDI.

Tabela 4 – Equações ajustadas da produção relativa do feijoeiro cv. Talismã em função índice diário estresse hídrico (WSDI) durante o ciclo da cultura.

Solo	Estresse	Equação	Correlação (r)
Latossolo	Hídrico	$\hat{y} = 82,059 - 18,321 \cdot \text{WSDI}$	0,9873
	Salino	$\hat{y} = 89,711 - 26,129 \cdot \text{WSDI}$	0,9722
Neossolo	Hídrico	$\hat{y} = 91,142 - 17,632 \cdot \text{WSDI}$	0,9854
	Salino	$\hat{y} = 95,596 - 20,436 \cdot \text{WSDI}$	0,9776

De acordo com os resultados obtidos e apresentado na **Figura 4 e Tabela 4**, o estresse salino inibiu uma maior redução na produção do feijoeiro Talismã em cada tipo de solo. No Latossolo a produção decresceu 18,32% por incremento unitário do WSDI quando submetido ao estresse hídrico no Latossolo ao passo que no mesmo tipo de solo sob estresse salino essa redução foi da ordem de 26,12%, por sua vez no Neossolo o estresse hídrico proporcionou, uma redução de 17,63% por unidade de WSDI, contra 20,43% do estresse salino. Por outro lado, o Neossolo apresentou tanto no estresse hídrico e salino menor redução da produção quando comparados com o Latossolo.

A tendência dos resultados está de acordo com a observada por Oliveira et al. (2005) que obteve perda de 35% na produção por incremento unitário de WSDI na cultura do feijoeiro cultivado em lisímetros de drenagem irrigados com água salina. Esta coerente também com os resultados obtidos por Katerji et al. (2001) ao encontrar uma redução de 36% na produção para a cultura da soja e com os resultados apresentados por Katerji et al. (2003) para as culturas do trigo, milho, batata, beterraba, fava, soja e tomate.

6 CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos nas condições específicas permitem concluir que:

- O feijoeiro Talismã revelou ser sensível ao estresse salino e hídrico aplicados;
- A eficiência do uso de água pela cultura foi maior no Neossolo que no Latossolo;
- A produção do feijoeiro Talismã em ambos os solos foi mais afetada quando submetido ao estresse salino que no hídrico, e;
- A metodologia do WSDI mostrou-se eficaz para relacionar a produção relativa do feijoeiro sob condições de salinidade e déficit hídrico, reduzindo 18,32 e 26,12%, por incremento unitário do WSDI quando submetido, no Latossolo, ao estresse hídrico e salino respectivamente. Por sua vez no Neossolo o estresse hídrico proporcionou, por unidade de WSDI, uma redução de 17,63% contra 20,43% do estresse salino..

7 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e pelas bolsas de Iniciação Científica e de Pós-doutorado.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 192 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 29), 1999.
- EMBRAPA. Centro Nacional Pesquisa em Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.
- FERREIRA, P. A. et al. Tolerância da variedade de milho UFVM 100 à salinidade avaliada por três métodos. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 532-544, 2007.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/CNPAF. 1989. 425 p.
- GARCIA, G. O; et al. Índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 307-325, 2007.
- KATERJI, N.; et al. Osmotic adjustment of sugar beets in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. **Agriculture and Water Management**. Amsterdam, n. 34. p. 57 - 69. 1997.
- KATERJI, N.; et al. Response to soil salinity of two chickpea varieties differing in drought tolerance **Agriculture and Water Management**. Amsterdam, n. 50. p. 83-96. 2001.
- KATERJI, N. at al. Salt tolerance classification of crops to tree classification methods and examination of some hypothesis about salt tolerance. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.47, p.1-8, 2001.
- KATERJI, N., et al. Salt tolerance classification of crops to soil salinity and to water stress day index. **Agriculture and Water Management**. Amsterdam, v.43, p.99 - 109. 2000.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531 p.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v. 103, n. 2, p. 115-134, 1977.
- MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo gat, nos estados do RN, PB e CE**. 1992. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- OLIVEIRA, F. G.; et al. Índice de estresse hídrico diário do feijoeiro irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, p. 6-10, 2005. Suplemento.
- PREZOTTI, L. C.; et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.

SCHOLANDER, P. F.; et al. Hydrostatic pressure and osmotic potentials in leaves of mangroves and some other plants. **Proceedings of National Academy Science**. New York, v. 51, p. 119-125, 1965.

STEWART, J. L., et al. **Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil**. Utah Water Research Lab. PR. 151-1, Logan, Utah, 191 p. 1977.