



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO MILHO IRRIGADO COM ÁGUA DE DIFERENTES CONDUTIVIDADES ELÉTRICAS

Aline Azevedo Nazário¹; Luciano de Oliveira Bestete²; Giovanni de Oliveira Garcia³;
Edvaldo Fialho dos Reis⁴; Roberto Avelino Cecílio⁵

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e produção de milho decorrentes do uso de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação, foi montado um experimento no delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas 5 x 4 com três repetições. As parcelas constituíram-se em cinco níveis de salinidade da água de irrigação com condutividade de 0,1; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹ e nas subparcelas, quatro fases fenológicas da cultura correspondentes ao crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica. Em cada fase fenológica, foram realizadas as análises do crescimento da cultura e ao final do período experimental foi determinada a produção de grãos. A aplicação de água de irrigação com diferentes condutividades elétricas reduziu a massa seca das raízes, da parte aérea, a área foliar, o número e peso de grãos, logo acarretou efeitos deletérios a planta e a produção da cultivar de milho PL6880.

Palavras-chaves: Estresse salino; *Zea mays*; água salina

DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF MAIZE IRRIGATED WITH WATER OF DIFFERENT ELECTRICAL CONDUCTIVITIES

ABSTRACT

In order to evaluate the development and production of corn from the use of different electrical conductivity of irrigation water, was mounted in an experiment in a completely randomized split plot with three 4 x 5 repetitions. The plots consisted of five levels of salinity of irrigation water with a conductivity of 0.1, 0.8, 1.6, 2.4 and 3.2 dS m⁻¹ and the plots, four phenological stages corresponding vegetative growth, flowering, grain filling and physiological maturity. In each phenological phase, tests were carried out, the crop growth and soil chemical properties and the end of the experiment was determined to grain production. The application of irrigation water with different electrical conductivity reduced the dry mass of roots, shoots, leaf area, number and weight of grain, so the deleterious effects caused the plant and production of maize cultivar PL6880.

Keywords: Salt stress; *Zea mays*; saline water

Trabalho recebido em 24/01/2012 e aceito para publicação em 28/04/2013.

¹Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Av. Candido Rondon, 501 – Barão Geraldo – 13083-875 – Campinas/SP, e-mail: aline.a.n@hotmail.com

²Tecnólogo em Aquicultura, M.Sc. em Produção Vegetal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Alegre, ES, e-mail: luciano.bestete@hotmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Prof. D. Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, Alegre, ES, e-mail: giovanni.gracia@ufes.br

⁴Engenheiro Agrícola, Prof. D.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, Alegre, ES, e-mail: edreis@cca.ufes.br

⁵Engenheiro Agrícola, Prof. D.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Florestal, Alegre, ES, e-mail: rcecilio@cca.ufes.br

1. INTRODUCTION

O impacto da salinidade do solo sobre a produtividade agrícola é um sério problema, principalmente em regiões áridas e semiáridas, que dependem da irrigação para garantir um adequado suprimento de água para as culturas.

Na prática da irrigação, o correto manejo da água é de fundamental importância, pois qualquer que seja a fonte, a água contém sais e, esses podem se acumular no solo atingindo concentrações que afetam o desenvolvimento das culturas (FAGERIA, 1989).

O estresse salino representa um dos fatores mais sérios que limitam o crescimento e a produção das culturas, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores (GARCIA et al., 2007).

A inibição do crescimento das plantas pelo estresse salino pode ser causada pela redução do potencial osmótico e/ou acumulação excessiva de íons, o que pode induzir a toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou a ambos (BOURSIER & LÄUCHLI, 1990). Entretanto o grau com que cada um desses componentes do estresse salino influencia o crescimento é dependente de fatores como a espécie vegetal, cultivar, tipo de salinidade, intensidade e duração do estresse salino, luminosidade, umidade do

solo e do ar e do estágio de desenvolvimento da planta (CRAMER et al., 1994).

As áreas salinizadas podem ser exploradas com sucesso, graças à utilização de espécies tolerantes à salinidade e à adoção de práticas adequadas de manejo de solo-água-plantas (FAGERIA, 1989). O milho é considerado uma espécie moderadamente tolerante à salinidade, no entanto pode sofrer redução progressiva do crescimento, com o aumento da concentração de sais no meio radicular (IZZO et al., 1991).

A redução dos componentes de rendimento da cultura do milho, em função do aumento na salinidade do solo, é relatada por diversos autores, dentre eles Willadino et al. (1992), Katerji et al. (2004) e Blanco et al. (2008), que verificaram que a produtividade da cultura do milho foi reduzida, em função do aumento nos níveis de salinidade da água de irrigação.

De acordo com Benincasa (2003), a análise de crescimento é um meio acessível e preciso para se avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal. Além disso, essa técnica pode ser de grande valor na avaliação de diferenças intra e interespecíficas das diversas características

que definem a capacidade produtiva da planta.

Apesar da importância da cultura do milho na economia do país, há poucas informações técnico-científicas sobre a sustentabilidade da exploração dessa cultura sob condições de irrigação com água salina. Dessa forma, técnicos e produtores sentem a necessidade de informações que visem melhorar o rendimento e esclarecer dúvidas frequentes, como a resposta desta cultura à salinidade da água de irrigação.

Logo, objetivou-se neste trabalho avaliar o desenvolvimento e produção do milho PL6880, decorrentes do uso de diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos de polietileno com volume de aproximadamente 15 litros, em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), com coordenadas geográficas de 20° 45' S, 41° 29' W e altitude de 119 m, município de Alegre, Espírito Santo.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas 5 x 4 com três repetições, em que cada vaso com

uma planta correspondeu a uma unidade experimental. As parcelas constituíram-se em cinco condutividades elétricas da água de irrigação, com condutividades de 0,1; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹. As subparcelas foram constituídas de quatro fases fenológicas da cultura correspondentes ao crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica.

As fases fenológicas da cultura foram caracterizadas, sendo a fase crescimento vegetativo evidente aos 28 dias após emergência, apresentando 8 folhas totalmente desdobradas, a fase floração aos 60 dias após emergência, a fase de enchimento de grãos aos 84 dias após a emergência, com caracterização de grãos leitosos e a fase maturação fisiológica, aos 120 dias após a emergência.

O solo utilizado no experimento foi retirado do perfil natural de um Latossolo Vermelho-Amarelo existente na área experimental do CCA/UFES, que depois de destorroado, seco ao ar e peneirado em malha de quatro milímetros, foi retirada uma amostra que foi encaminhada ao Laboratório para caracterização de seus atributos químicos (Tabela 1), conforme metodologia preconizada pela Embrapa (1997).

Tabela 1. Caracterização química dos atributos do solo utilizado no experimento

Atributos	Valor
pH	5,70
Teor de Fósforo (mg dm^{-3})	7,00
Teor de Potássio (mg dm^{-3})	35,00
Teor de Cálcio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	1,80
Teor de Magnésio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,90
Teor de Sódio (mg dm^{-3})	32,00
Índice de saturação por sódio (%)	2,84
Alumínio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,00
Saturação por alumínio (%)	0,00
Acidez Potencial ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,00
CTC potencial ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	4,90
CTC efetiva ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,90
Saturação por bases (%)	59,18
Soma de bases ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,90

Todos os vasos receberam o mesmo volume de solo. A cultivar de milho utilizado no experimento foi a PL6880, sendo a semeadura feita manualmente, nos vasos com três sementes por vaso. Aos 10 dias após a semeadura, foi feito o desbaste, permanecendo uma planta por vaso.

A água salina foi preparada mediante a adição de NaCl e CaCl_2 nas quantidades necessárias para se obter as condutividades elétricas de 0,1; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m^{-1} , com relação iônica em peso equivalente a 3Na:2Ca, relação esta predominante nas águas salinas utilizadas na irrigação, principalmente no nordeste do país, conforme citado por Medeiros (1992).

A quantidade de água a ser aplicada nos vasos foi determinada utilizando-se a pesagem dos vasos. O solo foi saturado com água e posteriormente foi monitorada a variação do peso dos vasos. Quando estes

atingiram peso constante, teve-se, então, o peso que correspondia à capacidade de campo.

Antes de cada irrigação, eram pesados diferentes vasos de cada tratamento e a diferença entre o peso atual e aquele correspondente à capacidade de campo, correspondia ao peso (volume) da água de reposição. Nas respectivas fases fenológicas estudadas, eram feitas novamente o mesmo procedimento de determinação do peso dos vasos na capacidade de campo, a fim de calibrar os pesos dos vasos e as plantas de milho, visto que as mesmas se desenvolviam, alterando o peso dos vasos.

Os vasos foram submetidos ao regime de irrigação com os cinco níveis de salinidade durante todo o ciclo da cultura, obedecendo a um turno de rega de três dias. A irrigação com água doce e água

salina iniciou-se a partir da semeadura. Durante o experimento, as plantas foram regadas de forma manual, utilizando-se um regador com as respectivas águas. Foram realizadas quatro adubações de cobertura, sendo três adubações nitrogenadas aos 20, 40 e 70 dias após o plantio (DAP), na dose de 60 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio e uma adubação potássica aos 30 DAP, na dose de 20 kg/ha de K, na forma de cloreto de potássio (PREZOTTI, et al., 2007).

Os efeitos da irrigação com água de diferentes condutividades elétricas sobre o crescimento do milho consistiu-se na determinação da massa seca da parte aérea e das raízes. O material vegetal foi coletado ao final de cada fase fenológica da cultura, retirando-se três amostras para cada condutividade elétrica da água de irrigação (0,1; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹), totalizando 15 amostras de material vegetal nas respectivas fases e posteriormente encaminhado ao laboratório.

Em cada avaliação foi realizado a separação da parte aérea e das raízes. O material acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e encaminhados para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, pelo período de 72 h. Após esse período, determinou-se a massa seca da parte aérea e das raízes, pesando-se o material seco em balança semianalítica.

A área foliar foi determinada na forma de discos de área conhecida, em que seu valor foi igual à relação entre o peso total das folhas secas e peso dos discos secos multiplicada pela área dos discos (cm²), segundo metodologia proposta por Benincasa (2003). A área foliar foi estimada por intermédio de impressões das folhas em papel de densidade homogênea.

Foram retiradas todas as folhas da cultivar de milho PL6880. Foram feitos os contornos das impressões das lâminas foliares e os mesmos foram recortados para obtenção da área de cada folha pelo método gravimétrico. Para tanto, pesou-se os recortes impressos dos contornos das folhas sobrepostas em papel de densidade homogênea em balança semianalítica, comparando-os com o peso do recorte de área conhecida do mesmo papel.

Antes das pesagens os contornos foliares e o contorno do quadrado de papel de área conhecida, foram colocados no interior de um dessecador até obtenção de peso constante. Após as pesagens dos recortes de papel, foram feitas as medições das impressões foliares relativas às maiores larguras, na posição mediana do limbo, perpendicularmente às linhas dos maiores comprimentos. De posse dos valores do peso seco dos discos de cada tratamento, a área foliar foi então estimada conforme a equação:

$$AFO = Ad \times \frac{Pd+Pf}{Pd}$$

Ad = (R²) x nd, em que:

AFO – área foliar,

Ad – área dos discos,

Pd – peso seco dos discos,

Pf – peso seco do resto das folhas,

nd – número de discos.

Ao final do experimento, determinou-se o número médio de grãos produzidos por planta e o peso de grãos por planta.

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância, teste de média (SCOTT & KNOTT) e regressão, a 5% de probabilidade, em que os modelos escolhidos foram baseados na significância dos coeficientes de regressão e coeficiente de determinação da característica estudada. Toda a análise estatística foi realizada utilizando o software SAEG 9.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontram-se as médias da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSRA) e área foliar (AFO), em função das fases fenológicas: crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica, para cada nível de condutividade elétrica da água de irrigação.

A massa seca da parte aérea diferiu nas fases fenológicas da cultura para cada nível de condutividade elétrica da água de irrigação, atingindo maiores valores na fase de enchimento de grãos e menores valores na fase de crescimento vegetativo, onde o crescimento gradativo da massa seca da parte aérea permaneceu até a fase de enchimento de grãos e a partir desta houve redução até a maturação fisiológica para todas as condutividades.

Os maiores valores de massa seca da parte aérea na fase formação enchimento de grãos acontecem devido à planta encontrar-se em seu completo desenvolvimento. O decréscimo até a fase da maturação fisiológica pode ser explicado provavelmente, devido ao efeito deletério da salinidade do solo na planta pela redução do potencial osmótico da solução do solo, além da possibilidade de ocorrência de toxicidade iônica, em função da acumulação em excesso dos íons, sódio e cálcio, nos tecidos vegetais.

Além disso, as plantas tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma taxa fotossintética menor e contribuindo para a redução do crescimento sob estresse salino.

A massa seca da raiz diferiu nas fases fenológicas da cultura para cada condutividade elétrica da água de irrigação, atingindo maiores valores na

fase de enchimento de grãos e menores valores na fase de crescimento vegetativo para todas as condutividades. Onde a

planta apresentou crescimento radicular proporcional às fases fenológicas.

Tabela 2. Médias* da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSRA) e área foliar (AFO) em função das fases fenológicas: crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica, para cada nível de condutividade elétrica da água de irrigação

MSPA (g)				
CEai (dSm ⁻¹)	Fases Fenológicas			
	Crescimento vegetativo	Floração	Enchimento de grãos	Maturação fisiológica
0,1	12,51 d	50,93 b	75,60 a	49,87 c
0,8	11,99 d	46,05 c	72,70 a	47,44 b
1,6	12,21 d	44,76 b	55,41 a	43,51 c
2,4	12,60 d	23,22 c	62,19 a	44,34 b
3,2	13,83 d	31,88 c	63,80 a	38,99 b
MSRA (g)				
CEai (dSm ⁻¹)	Fases Fenológicas			
	Crescimento vegetativo	Floração	Enchimento de grãos	Maturação fisiológica
0,1	3,47 d	17,96 c	22,82 a	18,16 b
0,8	7,15 d	17,78 b	17,97 a	15,82 c
1,6	5,24 d	16,21 b	16,80 a	14,17 c
2,4	6,42 d	14,39 b	15,63 a	13,26 c
3,2	6,33 d	11,29 c	14,58 a	12,71 b
AFO (cm²)				
CEai (dSm ⁻¹)	Fases Fenológicas			
	Crescimento vegetativo	Floração	Enchimento de grãos	Maturação fisiológica
0,1	280,23 d	5216,76 b	5610,14 a	3759,28 c
0,8	266,2 d	4678,91 b	5022,12 a	3574,87 c
1,6	174,72 d	4502,23 a	4306,81 b	3298,13 c
2,4	146,63 d	4334,17 a	3974,27 b	3054,48 c
3,2	131,46 d	3184,21 a	2782,11 b	2455,01 c

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada nível de condutividade elétrica da água de irrigação não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott e Knott

Contudo, os efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento radicular podem ser mais pronunciados na fase da maturação fisiológica. Isso porque o estresse por salinidade prejudica a absorção de nutrientes, em face da forte

competição química do sódio. A alta exigência, em termos de capacidade de transporte e seletividade, requer, em muitos casos, energia metabólica produzida a partir de carboidratos das raízes, o que pode afetar o seu

desenvolvimento (CARMONA et al., 2009).

A área foliar diferiu nas fases fenológicas da cultura para cada nível de condutividade elétrica da água de irrigação, apresentando maiores valores na floração, quando utilizada água com condutividade elétrica de 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹ e na fase de enchimento de grãos com aplicação com águas com condutividade de 0,1 e 0,8 dS m⁻¹. E menores valores na fase de crescimento vegetativo para todas as condutividades.

A partir das fases supracitadas, houve decréscimo até as fases subsequentes, sendo que tal redução se deve, provavelmente, ao mecanismo fisiológico de ajustamento osmótico. A redução no crescimento foliar representa um mecanismo de defesa das plantas sob condições de estresse hídrico e salino, reduzindo as perdas de água por transpiração.

Garcia et al. (2007) em estudos sobre índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina, concluíram que o aumento da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina reduziu expressivamente a produção da matéria seca, da parte aérea e das raízes, da área foliar total.

Segundo Azevedo Neto & Tabosa (2000), a salinidade do solo reduziu a produção de massa seca da parte aérea de plântulas da cultura do milho (56 a 74%), das raízes (42 a 66%), da razão parte aérea: raiz (22 a 27%) e da área foliar (54 a 73%).

Na Figura 1, está apresentada a massa seca de parte aérea (MSPA) em função das condutividades elétricas da água de irrigação, para cada fase fenológica: crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica.

Na fase de crescimento vegetativo (A), os valores da massa seca da parte aérea não diferiram significativamente. Nas fases fenológicas floração e maturação fisiológica (B e D), observou-se decréscimo linear com aumento da condutividade elétrica da água, na fase de enchimento de grãos (C) apresentou relação quadrática com decréscimo da massa seca de parte aérea até as condutividades de 2,1 dS m⁻¹, a partir desta, houve acréscimo, devido ao ajustamento osmótico da planta em condições de salinidade do solo, evitando perda de turgor e, conseqüentemente, retardo do crescimento celular.

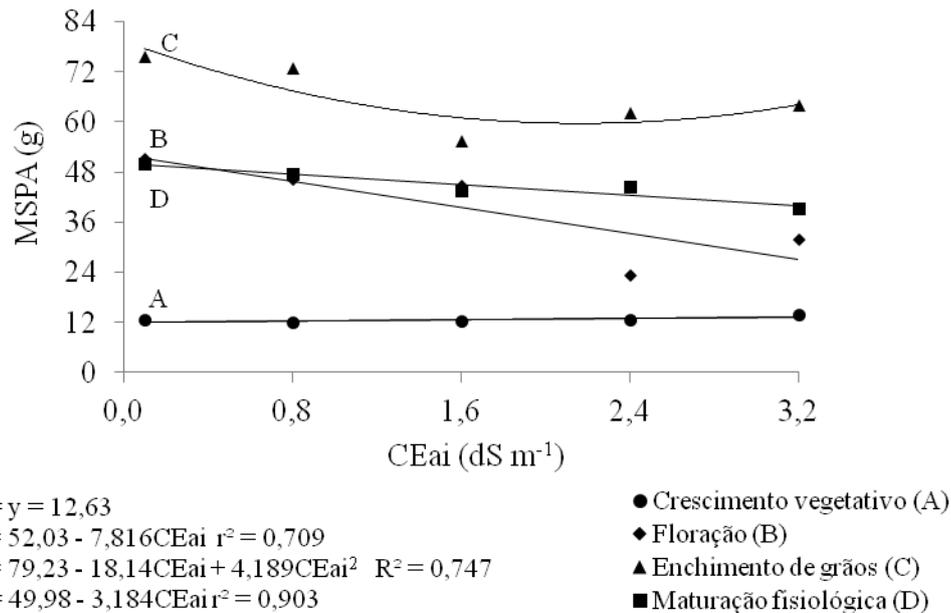


Figura 1 . Massa seca da parte aérea (MSPA) em função das condutividades elétricas da água de irrigação, para cada fase fenológica: crescimento vegetativo (A), floração (B), enchimento de grãos (C) e maturação fisiológica (D).

Já a diminuição no crescimento das plantas de milho com o aumento dos níveis de salinidade do solo pode ser explicada pelo desvio de energia do crescimento para a manutenção da planta, refletindo em custo metabólico de energia, associado à adaptação à salinidade (AZEVEDO NETO & TABOSA, 2000).

O estudo do crescimento de plantas de milho sob condições de salinidade tem sido relatado por diversos autores, como Izzo et al. (1991), que verificaram que concentrações de 80 e 160 mol m⁻³ de NaCl em solução nutritiva induziram a diminuição na massa seca da parte aérea das plantas. Azevedo Neto & Tabosa

(2000) verificaram que, em dois cultivares com tolerância diferenciada à salinidade, a concentração de 100 mol m⁻³ de NaCl em solução nutritiva reduziu a produção de massa seca da parte aérea em torno de 56 a 74%.

Na Figura 2, está apresentada a massa seca das raízes (MSRA) em função das condutividades elétricas da água de irrigação, para cada fase fenológica: crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica.

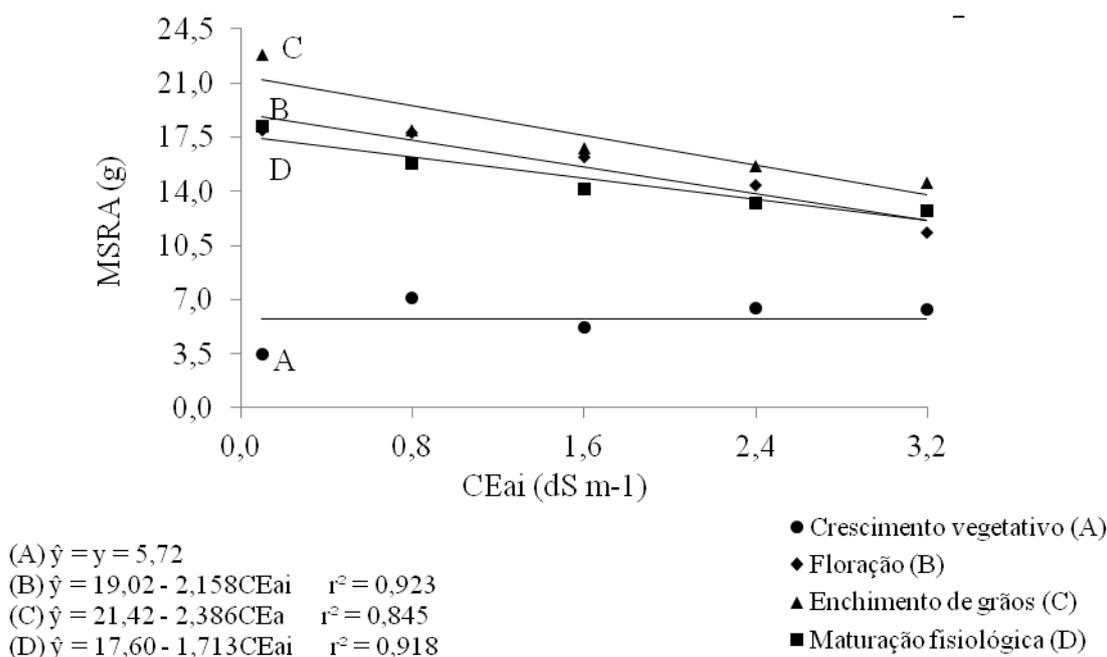


Figura 2. Massa seca das raízes (MSRA) em função das condutividades elétricas da água de irrigação, para cada fase fenológica: crescimento vegetativo (A), floração (B), enchimento de grãos (C) e maturação fisiológica (D).

Na fase de crescimento vegetativo (A), os valores da massa seca das raízes não diferiram significativamente, o que possivelmente pode ser explicado por duas razões, a primeira se deve ao efeito osmótico provocado pela salinidade, que reduz a absorção de água e a segunda se dá devido ao efeito específico dos íons ou ao excesso, que entram no fluxo de transpiração e, eventualmente causam injúrias nas folhas, reduzindo o crescimento ou influenciando negativamente na absorção de elementos essenciais.

Por outro lado, nas fases fenológicas floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica (B, C e D) observou-se decréscimo linear na ordem de 37,1%, 36,1% e 30,0%, respectivamente, com

aumento das condutividades elétricas da água de irrigação.

Sob condições de estresse hídrico decorrente de um estresse osmótico, a planta emite mais raízes em resposta ao aumento da salinidade do solo, a fim de proporcionar suporte para a mesma no enchimento dos grãos (RENGEL, 1992; LACERDA, 1995). Portanto, os maiores valores de massa seca das raízes na fase de enchimento de grãos (C) correspondem há um possível mecanismo de resistência com objetivo de sobrevivência em um ambiente desfavorável ao crescimento.

Esses resultados estão de acordo com Garcia et al. (2007), que em estudos sobre índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina, verificaram que o aumento nos

níveis de salinidade do solo afetou, significativamente, a massa seca das raízes da variedade de milho UFVM 100, com uma redução nos valores na ordem de 81,45% na floração, 61,74% no enchimento de grãos e 63,83% na maturação fisiológica. Assim como Oliveira et al. (2009), em estudos sobre o desenvolvimento inicial do milho-pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade, verificaram que massa seca da raiz e da parte aérea reduziram com a salinidade.

Na figura 3 nota-se que o aumento das condutividades elétricas da água de irrigação reduziu linearmente a área foliar na fase crescimento vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação fisiológica (A, B, C e D) na ordem de

53,1%, 38,9%, 50,4% e 34,7%, respectivamente, conforme observado pelas inclinações das retas das equações de regressão. Logo, evidenciam o efeito prejudicial da salinidade, onde o efeito deletério da salinidade, na fase da maturação fisiológica (D) foi menos acentuado em relação à fase floração (B) e enchimento de grãos (C), provavelmente, devido à planta estar no final do ciclo.

O decréscimo da área foliar é resultante do estresse osmótico seguido do estresse hídrico, os quais são decorrentes do estresse salino, tendo como efeito imediato a diminuição do conteúdo de água da planta proveniente da diminuição do potencial osmótico, devido à elevada concentração iônica, ocasionada, principalmente pelo sódio.

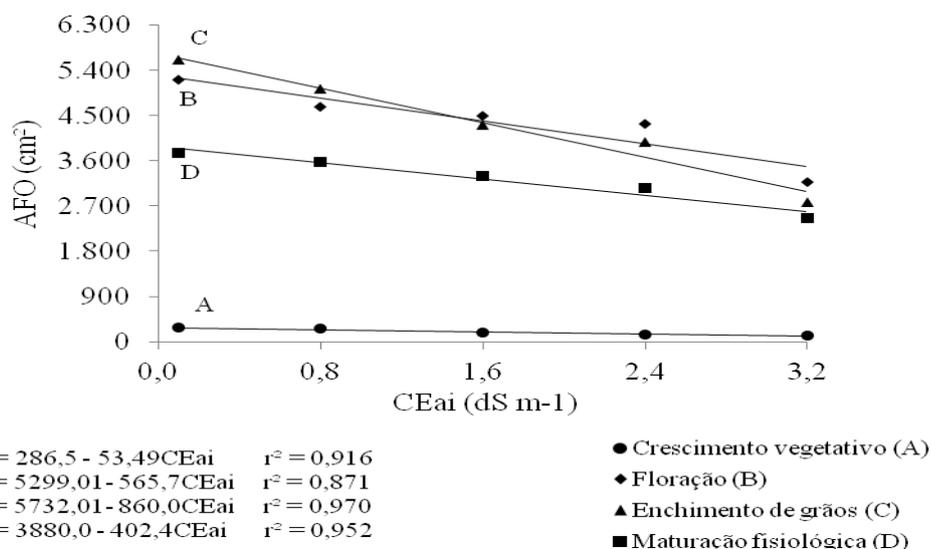


Figura 3 . Área foliar (AFO) em função das condutividades elétricas da água de irrigação, para cada fase fenológica: crescimento vegetativo (A), floração (B), enchimento de grãos (C) e maturação fisiológica (D).

É comum ocorrerem adaptações morfológicas nas plantas sob condições de estresse hídrico e salino, o que caracteriza uma forma de minimizar as perdas de água por transpiração, destacando-se dentre essas adaptações, reduções no tamanho e, conseqüentemente, na área foliar.

Esses resultados corroboram com os de Garcia et al. (2007), que verificaram que a área foliar foi afetada negativamente, principalmente nas fases fenológicas, floração, formação da colheita e maturação fisiológica. Assim como, Azevedo Neto & Tabosa (2000), que verificaram que em solução nutritiva de 12,0 dS m⁻¹, as plantas de milho apresentaram redução em 73% da

área foliar em relação às cultivadas em solução não salina.

A condutividade elétrica da água de irrigação proporcionou um decréscimo linear do número médio (A) e peso de grãos por planta (B) (Figura 4).

O número de grãos (A) e o peso de grãos por planta (B) diminuíram na ordem de 64,5% e 65,7%, respectivamente (Figura 4), demonstrando assim o efeito simultâneo do estresse hídrico, osmótico, e nutricional, impostos à cultura durante o crescimento, desencadeando alterações fisiológicas que ocasionam o decréscimo na produção.

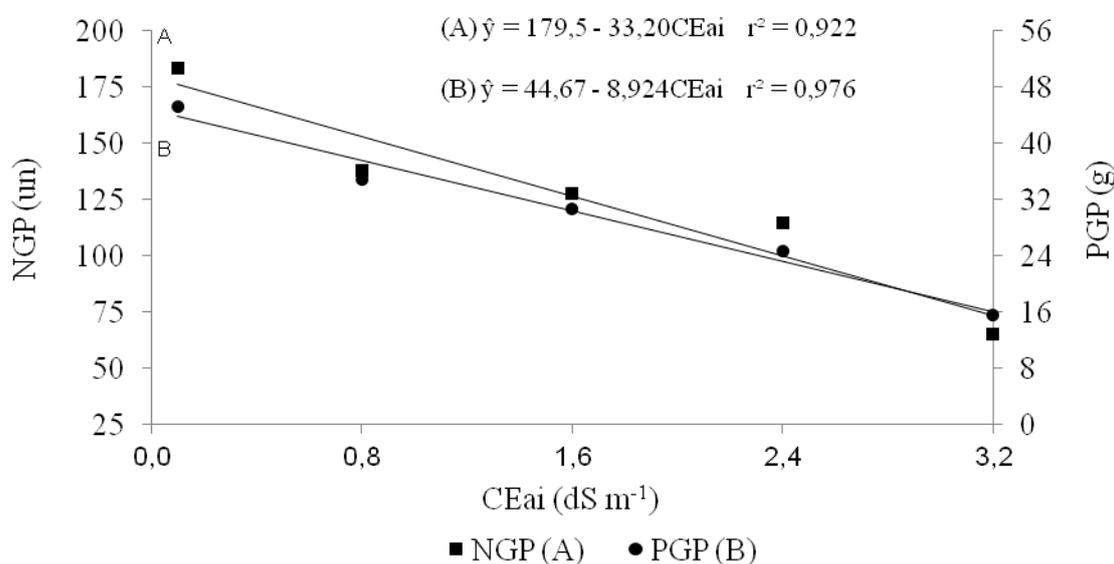


Figura 4 . Comportamento do número médio de grãos produzidos por planta (NGP) (A) e o peso de grãos por planta (PGP) (B), em função das condutividades elétricas da água de irrigação.

A diminuição na produção de grãos ocasionados pelo estresse salino progressivo está relacionada ao desvio de energia em decorrência do aumento dos

níveis de salinidade do solo, e pelo custo metabólico de energia associada a uma

tentativa de adaptação à salinidade (GARCIA et al., 2007).

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Willadino et al. (1992), que verificaram produção de grãos de oito genótipos de milho, cultivados em área salina, decrescendo de 24 a 60% em relação à área não salina. Semelhantemente Katerji et al. (2004) e Blanco et al. (2008) verificaram que a produtividade da cultura do milho foi reduzida, em função do aumento nos níveis de salinidade da água de irrigação.

Ferreira et al. (2007) verificaram que a variedade de milho UFVM 100 mostrou-se sensível à salinidade do solo e a produção relativa decresceu 15,68% com incrementos unitários da salinidade do solo acima de 1,70 dS m⁻¹ (salinidade limiar).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação pode ser um fator determinante na produção das culturas, sua ação pode ir além de uma simples redução no potencial hídrico no solo até a injúria celular, causada pelo estresse oxidativo na planta (GARCIA et al., 2007). Portanto, a utilização inadequada de água de irrigação com elevados valores de condutividade elétrica, na agricultura, implica comprometer a produção da cultura com o estresse salino progressivo.

4 CONCLUSÕES

A irrigação com água com diferentes condutividades elétricas na cultivar de milho PL6880 proporcionou redução da massa seca da parte aérea, das raízes, área foliar, número de grãos e peso de grãos por planta.

O aumento dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação acarretou efeitos deletérios a planta e a produção do cultivar PL6880.

5 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.159-164, 2000.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). 2. ed. Jaboticabal, FUNEP, 41p, 2003.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M.V.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P.D. Growth and yield of corn irrigated with saline water. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.65, n.6, pp. 574-580, 2008.
- BOURSIER, P.; LÄUCHLI, A. Growth responses and mineral nutrient relations of salt-stressed sorghum. **Crop Science**, Madison, v.30, p.1226-1233, 1990.
- CARMONA, F. C.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; HOLZSCHUH, M. J.; FRAGA, T. I. Estabelecimento do arroz irrigado e absorção de cátions em função do manejo da adubação potássica e do nível de salinidade do solo. **Revista**

- Brasileira de Ciência do Solo**, vol.33, n.2, Viçosa, mar./abr, 2009.
- CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiologic**. v.21, p.675-692, 1994.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 425p. EMBRAPA/ CNPAF. Documento, 18, 1989.
- FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.1, p.7-16, 2007.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, F. G.; SANTOS, D. B. Índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. **Irriga**, v.12, n.3, p.307-325, 2007.
- 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.; VAN HOORN, J.W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. 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.
- LACERDA, C. F. **Efeitos da salinidade no desenvolvimento e composição mineral do feijão-de-corda (Vigna unguiculata (L.) Walp.) e utilização do Ca²⁺ como meio para minorar tais efeitos**. 87p. Dissertação (Mestrado) Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1995.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo gat, nos Estados do RN, PB, e CE**. Campina Grande: UFPE, 137 p, 1992.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T. DE; LIMA, C. J. G. S.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; AMÂNCIO, M. G. Desenvolvimento inicial do milho-pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.4, n.2, p. 149-155, 2009.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª Aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 305p, 2007.
- RENGEL, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant, Cell Environ.**, 15:625-632, 1992.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T.R.; ANDRADE, A.G.; TABOSA, J.N. Tolerancia de cultivares de maiz a la salinidad en diferentes fases de desarrollo. In: Simposio Nacional sobre Nutrición Mineral de las Plantas, 4., Alicante. Anais... **Alicant: Universidad de Alicante**, p.487-494, 1992.