



ACUMULAÇÃO DE BIOMASSA, TEORES E EXTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES EM PLANTAS DE MILHO IRRIGADAS COM ÁGUAS SALINAS

Geocleber Gomes de Sousa¹, Claudivan Feitosa de Lacerda¹, Giovana Lopes Silva¹, Cley Anderson Silva de Freitas¹, Lourival Ferreira Cavalcante², Carlos Henrique Carvalho de Sousa¹

¹ Universidade Federal Do Ceará

² Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba

RESUMO

Em solos salinos a solubilidade de micronutrientes é particularmente baixa, podendo causar desequilíbrio nutricional às plantas e afetar seu crescimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de matéria seca e os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a extração e distribuição de micronutrientes em planta de milho. O experimento foi conduzido em condições de campo, no delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos empregados foram: T1 - (CEa de 0,8 dS m⁻¹); T2- água salina (CEa de 2,2 dS m⁻¹); T3 - água salina (CEa de 3,6 dS m⁻¹) e T - 4 água salina (CEA 5,0 dS m⁻¹). As plantas de milho foram coletadas aos 90 dias após a semeadura, e obtidas à produção de matéria seca e os teores, extração e distribuição de micronutrientes. O estresse salino não proporciona redução da produção de biomassa na planta de milho na parte vegetativa, enquanto na parte reprodutiva esta produção decresce a partir de 2,2 dS m⁻¹. A salinidade das águas aumentou a acumulação de cloreto nas folhas, colmos, sabugo e grãos, no entanto, aumentou os teores de ferro e manganês nos colmos, grãos e sabugos, e os de cobre e zinco nos colmo e sabugos. O aumento da concentração de sais na água de irrigação proporcionou um aumento nos totais extraídos de cloreto, ferro e manganês.

Palavras-chave: Crescimento, Zea mays, Salinidade.

ABSTRACT

In saline soils the solubility of micronutrients is particularly low, may cause nutritional imbalance to plants and affect their growth. The objective of this study was to evaluate the dry matter accumulation and effects of salinity of irrigation water on the extraction and distribution of micronutrients in maize plants. The experiment was conducted under field conditions in a randomized block design with five replications. The treatments were: T1 - (EC w of 0.8 dS m⁻¹), T2-saline water (EC w of 2.2 dS m⁻¹), T3 - saline water (EC w of 3.6 dS m⁻¹) and T - 4 saline water (CEA 5.0 dS m⁻¹). Corn plants were harvested at 90 days after sowing, and obtained the production of dry matter and contents, extraction and distribution of micronutrients. Salinity does not provide reduction of biomass production in the corn plant in the vegetative, while in the reproductive this production decreases from 2.2 dS m⁻¹. The salinity of water increased the accumulation of chloride in leaves, stalks, cobs and grains, however, increased levels of iron and manganese in the stalks, cobs and grain, and copper and zinc in the stem and cobs. The increased concentration of salts in irrigation water caused an increase in the total extracted chloride, iron and manganese.

Key words: Plant growth, Zea mays, Salinity.

INTRODUÇÃO

Em áreas degradadas por sais as plantas têm o seu potencial produtivo comprometido, contudo, algumas culturas são tolerantes e produzem rendimentos satisfatório, em níveis elevados de salinidade, o que em geral não ocorre com a maioria das culturas de importância econômica devido serem sensíveis ou moderadamente sensíveis à salinidade. Para Rhoades et al. (2000), a salinidade do solo ou da água acima do nível limiar da cultura reduz o crescimento em função do aumento da energia metabólica que é gasta pelas plantas na absorção de água e nutrientes do solo e no ajustamento osmótico celular para sobreviverem e produzirem em condições de estresse salino.

A elevada concentração eletrolítica da solução do solo ou da água de irrigação pode causar as plantas desequilíbrio nutricional, toxicidade e interferência no equilíbrio hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar redução da permeabilidade da membrana citoplasmática, além de prejudicar o processo da fotossíntese, e a produção de clorofila pelas plantas Larcher (2006).

Apesar dos efeitos danosos dos sais às plantas, às vezes o aumento da salinidade da água de irrigação não influencia na absorção de elementos tóxicos e dos nutrientes essenciais em algumas plantas como justificado para o meloeiro e feijão-de-corda cultivadas em condições de campo Gurgel et al. (2008); Neves et al. (2009). A composição mineral das plantas pode variar com o tipo de sal no solo e na água, além disso níveis elevados de pH podem acentuar a deficiência de micronutrientes às plantas Sousa et al. (2007). Por outro lado, conforme Grattan e Grieve (1999), em solos salinos e sódicos a solubilidade dos micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn é baixa, e seu efeito pode resultar na deficiência desses elementos às plantas cultivadas nestes solos.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o acúmulo de matéria seca e os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre os teores a extração de micronutrientes em planta de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2007 em Argissolo Vermelho Amarelo Santos et al.(2006), em Fortaleza, Ceará. Brasil (3°45'S; 38° 33'W e altitude de 19m em relação ao nível do mar). De acordo com

a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw'.

O preparo da área experimental consistiu de uma aração seguida de uma gradagem. Antes da aração foi realizada calagem com calcário calcítico de PRNT de 90% na dose de 2,0 Mg ha⁻¹, conforme sugestão de Fernandes (1993).

O plantio foi realizado em delineamento de blocos ao acaso referentes a quatro níveis de água salina com cinco repetições, totalizando 20 parcelas em setembro de 2007, utilizando-se sementes do milho híbrido AG 1051. Após o estabelecimento das plântulas, 8 dias após a semeadura, se iniciou a irrigação com água com quatro valores de condutividades elétricas. T1 – água do poço com condutividade elétrica (CEa) de 0,80 dS m⁻¹; T2 – água com CEa de 2,2 dS m⁻¹; T3 – água com CEa de 3,6 dS m⁻¹ e T4 – água com CEa de 5,0 dS m⁻¹. Para o preparo das água dos tratamentos 2, 3 e 4, utilizaram-se os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O dissolvidos na água do poço, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mmolc L⁻¹ = CE x 10), extraída de Rhoades et al. (2000).

A aplicação da água foi feita em sulcos nivelados e fechados em frequência de irrigação de três dias. As lâminas de irrigação foram definidas com base nos valores de evapotranspiração de referência (ET_o) obtidas de tanque classe 'A' e dos coeficientes da cultura (Kc) recomendados para os diferentes estádios fenológicos da cultura Dorenbos e Kassam (1994). Adicionou-se, uma fração de lixiviação de 15%, calculada de acordo com Ayers e Westcot (1999).

Na adubação das plantas, foram utilizados 1,5 g de uréia, 8,4 g de superfosfato simples e 1,4 g de cloreto de potássio por cova, correspondente às doses de 60, 30 e 30 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente Fernandes (1993).

Aos 90 dias após a semeadura (DAS), grupos de 15 plantas colhidas aleatoriamente dentro da parcela útil (representada pelas três fileiras centrais), foram separadas em limbos foliares, colmo + bainhas, pendões e espigas. Após a obtenção da massa fresca, amostras homogêneas de aproximadamente 200g de folhas e colmo e 30g de pendões foram acondicionando em sacos de papel e, depois de secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 65o C, foram pesadas para obtenção da matéria seca. As espigas foram separadas em palha, sabugo e grãos.

As amostras secas (limbos foliares, colmo + bainhas, pendões, sabugos, palha e grãos) foram trituradas em moinho tipo Wiley, e determinado teores de Cl, Mn, Fe, Zn e Cu, por espectrofotometria de absorção atômica Malavolta et al. (1989). Os teores de Cl foram determinados por meio de uma curva de calibração, utilizando-se o NaCl como padrão Gaines et al. (1984).

Com os dados obtidos de produção de matéria seca e dos teores de elementos minerais, calcularam-se os totais extraídos dos micronutrientes. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão polinomial, utilizando-se o programa computacional SAEG/UFV Ribeiro Júnior (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acúmulo de biomassa

As variáveis analisadas no acúmulo de biomassa das plantas, responderam de forma diferente aos níveis de salinidade da água de irrigação aos 90 dias após a semeadura (DAS). De acordo com a Figura 1A, o aumento da concentração salina na água de irrigação não afetou o acúmulo da biomassa da parte vegetativa. Já o acúmulo da biomassa da parte reprodutiva (Figura 1B) decresceu linearmente à medida que aumentava concentração salina na água de irrigação.

A redução na produção de matéria seca das partes vegetativa e reprodutiva da cultura do milho está associada aos efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais provenientes do acúmulo dos sais no sistema radicular. Resultados similares foram observados por Blanco et al. (2008); Oliveira et al. (2009) em planta de milho cultivada em condições de casa de vegetação. Importante destacar que a planta de milho apresenta rota C4 na absorção de nutrientes, o que pode ter causado efeito de acúmulo de íons tóxicos como o Na e Cl presente nos sais da água de irrigação.

Teores de íons

De acordo com a análise de variância os teores de micronutrientes foram influenciados significativamente ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) em todas as partes das plantas nas diferentes concentrações de sais na água de irrigação (Tabelas 1). Nos órgãos vegetativos, o estresse salino afetou todos os micronutrientes analisados nas folhas, excetuando-se os teores de Fe e Cu. Lembrando que a folha é o

principal órgão da planta, em termos de avaliação nutricional.

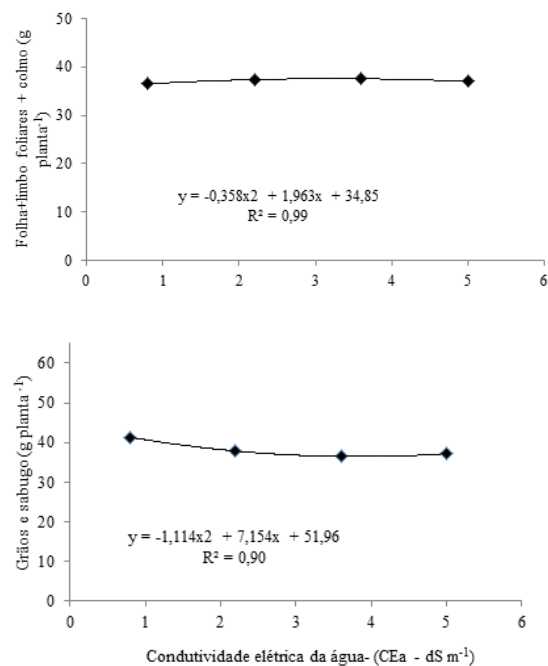


Figura 1. Acumulação de biomassa na parte vegetativa (A) e reprodutiva (B) de plantas de milho irrigadas com água salina aos 90 dias após a semeadura.

A salinidade da água de irrigação aos 90 dias após a semeadura também afetou os teores de Cl, Fe, Cu e Zn nos colmos. Quanto aos órgãos reprodutivos, a salinidade da água de irrigação influenciou os teores de Cl, Fe, Mn e Cu nos grãos e de Fe, Zn, Cu e Mn nos sabugos. Os resultados do presente estudo estão de acordo com outros trabalhos realizados em condições de casa de vegetação, em que foram observadas alterações nos teores de nutrientes em folha de milho, com destaque para o acúmulo de cloreto Garcia et al. (2005); Ferreira et al. (2007).

Como indicado na Figura 2 observa-se que aos 90 dias após a semeadura a salinidade da água de irrigação promoveu aumento linear dos teores de Cl, nas folhas (Figura 2A), enquanto nos colmos, sabugos e grãos (Figuras 2B, 2C e 2D) ocorreu aumento polinomial dos micronutrientes.

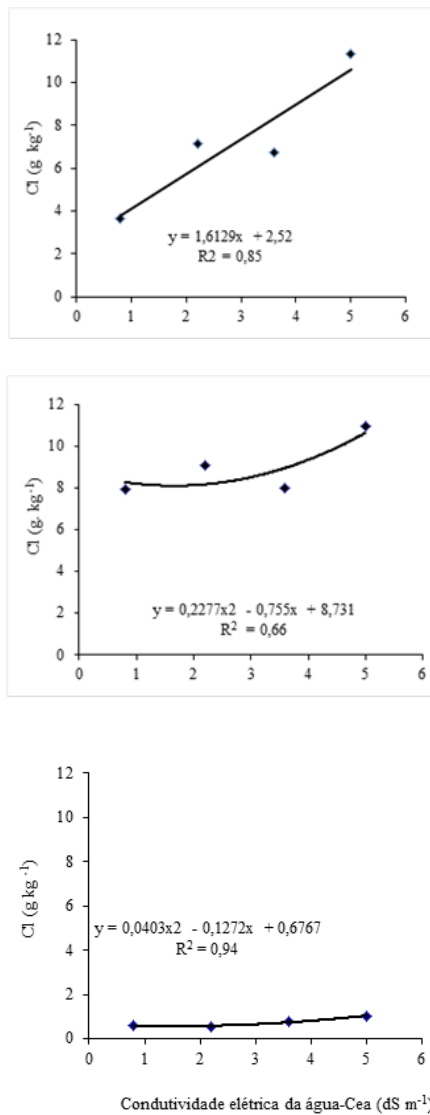


Figura 2. Teores de cloreto nas folhas (A), nos colmos (B) e nos grãos (C) de plantas de milho aos 90 DAP, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Como na maioria das plantas, geralmente absorve Cl em níveis maiores do que os necessários ao seu metabolismo. Entretanto, os maiores acúmulos do Cl nas folhas, colmos, sabugos e grãos das plantas podem ter ocorrido através dos teores adicionados ao solo pela água e pela adubação com cloreto de potássio. Os resultados são semelhantes aos apresentados por Garcia et al. (2005), Ferreira et al. (2007), na mesma cultura avaliada em casa de vegetação.

A retenção de Cl no colmo é uma característica de muitas glicófitas, como milho e sorgo forrageiro Azevedo Neto e Tabosa (2000a). O aumento de Cl nos grãos (Figura 2D) pode ser um mecanismo de tolerância específica a este íon.

Resultados semelhantes em partes vegetativas das culturas do sorgo, milho e tomateiro em condições de casa de vegetação foram obtidos por Azevedo Neto e Tabosa (2000b); Garcia et al. (2005); Blanco e Folegatti (2008). Vale salientar que o íon Cl é essencial ao processo de liberação de O₂ por cloroplastos isolados, no fotossistema II Dechen e Nachtigall (2007).

A salinidade da água de irrigação aumentou os teores de ferro nos colmos (Figura 3A), grãos (Figura 3B) e sabugos (Figura 3C). Os teores foliares encontrados no presente estudo podem ser considerados adequados para nutrição mineral do milho (Motta et al., 2007). Esses resultados divergem dos obtidos por Grattan e Grieve (1999), onde a salinidade aumentou a concentração do íon Fe nas folhas.

O acúmulo do ferro nos distintos órgãos pode ser devido à baixa mobilidade do nutriente no floema. Por outro lado Sousa et al. (2007) em casa de vegetação e Neves et al. (2009) em condições de campo observaram aumento nos teores foliares de Fe em função dos níveis salinos da água de irrigação em feijão-de-corda. Lembrando ainda que este micronutriente catalisa a biossíntese da clorofila, visto que faz parte de enzimas responsáveis pela sua formação Dechen e Nachtigall (2007).

O aumento da salinidade da água exerceu efeitos significativos de manganês sobre o acúmulo nos órgãos nas plantas de milho exceto nos pendões e palhas (Tabela 2). Dentre os órgãos os maiores teores foram determinados nas folhas (Figura 3A) e nos colmos (Figura 3B).

O aumento da salinidade propicia incremento dos teores foliares de manganês nas plantas se o pH do meio não for elevado. Nessas condições o micronutriente passa para formas insolúveis (óxidos e hidróxidos) comprometendo sua disponibilidade às plantas (Marschner 1995) que se reflete na redução de síntese de clorofila e a ativação de enzima para fotólise da água Dechen e Nachtigall (2007). Comparativamente, o comportamento das plantas de milho diverge do apresentado por Sousa et al. (2007) e Neves et al. (2009) em feijão-de-corda cultivado em casa de vegetação e no campo, respectivamente.

Os níveis crescentes de sais da água de irrigação aumentaram os teores de cobre nos colmos, pendões, grãos, sabugos e palhas do milho em todos os tratamentos (Figuras 4A, 4B, 4C, 4D e 4E). A mobilidade desse nutriente na planta pode

ter ocasionado uma translocação das folhas para os grãos.

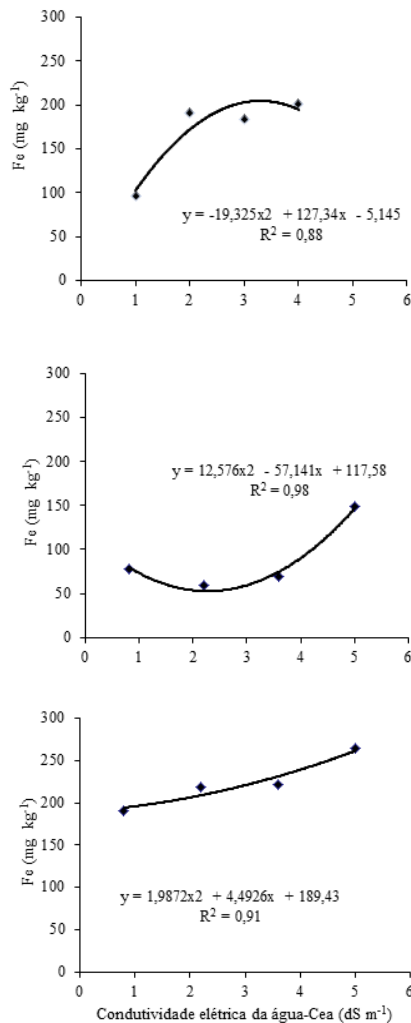


Figura 3. Teores de ferro nos colmos (A), nos grãos (B) e nos sabugo (C) de plantas de milho aos 90 DAP, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Para Dechen e Nachtigall (2007) o cobre pode acumular em órgãos reprodutivos dependendo da espécie da planta, o que possivelmente ocorreu neste estudo. No entanto, o estresse salino ocasionado por irrigações com água salina pode causar variações nos teores de cobre, podendo resultar em desbalanço nos teores desse íon nas plantas Grattan e Grieve (1999). Resultados semelhantes a este estudo em casa de vegetação na cultura do feijão-de-corda foram observados por Sousa et al. (2007).

Os teores foliares de Zn (Figura 5A) são considerados adequados para a cultura do milho (Raj e Cantarelle, 1997). Esses autores sugerem que o teor adequado para esta cultura é em torno de 20

a 100 mg kg⁻¹, sendo que as plantas passam a sofrer deficiência quando os teores decrescem abaixo de 15 mg kg⁻¹.

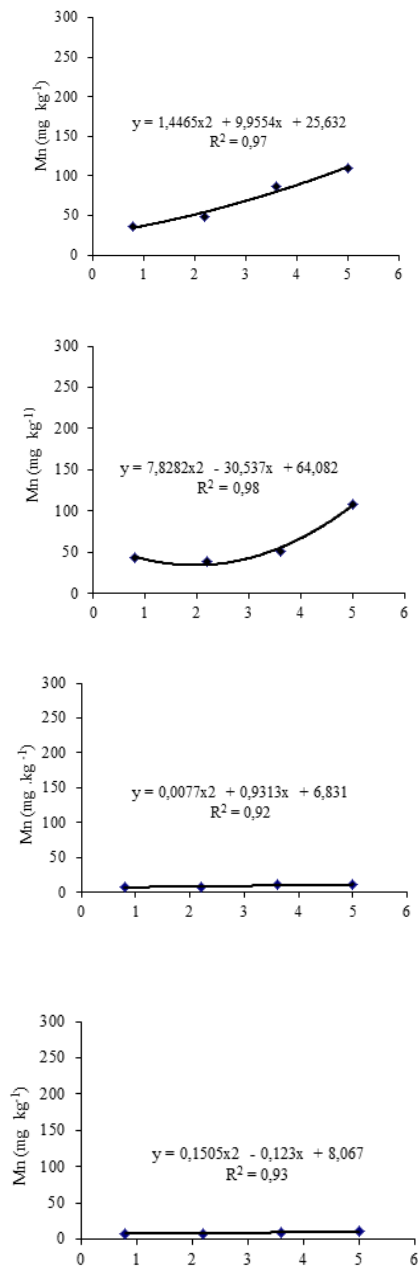


Figura 4. Teores de manganês nas folhas (A), nos colmos (B), nos grãos (C) e nos sabugos (D) de plantas de milho aos 90 DAP, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

No caso do presente estudo, não foram observados sintomas visuais de deficiência desse nutriente. Com o aumento dos níveis salinos da água de irrigação ocorreu um aumento dos teores de zinco nas folhas, colmos, sabugos, pendões e

palhas (Figuras 5A, 5B, 5C, 5D e 5E). Estudos realizados por Neves et al. (2009) no campo com feijão-de-corda em ambientes salinos contradiz aos valores obtidos neste estudo.

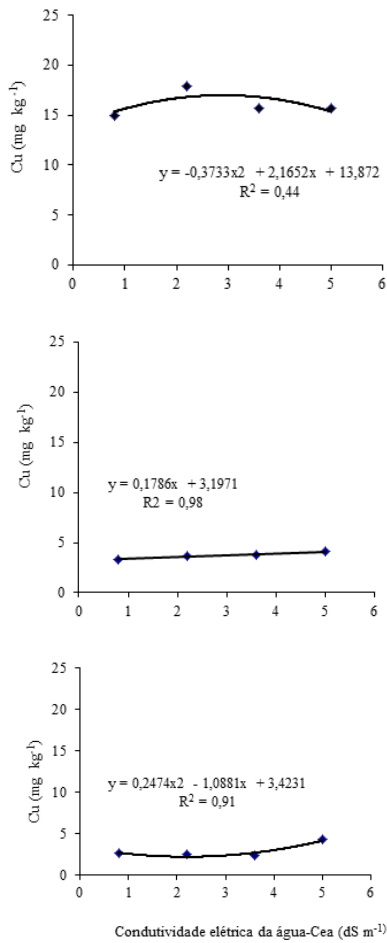


Figura 5. Teores de cobre nos colmos (A), nos grãos (B) e nos sabugos (C) de plantas de milho aos 90 DAP, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Extração de nutrientes

A salinidade da água de irrigação influenciou os conteúdos de micronutrientes na planta de milho aos 90 dias após a semeadura, exceto os de Zn e Cu (Tabela 2).

Quando irrigado com água de baixa salinidade os nutrientes analisados foram extraídos na seguinte ordem decrescente: Cl > Fe > Zn > Mn > Cu (Tabela 3). Essa seqüência diverge da apresentada por Hiroce et al. (1989), em planta de milho irrigado com água de baixa salinidade. As quantidades de nutrientes que são extraídas pela cultura do milho dependem, da cultivar, das condições de clima, da fertilidade do solo, das

adubações realizadas e dos tratos culturais Fornasier Filho (2007). Os níveis crescente da salinidade da água de irrigação provocou alterações nas quantidades extraídas e na ordem de extração (Tabela 3). No maior nível de salinidade (5,0 dS m⁻¹), os nutrientes foram extraídos na seguinte ordem decrescente: Cl > Fe > Mn > Zn > Cu.

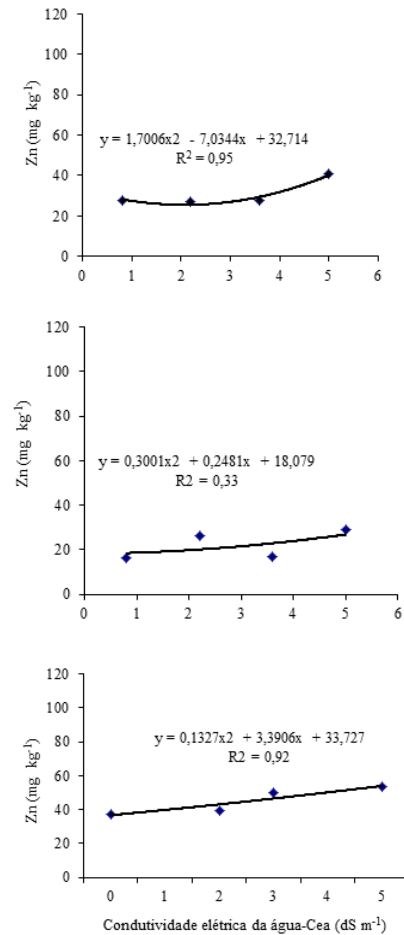


Figura 6. Teores de zinco nas folhas (A), nos colmos (B) e nos sabugos (C) de plantas de milho aos 90 DAP, em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Os totais extraídos de Cl, Fe, Mn, Zn e Cu não reduziram com o aumento da concentração de sais na água de irrigação (Tabela 3). Por outro lado, as plantas apresentaram aumentos nos totais extraídos de Cl, Fe e Mn (Tabelas 3). As elevações de Cl se devem à presença dos mesmos na água de irrigação. Tendências semelhantes foram observadas por Neves et al. (2004); Garcia et al. (2005); Garcia et al. (2007) ao trabalharem com mudas de umbuzeiro e plantas de milho em condições de casa de vegetação, respectivamente. Entre os micronutrientes a salinidade da água de

irrigação aumentou os conteúdos de Fe e Mn e não influenciou os de Cu e Zn. Resultado opostos a este estudo foram averiguado por Neves et al. (2004) e Neves et al. (2009) para os teores de Fe e Mn em mudas de umbuzeiro e feijão-de-corda, respectivamente.

CONCLUSÕES

O estresse salino proporciona redução da produção de biomassa de planta de milho na parte reprodutiva a partir de 2,2 dS m⁻¹, porém na parte reprodutiva não houve decréscimo com o aumento da concentração de sais na água de irrigação.

Tabela 1. Valores dos quadrados médios e da significância estatística para os teores de Cl, Fe, Mn, Zn e Cu nas diversas partes de plantas de milho irrigadas com água com quatro níveis de salinidade (0,8; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m⁻¹)

Elemento	Parte da Planta	Quadrados Médios			CV
		Tratamento	Bloco	Resíduo	
Cl	Folha	49,7 ^{**}	2,65 ^{ns}	1,34	16,09
	Colmo	9,84 ^{**}	1,81 ^{ns}	0,57	8,38
	Grãos	0,24 ^{**}	0,5 [*]	0,12	14,7
	Sabugo	5,83 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,23	33,92
Fe	Folha	280,32 ^{ns}	130 ^{ns}	132,29	5,24
	Colmo	8266,45 ^{**}	54,92 ^{ns}	72,65	9,63
	Grãos	11707,34 ^{**}	213,68 ^{ns}	297,8	10,25
	Sabugo	9,98 ^{**}	1,08 ^{ns}	208,17	6,44
Mn	Folha	5519,92 ^{**}	33,23 ^{ns}	94,14	13,98
	Colmo	5251,24 ^{**}	4,65 ^{ns}	20,04	7,39
	Grãos	16,74 ^{**}	1,22 ^{ns}	0,69	8,64
	Sabugo	16,68 ^{**}	18,56 ^{ns}	0,22	5,07
Zn	Folha	214,12 ^{**}	1,39 ^{ns}	3,57	6,14
	Colmo	200,22 ^{**}	6,12 ^{ns}	4,2	9,29
	Grãos	5,47 ^{ns}	16,69 ^{ns}	15,58	12,04
	Sabugo	50,55 [*]	4,15 ^{ns}	41,26	14,27
	Folha	4,68 ^{ns}	7,27 ^{ns}	7,05	11,43

A salinidade das águas aumentou a acumulação de cloreto nas folhas, nos colmos, nas palhas e nos grãos, no entanto, aumentou os teores de ferro e manganês nos colmos, grãos e sabugos, de cobre e zinco nos colmo, palhas e sabugos;

O aumento da concentração de sais na água de irrigação proporcionou um aumento nos totais extraídos de cloreto, ferro e manganês.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo Setorial CT-HIDRO e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

	Colmo	8,03**	2,67*	0,78	5,48
Cu	Grãos	0,52**	0,14*	0,32	4,83
	Sabugo	9,98*	1,08 ^{ns}	0,11	11,48

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns= não significativo.

Tabela 2. Valores dos quadrados médios e da significância estatística do conteúdo de micronutrientes em plantas de milho irrigadas com quatro níveis de salinidade (0,8; 2,2; 3,6 e 5,0 dS m⁻¹).

Elementos	Quadrados Médios			
	Tratamentos	Blocos	Resíduos	CV%
Cl ⁻	415,58**	101,31	51,66	13,75
Fe	139320,6	63014,57	31971,1	11,08
Mn	50204,35**	1626,43	3604,2	19,1
Cu	370,78 ^{ns}	178	294,2	14,81
Zn	929,34 ^{ns}	2527,97	1156,05	9,61

*** Significativo pelo teste F a 5 e 1% respectivamente; ns= não significativa

Tabela 3. Totais extraídos, em mg ha⁻¹ de Fe, Cu, Zn e Mn em plantas de milho irrigadas com água salina

CEa (dS m ⁻¹)	Totais extraídos (mg ha ⁻¹)			
	Fe	Mn	Zn	Cu
0,8	1406,1 ± 58,7	244,0 ± 29,2	351,4 ± 17,6	112,7 ± 8,2
2,2	1630,0 ± 76,2	248,7 ± 21,3	368,3 ± 20,1	124,1 ± 9,3
3,6	1601,7 ± 69,5	305,7 ± 16,1	336,2 ± 13,6	121,2 ± 3,8
5,0	1813,9 ± 132,2	459,5 ± 30,3	359,4 ± 17,1	105,0 ± 6,6

¹valores médios ± erro padrão da média

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, R.S.; WESCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande, UFPB, 1999. 153p.
- AZEVEDO NETO A.D.; TABOSA J.N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.2, p.165-171, 2000a.
- AZEVEDO NETO A.D.; TABOSA J.N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte I Análise de crescimento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.2, p.159-164, 2000b.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: II. Crescimento e partição de matéria seca. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.1, p.34-40, 2008.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M.V.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D. Growth and yield of corn irrigated with saline water. Scientia Agrícola, v.65, n.06, p.574-580, 2008.

6. DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M.S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 13, p. 328-352.
7. DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande, UFPB, 1994. 306 p.
8. FERNANDES, V.L.B. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza, UFC, 1993. 248 p.
9. FERREIRA, P.A.; GARCIA, G.O.; NEVES, J.C.L.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, D.B. Produção relativa do milho teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. *Ciência Agrônômica*, v.38, n.1, p.7-16, 2007.
10. FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: Funep. 1ª ed. 2007. 576p.
11. GAINES, T.P.; PARKER, M.B.; GASCHO, G.J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate extration. *Agronomy Journal*, v.76, n.3, p.371-374, 1984.
12. GARCIA, G.O.; FERREIRA, P.A.; SANTOS, D.B.; OLIVEIRA, F.G.; MIRANDA, G.V. Estresse salino em plantas de milho: I – macronutrientes aniônicos e suas relações com o cloro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, (suplemento), p.26-30, 2005.
13. GARCIA, G.O.; FERREIRA, P.A.; MIRANDA, G.V.; NEVES, J.C.L.; MORAES, W.B.; SANTOS, D.B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio em plantas de milho sob estresse salino. *Idesia*, v.25, n.3, p.93-106, 2007.
14. GRATTAN, S.R.; GRIEVE, C.M. 1999. Salinity-mineral relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, v.78, p.127-157.
15. GURGEL, M.T.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; FERNANDES, P.D.; SILVA, F.V. Nutrição de cultivares de meloeiro irrigadas com águas de baixa e alta salinidade. *Caatinga*, v.21, n.5, p.36-43, 2008.
16. HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; LIMA, M. Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho. Campinas. IAC, 1989. 24p.
17. LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos. 3ª ed. 2006. 550p.
18. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p
19. MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press. 2ª ed. 1995. 889 p.
20. NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; RODRIGUES, C.R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, n.1, p.997-1006, 2004.
21. NEVES, A.L. R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, v.39, n.3, p.758-765, 2009.
22. OLIVEIRA, F. A. de.; MEDEIROS, J. F. de.; OLIVEIRA, M. K. T. de.; LIIMA, C. J. G. S. de.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; AMANCIO, M. G. Desenvolvimento inicial do milho-pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.2, p.149-155, 2009.
23. RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagens. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações*

de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1997. 285p.

24. RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. Uso de águas salinas para a produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

25. RIBEIRO JÚNIOR, J.I. Análises Estatísticas no SAEG. Viçosa: Editora UFV, 2001. 301p.

26. SANTOS, H. G.; JACOME, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação do solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2ª ed. 2006, 30p.

27. SOUSA, R.B.; LACERDA, C.F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. Revista Brasileira de Ciência Agrárias, v.2, n.1, p.75-82, 2007.

28. BUENO R. C. Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido. 1998. Lavras: UFLA. 54p. (Dissertação mestrado).