

## Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas<sup>1</sup>

Initial Growth of corn plants subjected to different concentrations of biofertilizer and irrigated with saline water

Geocleber Gomes de Sousa<sup>2\*</sup>, Albanise Barbosa Marinho<sup>3</sup>, André Henrique Pinheiro Albuquerque<sup>2</sup>, Thales Vinícius de Araújo Viana<sup>4</sup> e Benito Moreira de Azevedo<sup>4</sup>

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação com água de alta e baixa salinidade sob o crescimento inicial de plantas de milho cultivadas em solo adubado com biofertilizante bovino. O experimento foi conduzido em ambiente telado do Departamento de Ciências do Solo - UFC. O plantio das sementes deu-se em vasos com capacidade de 12 kg, contendo como substrato um Argissolo e uma planta por vaso. O experimento obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições, referentes a cinco concentrações de biofertilizante: C1 = 50% bio + 50% água (1:1), C2 = 33,33% bio + 66,67 água (1:2), C3 = 25% bio + 75% água (1:3), C4 = 20% bio + 80% água (1:4) e C5 = 11,12+ 88,88% água (1:5) e dois níveis de salinidade para a água de irrigação S1 = 0,8 dS m<sup>-1</sup> (baixa salinidade) e S2 = 3,4 dS m<sup>-1</sup> (alta salinidade). Foram analisadas a condutividade elétrica do solo (CEes) e o crescimento inicial das plantas utilizando-se as seguintes características: altura de plantas, diâmetro do colmo, área foliar, matéria seca da parte aérea, da raiz e matéria seca total. A irrigação com água de baixa salinidade foi mais eficiente no crescimento inicial das plantas, exceto a matéria seca da raiz, sob concentrações crescentes de biofertilizante bovino. Sob as mesmas concentrações de biofertilizante bovino e irrigação com água salina, elevou o caráter salino do solo, mas com menos intensidade no solo irrigado com água de baixa salinidade.

**Palavras-chave** - *Zea mays* L. Estresse salino. Insumo orgânico.

**Abstract** - The purpose of this study was to evaluate the effect of irrigation with water of high and low salinity on the initial growth of corn plants grown in soil fertilized with bovine bio-fertilizer. The experiment was conducted in a greenhouse of the Department of Soil Science - UFC. The seeds were planted in vessels with a 12 kg capacity, containing Alfissol as substrate and one plant per pot. The experiment followed a completely randomized design, in a 5x2 factorial scheme, with four replications, referring to five concentrations of bio-fertilizer: C1 = 50% biofertilizer + 50% water (1:1), C2 = 33.33% biofertilizer + 66.67 + water (1:2), C3 = 25% biofertilizer + 75% water (1:3), C4 = 20% biofertilizer + 80% water (1:4) and C5 = 11.12% biofertilizer + 88, 88% water (1:5) and two salinity levels of irrigation water for S1 = 0.8 dS m<sup>-1</sup> (low salinity) and S2 = 3.4 dS m<sup>-1</sup> (high salinity). We analyzed the early growth of plants as compared to the readings of electrical conductivity of water saturated soil extracts (ECse) by using the collected data on plant height, stem diameter, leaf area, shoot dry matter, root dry matter and total dry matter. Irrigation with low salinity water was found more efficient in promoting the initial growth of plants under increasing concentrations of biofertilizer, except for root dry matter. Under the same concentrations of biofertilizer, plus irrigation with saline water, soil salinity increased, but did so with less intensity in soil irrigated with low salinity water.

**Key words** - *Zea mays* L. Saline stress. Organic manure.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 16/12/2010; aprovado em 01/08/2011

Projeto financiado pelo CNPq

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Caixa Postal 12. 168, Fortaleza-CE, Brasil, Bolsista da FUNCAP, 60.455-970, sousasolosgeo@hotmail.com; andrehenrique84@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Área de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção-CE, Brasil, albanise@unilab.edu.br

<sup>4</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, thales@ufc.br, benitoazevedo@hotmail.com

## Introdução

O uso de água salina na agricultura deve ser considerado como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos. Entretanto, a qualidade da água para irrigação das regiões semiáridas apresenta grande variabilidade, tanto em termos geográficos (espacial), como ao longo do ano (sazonal). Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade, é um dos principais fatores limitante ao crescimento e desenvolvimento de algumas culturas (BEZERRA *et al.*, 2010). De acordo com Ayers e Westcot (1999) os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre os vegetais, variam entre espécies e genótipos de uma mesma espécie.

O milho (*Zea mays L.*) originário da América Central e cultivado em todo o Brasil, tem grande importância econômica, devido às diversas formas de sua utilização, desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia e utilização na produção de biocombustíveis (FORNASIERI FILHO, 2007). Para Ayers e Westcot (1999), o milho, é uma espécie moderadamente sensível à salinidade, com salinidade limiar da água de 1,1 dS m<sup>-1</sup> e do solo de 1,7 dS m<sup>-1</sup>.

De acordo com Munns (2005) a inibição do crescimento das plantas sob salinidade ocorre 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.

Ao avaliar o desenvolvimento inicial do milho-pipoca 'híbrido Zélia' irrigado com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, Oliveira *et al.* (2009) constataram que o incremento da salinidade da água inibiu o diâmetro do caule e o número de folhas emitidas das plantas. Nesta mesma espécie, Garcia *et al.* (2007), Blanco *et al.* (2008) e Gondim *et al.* (2011) observaram que o estresse salino afetou o conteúdo de matéria seca da parte aérea e das raízes; enquanto Sousa *et al.* (2010) no híbrido AG 1051 obtiveram reduções na acumulação da biomassa das partes vegetativas (folha + colmo).

Neste contexto, o desenvolvimento de estratégias de manejo em áreas irrigadas da região semiárida do Nordeste, onde as águas nem sempre são de boa qualidade, pode ser uma alternativa para se elevar a produtividade de culturas tolerantes a estes ambientes (BEZERRA *et al.*, 2010). Dentre essas estratégias, está o uso de biofertilizante ou esterco líquido bovino, que tem evidenciado atenuar os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial de algumas culturas.

Campos *et al.* (2009), estudando o efeito da água salina e do esterco bovino líquido na cultura da mamoneira, verificaram que o aumento do teor salino das águas prejudicou seu crescimento inicial, mas com menos intensidade no solo onde foi aplicado o esterco líquido bovino. Mesquita *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2011) também constataram efeitos benéficos do biofertilizante bovino em ambiente salino sobre o crescimento inicial de plantas de maracujazeiro-amarelo e feijão-de-corda, respectivamente.

De acordo com Cavalcante *et al.* (2010) além dos efeitos promovidos na estruturação física do solo, o esterco bovino líquido aplicado na superfície do substrato forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o insumo. Sob estresse salino, Silva *et al.* (2011) concluíram que o biofertilizante proporciona melhores rendimentos relacionados às trocas gasosas como fotossíntese, transpiração e condutância estomática quando comparadas às que não receberam aplicação do insumo orgânico.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de milho irrigado com água de alta e baixa salinidade em solo adubado com biofertilizante bovino após diferentes níveis de diluição.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em ambiente protegido do Departamento de Ciências do Solo, no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no Campus do Pici, em Fortaleza (3°45' S; 38° 33' W e altitude de 19 m). Segundo a classificação de Köppen, a área do experimento está localizada numa região de clima Aw'. O solo utilizado como substrato é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006). Foram coletadas amostras compostas na camada de 0-20 cm de profundidade e submetidas às análises laboratoriais para determinação dos atributos físicos e químicos, indicados na Tabela 1, conforme Embrapa (1997) e Richards (1954).

O plantio das sementes do milho híbrido AG 1051 foi feito em vasos plásticos com capacidade de 12 kg, e realizado em março de 2010. Após o estabelecimento das plântulas, aos cinco dias depois da semeadura (DAS), fez-se o desbaste deixando-se uma planta por vaso.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado seguindo o arranjo fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco concentrações de biofertilizante (C1 = 50% bio + 50%

**Tabela 1** - Características físicas e químicas do solo antes da aplicação dos tratamentos

Atributos químicos	Profundidade (0-20 cm)
Classe textural	Franco arenosa
Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> )	1,40
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,80
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,60
K (mg dm <sup>-3</sup> )	0,07
Na (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,65
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,40
PST (%)	1,00
pH (H <sub>2</sub> O 1:2,5)	5,20
CEes (dS m <sup>-1</sup> )	0,22

CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação

água, C2 = 33,33% bio + 66,67 água, C3 = 25% bio + 75% água, C4 = 20% bio + 80% água e C5 = 11,12% + 88,88% água) diluídas em água não salina, aplicadas em cada vaso em volume correspondente a 10% do volume do substrato (1,2 L planta<sup>-1</sup>) irrigada com água de baixa salinidade (0,8 dS m<sup>-1</sup>) e alta salinidade (3,4 dS m<sup>-1</sup>).

Na preparação da água com alta salinidade (CEa = 3,4 dS m<sup>-1</sup>) foram utilizados os sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção de 7:2:1 (MEDEIROS, 1992). A água de baixa salinidade (0,8 dS m<sup>-1</sup>) foi retirada

da torneira. A irrigação foi iniciada após o desbaste e a quantidade de água aplicada diariamente às plantas foi calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO *et al.*, 2008), mantendo-se o solo na capacidade de campo.

O biofertilizante bovino foi preparado a partir de uma mistura de partes iguais de esterco fresco bovino e água não salina (CEa = 0,8 dS m<sup>-1</sup>) sob fermentação anaeróbia, durante 30 dias, em recipiente plástico. Para se obter o sistema anaeróbio, a mistura foi colocada em uma bombona plástica de 200 L deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior e fechada hermeticamente. Na tampa foi adaptada uma mangueira com a outra extremidade mergulhada num recipiente com água na altura de 20 cm, para a saída de gases (PENTEADO, 2007). A análise química do biofertilizante na forma líquida como água de irrigação e os teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn) na composição química da matéria seca, encontram-se nas Tabelas 2 e 3. As análises foram realizadas adotando-se as metodologias sugeridas por Richards (1954) e Malavolta *et al.* (1997), respectivamente.

No final do experimento, aos 45 dias após a semeadura (DAS), avaliaram-se as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro do caule, área foliar, massa da matéria seca de raiz, parte aérea e total das plantas. Após a coleta das plantas o solo de cada vaso foi homogeneizado e amostras foram utilizadas na determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação, adotando-se a metodologia contida em Richards (1954).

**Tabela 2** - Análise química do biofertilizante bovino líquido para irrigação

CE	RAS	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
dS m <sup>-1</sup>	mmol L <sup>-1</sup>	-	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>							
3,61	3,25	7	1,5	4,1	5,4	19,7	30,1	10	17,1	Ausente

CE - Condutividade elétrica a 25 °C; RAS - Razão de adsorção de sódio [Na<sup>+</sup> / (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> / 2)]**Tabela 3** - Composição de macros e micronutrientes essenciais na matéria seca nas concentrações de biofertilizante bovino

BIO	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn
			g kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>			
C 1	0,3	1,1	2,3	3,2	0,3	-	43,6	0,1	7,3	6,6
C 2	0,2	0,5	1,7	5,6	0,2	-	18,1	0,5	2,3	2,5
C 3	0,1	0,5	1,1	3,0	0,2	-	10,5	0,1	1,5	1,7
C 4	0,1	0,2	1,2	2,8	0,2	-	8,10	0,1	0,5	1,0
C 5	0,1	0,1	1,0	2,0	0,1	-	4,60	0,1	0,4	0,9

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão e, as médias comparadas pelo teste de Tukey com  $P < 0,05$ , utilizando-se o programa SAEG/UFV. Na análise de regressão, as equações de regressão que melhor se ajustarem aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de significância de 1% (\*\*) e 5% (\*) pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## Resultados e discussão

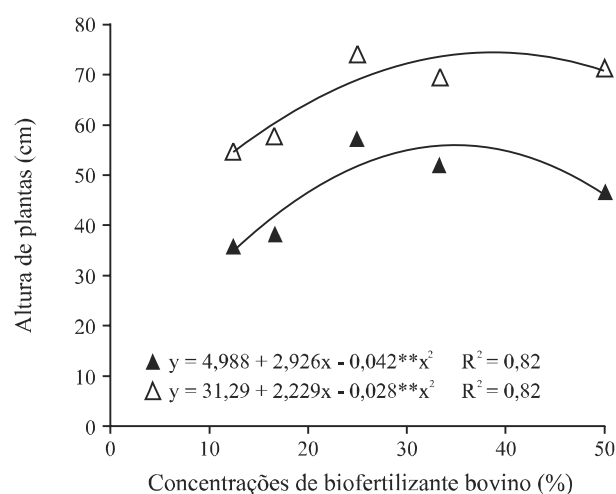
### Crescimento inicial

A análise de variância apresentada na Tabela 4 mostrou que as águas de diferentes salinidades influenciaram na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEs), altura da planta (AP) e na matéria seca da raiz (MSR). As demais variáveis foram influenciadas pelas diferentes concentrações de biofertilizante bovino em nível de significância de 1 e 5% pelo teste F. Já para a interação entre os níveis de salinidade e as concentrações de biofertilizante bovino, verificou-se que houve efeito significativo na condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEs), na altura de plantas (AP), na área foliar (AF), na matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e na matéria seca total (MST).

As plantas irrigadas com água de baixa salinidade apresentaram uma maior altura quando comparadas às irrigadas com água de alta salinidade. Analisando a altura

da planta em função das concentrações de biofertilizante para águas de baixa e alta salinidade, verificou-se que em condições de baixa salinidade, as plantas atingiram altura máxima de 75,65 cm quando se utilizou a concentração de 39,80% de participação do biofertilizante. Já sob água de alta salinidade, a altura máxima da planta de 50,95 cm foi obtida para a concentração de 34,83% de biofertilizante bovino (FIG. 1).

**Figura 1** - Altura de plantas do milho, em função das concentrações de biofertilizante bovino no solo irrigado com água de baixa ( $\Delta$ ) e alta de salinidade ( $\blacktriangle$ ). Significativo ao nível de 1% (\*\*) pelo teste F



**Tabela 4** - Resumo da análise de variância e médias para a altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), área foliar (AF), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) em plantas de milho em função de diferentes níveis de diluição do biofertilizante bovino e, salinidade da água de irrigação

FV	Quadrado médio							
	GL	CEs	AP	DC	AF	MSPA	MSR	MST
Tratamentos	9	17,05**	609,07**	9,6*	1339352,52**	4271,46**	170,77**	4334,92**
Biofertilizante (B)	4	32,61**	896,11**	14,53*	2759831,21**	8776,98**	151,7**	8654,3**
Salinidade (S)	1	2,96**	291,76*	0,54 <sup>ns</sup>	237006,02 <sup>ns</sup>	16,69 <sup>ns</sup>	111,68*	440,09 <sup>ns</sup>
BxS	4	5,02**	401,36**	6,93 <sup>ns</sup>	194453,46*	829,63**	204,62**	989,25**
Resíduo	30	0,04	58,65	3,88	58071,8	198,03	18,31	188,41
Total	39	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	4,96	13,28	10,21	10,01	8,78	26,39	7,73
AI	Médias							
S1(0,8 dS m <sup>-1</sup> )	-	3,77	61,5	19,18a	2610,7	159,58	14,54	174,12
S2(3,4 dS m <sup>-1</sup> )	-	4,31	56,1	19,41a	2456,75	160,87	17,88	180,75

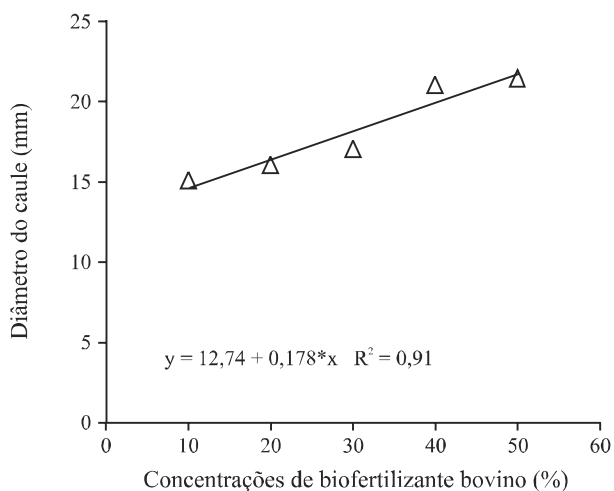
FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; AI = Água de irrigação; CEa = condutividade elétrica da água; \*, \*\* e <sup>ns</sup> = Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente

Oliveira *et al.* (2009) estudando o desenvolvimento inicial do milho pipoca irrigado com águas de diferentes salinidades em condições de casa de vegetação, concluíram que o estresse salino afetou o crescimento da cultura em altura das plantas. Por outro lado, Cavalcante *et al.* (2010) verificaram que os níveis crescentes de sais da água de irrigação prejudicou o crescimento em altura de plantas de goiabeira, mas com menos intensidade no solo com esterco líquido bovino. Comportamentos semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2008) e Campos *et al.* (2009) que constataram influência positiva do insumo orgânico em ambiente salino sobre o crescimento de plantas de goiabeira e mamoneira, respectivamente.

Diferentemente da altura das plantas, os níveis crescente de sais da água de irrigação não exerceram efeitos significativos sobre o DC (TAB. 2). Sob estresse salino, Azevedo Neto e Tabosa (2000) em solução nutritiva com NaCl e Oliveira *et al.* (2009) em casa de vegetação na cultura do milho, evidenciaram resultados opostos aos desse estudo.

Já as concentrações de biofertilizante bovino exerceram efeitos significativos ao nível de significância de 5%. Com base na Figura 2, o modelo que melhor se ajustou foi o linear crescente, com um coeficiente de determinação de 0,91. Salienta-se que esse insumo orgânico apresentou um aspecto nutricional positivo para essa variável estudada. Confirmando essa informação, Rodolfo Júnior *et al.* (2009) em condições de campo, obtiveram resultados similares na cultura do maracujazeiro amarelo.

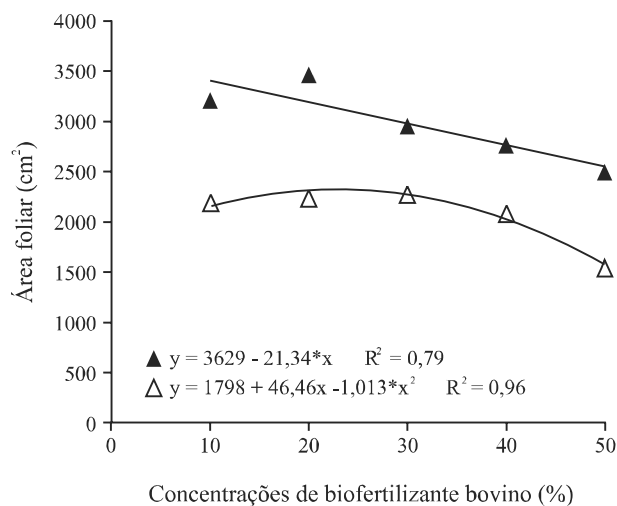
**Figura 2** - Diâmetro do caule do milho em função das concentrações de biofertilizante bovino no solo. Significativo ao nível de 5% (\*) pelo teste F



A partir da análise de regressão apresentada na Figura 3, nota-se que em condições de irrigação com água de baixa salinidade, a área foliar aumentou linearmente com o aumento das concentrações de biofertilizante bovino. A superioridade da área foliar sob irrigação com água de baixa salinidade evidencia os efeitos expressivos do biofertilizante bovino, resultando em maior eficiência das plantas nos processos fotossintéticos e no transporte de solutos orgânicos nos tecidos vegetais. Já sob água de alta salinidade, a área foliar apresentou um comportamento quadrático, atingiu valor máximo de 2.337,5 cm<sup>2</sup> para uma concentração de 22,98% de biofertilizante. Acima desta concentração, observou-se uma diminuição da área foliar que deve-se possivelmente, ao estresse osmótico e hídrico, os quais são decorrentes do estresse salino no ambiente radicular, o que pode, de acordo com Ayers e Westcot (1999), promover desequilíbrio fisiológico às plantas.

Resultados semelhantes sobre a redução da área foliar em plantas de milho sob estresse salino foram registrados por Azevedo Neto e Tabosa (2000), Blanco *et al.* (2008) e Oliveira *et al.* (2009). Quando da presença de biofertilizante bovino, Mesquita *et al.* (2010) em plantas de maracujazeiro amarelo, Cavalcante *et al.* (2010) em plantas de goiabeira e Silva *et al.* (2011) em plantas de feijão-de-corda obtiveram resultados similares ao desse estudo.

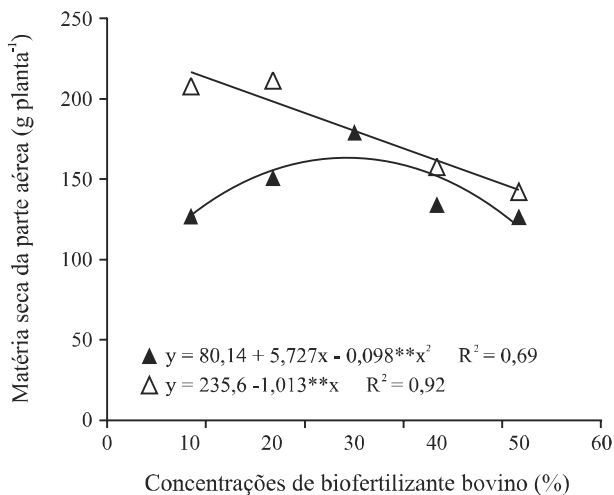
**Figura 3** - Área foliar de milho em função de concentrações das biofertilizante bovino no solo irrigado com água de baixa salinidade ( $\Delta$ ) e de alta salinidade ( $\blacktriangle$ ). Significativo ao nível de 5% (\*) pelo teste F



O aumento das concentrações de biofertilizante bovino influenciou positivamente sobre a matéria seca da parte aérea (FIG. 4) aos 45 dias após a semeadura

(DAS), tendo seu crescimento mais afetado quando irrigada com água de alta salinidade. A partir da análise de regressão verificou-se que a MSPA em função das concentrações de biofertilizante bovino para a água de baixa salinidade se ajustou em um modelo linear com  $R^2$  de 0,92 (FIG. 4). Para água de alta salinidade, a MSPA em função dos níveis diluição de biofertilizante se ajustou em um modelo polinomial quadrático com  $R^2$  de 0,69, verificando-se que a concentração de biofertilizante de 29,21% proporcionou a maior MSPA, de 163,1 g. Salienta-se que quanto maior a concentração de biofertilizante menor é a quantidade de nutriente presente nesse insumo.

**Figura 4** - Matéria seca da parte aérea de milho em função das concentrações de biofertilizante bovino no solo irrigado com água de baixa ( $\Delta$ ) e de alta salinidade ( $\blacktriangle$ ). Significativo ao nível de 1% (\*\*\*) pelo teste F



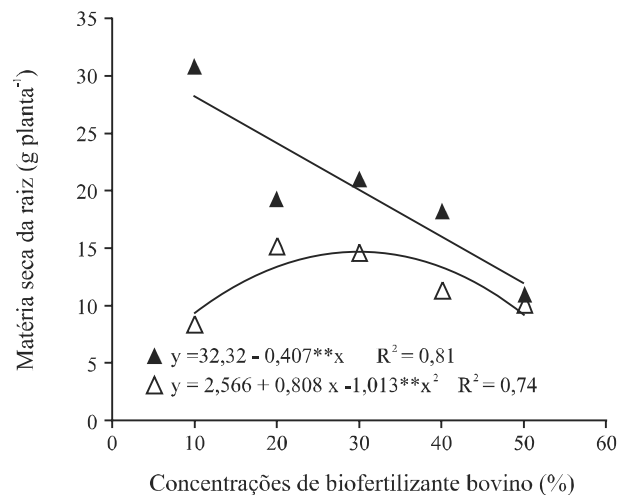
Oliveira *et al.* (2009) em casa de vegetação e Sousa *et al.* (2010) em condições de campo avaliando a salinidade da água de irrigação na cultura do milho, concluíram que a produção de MSPA das plantas sofrera decréscimo com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Para Garcia *et al.* (2007) a redução da matéria seca da parte aérea em plantas de milho irrigado com água salina, está relacionada ao desvio de energia em decorrência do aumento dos níveis de salinidade do solo, logo, a redução nos valores da MSPA pode ser o reflexo do custo metabólico de energia.

Contrariando esse estudo, Cavalcante *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2011) estudando a MSPA em plantas de

goiabeira e feijão-de-corda em solo com concentração de 50% de biofertilizante bovino em ambiente salino, obtiveram uma maior MSPA em relação às plantas que não receberam o insumo orgânico.

Na irrigação com água de alta salinidade, verificou-se a partir da análise de regressão que a MSR (FIG. 5) do milho decresceu linearmente com o aumento das concentrações de biofertilizante. Izzo *et al.* (1991), estudando a cultura do milho sob diferentes concentrações de sais, relatam que a maior tolerância das raízes contribuiu para a tolerância das plantas ao estresse salino.

**Figura 5** - Matéria seca da raiz de milho em função das concentrações de biofertilizante bovino no solo irrigado com água de baixa ( $\Delta$ ) e de alta salinidade ( $\blacktriangle$ ). Significativo ao nível de 1% (\*\*\*) pelo teste F



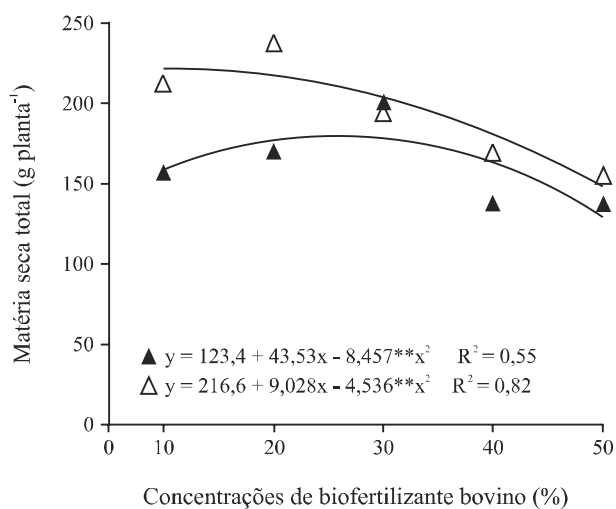
Esse comportamento pode ser explicado, em parte, pelas diferentes condições de cultivo utilizadas, tais como tipo de substrato, espécie e o estágio de desenvolvimento em que o estresse é aplicado (NEVES *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2010). Resultados semelhantes ao desse estudo foram observados por Azevedo Neto e Tabosa (2000) na cultura do milho. Os autores concluíram que a salinidade reduz a produção de matéria seca das raízes de 42 a 66%.

Já sob água de baixa salinidade, o modelo polinomial quadrático, apresentou um  $R^2 = 0,74$ . A maior MSR de 15,03 g foi obtida com a concentração de biofertilizante de 31,07%. Possivelmente na presença de um maior teor

de biofertilizante tenha contribuído para o aumento da população de microrganismos concorrentes por nutrientes como nitrogênio e potássio, resultando em menor crescimento da biomassa radicular. Cavalcante *et al.* (2010) em goiabeira e Mesquita *et al.* (2010) em maracujazeiro amarelo, avaliando os efeitos do estresse salino em vaso contendo biofertilizante bovino, evidenciaram uma tendência oposta a desse estudo sobre a MSR.

Como verificado para a matéria seca da parte aérea e da raiz, a matéria seca total das plantas de milho também foi afetada negativamente pela água de irrigação de alta salinidade. De acordo com a análise de regressão verificou-se que a MST em função das concentrações de biofertilizante bovino para a água de alta salinidade se ajustou em um modelo quadrático com  $R^2$  de 0,55 (FIG. 6), constatando que a concentração de biofertilizante de 10,02% proporcionou à maior MST, de 221,12 g.

**Figura 6** - Matéria seca total de milho em função das concentrações de biofertilizante bovino no solo irrigado com água de baixa ( $\Delta$ ) e de alta salinidade ( $\blacktriangle$ ). Significativo ao nível de 1% (\*\*) pelo teste F



Resultados similares foram abordados por Souza *et al.* (2007), em condições de casa de vegetação, na cultura do feijão-de-corda sob níveis crescentes de salinidade e por Gondim *et al.* (2011) em milho em solução nutritiva sob concentrações crescentes de NaCl.

Para água de baixa salinidade, a MST em função das concentrações de biofertilizante se ajustou a um modelo polinomial quadrático com  $R^2$  de 0,82,

verificando-se que o nível de diluição de biofertilizante de 25,91% proporcionou a maior MST de 179,7 g.

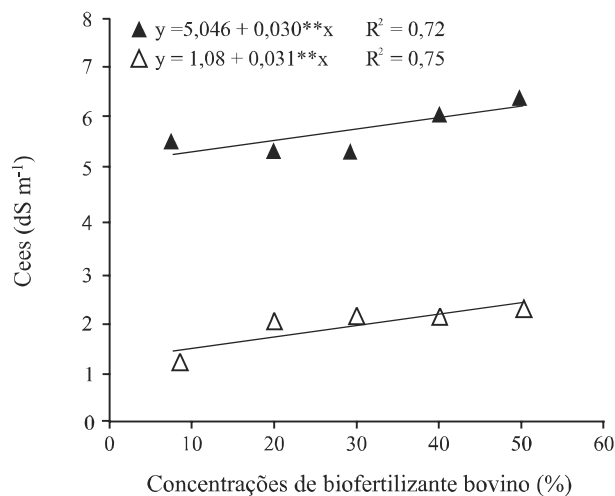
Mesquita *et al.* (2010) concluíram que na presença do biofertilizante bovino, após 65 dias após a emergência de plantas de maracujazeiro amarelo, a MST foi significativamente superior quando comparado à ausência do insumo orgânico. Cavalcante *et al.* (2010) estudando água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma, verificaram que o aumento do conteúdo salino da água de irrigação inibiu linearmente a produção de matéria seca total em planta de goiabeira aos 70 dias após a emergência, mas sempre com menor intensidade nos tratamentos com insumo orgânico.

### Condutividade elétrica do solo

A CEes que era de 0,22 dS m<sup>-1</sup> antes da aplicação dos tratamentos (TAB. 1), foi marcadamente elevada após a aplicação das concentrações de biofertilizante bovino sob irrigação, utilizando-se água de baixa e alta salinidade até os 45 após ao plantio (FIG. 7). A CEes foi mais elevada nos tratamentos com água de alta salinidade. Isto pode ser explicado pelo fato de não ter sido adicionada fração de lixiviação para evitar acúmulo de sais. Neves *et al.* (2010), Bezerra *et al.* (2010) e Moraes *et al.* (2011) encontraram resultados semelhantes neste tipo de solo quando irrigado com água de alta salinidade.

Estudando interação da salinidade e biofertilizante bovino sob o crescimento do feijão-de-corda, em vaso contendo como substrato o mesmo tipo de solo dessa pesquisa, Silva *et al.* (2011) constataram que o aumento da

**Figura 7** - Condutividade elétrica do extrato de saturação de solo (CEes), em função das concentrações de biofertilizante bovino no solo irrigado com água de baixa ( $\Delta$ ) e de alta salinidade ( $\blacktriangle$ ). Significativo ao nível de 1% (\*\*) pelo teste F



salinidade da água de irrigação aumentou o caráter salino desse substrato. Contrariando esse estudo, Cavalcante *et al.* (2009) concluíram que o esterco bovino líquido diminuiu a condutividade elétrica do solo quando aplicado uma semana antes da semeadura; por outro lado, Cavalcante *et al.* (2010) e Medeiros *et al.* (2011) verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação aumenta a salinidade do solo, independentemente da adição ou não do esterco líquido bovino.

## Conclusões

1. A irrigação com água de baixa salinidade foi mais eficiente no crescimento inicial das plantas, exceto a matéria seca da raiz, sob doses crescentes de biofertilizante bovino;
2. Sob as mesmas concentrações de biofertilizante bovino e sob irrigação com água salina, elevou-se o caráter salino do solo, mas com menos intensidade no solo irrigado com água de baixa salinidade;
3. Quanto maior a concentração do biofertilizante bovino, menor é o efeito degenerativo da água salina à cultura do milho.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.

## Referências

- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.
- 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. 04, n. 02, p. 159-164, 2000.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 611 p.
- BEZERRA, A. K. P. *et al.* Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 05, p. 1075-1082, 2010.
- BLANCO, F. F. *et al.* Growth and yield of corn irrigated with saline water. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 06, p. 574-580, 2008.
- CAMPOS, V. B. *et al.* Crescimento inicial da mamoneira em resposta à salinidade e biofertilizante bovino. **Revista Magistra**, v. 21, n. 01, p. 41-47, 2009.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 01, p. 251-261, 2010.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 04, n. 04, p. 414-420, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 576 p.
- GARCIA, G. O. *et al.* Índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. **Revista Irriga**, v. 12, n. 03, p. 307-325, 2007.
- GONDIM, F. A. *et al.* Efeitos do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 02, p. 373-381, 2011.
- IZZO, R.; NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, v. 14, n. 07, p. 687-699, 1991.
- MALAVOLTA, E. *et al.* **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo gat, nos estados do RN, PB e CE**. 1992. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- MESQUITA, F. O. *et al.* Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 02, p. 134-142, 2010.
- MORAIS, F. A. *et al.* Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 02, p. 327-336, 2011.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 03, p. 645-663, 2005.
- NEVES, A. L. R. *et al.* Monitoring soil coverage and yield of cowpea furrow irrigated with saline water. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 01, p. 59-66, 2010.
- NEVES, A. L. R. *et al.* Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 03, p. 758-765, 2009.



- OLIVEIRA, F. A. *et al.* Desenvolvimento inicial do milho-pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 04, n. 02, p. 149-155, 2009.
- OLIVEIRA, F. R. A. *et al.* Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 04, p. 519-526, 2010.
- PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica: compostos orgânicos e biofertilizantes**. 2. ed. Campinas, 2007.162 p.
- RICHARDS, L. A. (Ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60).
- RODOLFO JÚNIOR, F. R.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 02, p. 149-160, 2009.
- SILVA, A. B. F. *et al.* Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 03, n. 04, p. 354-359, 2008.
- SILVA, F. L. B. *et al.* Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 04, p. 383-389, 2011.
- SOUSA G. G. *et al.* Acumulação da biomassa, teores e extração de micronutrientes em plantas de milho irrigada com águas salinas. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 02, p. 1-10, 2010.
- SOUSA, R. B. *et al.* Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 02, n. 01, p. 75-82, 2007.