

CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO CULTIVADO EM SOLO SALINO E TRATADO COM PROLINA

FRANCISCO DE ASSIS DA SILVA¹, FRANCISCO HEVILÁSIO FREIRE PEREIRA²; JOSÉ EUSTÁQUIO CAMPOS JÚNIOR³; JACKSON SILVA NÓBREGA^{4*}; WALMIR VASCONCELOS SOUZA⁵

¹Mestrando em Horticultura Tropical, UFCG, Pombal-PB, diassis47@hotmail.com

²Dr. Professor do Curso de Agronomia, UFCG, Pombal-PB, fhfpereira@hotmail.com

³Mestrando em Engenharia Agrícola, Recife-PE, camposjunior@gmail.com

⁴Graduando do Curso de Agronomia, UFCG, Pombal-PB, jacksonnobrega@hotmail.com

⁵Ms. em Ciências Agrárias, UEPB, Campina Grande-PB, walmirvasconcelos@fiepb.org.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais cultivadas no mundo. No Brasil, este cereal tem ampla diversidade de uso. A maioria das áreas onde há produção de milho utiliza-se a irrigação, entretanto, quando realizada de forma inadequada torna-se preponderante para a salinização dos solos. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento inicial do milho cultivado em solo salino e tratado com prolina. O experimento foi conduzido no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB, no período de 30 de março a 30 de abril de 2015, utilizando-se a variedade AG 1051. Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de salinidade do solo, (CE= 3,26 e 0,86 dS/m) e cinco concentrações de prolina (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mmol L⁻¹) aplicada via foliar nas plantas de milho. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Para as variáveis de crescimento nas plantas, as maiores médias observadas ocorreram quando foi utilizada a concentração de 7,5 mmol L⁻¹ de prolina.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L. Aminoácido, Trocas gasosas.

PROLINE OF LEAF APPLICATION ON GROWTH AND PHYSIOLOGY OF GREEN CORN ON SOIL SALINITY DIFFERENT LEVELS

ABSTRACT: Corn (*Zea mays* L.) is one of the most cultivated crops in the world. In Brazil, this cereal has wide range of use. Most areas where corn production irrigation is used, however, when done improperly becomes preponderant to salinisation. Thus, the aim with this study was to evaluate the initial growth of corn grown in saline soil and treated with proline. The experiment was conducted at the Science and Technology Center Agrifood (CCTA), belonging to the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal, PB, from March 30 to April 30, 2015, using the variety AG 1051. The treatments were two levels of soil salinity (EC = 3.26 and 0.86 dS / m) and five proline concentrations (0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10 mmol L⁻¹) applied to the leaves on corn plants. The experimental design was completely randomized in a factorial 2 x 5, with four replications. For the growth variables in plants, the highest average observed occurred when we used the concentration of 7.5 mmol L⁻¹ proline¹.

KEYWORDS: *Zea mays* L., amino acid, gas exchange

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) está entre as principais espécies mais cultivadas no mundo. Este cereal vem sendo utilizado na América Latina desde os tempos mais remotos, como a principal e tradicional fonte alimentar, ocupando hoje uma posição de destaque. No Brasil, o milho tem ampla diversidade de uso, sendo que 15% da produção são utilizadas para consumo humano (Farias, 2013).

A área de cultivo do milho, em sua maior parte, é realizada por irrigação que por sua vez se não for efetuada de forma correta torna-se um ato preponderante para salinização dos solos (Islã e Aragués,

2010). No Brasil ainda não foram realizados estudos detalhados quanto ao mapeamento e a identificação de áreas salinizadas, porém estima-se que cerca de 20 a 25% das áreas irrigadas apresentem problemas com salinidade do solo, sendo a região Nordeste a mais afetada (Fao, 2005).

A cultura do milho é considerada moderadamente sensível a salinidade, apresentando uma salinidade limiar da água de 1,1 dS m⁻¹ e do solo de 1,7 dS m⁻¹ (Ayers e Westcot, 1999). Como resposta ao estresse salino, como também a outros tipos de estresse abióticos, as plantas por sua vez, tem a capacidade de desenvolver mecanismos de defesa capazes de combatê-los e desta forma minimizar os efeitos deletérios causados pelos excessos de sais tanto do solo como da água de irrigação. O acúmulo de solutos orgânicos ou osmólitos no vacúolo das plantas é um exemplo eficaz de resposta ao estresse salino (Lacerda et al., 2003). Os carboidratos solúveis, aminoácidos, glicina-betaina e prolina são alguns dos solutos orgânicos comumente encontrados nas plantas sob condições salinas, atuando no processo de ajuste osmótico em muitas culturas (Hasegawa et al., 2000).

Sendo assim, ao invés da utilização do melhoramento genético para promover o aumento da produtividade da cultura sob estresse salino, tem-se sugerido como alternativa a aplicação destes compostos de forma exógena na planta, alavancando assim a produtividade (Ashraf e Foolad, 2007). Desta forma, a aplicação exógena de determinados solutos orgânicos como, por exemplo, a prolina, em uma cultura sensível ou moderadamente sensível à salinidade poderá elevar esses nutrientes na folha e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade (Lacerda, 2013). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar, o crescimento inicial do milho cultivado em solo salino e tratado com prolina.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) no período de 30/03/2015 a 30/04/2015, onde utilizou-se o híbrido de milho verde 'AG 1051', próprio para a produção de milho verde e produção de grãos. O cultivo foi realizado em vasos com capacidade de 8L, preenchidos com solo classificado como vertissolo, textura argilosa, cujo resultado da análise de salinidade dos solos, foram realizadas antes da instalação do experimento, (solo 1: 3,26 dS/m e solo 2: 0,86 dS/m). O incremento na salinidade do solo 1 foi obtido irrigando-se com água salina de CE 2,0 dS/m durante 30 dias antes do plantio do milho. Para a salinização da água de irrigação foi utilizado cloreto de sódio.

Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de salinidade do solo (3,26 e 0,86 dS m⁻¹), e cinco concentrações de prolina (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mmol L⁻¹). A prolina foi aplicada a cada 7 dias na superfície da folha a partir do 10º dia após a semeadura (DAS), em volume que variou de 50 a 100 ml por planta de acordo com o crescimento da planta, sendo realizada 3 aplicações no decorrer do experimento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. Os vasos foram dispostos no espaçamento de 0,5 x 0,5 m.

A semeadura foi realizada no dia 30-03-2015, diretamente no vaso a uma profundidade de 2,0 cm, colocando-se vinte e cinco sementes por vaso com intuito de se avaliar inicialmente o efeito da salinidade sobre percentagem de emergência das sementes de milho. A emergência, acima de 50% das plantas foi observada 4 DAS. O desbaste foi realizado no sétimo dia após a semeadura (DAS) deixando duas plantas por vaso. A irrigação foi realizada de acordo com a necessidade da cultura, utilizando-se o método da lisimetria. Foram realizadas duas aplicações diárias (8:00 e 17:00 h). A quantidade de água aplicada por vaso variou no transcorrer do experimento de 0,5 a 2,0L por dia totalizando uma quantidade de 50 litros de água por vaso durante os 30 dias.

As avaliações foram realizadas aos 30 DAS, em uma planta por vaso, coletada cortando-as rente ao solo. Nessas plantas foram avaliadas: Altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas por planta (NF), massa seca de folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca total (MST) e área foliar (AF).

A área foliar foi obtida relacionando-se a massa seca de 8 discos foliares de área conhecida (1,41 cm²) com a massa seca total das folhas por planta de acordo com a equação 1.

$$AFP = (MSF \times AFD) / MSD \quad (1)$$

Onde: AFP = Área foliar (cm² por planta), MSF = Massa seca das folhas (g), AFD = Área foliar dos discos (cm²), MSD = Massa seca dos discos (g).

O número de folhas foi obtido por contagem, considerando o tamanho mínimo da folha formada. O diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital no colo da planta. A massa seca total foi

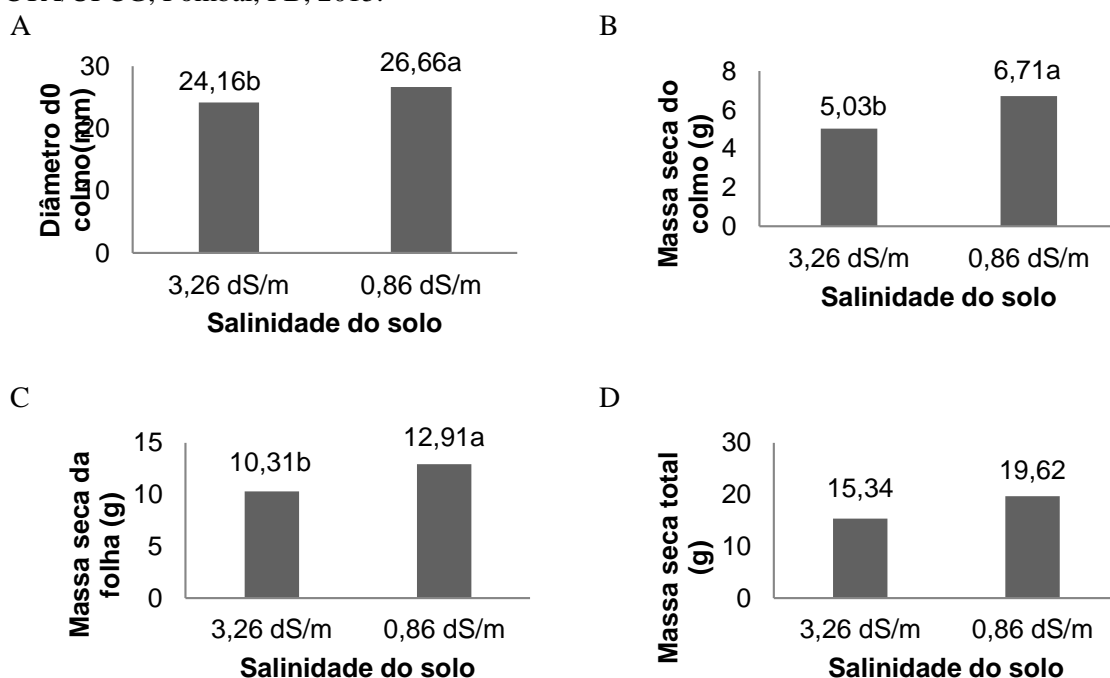
determinada pela soma da massa seca das folhas e do caule, obtidas após secagem em estufa, com circulação de ar a 70° C, por 72 horas. Os valores foram expressos em g por planta. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste f. Em seguida aplicado teste de média e o para os dados significativos utilizando programa estatístico SISVAR (Ferreira 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre a salinidade do solo e as concentrações de prolina para as características: altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF), matéria seca de folha (MSF), matéria seca de caule (MSC) e matéria seca total. No entanto, foram estudados os fatores isolados para os níveis de salinidade e para as concentrações de prolina. Quando estudado os fatores isolados para os níveis de salinidade foi observado diferença significativa para diâmetro do colmo (DC), massa seca do colmo (MSC), massa seca da folha (MSF), massa seca total (MST) e área foliar (AF) (Figura 1 e 2)

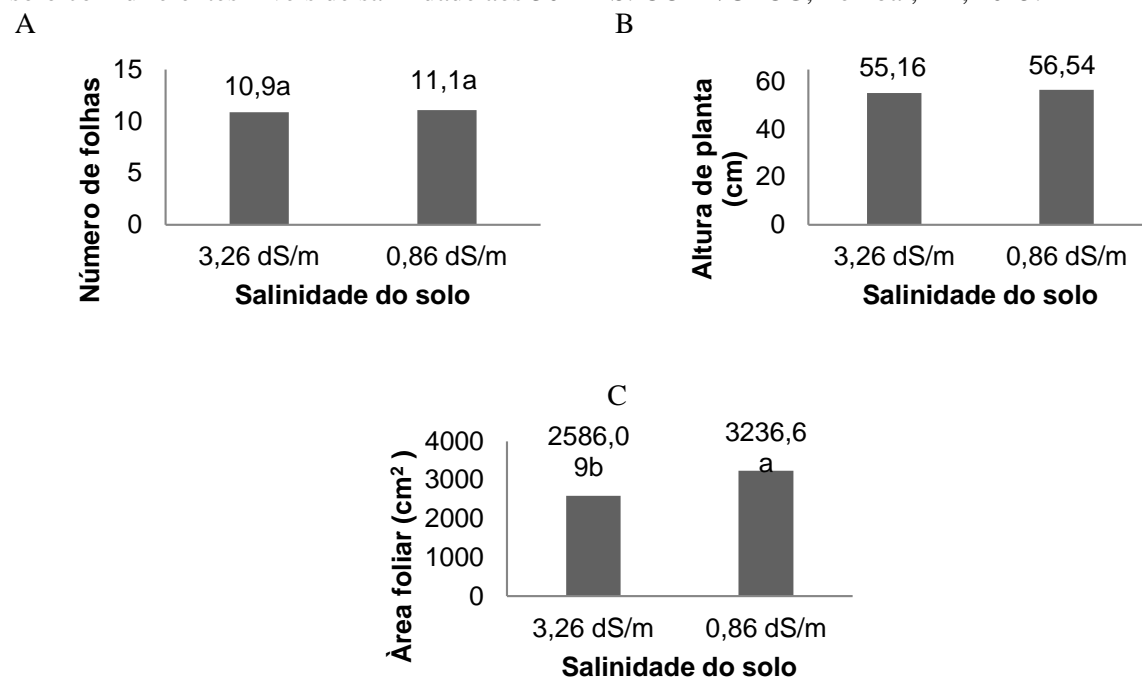
Para o diâmetro do colmo, em plantas cultivada em solo (CE= 3,26 ds/m) obtiveram uma média de 24,16 mm sendo menor quando comparado com o solo de menor condutividade elétrica (0,86 dS/m) que obteve uma média de 26,66 mm (Figura 1A). Para a massa seca do colmo foi observado o valor de 6,71 (g) para o solo de (0,86 dS/m) e 5,03 (g) para o solo de (3,26 dS/m). Já para massa seca da folha e massa seca total, os maiores valores encontrados foram 12,91 e 19,62 (g) respectivamente para o solo de menor condutividade (0,86 dS/m). Assim foi observado que as plantas cultivadas no solo de menor condutividade obtiveram maiores médias. Redução geral no acúmulo de massa seca na planta tem sido verificado por diversos autores, a exemplo de Lima et al. (2007) que verificou uma redução de 66,94% na biomassa seca da parte aérea do feijão vigna (cultivar quarentinha), quando o mesmo foi irrigado com água de condutividade elétrica de 5,0 dS/m, em comparação a testemunha de 0,5 dS/m.

Figura 1. Diâmetro do colmo (A), massa seca do colmo (B), massa seca da folha (C) e massa seca total (D) em plantas de milho cultivadas em solo com diferentes níveis de salinidade aos 30 DAS. CCTA/UFCG, Pombal, PB, 2015.



Para a variável número de folhas e altura de planta (Figura 2) não foi observado diferença significativa para salinidade do solo. Já para a área foliar o maior valor encontrado foi de 3226,6 cm² quando as plantas foram cultivadas em solo de (0,86 dS/m) em relação as plantas cultivadas em solo de (3,26 dS/m). A redução da área foliar em plantas expostas a salinidade tem sido atribuída à diminuição na divisão celular e expansão da superfície da folha, que ocorre nas fases iniciais da exposição ao estresse salino (Parida e Das, 2005).

Figura 2. Número de folhas (A) Altura de planta (C) e área foliar (C) em plantas de milho cultivadas em solo com diferentes níveis de salinidade aos 30 DAS. CCTA/UFCG, Pombal, PB, 2015.



Quando estudado o fator prolina, não foi observado diferença significativa para nenhuma das variáveis de crescimento. Foi observada apenas uma tendência no crescimento das médias estudadas (Tabela 1). Para altura de planta, a altura média encontrada foi de 58,97 cm na concentração de 7,5 mmol L⁻¹ de prolina, proporcionando um incremento de 7% quando comparado com a testemunha (0 mmol L⁻¹ de prolina). Foi observado ainda, que as plantas tratadas com a concentração de 10 mmol L⁻¹ de prolina tiveram uma redução no seu crescimento quando comparadas com as demais concentrações. Isso incide dizer que concentrações elevadas de prolina podem diminuir o crescimento em altura da cultura do milho.

Para o diâmetro do colmo, seguiu a mesma tendência da variável altura de planta, sendo a melhor concentração a de 7,5 mmol L⁻¹ de prolina com uma média de 26,04 mm e o menor valor encontrado de 25,18 mm nas plantas tratadas com a concentração 10,0 mmol L⁻¹ de prolina. O incremento ocorrido quando utilizada a concentração de 7,5 mmol L⁻¹ em relação à testemunha foi de apenas 3,2%. Em trabalho realizado por Lacerda (2013), ao trabalhar com aplicação exógena de prolina em plantas de melancia sob aplicação de água salina (4,0 dS/m), foi observado um incremento de 22,6% na massa seca do caule quando comparada com a concentração de 0 mmol L⁻¹ de prolina.

Tabela 1. Altura de planta (AP), Diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), matéria seca total (MST) e área foliar (AF) em plantas de milho submetido a diferentes concentrações de prolina. CCTA/UFCG, Pombal, PB, 2015.

Prolina	Variáveis						
	AP	DC	NF	MSF	MSC	MST	AF
0	54,80a	25,20a	11,12a	11,22a	6,17a	17,39a	2814,04a
2,5	55,82a	25,60a	10,75a	10,69a	5,55a	16,24a	2680,56a
5,0	56,96a	25,40a	11,00a	11,40a	5,91a	17,32a	2859,16a
7,5	58,97a	26,04a	11,00a	12,60a	5,86a	18,46a	3159,34a
10,0	52,69a	25,18a	11,12a	12,14a	5,84a	17,99a	3043,62a
Cv%	11,27	6,93	9,20	19,84	22,40	19,61	19,84
Média	55,85	25,41	11,00	11,61	5,87	17,48	2911,34

A prolina tem a propriedade de proporcionar ajustamento osmótico sem causar injúria aos tecidos em comparação ao efetuado por íons. Plantas de milho respondem à salinização pela manutenção

de maiores concentrações de sacarose e prolina, visto que o nível de prolina aumenta com a salinização e com o tempo de exposição das plantas ao sal, sugerindo um papel protetor da prolina. O acúmulo de compostos orgânicos nitrogenados deve refletir num mecanismo protetor ao qual se inclui acúmulo de solutos compatíveis como a prolina e outros aminoácidos, refletindo como um mecanismo osmorregulatório (Kuznetsov e Shevyakova, 1997).

CONCLUSÃO

O fornecimento da prolina reduz, no milho, o efeito estressante causado pela salinidade do solo.

Os parâmetros fisiológicos e o crescimento em plantas de milho foram comprometidos pelo aumento da salinidade do solo;

Para as variáveis de crescimento de plantas, as maiores médias observadas ocorreram quando foi utilizada a concentração de 7,5 mmol L⁻¹ de prolina.

REFERÊNCIAS

- Ashraf, M.; Foolad, M.R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, Kidlington, v.59, n.2, p.2006-2016, 2007.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical databases- production, 2005.
- Farias, L. L. P. Avaliação Agrônômica de híbridos de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem ou grãos cultivados no Distrito Federal, 22f. Monografia (Curso de Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília-DF, 2013.
- Hasegawa, P. M.; Bressan, R. A.; Zhu, J.K.; Bohnert, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 51, p. 463-499, 2000.
- Islã, R.; Aragués, R. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. *Field Crops Research*
- Lacerda, C. F.; Cambraia, J.; Cano, M. A. O.; Ruiz, H. A.; Prisco, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under stress. *Environmental and Experimental Botany*, Kidlington, v. 49, n.2, p. 107 -120, 2003.
- Lacerda, F. H. D. Aplicação exógena de prolina no crescimento fisiologia e produção da melancia irrigada com água salina. 2013. 39p. Monografia (Curso de Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal-PB, 2013).
- Parida, A.K.; Das, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.60 p. 324-349, 2005.
- Kuznetsov, V.V.; Shevyakova, N.I. Stress responses of tobacco cells to high temperature and salinity. Proline accumulation and phosphorylation of polypeptides. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.100, n.2, p.320-326, 1997.