

TOLERÂNCIA DA VARIEDADE MILHO UFVM 100 À SALINIDADE AVALIADA POR TRÊS MÉTODOS

Paulo Afonso Ferreira¹, Giovanni de Oliveira Garcia², Glauco Vieira Miranda³, Flávio Gonçalves de Oliveira⁴, Delfran Batista dos Santos⁵

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, pafonso@ufv.br.

² Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

³ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

⁴ Núcleo de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG.

⁵ Escola Agrotécnica Federal do Senhor do Bonfim, Senhor do Bonfim, BA.

1 RESUMO

Com objetivo de avaliar a produção relativa e a tolerância à salinidade da variedade de milho UFVM 100 por meio de três métodos de classificação, foi conduzido um experimento em lisímetros de drenagem, sob casa de vegetação, montado no delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos constituído de um irrigado com água doce (sem lixiviação) e seis irrigados com água salina de 1,2 dS m⁻¹, com frações de lixiviação de 40, 30, 20, 15, 10 e 5% da lâmina de irrigação aplicada e três repetições. Os três métodos de classificação da tolerância da cultura à salinidade baseados na condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo (CEes), déficit relativo de evapotranspiração (fator de sensibilidade ky) e índice diário de estresse hídrico (WSDI), conduzem a resultados diferentes. A produção relativa da variedade de milho UFVM 100 decresce 6,85% e 15,68% , respectivamente, com incrementos unitários do WSDI e da CEes além da salinidade limiar de 1,20 dS m⁻¹.

UNITERMOS: Índice diário de estresse hídrico, lisímetro de drenagem, água salina

FERREIRA, P.A.; GARCIA, G.O. de; MIRANDA, G.V.; OLIVEIRA, F.G.de; SANTOS, D.B.dos. UFVM 100 MAIZE TOLERANCE TO SALINITY EVALUATED BY THREE METHODS

2 ABSTRACT

Relative yield and UFVM 100 maize tolerance to salinity were evaluated by three classification methods. The experiment was carried out in drainage lysimeters under greenhouse conditions. The entirely randomized experimental design was used with seven treatments, being the first one irrigated with non saline water (without leaching) and the other ones irrigated with saline water of 1.20 dS m⁻¹ and leaching fractions of 40, 30, 20, 15, 10 and 5% of the applied irrigation depth and three replicates. Those three classification methods for UFVM 100 maize tolerance to salinity, based on electric conductivity of the saturated soil paste extract (CEes), relative evapotranspiration deficit (sensibility factor- ky) and water stress daily index (WSDI) led to different results. The relative yield of the UFVM 100 maize decreases down to 6.85% and 15.68%, respectively, with unitary increments in WSDI and CEes beyond the salinity threshold of 1.20 dS m⁻¹;

KEYWORDS: Water stress daily index, drainage lysimeter, saline water

3 INTRODUÇÃO

O estresse salino constitui um dos mais sérios fatores, que limitam o crescimento e a produção da maioria das culturas, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores. Considerado uma espécie moderadamente sensível à salinidade, o milho sofre redução progressiva do crescimento, que se reflete na perda de produção, com o aumento da concentração de sais no meio radicular (Izzo et al., 1991; Ayers & Westcot, 1999).

Diversos métodos para classificação da tolerância das culturas à salinidade têm sido apresentados. Maas & Hoffman (1977) e posteriormente Maas (1984) propuseram a classificação de diversas culturas, quanto à tolerância relativa em decorrência da salinidade do solo e da água de irrigação, obtidas em condições experimentais. Segundo os autores, os valores apresentados devem ser considerados como tolerância relativa entre os diversos grupos de culturas. Por outro lado, os valores correspondentes à tolerância absoluta dependerão das condições climáticas, do solo e das práticas culturais adotadas no cultivo.

Stewart et al. (1977) propuseram um método que relaciona o decréscimo na produção relativa das culturas com o déficit relativo de evapotranspiração, descrito pela equação

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

Em que: Y_0 - produtividade atual obtida; Y_m - produtividade máxima da cultura; ET_0 - evapotranspiração atual; ET_m - evapotranspiração máxima da cultura, e; ky - rendimento em resposta a um coeficiente de sensibilidade à salinidade, determinado em condições experimentais no campo.

Doornenbos & Kassam (1979) determinaram o coeficiente de sensibilidade à salinidade para 26 culturas, tomando por base o modelo apresentado por Stewart et al. (1977), as quais foram classificadas como tolerantes e sensíveis à salinidade. Esta classificação amplamente utilizada, entretanto, tem sido criticada em razão de o coeficiente de sensibilidade apresentar, para uma mesma cultura, uma grande dispersão, tornando-o sensível, principalmente, às condições climáticas. Stegman (1985) afirma que, para a cultura do milho, o valor deste coeficiente variou de 1,25 a 1,67 em função do decréscimo da umidade relativa do ar. Outra crítica ao coeficiente de sensibilidade à salinidade, apresentada por Katerji et al. (2000), relaciona-se à sua dependência em relação ao índice de área foliar. Segundo os autores, os valores do 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. Na Equação 01, nota-se que o índice de área foliar não é levado em consideração, o que pode conduzir a erros na classificação das culturas.

Recentemente, Katerji et al. (2000) propuseram um método baseado na hipótese que a tolerância da cultura à salinidade decorre da disponibilidade de água e que o decréscimo na produtividade é considerado um efeito do déficit de água imposto à cultura durante a estação de crescimento. A relação entre o decréscimo na produção relativa e o déficit de água imposto à cultura é expresso pelas equações

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

$$\text{WSDI} = \sum_{i=1}^n \frac{(\psi_{ci} - \psi_{si})}{n} \quad (3)$$

Em que: WSDI - índice diário de estresse hídrico, kPa; Ψ_{ci} - valor do potencial hídrico diário na folha correspondente ao tratamento controle, determinado no período antemanhã, medido desde o início do crescimento até a senescência, kPa; Ψ_s - valor do potencial hídrico na folha, correspondente ao tratamento salino utilizado, kPa; n - número de dias entre o início do crescimento da folha até sua senescência; b - porcentagem da perda de rendimento da cultura por aumento unitário no valor do WSDI; a - fator de conversão, próximo de 100, devido ao fato dos valores de Ψ serem negativos e os de WSDI positivos.

Os autores consideram que o índice diário de estresse hídrico é um método eficaz para caracterizar a sensibilidade das culturas à salinidade do solo, porque as medições do potencial hídrico na folha no período antemanhã, quando o potencial da água na planta encontra-se em equilíbrio com seu potencial no solo, tornam sem efeito as variações diurnas dos elementos climáticos, as quais afetam certas características, como a condutância estomática, taxa fotossintética e temperatura foliar. Dessa forma, o valor do WSDI calculado em função dos valores de potencial na folha, medidos antes do amanhecer, quando o sistema solo-água-planta encontra-se em condição supostamente estática, não é influenciado por fatores que afetam a dinâmica da água no sistema durante o dia, como a demanda de evapotranspiração, tipo de solo e regime de irrigação.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância à salinidade, bem como a produção relativa da variedade de milho UFVM 100 por meio de três métodos de classificação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em 21 lisímetros de drenagem, medindo 1,0 m de largura, 1,40 m de comprimento e 0,80 m de profundidade, construídos dentro de uma casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, com coordenadas geográficas de 20° 45' 00" de latitude Sul, 42° 45' 00" de longitude Oeste e altitude de 651 m. A área total ocupada pelos lisímetros era de 124,6 m² (7,0 m de largura por 17,80 m de comprimento), sendo cada lisímetro provido de drenagem de fundo da caixa interligada a um dispositivo para coleta do efluente. A espessura do perfil do solo, dentro da caixa, era de 0,70 m.

O solo utilizado no preenchimento dos lisímetros foi coletado no perfil natural de um Argissolo Vermelho Escuro Eutrófico Tb, na base da Serra de São Geraldo, no município de São Geraldo, MG, distante a, aproximadamente, 21 km de Viçosa. Antes do plantio, devido ao excesso de sais do solo nos lisímetros que receberiam as irrigações com água salina, estes foram lixiviados com água doce até atingir, aproximadamente, 1,00 dS m⁻¹ no extrato da pasta do solo saturado.

A caracterização física e química do solo (Tabela 1) foi feita nos laboratórios de Análise de Física do Solo e de Água e Solo dos Departamentos de Solo e de Engenharia Agrícola, respectivamente. As análises químicas consistiram na determinação dos teores de P disponível, K, Ca, Mg, Na, Al trocável, H+Al, CTC efetiva, CTC total, pH, saturação de

bases, porcentagem de sódio trocável, índice de saturação por alumínio e fósforo remanescente.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no preenchimento dos lisímetros de drenagem

Característica	Valor	Característica	Valor
Areia grossa (dag kg ⁻¹)	18,4	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,70
Areia fina (dag kg ⁻¹)	9,8	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,60
Silte (dag kg ⁻¹)	17,0	Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00
Argila (dag kg ⁻¹)	54,8	H + Al (cmol _c dm ⁻³)	0,33
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,20	Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³)	3,88
Densidade de partículas (kg dm ⁻³)	2,63	CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	3,88
Porosidade total (dm ³ dm ⁻³)	0,54	CTC total (cmol _c dm ⁻³)	4,21
pH em água	5,9	Saturação por alumínio (%)	0,0
Na ⁺ (mg dm ⁻³)	99,0	Saturação por bases (%)	92,0
P (mg dm ⁻³)	4,2	PST (%)	10,1
K ⁺ (mg dm ⁻³)	60,0	P – rem (mg L ⁻¹)	31,4

PST – Porcentagem de sódio trocável; P – rem – fósforo remanescente.

Na análise física do solo, foram efetuadas as seguintes determinações: massa específica, pelo método da proveta; partículas, pelo método do balão volumétrico; análise granulométrica, pelo método da pipeta (Embrapa, 1997).

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições, perfazendo um total de 21 unidades experimentais. Os sete tratamentos consistiram de um irrigado com água doce (sem lixiviação) e seis irrigados com água salina de 1,20 dS m⁻¹, com frações de lixiviação de 40, 30, 20, 15, 10 e 05% da lâmina de irrigação aplicada.

A água salina utilizada nas irrigações (Tabela 2) foi preparada em um reservatório com capacidade de 1000L mediante a adição de NaCl e CaCl₂, em quantidades necessárias para obtenção de uma condutividade elétrica (CEai) de 1,20 dS m⁻¹ e uma relação iônica, em peso, equivalente a 3Na:2Ca, relação esta predominante em águas salinas utilizadas em irrigação no nordeste do País, conforme citado por Medeiros (1992).

Tabela 2. Características médias da água utilizada na irrigação da cultura do milho durante o período experimental

Característica	Valor	
	Água salina	Água não salina
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	1,20	0,06
Concentração de sódio (cmol _c L ⁻¹)	0,4436	0,0002
Concentração de cálcio (cmol _c L ⁻¹)	0,2875	0,0167
Concentração de cloro (cmol _c L ⁻¹)	0,0141	0,0000
Concentração de magnésio (cmol _c L ⁻¹)	0,0534	0,0103
Concentração de potássio (cmol _c L ⁻¹)	0,0186	0,0192
RAS (cmol _c L ⁻¹) ^{0,5}	1,0744	0,0002
pH	6,70	6,20

A lâmina de irrigação equivalente à evapotranspiração real da cultura (ET_r) foi calculada em função da ET₀, estimada por meio do método FAO-24 da radiação, adaptado por

Frevert et al. (1983), corrigida para os valores de K_c da cultura e do coeficiente de umidade do solo (K_s), proposto por Bernardo et al. (2005).

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar incidente e velocidade do vento foram coletados numa estação meteorológica, localizada dentro da casa de vegetação, sendo que os valores da E_{Tr} foram corrigidos pontualmente, em cada lisímetro, por meio do balanço de água do solo com base numa frequência de irrigação de dez dias (Figura 1 A, B, C, D e E).

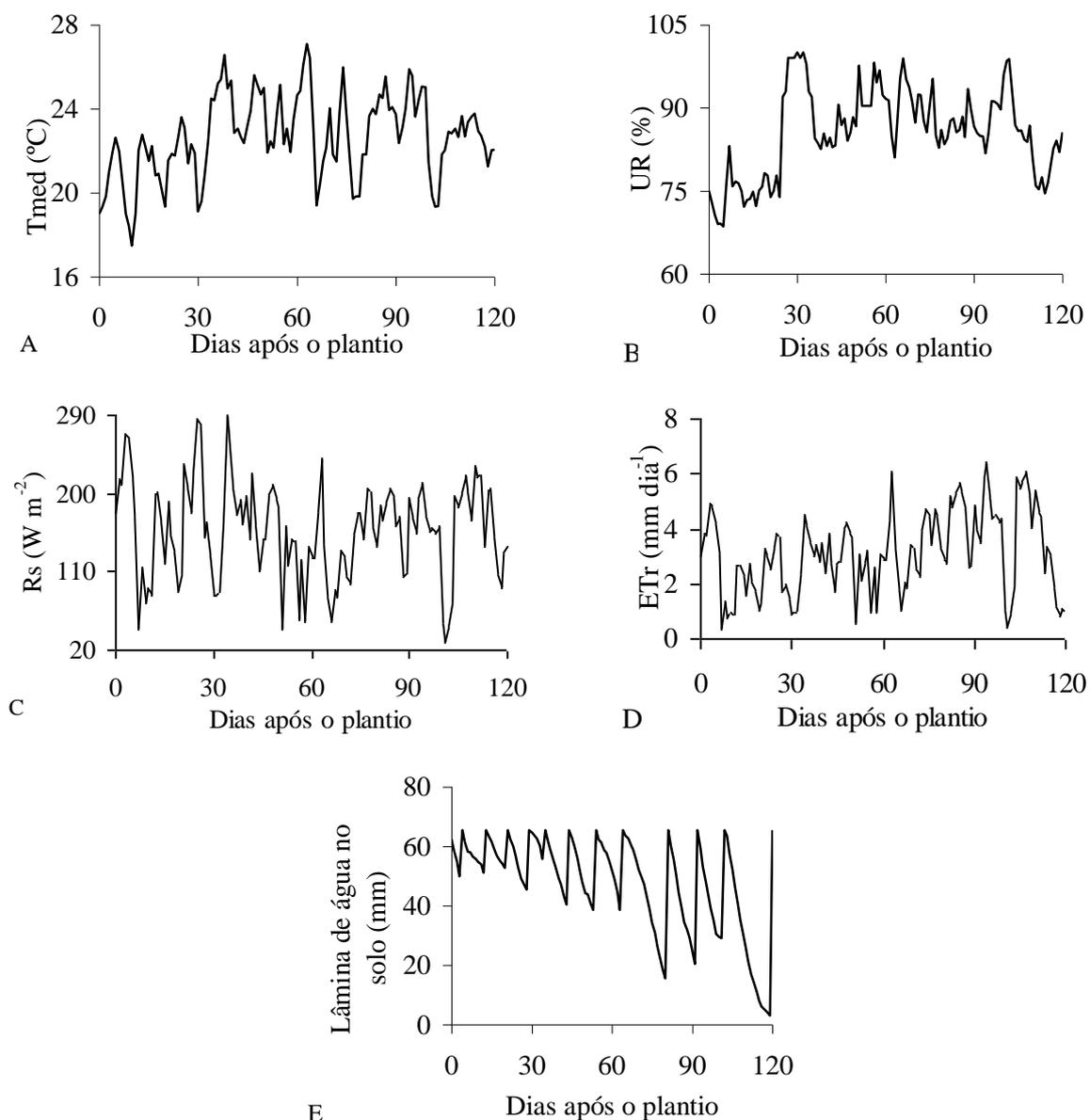


Figura 1. Valores médios diários de temperatura (A), umidade relativa (B), radiação solar incidente (C), evapotranspiração real (D) e o balanço de água no solo (E) durante o período experimental de cultivo da cultura do milho.

O balanço de água no solo foi realizado, empregando-se a equação

$$E_{Tr} = I - \Delta U - D \quad (4)$$

Em que: I – lâmina de irrigação (mm); ΔU - variação do conteúdo de água no solo (mm), e; D – lâmina de percolação profunda (mm).

A variedade de milho empregada no experimento foi a UFVM 100, sendo o plantio feito manualmente, em sulcos espaçados 0,70 m entre si, com 16 sementes por metro linear de sulco, perfazendo um total de 32 sementes, por lisímetro, no momento de plantio. No dia do plantio, todos os tratamentos receberam a mesma adubação química nas seguintes dosagens: 30 Kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio; 50 Kg ha⁻¹ de P, na forma de superfosfato simples; e 80 Kg ha⁻¹ de K, na forma de cloreto de potássio. Aos 30, 45 e 60 dias após o plantio (DAP), foram feitas três adubações nitrogenadas de cobertura na dose de 30 Kg ha⁻¹, na forma de sulfato de amônio e uma potássica na dose de 20 kg ha⁻¹, na forma de cloreto de potássio.

Aos 15 DAP, foi feito o desbaste, permanecendo 8 plantas por lisímetro (50.000 plantas ha⁻¹). O controle de ervas daninhas foi feito com capinas manuais, enquanto, para o controle de *Spodoptera frugiperda*, aplicou-se o inseticida piretróide “Decis”, na dosagem de 0,3 L ha⁻¹.

As frações de lixiviação foram aplicadas a partir dos 30 DAP, enquanto, no período inicial, foi aplicada apenas a lâmina de irrigação de manutenção da umidade do solo. A lâmina de irrigação correspondente à ETr, acrescida da fração de lixiviação de cada tratamento, foi aplicada manualmente e de forma uniforme, em cada lisímetro.

O coeficiente de sensibilidade à salinidade foi determinado, empregando-se a Equação 1, conforme metodologia proposta por Stewart et al. (1977).

O decréscimo na produção relativa da cultura do milho em função da salinidade do solo foi feito empregando-se a metodologia do Platô de resposta linear (LRP) proposta por Maas & Hoffman (1977).

Os valores do índice diário de estresse hídrico (WSDI) foram determinados por meio da Equação 3, enquanto o decréscimo da produção relativa da cultura do milho em função dos valores do WSDI foi feito, empregando-se a Equação 2, conforme metodologia 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, desenvolvida por Scholander et al. (1965), sendo realizada uma medição antes e outra depois de cada irrigação.

Paralelamente às coletas das folhas para as análises, em cada unidade experimental foram retiradas amostras de solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, para a determinação do balanço de sais no perfil do solo, avaliado a partir da medição da condutividade elétrica da pasta do solo saturado. O extrato de saturação foi obtido, conforme descrito por Ruiz (2003), sendo a condutividade elétrica determinada por leitura direta, na solução extraída, com auxílio de um condutivímetro.

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. Os modelos foram escolhidos com base tanto na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” e adotando α de até 1 e 5%, quanto no coeficiente de determinação (r^2) devido à regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Salinidade do solo

Aos 30 DAP, os níveis médios de salinidade do solo (Tabela 3) não excederam o valor de 1,70 dS m⁻¹, capaz de induzir uma diminuição sensível no rendimento (Ayers & Westcot, 1999). Por outro lado, a partir dos 60 até os 120 DAP, os níveis médios de salinidade do solo,

conforme os referidos autores, já são capazes de induzir uma redução potencial na ordem de 10 a 50% no rendimento. Vale ressaltar que Izzo et al. (1991), trabalhando sob outras condições experimentais, encontraram valores de salinidade limiar bem acima de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$.

Tabela 3. Valores médios da condutividade elétrica da pasta de solo saturado, determinados nas unidades experimentais aos 30, 60, 90 e 120 DAP

Tratamentos	Condutividade elétrica do solo (dS m^{-1})				Média
	30 DAP	60 DAP	90 DAP	120 DAP	
AD	0,81	0,85	0,81	0,85	0,83
ASFL 40%	1,27	1,67	2,55	3,21	2,17
ASFL 30%	1,13	1,74	2,92	4,07	2,47
ASFL 20%	1,29	1,96	3,29	4,67	2,80
ASFL 15%	1,10	2,10	3,58	5,18	2,99
ASFL 10%	1,18	2,53	4,05	6,57	3,58
ASFL 05%	1,39	3,01	5,01	7,89	4,33

AD – água doce; ASFL – água salina acrescida da fração de lixiviação.

Os resultados médios da salinidade do solo em função das frações de lixiviação, apresentados na Tabela 3, aumentaram ao longo dos períodos de avaliação da cultura e diminuíram dentro de cada período analisado, com o aumento da fração de lixiviação, exceto aos 30 DAP. Estes resultados comprovam que a lixiviação, resultante da passagem de água através do perfil do solo, é uma prática eficaz na redução do excesso de sais solúveis na zona radicular das culturas. Comportamento semelhante foi encontrado por Ferreira et al. (2005).

Coefficientes de sensibilidade à salinidade do cultivar de milho UFVM 100

Pelos resultados da Tabela 4, percebe-se que o aumento na salinidade média do solo ao longo do ciclo da cultura interferiu, significativamente, no consumo de água das plantas de milho. Verifica-se na Figura 2 um declínio da evapotranspiração da cultura superior a 37 mm por incremento unitário da condutividade elétrica da solução do solo, o qual está associado à redução progressiva do componente osmótico do potencial total da água no sol (Ferreira et al., 2005).

Tabela 4. Resumo da análise de variância da variável uso consuntivo de água durante o ciclo das plantas de milho, em função da salinidade média do solo

Fonte de variação	GL	Quadrados médios
Tratamentos	6	5438,9220**
Resíduo	14	37,6756
Coefficiente de variação (%)	-	1,91

* significativo a 5% de probabilidade.

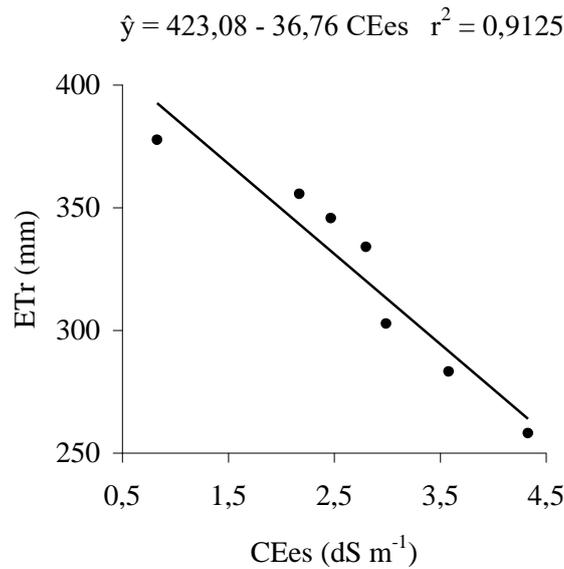


Figura 2. Evapotranspiração real (ETr) durante o ciclo de cultivo das plantas de milho, em função dos níveis médios de salinidade do solo (CEes) ao longo do ciclo da cultura.

O rendimento relativo do cultivar UFVM 100 decresceu linearmente (Figura 3) com o incremento na evapotranspiração relativa ao longo do período vegetativo total, evidenciando o efeito negativo do aumento nos níveis de salinidade da solução do solo sobre a diminuição da disponibilidade de água, devido ao efeito do componente osmótico do potencial total de água no solo.

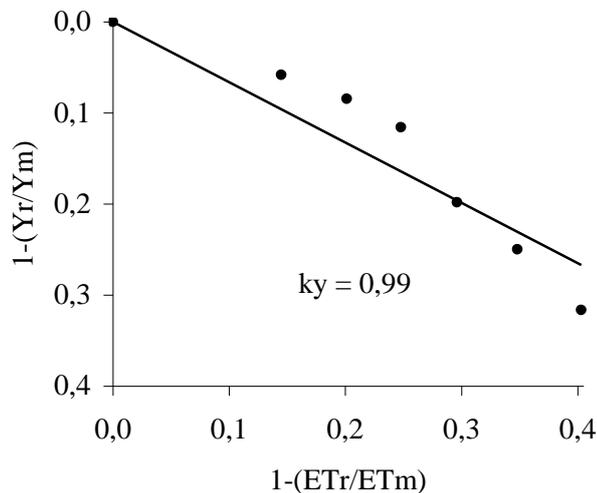


Figura 3 – Relação entre diminuição de rendimento relativo ($1 - \text{ERr}/\text{ETm}$) e déficit de evapotranspiração relativa ($1 - \text{ETr}/\text{ETm}$) para a variedade de milho UFVM 100.

Comparando-se os resultados obtidos com aqueles citados por Doorenbos e Kassam (1979) e Katerji et al. (2000), para condições de déficit hídrico e salinidade do solo, os mesmos apresentaram diferenças apreciáveis, uma vez que esses pesquisadores os obtiveram

para o ciclo da cultura do milho, respectivamente, $k_y = 1,25$ e $1,10$. Segundo os autores, baseado nesta metodologia, a cultura do milho é classificada como moderadamente tolerante ao déficit hídrico e à salinidade, respectivamente, devido os valores de k_y estarem entre 0,95 a 1,50. O mesmo pode-se dizer da variedade de milho UFVM 100, considerando-se as condições experimentais.

A diferença encontrada nos valores de k_y pode ter sido influenciada pelas condições ambientais e porque, segundo Doorenbos e Kassam (1979), uma avaliação dos dados experimentais de campo indica certa dispersão nos valores de k_y , que é devida à imperfeição experimental e às variações no clima, nível de evapotranspiração e solo. Deve-se ainda ressaltar, conforme os autores, que não se dispõem de valores como padrão de referência para comparação, mas supõe-se, apenas, que a confiabilidade dos valores de k_y é semelhante à procedente da análise dos resultados experimentais de campo.

Produção relativa da variedade de milho UFVM 100 em função da salinidade do solo

Baseado na metodologia de regressão segmentada (modelo platô) aplicada aos dados de produção relativa (Figura 4), verifica-se que a salinidade limiar para a variedade de milho UFVM-100 foi $1,20 \text{ dS m}^{-1}$.

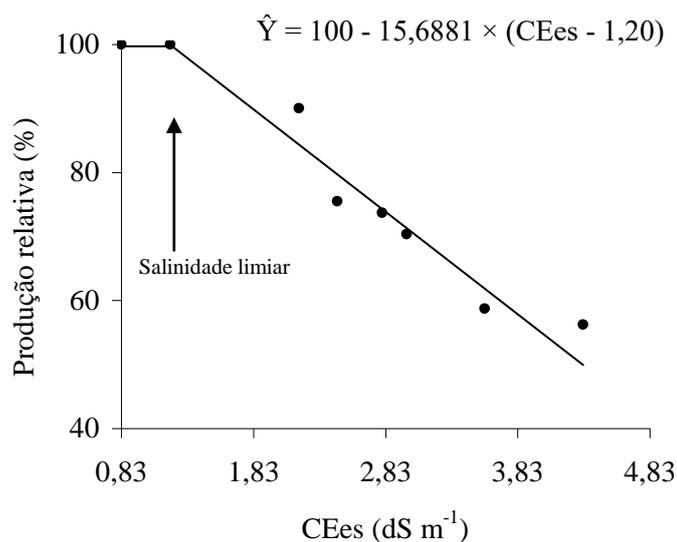


Figura 4. Produção relativa da variedade de milho UFVM-100, em função do aumento nos níveis de salinidade do solo (CEes).

Na Figura 4, observa-se que o incremento unitário da CEes, acima da salinidade limiar, reduz em 15,68% a produção relativa da variedade de milho UFVM-100. Ayers & Westcot (1999) encontraram, para a cultura do milho, uma perda de 12,05% no rendimento por aumento unitário da CEes acima da salinidade limiar de $1,70 \text{ dS m}^{-1}$. De acordo com esta metodologia, a variedade de milho UFVM 100 mostrou-se sensível à salinidade, enquanto Ayers & Westcot (1991) classificam o milho como sendo moderadamente sensível. Esses resultados evidenciam que a resposta da cultura à salinidade varia, consideravelmente, devido às condições ambientais e às características biológicas inerentes ao cultivar.

Produção relativa das plantas de milho em função do WSDI

De acordo com a Figura 5, os valores do potencial de água nas folhas de milho antes do amanhecer reduziram com as frações de lixiviação, retratando, portanto, menor disponibilidade de água no solo para as menores frações de lixiviação.

Os resultados para o potencial de água na folha das plantas de milho são semelhantes àqueles obtidos por Katerji et al. (2000) e Katerji et al. (2004) para a cultura do milho, cultivada também em crescentes níveis de salinidade do solo.

A salinidade média do solo ao longo do ciclo da cultura afetou significativamente (Tabela 5) o potencial de água na folha das plantas, antes do amanhecer, bem como o WSDI e a evapotranspiração real nas plantas de milho. Na Figura 6 (A, B), apresenta-se o comportamento destas variáveis em função do aumento nos níveis de salinidade média do solo.

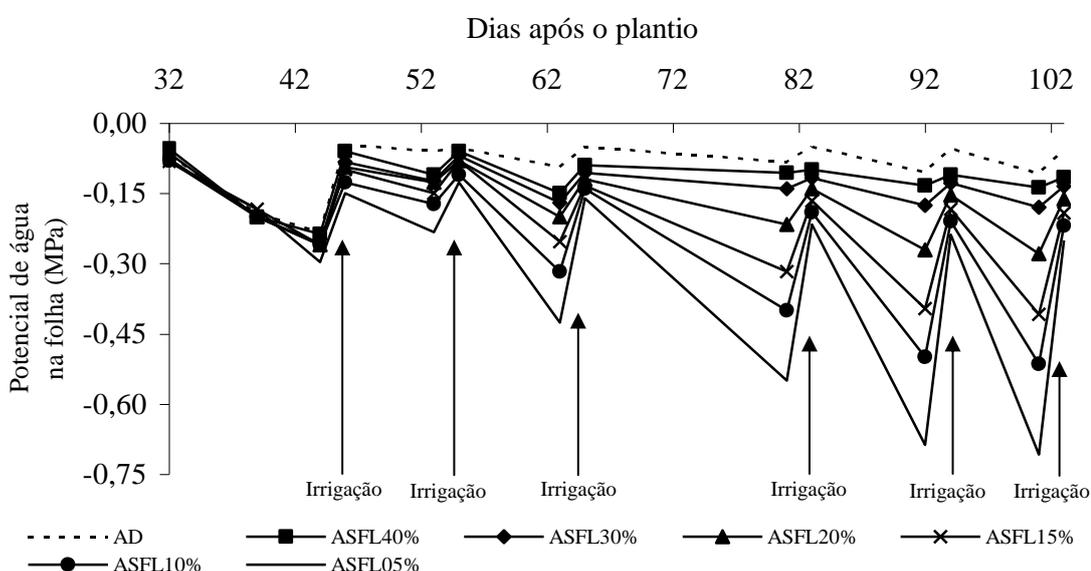


Figura 5. Potencial de água na folha antes do amanhecer nas plantas de milho, determinado durante o ciclo fenológico da cultura.

Tabela 5. Resumo da análise de variância no potencial de água da folha ao amanhecer e no WSDI nas plantas de milho, em função da salinidade média do solo

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		Ψ folha	WSDI
Tratamentos	6	1,7481**	15,8401**
Resíduo	14	0,0168	0,1432
Coeficiente de variação (%)	-	7,09	11,88

Ψ folha - potencial de água na folha antes do amanhecer

** significativo a 1% de probabilidade.

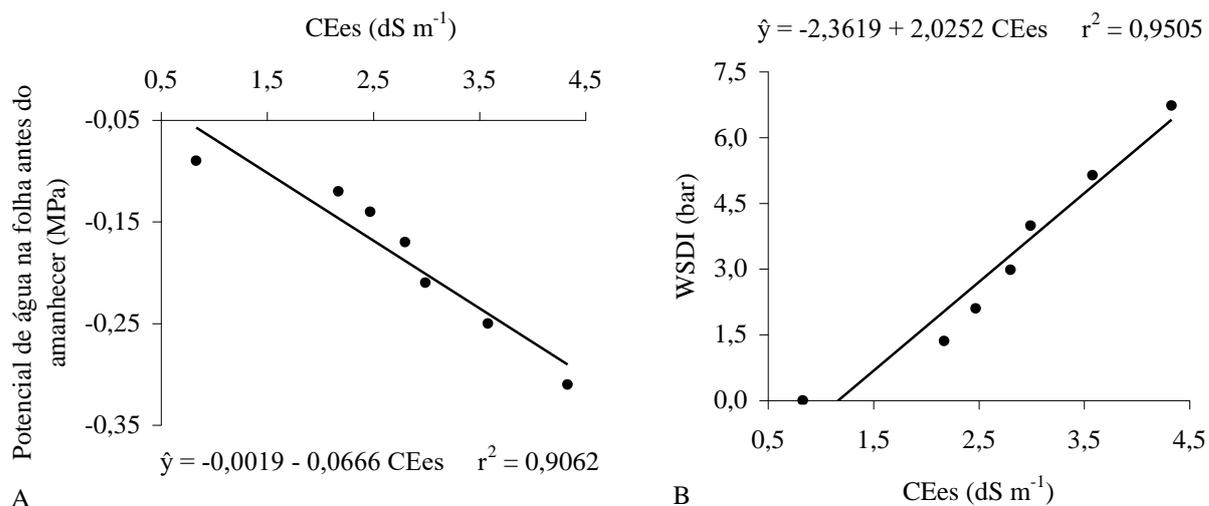


Figura 6. Potencial de água na folha antes do amanhecer (A) e índice diário de estresse hídrico (B), em função dos níveis médios de salinidade do solo (CEes) ao longo do ciclo de cultura do milho.

O WSDI é um método quantitativo utilizado para determinar o decréscimo no rendimento de uma cultura, imposta pelo estresse salino, durante o crescimento e desenvolvimento das plantas. Neste sentido, verifica-se que a produção relativa das plantas de milho decresceu, linearmente, com o aumento do WSDI, determinado em função dos valores de potencial de água na folha, medidos no período antemanhã, nos tratamentos com diferentes níveis de salinidade.

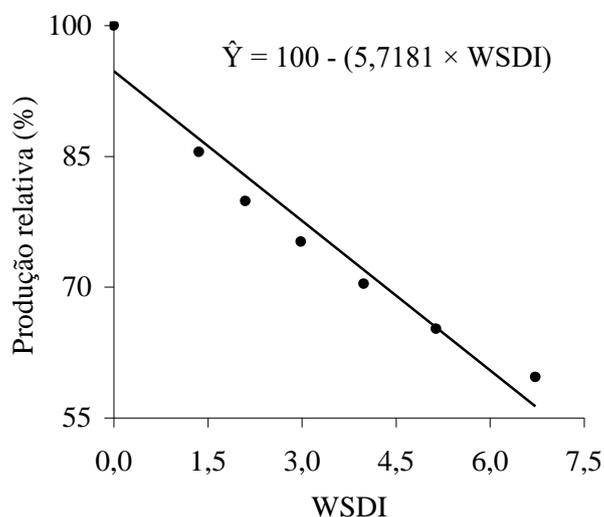


Figura 7. Relação entre a produção relativa das plantas de milho da variedade UFVM-100 e o índice de estresse hídrico nas folhas.

A produção relativa da variedade de milho UFVM-100 (Figura 7) decresceu 5,72% com o incremento unitário do WSDI. Este decréscimo foi inferior à redução de 11,90% na produção relativa com o incremento unitário dos valores do WSDI, obtidos por Katerji et al. (2000). De acordo com esta metodologia, a variedade de milho UFVM 100 é classificada como tolerante à salinidade.

6 CONCLUSÕES

- Os três métodos de classificação da tolerância da variedade de milho UFVM 100 à salinidade, baseados na condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo (CEes), déficit relativo de evapotranspiração (fator de sensibilidade k_y) e índice diário de estresse hídrico (WSDI), conduzem a resultados diferentes;
- A produção relativa da variedade de milho UFVM 100 decresce 6,85% e 15,68% , respectivamente, com incrementos unitários no WSDI e na CEes além da salinidade limiar de 1,20 dS m⁻¹;
- Os valores de WSDI foram, significativamente, afetados pelo aumento nos níveis de salinidade do solo, portanto, mostrando-se um método eficaz para caracterização do decréscimo na produção relativa em função da salinidade do solo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C.. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 611p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979 (FAO. Riego y Drenaje, 33).
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FERREIRA, P.A.; GARCIA, G.O.; SANTOS, D.B. dos; OLIVEIRA, F.G. de; NEVES, J.C.L. Estresse salino em plantas de milho: - Macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Suplemento, p. 11-15, 2005.
- FREVERT, D.R.; HILL, R.W.; BRAATEN, B.C. Estimation of FAO evapotraspiration coefficients. **Journal of Irrigation and Drainage**. New York, v.109, p.265-270, 1983.
- IZZO, R.; NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in Maize seedling as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.14, p.687-699, 1991.
- KATERJI, N. et al. Comparison of corn yield response to plant water stress caused by salinity and by drought. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.65, p.95–101, 2004.
- 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.

- MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. In: CRISTIE, B.R. **The handbook of plant science in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1984. p. 57-75.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v.103, n.1R2, 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 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.
- RUIZ, H.A. **Métodos de análises físicas do solo**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. 56p. Apostila Acadêmica. Programa de Pós-Graduação em solos e nutrição de plantas.
- 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.
- STEGMAN, E.C. Efficient water scheduling regimes to corn production. In: PERRIER, A., RIOU, Ch. (Ed.), **Crop water requirements**. Institute National de la Recherche Agronomique, Paris, 1985. p. 635 - 648.
- STEWART, J.L.et al. **Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil**. Logan: Utah Water Research Lab.,1977. 191 p.