



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGROECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE  
AMBIENTAL

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**  
**CULTIVO DE MILHO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE**  
**ESTERCO BOVINO**

**SAULO SOARES DA SILVA**

Pombal - PB  
Outubro de 2016

SAULO SOARES DA SILVA

**CULTIVO DE MILHO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE  
ESTERCO BOVINO**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais. Área de Concentração: Ciência e Tecnologia Ambiental. Linha de Pesquisa: Agroecologia e Sustentabilidade Ambiental.

**Orientadores:** Prof. D. Sc. Anielson dos Santos Souza  
Prof. D. Sc. Patrício Borges Maracajá

Pombal - PB  
Outubro – 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S586c

Silva, Saulo Soares da.

Cultivo de milho sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino / Saulo Soares da Silva. – Pombal-PB, 2017.  
57 f. il.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza, Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá".

Referências.

1. *Zea Mays*. 2. Trocas Gasosas. 3. Estresse Salino. I. Souza, Anielson dos Santos. II. Maracajá, Patrício Borges. III. Título.

CDU 633.15(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTARPROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS


**CULTIVO DE MILHO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE  
ESTERCO BOVINO**

Aprovado em: 18/10/2016


**BANCA EXAMINADORA**




Prof. D. Sc. Anielson dos Santos Souza  
Orientador



Prof. D. Sc. Patrício Borges Maricajá  
Coorientador



Prof.ª D. Sc. Rosilene Agra da Silva  
Examinadora Interna



Prof.ª D. Sc. Jussara Silvas Dantas  
Examinadora Externa

**POMBAL-PB  
OUTUBRO – 2016**

Aos meus pais, Paulo José da Silva e Dinamar Soares Ferreira da Silva.

Aos meus irmãos, Sabrina e Samuel.

A minha sobrinha, Melinda.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dá saúde e força, para segui com os meus estudos;

A minha família por sempre me apoiar, em especial meus pais, Dinamar Soares Ferreira da Silva e Paulo José da Silva por sempre me incentivarem nos estudos;

Aos meus irmãos por todo carinho e apoio.

A minha namorada Janine Patrícia por sempre está ao meu lado nas horas boas e difíceis, pelo seu apoio e incentivo, dedicação e carinho;

Aos meus orientadores Prof. D. Anielson dos Santos Souza e Prof. D. Patrício Borges Maracajá pelos ensinamentos, dedicação e exemplo como profissional;

Aos examinadores, Prof<sup>a</sup>. D. Rosilene da Silva Agra e Prof<sup>a</sup>. D. Jussara Silva Dantas pela disponibilidade para avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões para confecção deste trabalho;

Aos amigos, Isidro, Luciano, Luderlândio, Raul, Rômulo e Jonatas Raulino, Laíza Gomes, Aira Lacerda, Paulo Cesar, Uriel, Jardel e Jeferson pela contribuição para a realização dos trabalhos;

Aos amigos Daniele Cajá, Edinete, Erbia, Rodolfo, Adriana e Francisco Diassis pelo convívio, amizade, ajuda e parceria durante todo o mestrado;

A todos os amigos que conquistei durante a minha vida, principalmente os da UFCG Campus de Pombal que foram mais que amigos, foram como uma família, especialmente os da primeira turma do Mestrado Acadêmico de Sistemas Agroindustriais, aos funcionários da UFCG Pombal, deis do mais humilde até o mais graduado;

Quero concluir agradecendo a todos que de forma direta ou indireta, contribuirão para a minha pós-graduação, que foi não só o acúmulo de conhecimento técnico, mais também de vida. Muito obrigado!

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Pág.

**Tabela 1.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e eficiência instantânea no uso da água ( $EiUA$ ) ( $A/E$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....31

**Tabela 2.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis de crescimento: altura das plantas (ALT), diâmetro dos colmos (DC) e número de folhas (NF) aos 30 e 60 DAS do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....35

### CAPÍTULO III

Pág.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância relativa à fluorescência inicial ( $F_0$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ) e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) aos 65 DAS do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....48

**Tabela 2.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis taxa de crescimento relativo da altura das plantas (TCRalt), diâmetro dos colmos (TCRdc), número de folhas (TCRnf), e taxa de crescimento absoluto da altura da altura das plantas (TCAalt), diâmetro dos colmos (TCAdc), número de folhas (TCAnf), do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....50

**Tabela 3.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis massa seca das folhas (MSF) e do colmo (MSC) aos 30 e 60 DAS do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....53

## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II	Pág.
<b>Figura 1.</b> Transpiração $E$ (A), condutância estomática - $g_s$ (B), e eficiência instantânea no uso da água - $EiUA$ (C) do milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Pombal-PB, 2016.....	33
<b>Figura 2.</b> Transpiração - $E$ (A), condutância estomática - $g_s$ (B), e eficiência instantânea no uso da água - $EiUA$ (C) de milho em função de doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....	34
<b>Figura 3.</b> Altura de plantas (a) e Número de folhas (B) do milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 30 DAS. Pombal-PB, 2016.....	36
<b>Figura 4.</b> Altura de plantas (A e B) e Número de folhas (C e D) do milho em função de diferentes doses de esterco bovino aos 30 e 60 DAS. Pombal-PB, 2016.....	37
<b>Figura 5.</b> Diâmetro do colmo - DC do milho em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação e doses de adubação com esterco bovino aos 30 dias após o semeio. Pombal, PB, 2016.....	37
CAPÍTULO III	Pág.
<b>Figura 1.</b> Fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) de milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal-PB, 2016.....	49
<b>Figura 2.</b> Taxa de crescimento relativo (TCR) da altura das plantas (TCRALT), diâmetro dos colmos (TCRDC) e número de folhas (TCRNF), e taxa de crescimento absoluto (TCA) da altura de plantas (TCAALT) e diâmetro do colmo (TCADC) do milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal-PB, 2016.....	51
<b>Figura 3.</b> Taxa de crescimento relativo da altura das plantas (TCRALT), diâmetro dos colmos (TCRDC), número de folhas (TCRNF) do milho em função de doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....	52
<b>Figura 4.</b> Massa seca (MS) das folhas (MSF) e do caule (MSC) do milho em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e doses de adubação com esterco bovino aos 30 dias após o semeio. Pombal, PB, 2016.....	54
<b>Figura 5.</b> Massa seca do colmo (MSC) do milho aos 60 DAS, em função de diferentes doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.....	55



## SUMÁRIO

	Pág.
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>

### **CAPÍTULO I-** Contextualização da Pesquisa

---

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1. Objetivo Geral.....	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
<b>3. REVISÃO DELITERATURA</b> .....	<b>12</b>
3.1. Cultura do milho .....	12
3.2. Efeito da salinidade no solo e nas plantas.....	14
3.3. Qualidade de agua de irrigação.....	16
3.4. Uso do esterco bovino na adubação.....	17
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>18</b>

### **CAPÍTULO II-** Trocas gasosas e crescimento de milho cultivado sob águas salinas e doses de material orgânico

---

<b>RESUMO</b> .....	<b>25</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>25</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	<b>38</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>38</b>

### **CAPÍTULO III-** Parâmetros fisiológicos e fitomassa de milho cultivado sob águas salinas e doses de material orgânico

---

<b>RESUMO</b> .....	<b>41</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>41</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>44</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	<b>55</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>55</b>

SILVA, S. S. da. Cultivo de milho sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais – Modalidade Acadêmico). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

A cultura do milho exerce grande expressão socioeconômica no cenário brasileiro, sendo um dos principais cereais cultivados na região Nordeste, que além de enfrentar sérios problemas com escassez dos recursos hídricos, principalmente em seu aspecto qualitativo, verifica-se, também, elevados teores de sais. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o cultivo do milho irrigado com água de diferentes níveis salinos sob diferentes doses de esterco bovino. O experimento foi realizado em ambiente protegido vinculado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal, PB. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial (5 x 4), relativo a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1- água de abastecimento com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, S2 – CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup>, S3- CEa de 1,3 dS m<sup>-1</sup>, S4- CEa de 1,8 dS m<sup>-1</sup> e S5- CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup>, combinados com quatro doses de adubação, sendo D1- sem adubação (testemunha), D2- 50% de esterco bovino, D3- 100% de esterco bovino e D4- 125% de esterco bovino. Foram avaliados o crescimento, as trocas gasosas, a fluorescência da clorofila a, os índices fisiológicos, e a fitomassa seca. O crescimento e a fitomassa seca aos 30 DAS, e as trocas gasosas, sobretudo a condutância estomática e a transpiração do milho são comprometidas pelo aumento salinidade da água de irrigação, porém esse aumento influenciou num maior incremento na fluorescência da clorofila a e nos índices fisiológicos. O aumento das doses de esterco bovino reduziram os índices fisiológicos, porém influenciaram em um maior incremento nas trocas gasosas, no crescimento e no maior acúmulo de fitomassa seca milho. Na eficiência instantânea no uso da água, a adubação com esterco bovino só favoreceu num maior incremento até a dose de 50%. O aumento das doses de esterco bovino pode minimizar um pouco os efeitos deletérios dos sais no diâmetro do colmo e na fitomassa seca de colmo e folhas do milho aos 30 DAS.

**Palavras-chaves:** *Zea mays*. Crescimento. Trocas Gasosas. Estresse salino.

SILVA, S. S. da. Maize cultivation under irrigation with saline waters and doses of bovine manure. 2016. 57 f. Dissertation (Master in Agroindustrial Systems - Academic Mode). Federal University of Campina Grande. Center for Agro-Food Science and Technology. Pombal, PB.

## ABSTRACT

Corn cultivation exerts a great socioeconomic expression in the Brazilian scenario, being one of the main cereals cultivated in the Northeast region, which in addition to facing serious problems with scarcity of water resources, mainly in its qualitative aspect, also verified high levels of salts. The objective of this study was to evaluate the cultivation of maize irrigated with water of different saline levels under different doses of bovine manure. The experiment was carried out in a protected environment linked to the Agricultural Science and Technology Center (CCTA) of the Federal University of Campina Grande (UFCG), located in the city of Pombal, PB. The experimental design was a randomized block design, with a factorial scheme (5 x 4), related to five levels of electrical conductivity of the irrigation water (CEa), S1 water supply with CEa of 0.3 dS m<sup>-1</sup>, S2-CEa of 0.8 dS m<sup>-1</sup>, S3-CEa of 1.3 dS m<sup>-1</sup>, S4-CEa of 1.8 dS m<sup>-1</sup> and S5-CEa of 2.3 dS m<sup>-1</sup>, combined with four doses of fertilization, being D1 without fertilization (control), D2-50% bovine manure, D3- 100% bovine manure and D4-125% bovine manure. Growth, gas exchange, chlorophyll a fluorescence, physiological indexes, and dry biomass were evaluated. Growth and dry matter at 30 DAS, and gas exchange, especially stomatal conductance and corn transpiration, are compromised by increased salinity of irrigation water, but this increase influenced a greater increase in chlorophyll a fluorescence and in physiological indices. Increased doses of bovine manure reduced the physiological indexes, but influenced a greater increase in gas exchange, growth and greater accumulation of dried corn phytomass. In the instantaneous efficiency in the use of the water, the manure with bovine manure only favored in a greater increment until the dose of 50%. Increasing doses of bovine manure can somewhat minimize the deleterious effects of salts on stalk diameter and dry matter of corn stalk and leaves at 30 DAS.

**Keywords:** Zea mays. Growth. Gas exchange. Saline stress.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos cereais mais importantes cultivados e consumidos no mundo devido ao seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo (GAZOLA, 2014). Em virtude da sua multiciência de aplicações até a indústria de alta tecnologia assume relevante papel socioeconômico; além disto se constitui em matéria-prima indispensável impulsionadora de diversificados complexos agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2008).

No Brasil o milho se destaca pelo volume de produção e pela importância socioeconômica. Na safra 2012/2013 foram cultivados 15,86 milhões de hectares com essa cultura, nos quais foram produzidos 80,25 milhões de toneladas representando aproximadamente 43% da produção de grãos no país (CONAB, 2013).

As regiões áridas e semiáridas são caracterizadas por apresentarem baixa precipitação anual e, quando aliados à ocorrência de solos salinos ou sódicos, os sais não são lixiviados e se acumulam no solo e na água afetando a germinação e o crescimento das plantas (LIMA et al., 2015). As plantas quando cultivadas sob condições de salinidade de solo ou da água de irrigação podem ter o crescimento, desenvolvimento e a produção comprometidas devido ao efeito osmótico, que reduz a absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons que causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas (NOBRE et al., 2013).

Além disso, o excesso de sais ocasionados por esse tipo de estresse pode perturbar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas resultando em distúrbios nas relações hídricas e alterações na absorção e na utilização de nutrientes essenciais para as plantas (AMORIM et al., 2010), retardando seu crescimento e reduzindo a produção. Dentre os processos fisiológicos afetados pela salinidade se destaca a fotossíntese, que pode ser inibida pelo acúmulo de íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  nos cloroplastos, os quais afetam os processos bioquímicos e fotoquímicos envolvidos na fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Diante da necessidade da utilização da água de qualidade inferior para irrigação, vários estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de obter manejo adequado que possibilite o uso dessas águas sem afetar negativamente o desenvolvimento e o rendimento das culturas (OLIVEIRA et al, 2015). Um dos principais desafios de pesquisadores e produtores é o uso de água salina na irrigação cujo êxito está relacionado ao manejo adequado da irrigação e na adoção de outras tecnologias que possibilitem aumentar a tolerância das plantas à salinidade, de modo que a cultura atinja a produtividade esperada e boa qualidade dos seus produtos sem proporcionar riscos mínimos de salinização para os solos (MEDEIROS et al., 2007).

Segundo Chaves, Gheyi e Ribeiro (2011), a adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, sendo o nitrogênio, um dos principais macronutrientes responsáveis por esse incremento, por fazer parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, clorofila, dentre outras moléculas, estando diretamente relacionado as características ligadas ao crescimento da planta.

A fertilidade do solo é um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade das áreas destinadas à produção de milho; este fato não se deve apenas aos baixos teores de nutrientes nos solos mas também ao uso inadequado de calagem e adubações, principalmente com N e K (COELHO & FRANÇA, 2009). O uso contínuo de adubos minerais e em excesso tem causado sérios problemas de degradação no solo, por provocar uma rápida redução do teor de matéria orgânica, salinização, erosão (SILVA et al., 2007). Desta forma, é necessário utilizar técnicas de recuperação e fertilização orgânica dos solos para viabilizar o retorno das condições de equilíbrio ecológico (FERREIRA et al., 2010) e reduzir utilização de adubos minerais no sistema produtivo.

O aproveitamento de adubo orgânico de origem animal no cultivo agrícola tem sido uma prática utilizada na busca de alternativas para substituir os adubos minerais. Os insumos orgânicos estimulam a redução do potencial osmótico no interior do sistema radicular, contribuindo para a absorção de água e ajustamento osmótico das plantas no meio salino (FREIRE et al., 2015). Brito et al. (2015), trabalhando com desenvolvimento inicial de feijão caupi irrigado com água salina, verificou que a adubação com esterco bovino pode atenuar os efeitos da salinidade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o cultivo do milho irrigado com água de diferentes níveis salinos sob diferentes doses de esterco bovino.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar a tolerância do milho irrigado com águas de diferentes salinidades da água de irrigação;
- Avaliar às trocas gasosas, o crescimento e a fitomassa plantas de milho adubadas com esterco bovino sob irrigação com água salinizada.
- Determinar o nível de salinidade da água máxima tolerável pelo milho visando otimizar o uso de fontes de águas disponíveis.
- Determinar a dose ótima de esterco bovino a ser aplicada no cultivo milho quando cultivadas sob diferentes níveis salinos da água de irrigação.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Cultura do milho**

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie diplóide e alógama, pertencente à família Poacea (Gramineae), originado aproximadamente de sete a dez mil anos atrás no México e na América Central. É considerado uma das plantas cultivadas mais antigas e um dos vegetais superiores mais estudados, possuindo caracterização genética mais detalhada dentre as espécies cultivadas (GUIMARÃES, 2007).

Boa qualidade nutricional, facilidade de adaptação e aplicabilidade fazem, do milho, cereal de importância mundial com destaque para os Estados Unidos, China e Brasil, entre os maiores produtores do cereal, com 313,9 (35,5%), 192,8 (21,8%) e 73,0 (8,3%) milhões de toneladas na safra 2011/2012, respectivamente (USDA, 2013).

O milho por apresentar elevado valor nutritivo, é uma das principais culturas cultivadas no mundo sendo utilizado tanto para a alimentação humana como animal. Além do seu uso como fonte de alimento o milho está sendo empregado, recentemente, para a produção de biocombustível (etanol), sobretudo nos Estados Unidos (EUA), sendo uma

alternativa para a matriz energética. Devido à sua importância tem-se procurado aumentar a área e a eficiência de produção; no entanto, a cultura é sensível aos elementos meteorológicos e às características edáficas os quais, muitas vezes, definem sua produtividade (FERREIRA JUNIOR et al., 2014).

O milho se destaca entre as culturas de interesse econômico para o Brasil e assume relevante papel socioeconômico por se constituir em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (ALBUQUERQUE et al., 2013). Trata-se de um produto estratégico utilizado tanto na nutrição humana quanto na alimentação animal (CRUZ et al., 2008a).

A cultura do milho se caracteriza como uma das principais alternativas para o agricultor, justificando sua capacidade de geração de emprego e renda, além de se constituir como fator fundamental na construção de alternativas viáveis ao desenvolvimento rural (SILVA et al., 2014).

Pertencente ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C<sub>4</sub>, que se caracteriza pelo elevado potencial produtivo, o milho tem elevada produtividade quando a máxima área foliar coincidir com a maior disponibilidade de radiação solar, desde que não haja déficit hídrico (SCHLICHTING, 2012). Embora apresente elevada taxa fotossintética, o milho é uma cultura muito influenciada por problemas de estresse ambiental dentre os quais se destacam aqueles relacionados à baixa fertilidade dos solos (DARTORA et al., 2013).

Segundo Gonçalves (2008), a planta de milho é uma gramínea C<sub>4</sub>, tendo interação muito grande com o ambiente, principalmente em relação à disponibilidade de água, a qual necessita em média de 600 mm para completar o seu ciclo. O alto consumo de água ocorre devido à sua alta produção de massa seca e ao fato de ser um cereal de estação estival (SANGOI et al., 2010a).

De acordo com Ayers & Westcot (1999), o milho (*Zea mays* L.), é uma cultura moderadamente sensível a salinidade, apresentando salinidade limiar da água de 1,1 dS m<sup>-1</sup> e do solo de 1,7 ds m<sup>-1</sup>. A redução dos componentes de rendimento da cultura do milho em função do aumento da salinidade do solo é relatada por diversos autores. Willadinno et al. (1994) verificaram que a produção de grãos, de oito genótipos de milho cultivados em área salina, decresceu de 24 a 60% em relação a área não salina. Katerji et al. (2001; 2004)

também constataram que a produtividade do milho foi reduzida em função do aumento da salinidade do solo.

### **3.2. Efeito da salinidade no solo e nas plantas**

A salinização ocorre, notadamente, em regiões com altas taxas de evaporação e baixa precipitação pluvial, aliados ao manejo inadequado da água de irrigação, sendo o uso exaustivo das fontes hídricas o problema mais agravante na salinização dos solos pela água, que frequentemente não é considerada a sua qualidade (AYERS e WESTCOT, 1999). A salinização do solo progride quando a quantidade de sais, nele acumulada pela água de irrigação, é maior que a quantidade removida pela água de drenagem (ARMAS et al., 2010; FREIRE & FREIRE, 2007).

Conforme Silva Filho et al. (2000) e D'Almeida et al. (2005) as características físico-químicas do solo em estado natural e técnicas de manejo aplicadas, também estão ligadas a salinização do solo, sendo comum o surgimento da salinidade em áreas irrigadas onde o manejo não visa a conservação da capacidade produtiva dos solos, bem como onde há uso excessivo de fertilizantes.

As plantas estão constantemente expostas a estresses abióticos e dentre eles o estresse salino é um dos que mais comprometem o crescimento e a produtividade das culturas em todo o mundo (ISLÃ & ARAGUÉS, 2010). Os sais em excesso prejudicam o crescimento das plantas, em virtude dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo (Silva et al., 2008).

Os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade dos íons e no desequilíbrio nutricional das plantas (Ferreira et al., 2007). O mesmo afirma Medeiros et al. (2008), onde citam três efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais: (a) seca fisiológica, originária da redução do potencial osmótico; (b) efeito tóxico de íons, principalmente, cloro e sódio (c) desequilíbrio nutricional, provocado pela elevada concentração iônica, especialmente de íons de sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes.



Segundo Garcia et al. (2007), o aumento da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina, provocou na variedade de milho UFVM 100, redução da fotossíntese, condutância estomática, transpiração e da eficiência do uso de água na produtividade; matéria seca da parte aérea e das raízes; taxas de crescimento absoluto e relativo, de assimilação líquida, área foliar total das plantas; peso de grãos, peso médio das espigas sem palha.

De acordo com Ayers & Westcot (1999), o milho (*Zea mays* L.), é uma cultura moderadamente sensível a salinidade, apresentando salinidade limiar da água de 1,1 dS m<sup>-1</sup> e do solo de 1,7 ds m<sup>-1</sup>. Segundo 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.

O estresse nutricional em plantas sob estresse salino pode estar associado ao acúmulo excessivo de determinados íons e à redução na aquisição de outros, em virtude das alterações na disponibilidade de nutrientes, da competição no processo de absorção e à inibição do transporte na planta (Blanco et al., 2008; Neves, et al., 2009a; Gurgel et al., 2010). Por exemplo, Ferreira et al. (2005) e Garcia et al. (2007) avaliando os efeitos da salinidade do solo sobre a nutrição mineral da cultura do milho, constataram um decréscimo na extração de Ca, Mg e K.

A diminuição da área foliar das plantas sob condições de estresse salino é um mecanismo importante para a redução das perdas de água pela planta; entretanto, vale destacar que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, o que ocorre diretamente na folha, atuando na formação de carboidratos, que são alocados para os órgãos vegetativos e reprodutivos (GOMES et al., 2011).

Porém, a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação esta cada vez mais difícil. Com isso a utilização de práticas de manejo adequado da água salina torna-se uma alternativa viável quando se trabalha com espécies tolerantes (CARVALHO et al., 2012).

### **3.3. Qualidade da água de irrigação**

Conforme Aspásia (2002) a água estar diretamente ligada à sobrevivência do homem, plantas e animais, devido melhorar as condições econômicas, sociais e comunitárias, ainda constitui-se numa referência cultural e um bem social indispensável à adequada qualidade de vida da população. Segundo Mascena et al. (2006) pode-se definir a qualidade da água por suas características físicas, químicas e biológicas (sanitárias).

As águas que se destinam à irrigação devem ser avaliadas principalmente sob três aspectos, considerados importantes na determinação da qualidade agrônômica das mesmas, no que se refere à qualidade físico-química, sendo esses aspectos a salinidade, sodicidade e toxicidade de íons, e o efeito da salinidade é de natureza osmótica podendo afetar diretamente o rendimento das culturas, já a sodicidade, determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação, se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (PIZARRO, 1985).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, no entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido ao fato de que, no passado, em geral as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização, esta situação está se alterando em muitos lugares. O uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade implica que, tanto nos projetos novos como nos antigos que requerem águas adicionais, tem-se que recorrer às águas de qualidade inferior. Ayers e Westcot (1999) relatam que para evitar problemas consequentes, deve-se existir planejamento efetivo que assegure melhor uso possível das águas, de acordo com a qualidade.

No semiárido nordestino pode ser verificado que a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação está cada vez mais difícil. Devido à geologia dessa região é frequente a obtenção de água rica em sais, muitas vezes impróprias para o consumo (SOARES et al., 2010). Nessa região, o aumento da demanda por água associado a sua baixa disponibilidade em determinados locais, principalmente em períodos de estiagem, vem obrigando a população a utilizar águas que apresentem níveis de salinidade mais elevados, principalmente na expansão de áreas irrigadas (MEDEIROS et al., 2003).

Bernardo (1987) comenta que dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas. Logan (1965) cita que poucas plantas utilizam quantidades significativas de sais e, assim, a salinidade do solo e gradualmente aumentada por irrigações sucessivas, a menos que os sais possam ser removidos.

Compostos por cátions de sódio ( $\text{Na}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), e ânions de cloro ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e carbono na forma de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) são os sais mais comuns na água e na solução do solo (EL-SWAIFY, 2000).

Por isso, quando não se adotam medidas de correção ou mitigação deve-se fazer um diagnóstico dos riscos potenciais associados à qualidade da água que poderão acarretar problemas relacionados principalmente à degradação dos solos pela salinização e/ou ao entupimento em sistemas de irrigação localizada (MEDEIROS et al., 2003).

Rhoades et al. (2000) sugerem que para utilização de águas de baixa qualidade para irrigação também se deve levar em consideração as condições gerais de uso, como clima, cultura utilizada, característica do solo, método de irrigação e prática de manejo para evitar que ocorra a elevação da salinidade do solo, em níveis não tolerantes para a planta cultivada.

#### **3.4. Adubação Orgânica - Esterco bovino**

O cultivo intensivo com emprego de doses elevadas de fertilizantes minerais eleva, temporariamente, a capacidade produtiva do solo, mas, em médio ou longo prazo, pode conduzi-lo à degradação, se a matéria orgânica mineralizada não for repostada (NOBILE, 2009; KIEHL 1985).

Quanto mais degradado, o solo apresenta menores respostas às adubações minerais, fazendo-se necessária a adição também de materiais orgânicos com a finalidade de corrigir as propriedades físicas alteradas pelos cultivos (NOBILE et al., 2008). Através da prática da adubação orgânica pode-se diminuir este efeito negativo com a vantagem, além da melhoria de algumas características físicas do solo, de promover o enriquecimento de macronutrientes para as culturas e aumentar a atividade microbiana do solo (RODRIGUES et al., 2011).

Numerosos estudos evidenciam a importância das características dos adubos orgânicos sobre o processo de mineralização, sendo a sua composição como um dos principais. Dentro da composição dos adubos orgânicos, o parâmetro que tem melhor correlação com a mineralização é a relação C/N. Quando próxima de 10 é facilitada a mineralização, se, entretanto, for maior, ocorre a imobilização na biomassa dos microorganismos (KIEHL, 1985; MALAVOLTA, 2006). Outros autores como CHADWICK et al. (2000) mencionam que a mineralização e imobilização ocorrem se a relação C/N for menor ou maior a 15, respectivamente. Assim mesmo, possuem uma liberação mais lenta do que os adubos minerais, proporcionando disponibilidade ao longo do tempo (BERTON, 1997).

O adubo orgânico aumenta os estoques de carbono orgânico e N total no solo, em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação (CORTEZ, 2009). Outros efeitos, segundo Cortez (2009), são o de favorecer o enraizamento, diminuir os efeitos tóxicos do Al e aumentar a atividade microbiana do solo.

O esterco bovino aumenta a capacidade de troca catiônica, capacidade de retenção de água, porosidade e agregação do substrato. Sua eficiência depende do grau de decomposição, origem do material, teores de elementos essenciais às plantas e da dosagem empregada (SILVA et al., 2005).

Para Nunes (2008), a adição de esterco bovino, e resíduos orgânicos do solo, melhoram vários aspectos de um solo afetado por sais e sódio degradado, como exemplo a estrutura e a infiltração de água no solo e que o uso do gesso em combinação com matéria orgânica melhora a condutividade hidráulica dos solos degradados por sódio.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto.

**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p.721–726, 2013.

AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade.

**Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.113-121, 2010.

- ARMAS, C.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I.; JACKSON, R. B. Hydraulic lift and tolerance to salinity of semiarid species: Consequences for species interactions. **Ecologia**, v.162, p.11-21, 2010.
- ASPÁSIA, C. et al. **Meio Ambiente Brasil: Avanços e obstáculos pós-Rio 92**. FGV, Instituto Socioambiental, Estação Liberdade: Rio de Janeiro, 2002.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 218 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, p.153, 1999, (FAO, Irrigação e Drenagem, 29).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 488 p.
- BERTON, R.S. Adubação orgânica. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V.; HENRIQUES NETO, D. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26-33, 2008.
- BRITO, C. F. B. et al. **Desenvolvimento inicial de feijão caupi irrigado com águas salina e adubado com esterco bovino**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal/RN, 2015.
- CARVALHO, José F. de et al. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 16, n. 4, p.368-374, jan. 2012.
- CHADWICK, D.R.; JHON, F.; PAIN, B.F.; CHAMBERS, B.J.; WILLIAMS, J. Plant uptake of nitrogen from the organic nitrogen fraction of animal manures: a laboratory experiment. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.134, p.159-168, 2000.
- CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Revista de Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 1, p. 126-133, 2011.

- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho**. Brasília: Embrapa CNPMS. 2009. <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/deficiencia/deficiencia.html>>. 03 Set. 2016.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento**, setembro de 2013. <<http://www.conab.gov.br/>>. 04 agosto. 2016.
- CORTEZ, Juan Waldir Mendoza. **Esterco de bovino e nitrogênio na cultura de rabanete**. 2009. Disponível em <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/3777.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2016.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. DA S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. DE; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.62-68, 2008a.
- DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1023–1029, 2013.
- EL-SWAIFY, S. A. Soil and water salinity. In: SILVA, J. A.; UCHIDA, R. (Ed.). **Plant nutrient management in hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture**. Manoa: University of Hawaii, 2000.
- FANCELLI, A. L.; D. DOURADO NETO. **Produção de milho**. Guaíba: 2.ed., Agropecuária. 2008. 360p.
- FERREIRA JUNIOR, R. A. et al. Eficiência do uso da radiação em cultivos de milho em Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Pb, v. 18, n. 3, p.322-328, nov. 2014.
- FERREIRA, A. O.; SA, J. C. M.; NASCIMENTO, C. G.; BRIEDIS, C.; RAMOS, F. S. Impacto de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do feijão na região dos campos gerais – PR – Brasil. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 15-21, 2010.

- 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 Agronômica**, v.38, n.1, p.7-16, 2007.
- FREIRE, J. L. O. et al. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.
- FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantaritti, R. B.; Neves, J. C. L. (ed.). Fertilidade do solo: Viçosa: SBCS, 2007. p.929-954.
- 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, p.93-106, 2007.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, F. G.; SANTOS, D. B. Índice fisiológico, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. **Irriga**, v.12, p.307-325. 2007.
- GAZOLA, D. et al. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.7, p.700–707, 2014.
- GOMES, Krishna R. et al. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Pb, v. 15, n. 4, p.365-370, jan. 2011.
- GONÇALVES, Marcio Leandro. **Desempenho agrônomo de híbridos de milho em função de espaçamentos e densidades populacionais em três locais**. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE. Marechal Candido Rondon (PR), 2008.
- GUIMARÃES, Paula de Souza. **DESEMPENHO DE HÍBRIDOS SIMPLES DE MILHO (Zea mays L.) E CORRELAÇÃO ENTRE HETEROSE E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE AS LINHAGENS PARENTAIS**. 2007. 111

- f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, Campinas, SP, 2007.
- GURGEL, M. T.; UYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. de.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. da. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.3- 10, 2010.
- 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**, v.116, p.175-183, 2010.
- KATERJI, N.; VAN HORN, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Comparison of corn yield response to plant water stress caused by salinity and by drought. **Agricultural Water Management**, v.65, p.95-101, 2004.
- KATERJI, N.; VAN HORN, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M.; OWEIS, T.; MALHOTRA, R.S. Response to soil salinity of two chickpea varieties differing in drought tolerance. **Agricultural Water Management**, v.50, p.83-96, 2001.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Agronômica Ceres. São Paulo. 429 p. 1985.
- LIMA, M. F. P. de. et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.19, n.2, p.106–112, 2015.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- MEDEIROS, J. F. de; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.248-255, 2007. [http:// dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000300002](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000300002).
- MEDEIROS, J.F.; LISBOA, R.A.; OLIVEIRA, M. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão na chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.469-472, 2003.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, n.3, p.645-663, 2005.



- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009a.
- NOBILE, F. O. Uso de resíduos na agricultura. **Revista UNIARA**, Araraquara, v. 12, p. 169-184, 2009.
- NOBILE, F. O.; MURAISHI, R. I.; GALBIATTI, J. A. **Distribuição de matéria orgânica em solo adubado com fertilizantes químicos e orgânicos**. In: SIMPÓSIO CIENTÍFICO DOS PÓS-GRADUANDOS NO CENA-USP, 1. 2008, Piracicaba. Ciência: a questão água, 2008.
- NOBRE, R. G. et al. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 76-85, jan-mar, 2013.
- NUNES, E. M. **Efeito do gesso, fósforo e adubo verde na absorção de nutrientes pelo feijoeiro (Vigna unguiculata (L.) Walp.) cultivado em solo salino sódico**. Patos-PB, 2008. 58 p. Dissertação (Mestrado) - Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande.
- OLIVEIRA, F. de A. de. et al. Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.3, p.204–210, 2015.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. 2. ed. Madrid: Editorial Española S.A., 1985. 542p.
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48.
- RODRIGUES, Pedro N. F. et al. Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 15, n. 8, p.788-793, jun. 2011.
- SANGOI, Luis; DA SILVA, Paulo Regis Ferreira; ARGENTA, Gilber; RAMBO, Lisandro. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 87p., 2010a.

- SCHLICHTING, Alessana Franciele. **Cultura do milho submetida a tensões de água no solo e doses de nitrogênio**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis- MT, 2012.
- SILVA, G. F. da.; OLIVEIRA, F. H. T. de.; PEREIRA, R. G.; SILVA, P. S. L.; DIÓGENES, T. B. A.; SILVA, A. R. da C. Doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho na Chapada do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1247–1254, 2014.
- SILVA, MELCHIOR N. B. DA; BELTRÃO, NAPOLEÃO E. DE M.; CARDOSO, GLEIBSON D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Jun 2005, vol.9, nº 2, p 222-228. ISSN 1415-4366.
- SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 2, n. 2, p. 136–141 Jul., dez. 2007.
- SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. DE M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, p.335- 342, 2008.
- SOARES, T. M.; DUARTE, S.N.; SILVA, E.F.F.; JORGE, C.A. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p. 705-714, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 2009. 848p.
- USDA - **United States Department of Agriculture. World Agricultural Supply and Demand Estimates.** May 2013. <  
<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. 5 Jun. 2013.
- WILLADINO, L.; CÂMARA, T. R.; SANTOS, M. A.; TORNE, J. M. Obtenção de uma linhagem de milho tolerante ao stress salino mediante a cultura de anteras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.1313-1318, 1994.

---

**TROCAS GASOSAS E CRESCIMENTO DE MILHO CULTIVADO SOB ÁGUAS  
SALINAS E DOSES DE MATERIAL ORGÂNICO**

**RESUMO** – O objetivo desse trabalho foi avaliar as trocas gasosas e crescimento de milho cultivado sob águas salinas e doses de material orgânico. O experimento foi realizado em ambiente protegido vinculado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal, PB. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial (5 x 4), relativo a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1- água de abastecimento com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, S2 – CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup>, S3- CEa de 1,3 dS m<sup>-1</sup>, S4- CEa de 1,8 dS m<sup>-1</sup> e S5- CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup>, combinados com quatro doses de adubação, sendo D1- sem adubação (testemunha), D2- 50% de esterco bovino, D3- 100% de esterco bovino e D4- 125% de esterco bovino. Foram avaliados as trocas gasosas (60 DAS), crescimento (30 e 60 DAS). O crescimento aos 30 DAS, e as trocas gasosas, sobretudo a condutância estomática e a transpiração do milho são comprometidas pelo aumento salinidade da água de irrigação. O aumento das doses de esterco bovino influenciaram em um maior incremento nas trocas gasosas e no crescimento milho. Na eficiência instantânea no uso da água, a adubação com esterco bovino só favoreceu num maior incremento até a dose de 50%. O aumento das doses de esterco bovino pode minimizar um pouco os efeitos deletérios dos sais no diâmetro do caule do milho aos 30 DAS.

**Palavras-chave:** *Zea mays*. Trocas Gasosas. Estresse salino. Esterco bovino.

**GAS EXCHANGES AND MAIZE GROWTH CULTIVATED UNDER SALT WATERS  
AND DOSES OF ORGANIC MATERIAL**

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the gas exchange and growth of maize grown under salt water and organic material doses. The experiment was carried out in a protected environment linked to the Agricultural Science and Technology Center

(CCTA) of the Federal University of Campina Grande (UFCG), located in the city of Pombal, PB. The experimental design was a randomized block design, with a factorial scheme (5 x 4), related to five levels of electrical conductivity of the irrigation water (CEa), S1 water supply with CEa of 0.3 dS m<sup>-1</sup>, S2-CEa of 0.8 dS m<sup>-1</sup>, S3-CEa of 1.3 dS m<sup>-1</sup>, S4-CEa of 1.8 dS m<sup>-1</sup> and S5-CEa of 2.3 dS m<sup>-1</sup>, combined with four doses of fertilization, being D1 without fertilization (control), D2-50% bovine manure, D3- 100% bovine manure and D4-125% bovine manure. Gaseous exchanges (60 DAS), growth (30 and 60 DAS) were evaluated. Growth at 30 DAS, and gas exchange, especially stomatal conductance and transpiration of maize, are compromised by increased salinity of irrigation water. Increased rates of bovine manure influenced a greater increase in gas exchange and maize growth. In the instantaneous efficiency in the use of the water, the manure with bovine manure only favored in a greater increment until the dose of 50%. Increasing doses of bovine manure can somewhat minimize the deleterious effects of the salts on corn stem diameter at 30 DAS.

**Keywords:** Zea mays. Gas exchange. Saline stress. Bovine manure.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais produzidos no mundo e o Brasil é o terceiro maior produtor. A produção nacional aumentou nos últimos anos e atingiu 84,7 milhões de toneladas na temporada 2014/2015 (CONAB, 2015). A cultura se caracteriza como uma das principais alternativas para o agricultor, justificando sua capacidade de geração de emprego e renda, além de se constituir como fator fundamental na construção de alternativas viáveis ao desenvolvimento rural (SILVA et al., 2014). De acordo com Ayers & Westcot (1999), o milho (*Zea mays* L.), é uma cultura moderadamente sensível a salinidade, apresentando salinidade limiar da água de 1,1 dSm<sup>-1</sup> e do solo de 1,7 dSm<sup>-1</sup>.

No semiárido brasileiro existe grande disponibilidade de águas de concentrações salinas inviáveis para utilização direta na irrigação convencional da maioria dos cultivos. Além de proporcionar baixa resposta em condições salinas, a forma tradicional de cultivo potencializa o efeito da salinidade (SANTOS et al., 2010). A salinidade dos solos é um dos

principais fatores ambientais que limitam a produtividade agrícola devido aos seus efeitos no crescimento e desenvolvimento vegetal, os quais podem ser de natureza iônica e, ou osmótica (MUNNS e TESTER, 2008). Os efeitos dos sais sobre as plantas podem ser refletidos na diminuição da absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos comprometendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (GUEDES FILHO et al., 2013).

Como estratégia para mitigar os efeitos do estresse salino, alguns pesquisadores utilizam insumos orgânicos que demonstram benefícios (MIRANDA et al., 2011), principalmente material orgânico, promovendo melhorias na aeração do solo, condicionado também melhora a permeabilidade do solo, melhorando o movimento da água (EL-DARDIRY, 2007), além disso, substâncias húmicas que atuam como mitigação dos efeitos da salinidade (AYDIN et al., 2012). Vários agricultores utilizam o esterco bovino na adubação das culturas, pelo fato de ser uma importante fonte de matéria-prima orgânica. Ele é usado na agricultura familiar brasileira, inclusive no semi-árido nordestino. Esta atividade, de acordo com Galvão et al. (2008), está associada com a sua elevada disponibilidade na maioria das explorações agrícolas, e o valor de compra, em muitos casos, não aumenta significativamente os custos de produção.

É necessário mais informações sobre o interação da salinidade da água de irrigação com o fertilizantes orgânicos como o esterco bovino em milho como forma de mitigar os efeitos negativos da utilização de água salina na cultivo desta cultura. Nesse sentido, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes condutividades elétricas na água de irrigação associada à aplicação de doses de esterco bovino nas trocas gasosas e no crescimento de milho.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em ambiente protegido (casa de vegetação) pertencente à Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, vinculada ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal, PB, cujas coordenadas geográficas são: 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W, a uma altitude de 194 m e o clima, segundo a classificação de

Koppen (1948) o clima predominante na região e do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente e seco, com precipitação média de 750 mm e evaporação média anual de 2000 mm.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial (5 x 4), relativo a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1- água de abastecimento com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, S2 – CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup>, S3- CEa de 1,3 dS m<sup>-1</sup>, S4- CEa de 1,8 dS m<sup>-1</sup> e S5- CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup>, combinados com quatro doses de adubação, sendo D1- sem adubação (testemunha), D2- 50% de esterco bovino, D3- 100% de esterco bovino e D4- 125% de esterco bovino, onde as mesmas foram baseadas na recomendação de 50 t ha<sup>-1</sup> (CANCELLIER et al., 2011).

O híbrido utilizado foi AG-1051, tolerante ao acamamento e quebraamento de diferentes bases genéticas e ciclo fenológico (PORTO, 2010). Esse híbrido possui excelente qualidade na produção silagem, sendo indicado principalmente para ruminantes. Além disso, é um híbrido diferenciado, pois apresenta grande quantidade de massa verde de alta digestibilidade. Além disso, o AG-1051 é líder na produção de milho verde. Apresenta, também, excelente sistema radicular, que permite grande amplitude de época de plantio. Possui finalidade de uso para silagem, milho verde e produção de grãos.

As água com diferentes níveis de salinidade foram obtidas pela dissolução da água de abastecimento (proveniente do sistema de abastecimento local (0,3 dS m<sup>-1</sup>) com água de poço (3,0 dS m<sup>-1</sup>) proveniente da fazenda experimental Monte Alegre, localizada no município de Pombal, cedida a Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, campus de Pombal. Após o preparo das mesmas foram aferidas amostras das condutividades desejadas através de um condutivímetro.

A Caracterização Físico-Química de Água de Poço utilizada no experimento, proveniente da fazenda Monte Alegre, localizada no município de Pombal, foi realizado no Laboratório de Análises de Solo e Água do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, com as seguintes resultados: pH = 8,6; CE (dSm<sup>-1</sup>) = 3,24; K<sup>+</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 0,05; Na<sup>+</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 4,01; Ca<sup>+2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 2,75; Mg<sup>+2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 1,25; SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 0,44; CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 1,48; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 10,34; Cl<sup>-</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 24,4; CRS (mmol<sub>c</sub> L) = 7,82; NaCl (mg L<sup>-1</sup>) = 1498,0; CaCO<sub>3</sub> (mg L<sup>-1</sup>) = 1250,0; e RAS (mmol<sub>c</sub> L)<sup>0,5</sup> = 2,80.

As irrigações foram realizadas diariamente ao final de cada tarde (17 h) com auxílio de uma becker graduado, de modo a deixar o solo com umidade próxima à máxima capacidade de retenção, com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 15%. O volume aplicado ( $V_a$ ) por recipiente foi obtido pela diferença entre o volume anterior ( $V_{ant}$ ) aplicado, menos a média de drenagem ( $D$ ) dividido pelo número de recipientes ( $n$ ), como indicado na equação 1:

$$V_a = \frac{V_{ant} - (D/n)}{1 - FL} \quad \text{Eq. 1}$$

Utilizou-se lisímetros com capacidade de 14,5 L, preenchidos com 800 g de brita ( $n^\circ$  zero) a qual cobria a base do vaso, seguida de 12 kg de material de solo, coletado na profundidade de 0-20 cm, devidamente destorroado e proveniente do município de Pombal, PB, cujas características químicas e físicas são descritas nas Tabela 2 e 3. Os lisímetros possuem um furo na base para permitir a drenagem e abaixo dos mesmo se encontram garrafas de plástico para acompanhamento do volume de água drenado e estimativa do consumo de água pela planta.

A Caracterização química do solo utilizado foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, com as seguintes resultados: pH = 6,42; CE ( $\text{dS/m}^{-1}$ ) = 0,04; P ( $\text{mg/dm}^3$ ) = 9; N (%) = 0,09; K ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 0,12; Na ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 0,39; Ca ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 5,10; Mg ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 2,70; Al ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 0,00; H + Al ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 0,00; SB ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 8,31; t ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 7,92; T ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) = 8,31; V (%) = 98,55; m (%) = 0,00; ISNa (%) = 0,20; e MO ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 2. Onde o P, K, Na: extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ .

A Caracterização física do solo utilizado foi realizada no Laboratório de Análises de Solo e Água do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, com as seguintes resultados: Classe textural = Areia Franca; Areia = 820; Silte = 67; Argila = 113; Densidade do solo ( $\text{g cm}^3$ ) = 1,49; Densidade Real ( $\text{g cm}^3$ ) = 2,86; Porosidade Total ( $\text{m}^3 \text{ m}^3$ ) = 0,48; Água disponível ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) = 73; Argila Natural ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) = 63; e Grau de Flocculação ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) = 442. Onde a Granulometria: Argila e Silte pelo densímetro de Boyouccos, Areia por

peneiramento: Densidade aparente: método do anel volumétrico; Densidade Real: método do balão com etanol.

Adotou-se, ainda, a recomendação para adubação de fundação baseado em Novais et al. (1991), a qual foi realizada da seguinte forma: O fosforo (300 mg/kg solo) foi aplicado de forma integral no solo, utilizando-se como fonte o superfosfato simples, moído e peneirado em peneira de malha de 1 mm, afim de favorecer a solubilização e a disponibilidade para as plantas. O potássio (150 mg/kg solo) aplicado em fundação. Já a fonte de N foi aplicada através das diferentes doses de esterco bovino.

Após a montagem do experimento, os lisímetros foram irrigados com água de abastecimento ( $0,3 \text{ dSm}^{-1}$ ) diariamente por 20 dias para que o esterco bovino estivesse bem curtido. Em seguida, realizou-se a semeadura, onde colocou-se uma razão de quatro sementes por lisímetro. Depois disso, aplicou-se os tratamentos com águas salinas de diferentes condutividades.

A caracterização química do esterco bovino utilizado, foi realizada no Laboratório de Análises de Solo e Água do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, com os seguintes resultados: pH = 6,47; CE =  $1,09 \text{ dS/m}^{-1}$ ; P =  $98 \text{ mg/dm}^3$ ; N = 2,44%; K =  $3,82 \text{ cmol/dm}^3$ ; Na =  $1,54 \text{ cmol/dm}^3$ ; Ca =  $4,52 \text{ cmol/dm}^3$ ; Mg =  $2,63 \text{ cmol/dm}^3$ ; Al =  $0,00 \text{ cmol/dm}^3$ ; H + Al =  $0,00 \text{ cmol/dm}^3$ ; SB =  $12,51 \text{ cmol/dm}^3$ ; t =  $10,97 \text{ cmol/dm}^3$ ; T =  $12,51 \text{ cmol/dm}^3$ ; V = 100,00%; m = 0,00%; ISNa = 0,80%; e MO =  $40 \text{ g kg}^{-1}$ . Onde P, K, Na: extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ ; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ , pH 7,0; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black  $\text{cmolc dm}^{-3}$ .

Os tratos culturais realizados ao decorrer do experimento foram: escarificações sempre um dia após a irrigação através de um escarificador, controle de pragas e doenças através da vistoria diária e aplicação de defensivos agrícolas para combate caso necessário e controle manual de plantas daninhas.

Aos 60 DAS às plantas foram avaliadas quanto ao estabelecimento fisiológico sob o estresse salino determinada através das trocas gasosas das plantas usando-se de um analisador de gás no infravermelho (IRGA) (LCpro+) com luz constante de  $1.200 \mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , mensurando-se a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) na primeira folha madura contada a partir do ápice. De posse desses dados quantificou-se a eficiência



instantânea no uso da água (*EiUA*) (*A/E*) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] (KONRAD et al., 2005).

Com base nos estádios de desenvolvimento da cultura, foram realizadas avaliações das características de crescimento do milho aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS), obtendo-se as seguintes variáveis: Altura da planta (ALT) (cm), realizadas as medições com a utilização de uma régua graduada, desde o colo da planta até a inserção da última folha; Diâmetro do colmo (DC) (mm), onde realizou-se a avaliação com o auxílio de um paquímetro digital, verificando-se o diâmetro do colmo a 2 cm de altura em relação ao solo; e Número de folhas (NF), onde contou-se as folhas considerando-se as totalmente expandidas e fotossinteticamente ativas.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foram aplicados testes de regressões lineares e quadráticas para os fatores estudados pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se resposta significativa ( $p < 0,01$ ) para as variáveis *E*, *gs* e *EiUA*, para o fator níveis de salinidade da água de irrigação quando estudado de forma isolada. Já para o fator doses de esterco bovino, apresentou resposta significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis *E*, *gs* e *EiUA*. Já interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e as doses de não promoveram efeito significativo sobre as trocas gasosas.

**TABELA 1.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis transpiração (*E*) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática (*gs*) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (*A*) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e eficiência instantânea no uso da água (*EiUA*) (*A/E*) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

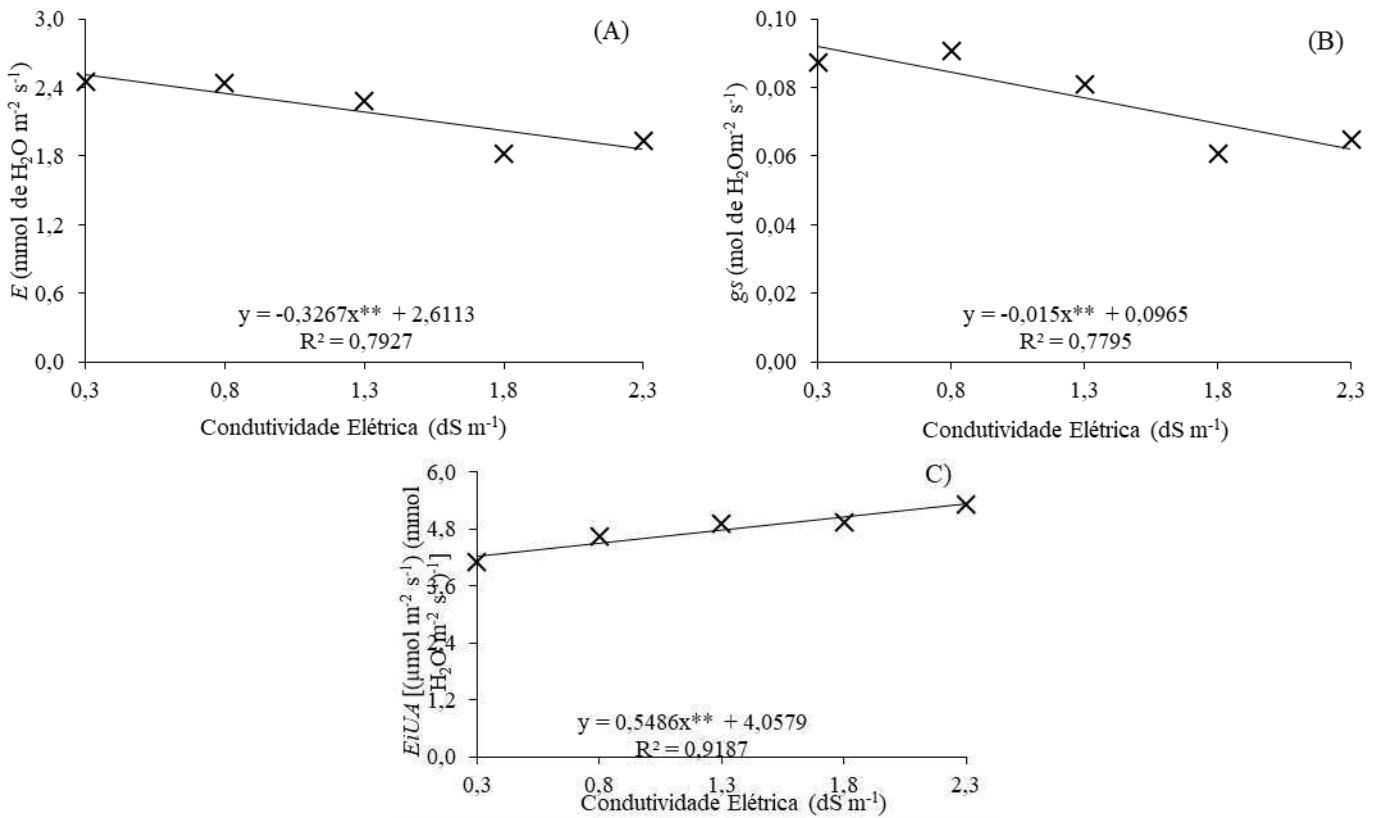
FV	GL	Quadrado Médio			
		<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	<i>EiUA</i>
Salinidade (S)	4	1,346**	0,003**	10,479 <sup>ns</sup>	3,276**
Doses (D)	3	0,510*	0,001*	8,047 <sup>ns</sup>	2,317*
S x D	12	0,248 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	2,570 <sup>ns</sup>	0,676 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,822**	0,001 <sup>ns</sup>	1,640 <sup>ns</sup>	1,793 <sup>ns</sup>

<b>Erro</b>	57	0,160	0,000	2,704	0,676
<b>C.V. (%)</b>		18,280	22,640	16,350	17,230
<b>Média</b>		2,187	0,077	10,059	4,771

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Observa-se comportamento linear decrescente para as variáveis  $E$  e  $g_s$  (Figura 1A e 1B) quando estudadas de forma isoladas para o fator CEa, sendo um decréscimo de 0,3267 ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e 0,015 ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) respectivamente por aumento unitário da CEa, ou seja, um decréscimo de 26% para  $E$  e 33% pra  $g_s$  nas plantas irrigadas com CEa de 2,3  $\text{dS m}^{-1}$  em relação as sob CEa de 0,3  $\text{dS m}^{-1}$ . Isso pode ter acontecido pelo fato do acréscimo na salinidade da água de irrigação ter reduzido a taxa fotossintética das plantas de milho, principalmente pelo acúmulo de de íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  causando alterações nas trocas gasosas, reduzindo assim a transpiração e a condutância estomática. Dentre os processos fisiológicos afetados pela salinidade se destaca a fotossíntese, que pode ser inibida pelo acúmulo de íons  $\text{Na}^+$  e/ou  $\text{Cl}^-$  nos cloroplastos, os quais afetam os processos bioquímicos e fotoquímicos envolvidos na fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2009). O incremento da salinidade da água tende a reduzir a condutância estomática, pois de acordo com Larcher (2006) a salinidade é um fator progressivo de distúrbios fisiológicos nas plantas e compromete a abertura dos estômatos, além de inibir o crescimento e produção de diversas culturas. James et al. (2008) considera a condutância estomática um fator sensível ao estresse osmótico, pois ocorre uma rápida resposta inicial ao estresse salino por meio do fechamento dos estômatos.

Já para a variável água  $EiUA$  (Figura 1C) apresentou comportamento linear crescente, quando estudada de forma isolada para o fator CEa, ou seja, um acréscimo de 0,5486 [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$ ], por aumento unitário da CEa, ou seja, acréscimo de 25% quando comparado as plantas irrigadas com CEa de 2,3  $\text{dS m}^{-1}$  em relação as sob CEa de 0,3  $\text{dS m}^{-1}$ . Verifica-se ainda que, apesar de haver ocorrido redução na transpiração e na condutância estomática, as plantas que foram submetidas à irrigação com água de maior CEa (2,3  $\text{dSm}^{-1}$ ) em relação ao tratamento controle (0,3  $\text{dSm}^{-1}$ ), apresentaram maior incremento na eficiência do uso da água ao longo do tempo.

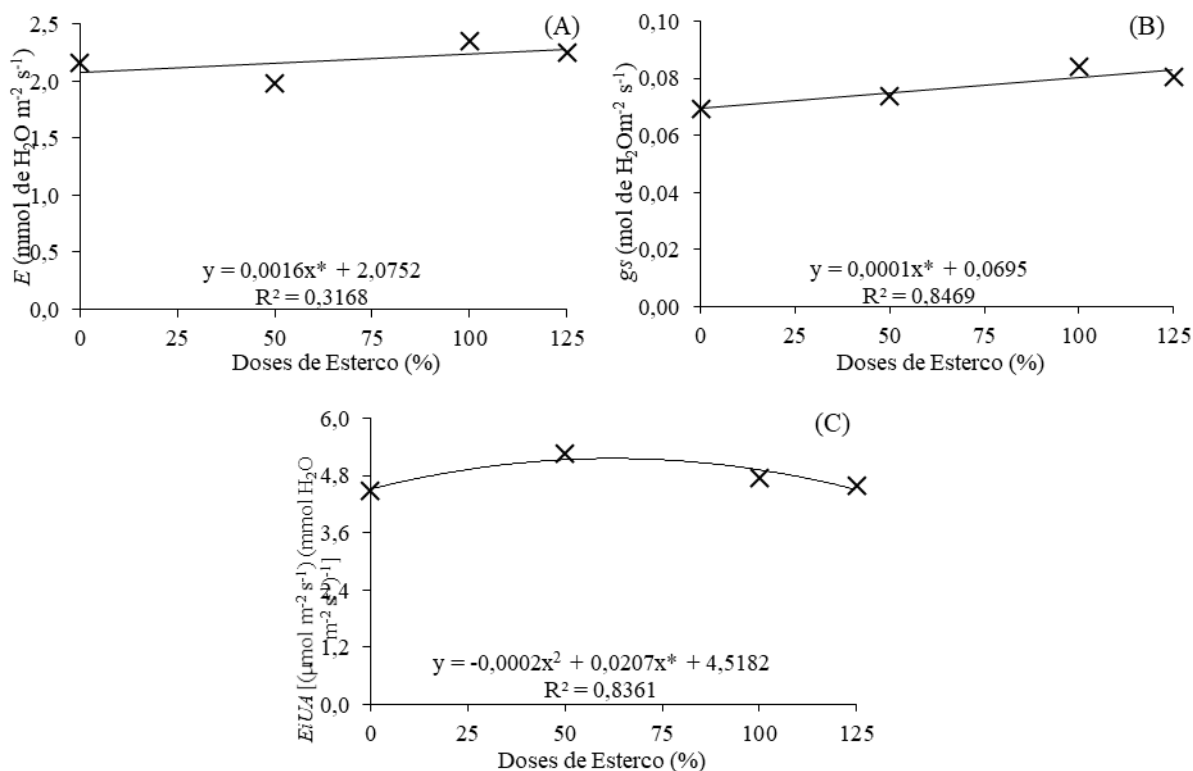


**Figura 1.** Transpiração  $E$  (A), condutância estomática -  $g_s$  (B), e eficiência instantânea no uso da água –  $EiUA$  (C) do milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação. Pombal-PB, 2016.

Verifica-se comportamento linear crescente para as variáveis fisiológicas  $E$  e  $g_s$  (Figura 2A e 2B) quando estudadas o fator doses de esterco bovino isolado, sendo um aumento de 0,0016 (mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e 0,0001 (mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) respectivamente por aumento unitário das doses de esterco bovino, ou seja, um acréscimo de 9% para  $E$  e 17% para  $g_s$  das plantas adubadas com a dose de 125%, em relação à testemunha. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que a adubação com esterco bovino tenha influenciado na retenção de água no solo, aumentando a condutância estomática e a transpiração, devido, possivelmente, à manutenção do potencial hídrico foliar e, conseqüentemente, a turgescência das células guardas (MARENCO & LOPES, 2009), favorecendo as atividades fotossintéticas da planta.

Já para a  $EiUA$  (Figura 2C), apresentou resposta quadrática para o fator doses de esterco bovino, apresentando um decaimento com o aumento das doses, tendo seu ponto

máximo na faixa da dose de 50%, com valor máximo de 5,05  $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$ . Isso pode ter ocorrido pelo fato de que o aumento das doses de esterco bovino possa ter promovido algum efeito deletério as plantas de milho. Pereira et al. (2008), trabalhando com doses de esterco bovino na cultura do girassol em consórcio com feijoeiro observou decréscimo nos valores de algumas variáveis a partir das maiores quantidades do fertilizante testadas.



**Figura 2.** Transpiração -  $E$  (A), condutância estomática -  $g_s$  (B), e eficiência instantânea no uso da água -  $EiUA$  (C) de milho em função de doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

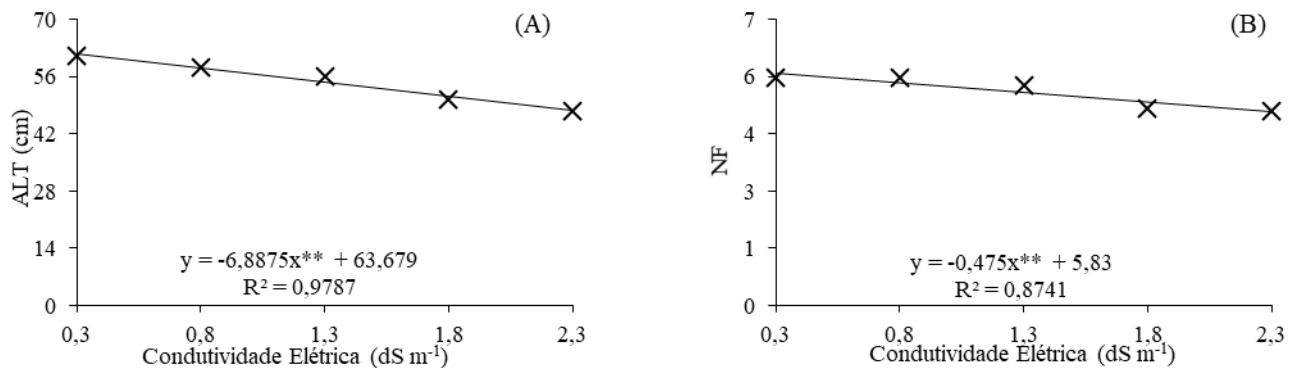
Observa-se na Tabela 2 respostas significativa ( $p < 0,01$ ) para o fator salinidade da água de irrigação apenas aos 30 DAS para as variáveis ALT, DC e NF. Já para o fator doses de esterco bovino, observou resposta significativa a ( $p < 0,01$ ) aos 30 DAS para as variáveis ALT, DC e NF, já aos 60 DAS, observou-se resposta significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis ALT e NF. Já para fator interação da salinidade da água e doses de esterco só proporcionou efeito significativo para a variável DC aos 30 DAS.

**TABELA 2.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis de crescimento: altura das plantas (ALT), diâmetro dos colmos (DC) e número de folhas (NF) aos 30 e 60 DAS do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

FV	GL	Quadrado Médio					
		ALT <sup>30</sup>	DC <sup>30</sup>	NF <sup>30</sup>	ALT <sup>60</sup>	DC <sup>60</sup>	NF <sup>60</sup>
<b>Salinidade (S)</b>	4	484,706**	41,941**	2,581**	24,950 <sup>ns</sup>	0,350 <sup>ns</sup>	1,331 <sup>ns</sup>
<b>Doses (D)</b>	3	365,483**	9,581**	5,079**	139,279*	2,610 <sup>ns</sup>	4,850*
<b>S x D</b>	12	20,723 <sup>ns</sup>	0,536**	0,173 <sup>ns</sup>	42,008 <sup>ns</sup>	0,963 <sup>ns</sup>	1,090 <sup>ns</sup>
<b>Bloco</b>	3	241,683**	0,134 <sup>ns</sup>	0,046 <sup>ns</sup>	458,713**	14,216**	5,817**
<b>Erro</b>	57	14,543	0,132	0,204	47,905	2,357	1,711
<b>C.V. (%)</b>		6,970	5,820	8,660	5,900	13,820	12,200
<b>Média</b>		54,725	6,233	5,213	117,238	11,108	10,725

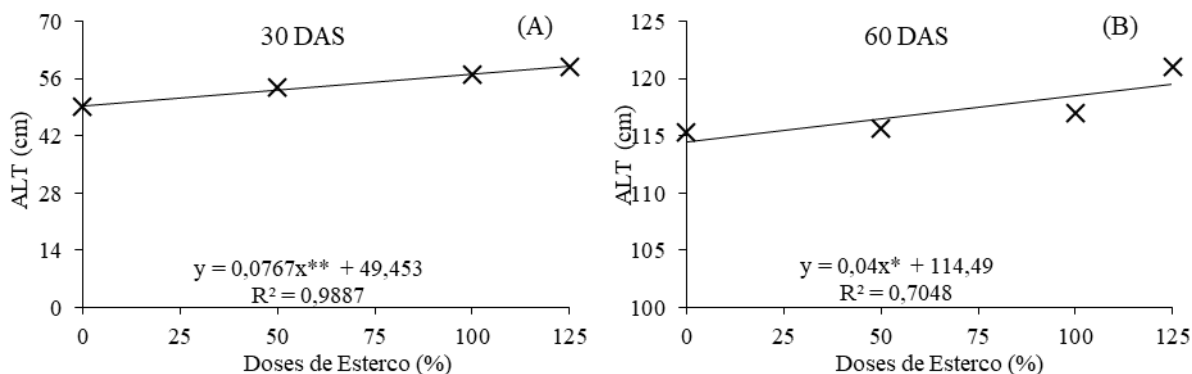
\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ); <sup>30</sup> significativo a avaliação aos 30 DAS; <sup>60</sup> significativo a avaliação aos 60 DAS.

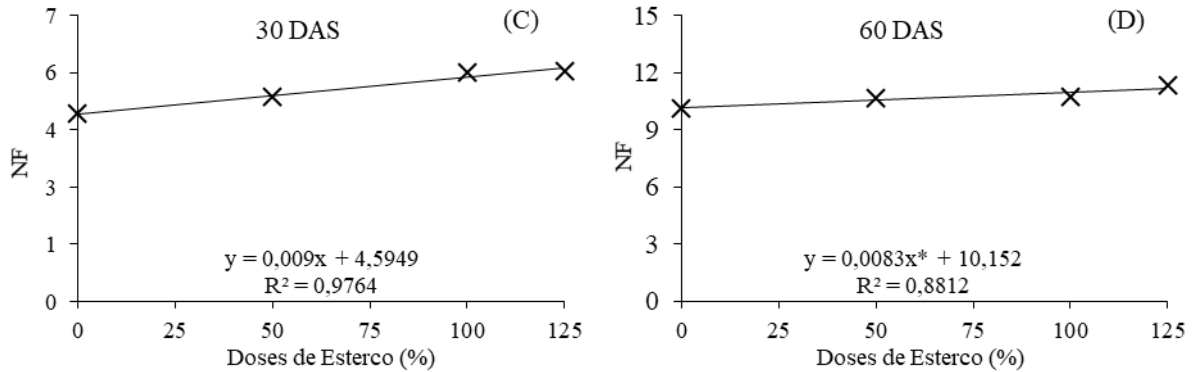
De acordo com as equações de regressão (Figura 3A e 3B), constata-se que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu linearmente a ALT e o NF, promovendo respectivamente, decréscimos na ordem de 6,88cm e 0,47 por aumento unitário da CEa, ou seja, redução de 23% na ALT e de 17% no NF das plantas irrigadas com água de 2,3 dS m<sup>-1</sup>, em relação à testemunha, evidenciando que o estresse salino reduz o crescimento e desenvolvimento das plantas. Isso pode ter acontecido pelo fato de que o aumento da salinidade da água da irrigação fez com que ocorresse uma redução da pressão osmótica no solo diminuindo assim o estado da energia da água no ambiente radicular, conseqüentemente reduzindo a quantidade de absorção pelas plantas de água e nutrientes, resultando na redução do alongamento de suas células, diminuindo seu crescimento. Segundo Taiz & Zeiger (2013), essa situação de estresse reduz a absorção de água pelas raízes proporciona maior absorção de sais, compromete a atividade meristemática, o alongamento celular. O estresse salino tende a promover alterações morfológicas e anatômicas como a redução do número de folhas, devido à menor disponibilidade de água as plantas (OLIVEIRA et al., 2011).



**FIGURA 3.** Altura de plantas (a) e Número de folhas (B) do milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação aos 30 DAS. Pombal-PB, 2016.

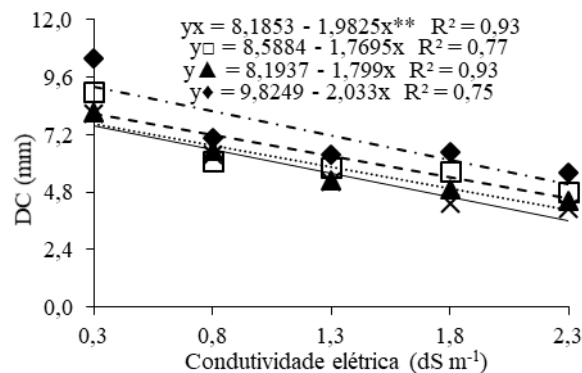
Verificasse que para o fator doses de esterco bovino, que o aumento das doses proporcionou um aumento linear nas variáveis ALT e NF (Figura 4) aos 30 e 60 DAS, promovendo respectivamente, acréscimos na ordem de 7,67% e 0,9% respectivamente aos 30 DAS, e de 4% e 0,83% aos 60 DAS por aumento unitário das doses de esterco bovino, ou seja, quando comparado as doses adubadas com a dose de 125% em relação a testemunha houve um aumento de 19% para a ALT e de 24% para o NF aos 30 DAS, já aos 60 DAS, o aumento foi de 4% para a ALT e de 10% para o NF, mostrando que o aumento das doses de esterco bovino proporciona aumento no crescimento e desenvolvimento das plantas de milho. Isso pode ter ocorrido pelo do esterco bovino favorecer várias melhorias ao solo, em relação a nutrientes, estrutura dos solo, retenção de água, o que favoreceu o crescimento da planta ao longo do tempo. Brito et al. (2014), afirma que a adição de esterco bovino promovem o incremento da altura e diâmetro do colmo do milho. O fornecimento do adubo orgânico pode ter favorecido a fertilidade e a estruturação do solo (COSTA et al., 2008) e, conseqüentemente, as plantas tiveram maior crescimento.





**FIGURA 4.** Altura de plantas (A e B) e Número de folhas (C e D) do milho em função de diferentes doses de esterco bovino aos 30 e 60 DAS. Pombal-PB, 2016.

Conforme o teste F (Tabela 6), a interação entre salinidade da água de irrigação e doses de esterco bovino afetou ( $p < 0,01$ ) o diâmetro do colmo aos 30 DAS, onde se constata conforme modelo linear (Figura 5), decréscimo do DC das plantas adubadas com 0, 50, 100 e 125% de esterco bovino na ordem de 1,98; 1,76; 1,79 e 2,03 mm respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções de 53; 44; 48 e 45% no DC das plantas irrigadas com CEa de  $2,3 \text{ dS m}^{-1}$  em relação as sob CEa de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ .



**FIGURA 5.** Diâmetro do colmo - DC do milho em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação e doses de adubação com esterco bovino aos 30 dias após o semeio. Pombal, PB, 2016.

Apesar desse decréscimo no diâmetro do colmo, percebe-se que o aumento das doses de esterco bovino proporcionou menores reduções nesta variável, mesmo com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Isso pode ter acontecido pelo fato da adubação com esterco bovino ter reduzido os efeitos dos sais da água de irrigação na zona radicular da planta, pois a adubação orgânica faz com que se melhore na eficiência das

plantas na absorção de água, além de proporcionar melhores ajustes osmóticos as plantas. O emprego de material orgânico no solo pode minimizar os efeitos deletérios dos sais sobre os crescimento das plantas, pois esse tipo de material proporciona maiores ajustes osmóticos entre as raízes e a solução do solo, melhorando a eficiência de absorção de água e nutrientes (AYDIN et al. 2012).

#### 4. CONCLUSÕES

1. O crescimento aos 30 DAS, e as trocas gasosas, sobretudo a condutância estomática e a transpiração do milho são comprometidas pelo aumento salinidade da água de irrigação.
2. O aumento das doses de esterco bovino influenciaram em um maior incremento, nas trocas gasosas e no crescimento do milho.
3. Na eficiência instantânea no uso da água, a adubação com esterco bovino só favoreceu num maior incremento até a dose de 50%.
4. O aumento das doses de esterco bovino pode minimizar os efeitos deletérios dos sais no diâmetro do colmo de milho aos 30 DAS.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYDIN, A; KANT, C; TURAN, M. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 7. n. 7, p. 1073-1086, 2012.
- BRITO, Cleiton Fernando Barbosa et al. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal - Pb, v. 9, n. 3, p.244-250, set. 2014.
- CANCELLIER, Leandro et al. Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. **Semina Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.527-540, 12 jul. 2011. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p527>.



- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos. Décimo segundo levantamento.** Brasília: CONAB, 2015. 12 Fev. 2016.
- COSTA, L. C. do B.; PINTO, J. E. B. P; CASTRO, E. M. de; BERTOLUCCI, S. K. V.; REIS, E. S.; ALVES, P. B.; NICULAU, E. dos S. Tipos e doses de adubação orgânica, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2173-2180, 2008.
- EL-DARDIRY EI (2007). Effect of soil and water salinity on barley grains germination under some amendments. **Word J. Agric. Sci.** 7(3):329- 338.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa, 2000, 402 p.
- GALVÃO SRS, SALCEDO IH, OLIVEIRA FF (2008). Acumulação de Nutrientes EM solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesqui. Agropecu. Bras.** 33 (1): 99-105.
- GUEDES FILHO, D. H. et al. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.7, nº. 5, p. 277 - 289, 2013.
- JAMES, R.A., CAEMMERER, S.V., CONDON, A.G., ZWART, A. B., MUNNS, R. Genetic variation in tolerance to the osmotic stress component of salinity stress in durum wheat. **Functional Plant Biology**, v. 35, p.111-123, 2008.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 550p.
- MARENCO, R.A.; LOPES. N.F. **Fisiologia vegetal**, 3 ed, UFV. 2009, cap 4, p. 227.
- MIRANDA MA, OLIVEIRA ED, SANTOS KD, FREIRE MBGA, ALMEIDA BD (2011). Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Rev. Bras. Engen. Agríc. Ambient.** 15(5):484-490.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.

- OLIVEIRA, F. A.; CARRILO, M. J. S.; MEDEIROS, J. F.; MARACÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n.8, p.771-777, 2011.
- PEREIRA, D. C.; SILVA, T. R.B.; COSTA, L.A.M. Doses de esterco bovino na cultura do girassol em consórcio com feijoeiro. **Rev. Cultivando o Saber**. V.1, n.1, p.58-71, 2008.
- PORTO, Ana Paula Ferreira. **Cultivares de milho submetidos a diferentes espaçamentos e manejos de capinas no planalto da Conquista - BA**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - Ba, 2010. Cap. 3.
- SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.961-969, 2010.
- SILVA, G. F. da, et al. Doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho na Chapada do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.12, p.1247–1254, 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 2009. 848p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

---

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E FITOMASSA DE MILHO CULTIVADO SOB  
ÁGUAS SALINAS E DOSES DE MATERIAL ORGÂNICO**

**RESUMO** – O objetivo desse trabalho foi avaliar a fluorescência da clorofila *a*, os índices fisiológicos e a fitomassa seca de milho cultivado sob águas salinas e doses de material orgânico. O experimento foi realizado em ambiente protegido vinculado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal, PB. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial (5 x 4), relativo a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1- água de abastecimento com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, S2 – CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup>, S3- CEa de 1,3 dS m<sup>-1</sup>, S4- CEa de 1,8 dS m<sup>-1</sup> e S5- CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup>, combinados com quatro doses de adubação, sendo D1- sem adubação (testemunha), D2- 50% de esterco bovino, D3- 100% de esterco bovino e D4- 125% de esterco bovino. Foram avaliados a fluorescência da clorofila *a* (60 DAS), a fitomassa seca (30 e 60 DAS) e os índices fisiológicos. O aumento do nível salino da água de irrigação reduziu as fitomassas seca de caule e folha aos 30 DAS, porém, influenciou num maior incremento na fluorescência da clorofila *a* e nos índices fisiológicos do milho. O aumento das doses de esterco bovino reduziram os índices fisiológicos, porém favoreceram no maior acúmulo de fitomassa seca de caule e folhas do milho. O aumento das doses de esterco bovino pode minimizar os efeitos deletérios dos sais na fitomassa seca de caule e folhas de milho aos 30 DAS.

**Palavras-chave:** *Zea mays*. Fluorescência da clorofila *a*. Estresse salino. Esterco bovino.

PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND CORN PHYTOMASES CULTIVATED  
UNDER SALT WATERS AND DOSES OF ORGANIC MATERIAL

**ABSTRACT** – The objective of this work was to evaluate the chlorophyll *a* fluorescence, the physiological indexes and the dry phytomass of maize cultivated under salt water and organic material doses. The experiment was carried out in a protected environment linked to the Agricultural Science and Technology Center (CCTA) of the Federal University of

Campina Grande (UFCG), located in the city of Pombal, PB. The experimental design was a randomized block design, with a factorial scheme (5 x 4), related to five levels of electrical conductivity of the irrigation water (CEa), S1 water supply with CEa of 0.3 dS m<sup>-1</sup>, S2-CEa of 0.8 dS m<sup>-1</sup>, S3-CEa of 1.3 dS m<sup>-1</sup>, S4-CEa of 1.8 dS m<sup>-1</sup> and S5-CEa of 2.3 dS m<sup>-1</sup>, combined with four doses of fertilization, being D1 without fertilization (control), D2-50% bovine manure, D3- 100% bovine manure and D4-125% bovine manure. The fluorescence of chlorophyll a (60 DAS), dry phytomass (30 and 60 DAS) and physiological indexes were evaluated. The increase in the saline level of irrigation water reduced leaf and stem biomass at 30 DAS, however, it influenced a greater increase in chlorophyll a fluorescence and in the physiological indices of maize. The increase of the bovine manure doses reduced the physiological indexes, but favored the greater accumulation of dry stem and corn phytomass. Increasing doses of bovine manure can minimize the deleterious effects of salts on dry stem and corn leaves at 30 DAS.

**Keywords:** *Zea mays*. Fluorescence of chlorophyll a. Saline stress. Bovine manure.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie diploide, alogâmica, que Pertence à família Poacea, originária do México e da América. Os maiores produtores são os Estados Unidos, com 36,9% do total (estação 2013/14), China (22%) e Brasil (7,5%), que também são os maiores consumidores dessa safra (EMBRAPA, 2013a). Apesar de o Brasil ser o terceiro maior produtor mundial de milho, a produtividade média (5,05 t ha<sup>-1</sup>) ainda é considerada baixa quando comparada às obtidas em países como os Estados Unidos (8,9 t ha<sup>-1</sup>) e a China (5,9 t ha<sup>-1</sup>) os maiores produtores mundiais (CONAB, 2013; USDA, 2013).

Um dos fatores que contribuem para essa baixa produtividade é devido aos problemas com a salinidade, principalmente na região nordeste, onde, a salinização dos solos é atribuída ao fato de que a evapotranspiração potencial da região, geralmente, é menor do que a precipitação pluvial (SILVA & AMARAL, 2007), associado também pelo fato da cultura ser considerada moderadamente sensível a salinidade (AYERS & WESTCOT 1999).

No Nordeste do Brasil, o nível de salinidade na água retirada de poços é alto em razão do tipo de solo. A salinidade em áreas irrigadas é consequência, muitas vezes, do uso de água de qualidade inadequada, obtidas desses poços, associado ao manejo do sistema solo-água-planta, e à deficiência do sistema de drenagem. Qualquer que seja sua fonte, a água utilizada na irrigação sempre contém sais que, em geral, variam expressivamente em qualidade e quantidade (REGES et al., 2015). O aumento do teor salino na água de irrigação ou do solo diminui o potencial osmótico da solução, reduzindo a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (SOUSA et al., 2010).

Os efeitos da salinização sobre as plantas podem ser causados pela dificuldade de absorção de água, pela toxicidade e pela interferência na absorção de nutrientes essenciais. Por isso, deve-se ter toda atenção quanto ao manejo do complexo água-solo-planta, em particular quando a fonte hídrica tem altas concentrações de sais, já que é comum a obtenção de água a partir da perfuração de poços, segundo vários autores (ANDRADE JUNIOR, et al., 2006; BRITO et al., 2005; MEDEIROS et al., 2003) contêm concentrações variáveis de sais, podendo limitar o crescimento e o desenvolvimento das culturas. Deste modo, é fundamental a geração de conhecimentos que viabilizem a utilização de águas salinas na agricultura, garantindo sua sustentabilidade.

Uma forma de se viabilizar a utilização das águas salinas é através do uso da adubação, na qual pode atenuar os efeitos da salinidade sobre as plantas. A recuperação de áreas com problemas de sais pode ser conseguida com a aplicação de insumos orgânicos de natureza animal ou vegetal, para mitigar o efeito de cátions dispersos ( $\text{Na}^+$ ) no solo (MIRANDA et al., 2011), dessa forma, vários insumos como por exemplo o esterco bovino, são utilizados de forma eficiente para reduzir problemas com sais e aumentar o crescimento das plantas.

Estudos com esterco bovino como condicionadores mostraram sua eficácia na melhoria das propriedades físicas e químicas dos solos halomórficos, proporcionando boas condições para o crescimento das plantas (REZAPOUR, 2014). Com isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a emergência, os índices fisiológicos e a fitomassa de milho quando cultivado com sob irrigação com águas salinas e adubação com esterco bovino.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido (casa de vegetação) pertencente à Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, vinculada ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal, PB, cujas coordenadas geográficas são: 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W, a uma altitude de 194 m e o clima, segundo a classificação de Köppen (1948) o clima predominante na região e do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente e seco, com precipitação média de 750 mm e evaporação média anual de 2000 mm.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial (5 x 4), relativo a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1- água de abastecimento com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, S2 – CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup>, S3- CEa de 1,3 dS m<sup>-1</sup>, S4- CEa de 1,8 dS m<sup>-1</sup> e S5- CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup>, combinados com quatro doses de adubação, sendo D1- sem adubação (testemunha), D2- 50% de esterco bovino, D3- 100% de esterco bovino e D4- 125% de esterco bovino, onde as mesmas foram baseadas na recomendação de 50 t ha<sup>-1</sup> (CANCELLIER et al., 2011).

O híbrido utilizado foi AG-1051, tolerante ao acamamento e quebraimento de diferentes bases genéticas e ciclo fenológico (PORTO, 2010). Esse híbrido possui excelente qualidade na produção silagem, sendo indicado principalmente para ruminantes. Além disso, é um híbrido diferenciado, pois apresenta grande quantidade de massa verde de alta digestibilidade. Além disso, o AG-1051 é líder na produção de milho verde. Apresenta, também, excelente sistema radicular, que permite grande amplitude de época de plantio. Possui finalidade de uso para silagem, milho verde e produção de grãos.

As água com diferentes níveis de salinidade foram obtidas pela dissolução da água de abastecimento (proveniente do sistema de abastecimento local (0,3 dS m<sup>-1</sup>) com água de poço (3,0 dS m<sup>-1</sup>) proveniente da fazenda experimental Monte Alegre, localizada no município de Pombal, cedida a Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, campus de Pombal. Após o preparo das mesmas foram aferidas amostras das condutividades desejadas através de um condutivímetro.

A Caracterização Físico-Química de Água de Poço utilizada no experimento, proveniente da fazenda Monte Alegre, localizada no município de Pombal, foi realizado no Laboratório de Análises de Solo e Água do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, com as seguintes resultados: pH = 8,6; CE (dSm<sup>-1</sup>) = 3,24; K<sup>+</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 0,05; Na<sup>+</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 4,01; Ca<sup>+2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 2,75; Mg<sup>+2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 1,25; SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 0,44; CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 1,48; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 10,34; Cl<sup>-</sup> (mmol<sub>c</sub> L) = 24,4; CRS (mmol<sub>c</sub> L) = 7,82; NaCl (mg L<sup>-1</sup>) = 1498,0; CaCO<sub>3</sub> (mg L<sup>-1</sup>) = 1250,0; e RAS (mmol<sub>c</sub> L)<sup>0,5</sup> = 2,80.

As irrigações foram realizadas diariamente ao final de cada tarde (17 h) com auxílio de uma becker graduado, de modo a deixar o solo com umidade próxima à máxima capacidade de retenção, com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 15%. O volume aplicado (V<sub>a</sub>) por recipiente foi obtido pela diferença entre o volume anterior (V<sub>ant</sub>) aplicado, menos a média de drenagem (D) dividido pelo número de recipientes (n), como indicado na equação 1:

$$V_a = \frac{V_{ant} - (D/n)}{1 - FL} \quad (1)$$

Utilizou-se lisímetros com capacidade de 14,5 L, preenchidos com 800 g de brita (nº zero) a qual cobria a base do vaso, seguida de 12 kg de material de solo, coletado na profundidade de 0-20 cm, devidamente destorroado e proveniente do município de Pombal, PB. Os lisímetros possuem um furo na base para permitir a drenagem e abaixo dos mesmo se encontram garrafas de plástico para acompanhamento do volume de água drenado e estimativa do consumo de água pela planta.

A Caracterização química do solo utilizado foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, com as seguintes resultados: pH = 6,42; CE (dS/m<sup>-1</sup>) = 0,04; P (mg/dm<sup>3</sup>) = 9; N (%) = 0,09; K (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 0,12; Na (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 0,39; Ca (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 5,10; Mg (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 2,70; Al (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 0,00; H + Al (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 0,00; SB (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 8,31; t (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 7,92; T (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 8,31; V (%) = 98,55; m (%) = 0,00; ISNa (%) = 0,20; e MO (g kg<sup>-1</sup>) = 2. Onde o P, K, Na: extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,0; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

A Caracterização física do solo utilizado foi realizada no Laboratório de Análises de Solo e Água do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, com as seguintes resultados: Classe textural = Areia Franca; Areia = 820; Silte = 67; Argila = 113; Densidade do solo ( $\text{g cm}^3$ ) = 1,49; Densidade Real ( $\text{g cm}^3$ ) = 2,86; Porosidade Total ( $\text{m}^3 \text{ m}^3$ ) = 0,48; Água disponível ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) = 73; Argila Natural ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) = 63; e Grau de Flocculação ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) = 442. Onde a Granulometria: Argila e Silte pelo densímetro de Boyouccos, Areia por peneiramento: Densidade aparente: método do anel volumétrico; Densidade Real: método do balão com etanol.

Adotou-se, ainda, a recomendação para adubação de fundação baseado em Novais et al. (1991), a qual foi realizada da seguinte forma: O fósforo (300 mg/kg solo) foi aplicado de forma integral no solo, utilizando-se como fonte o superfosfato simples, moído e peneirado em peneira de malha de 1 mm, afim de favorecer a solubilização e a disponibilidade para as plantas. O potássio (150 mg/kg solo) aplicado em fundação. Já a fonte de N foi aplicada através das diferentes doses de esterco bovino.

Após a montagem do experimento, os lisímetros foram irrigados com água de abastecimento ( $0,3 \text{ dSm}^{-1}$ ) diariamente por 20 dias para que o esterco bovino (Tabela 4) estivesse bem curtido. Em seguida, realizou-se a semeadura, onde colocou-se uma razão de quatro sementes por lisímetro. Depois disso, aplicou-se os tratamentos com águas salinas de diferentes condutividades.

A caracterização química do esterco bovino utilizado, foi realizada no Laboratório de Análises de Solo e Água do Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, com os seguintes resultados: pH = 6,47; CE =  $1,09 \text{ dS/m}^{-1}$ ; P =  $98 \text{ mg/dm}^3$ ; N = 2,44%; K =  $3,82 \text{ cmol/dm}^3$ ; Na =  $1,54 \text{ cmol/dm}^3$ ; Ca =  $4,52 \text{ cmol/dm}^3$ ; Mg =  $2,63 \text{ cmol/dm}^3$ ; Al =  $0,00 \text{ cmol/dm}^3$ ; H + Al =  $0,00 \text{ cmol/dm}^3$ ; SB =  $12,51 \text{ cmol/dm}^3$ ; t =  $10,97 \text{ cmol/dm}^3$ ; T =  $12,51 \text{ cmol/dm}^3$ ; V = 100,00%; m = 0,00%; ISNa = 0,80%; e MO =  $40 \text{ g kg}^{-1}$ . Onde P, K, Na: extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: extrator KCl  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ ; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ , pH 7,0; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black  $\text{cmolc dm}^{-3}$ .

Os tratos culturais realizados ao decorrer do experimento foram: escarificações sempre um dia após a irrigação através de um escarificador, controle de pragas e doenças através da vistoria diária e aplicação de defensivos agrícolas para combate caso necessário e controle manual de plantas daninhas.



Aos 60 DAS foi avaliada a fluorescência da clorofila *a*, usando-se de um Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; a priori, foi utilizado o protocolo Fv/Fm, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência: Fluorescência inicial (Fo), Fluorescência máxima (Fm), Fluorescência variável (Fv = Fm - Fo) e máxima eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (GENTY et al. 1989); tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período 12 horas, na antemanhã, usando-se um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores primários estivessem totalmente oxidados.

Com base nos estádios de desenvolvimento da cultura, foram realizadas avaliações das características de crescimento do milho aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS), foram mensurados a altura das plantas, o diâmetro do colmo e contado o número de folhas, obtendo-se, a partir desses dados, a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) e a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), obtida pela equação 2 e 3 (BENINCASA, 2003):

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad (2)$$

$$TCA = \frac{A_2 - A_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm dia}^{-1}) \quad (3)$$

Em que:  $A_2$  = diâmetro, altura ou número de folhas obtido no final do período de estudo;  $A_1$  = diâmetro, altura ou número de folhas obtido no início do período de estudo;  $t_2 - t_1$  = diferença de tempo entre as amostragens; ln = logaritmo natural.

Aos 30 e 60 dias após a semeadura (DAS) foram realizadas as variáveis de fitomassa seca, onde foram particionadas a parte aérea das plantas de cada tratamento em folhas (MSF) e colmo (MSC), recolhida em sacos de papel, onde, foram levadas à estufa de circulação de ar à 65° C, permanecendo durante 72h. Depois de retirado da estufa, o material foi colocado em sacos plásticos (para evitar ganho de umidade) para o transporte até o local, onde, foi realizada a pesagem em balança analítica de precisão, anotando-se o peso de cada tratamento.

Os dados foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foram aplicados testes de regressões lineares e quadráticas para os fatores estudados pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 respostas significativas a 1% de probabilidade para a fluorescência inicial, fluorescência máxima e fluorescência variável quando estudado o fator salinidade da água de irrigação de forma isolada. Não houve respostas significativas quando se estudou o fator doses de esterco bovino isolado e nem quando se estudo a interação entre a salinidade da água de irrigação com as doses de esterco bovino.

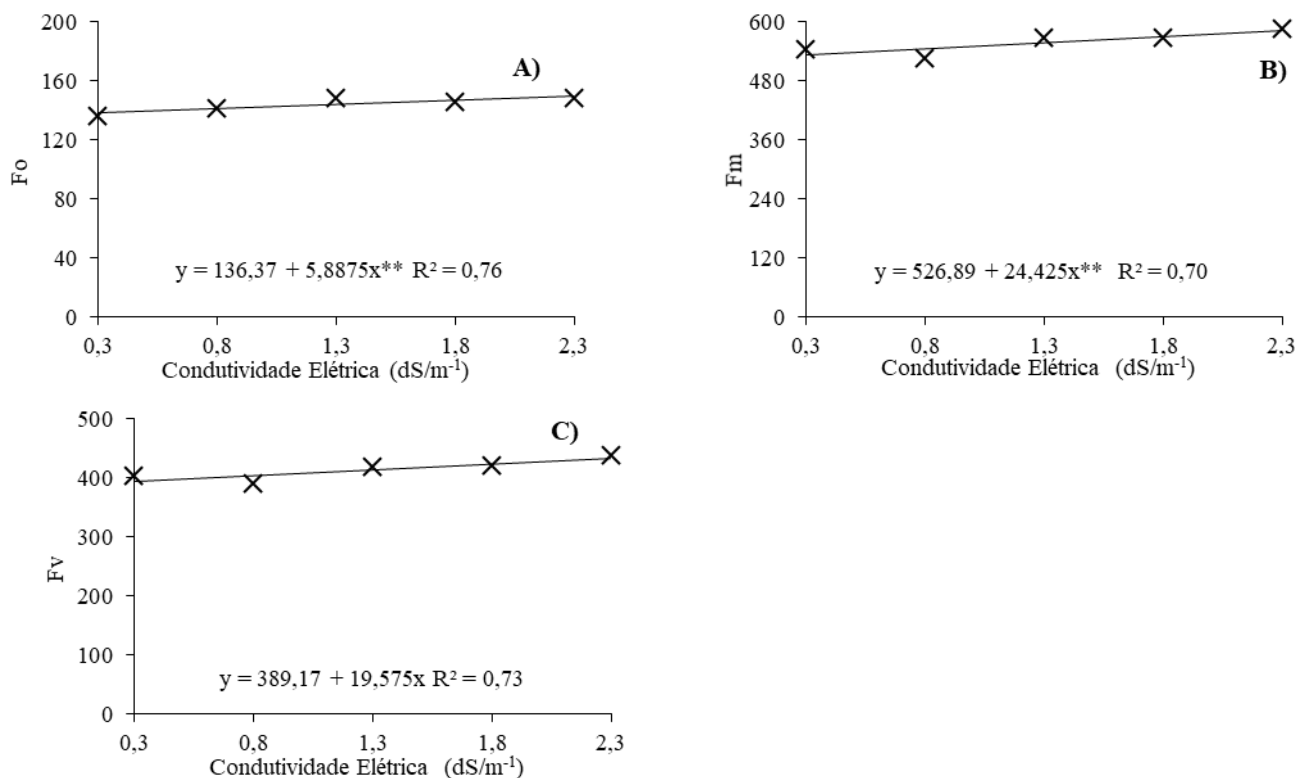
**TABELA 1.** Resumo da análise de variância relativa à fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (Fv/Fm) aos 65 DAS do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

FV	GL	Quadrado Médio			
		FO	FM	FV	FV/FM
<b>Salinidade (S)</b>	4	459,018750**	8613,793750**	5270,7937**	0,000183 <sup>ns</sup>
<b>Doses (D)</b>	3	88,016667 <sup>ns</sup>	810,412500 <sup>ns</sup>	855,7125 <sup>ns</sup>	0,000418 <sup>ns</sup>
<b>S x D</b>	12	16,7354 <sup>ns</sup>	959,402083 <sup>ns</sup>	891,41041 <sup>ns</sup>	0,000185 <sup>ns</sup>
<b>Bloco</b>	3	371,350000*	2007,979167 <sup>ns</sup>	664,9125 <sup>ns</sup>	0,000228 <sup>ns</sup>
<b>Erro</b>	57	111,876316	1506,865132	1019,807	0,000226
<b>C,V, (%)</b>		7,34	6,95	7,70	2,03
<b>Média</b>		144,0250	558,6375	414,612	0,7417500

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

O aumento dos níveis de CEa exerceram efeitos significativos ( $p < 0,01$ ) sobre a fluorescência da clorofila a do milho no período de 65 DAS (Tabela 1); através das equações de regressão (Figura 1) verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o linear crescente, notando-se que a Fo, Fm e a Fv, foram influenciadas pela salinidade da água de irrigação, e analisando o comportamento destas características, apresentaram valores médios de 5,88; 24,42 e 19,57 respectivamente por aumento unitário da CEa da água de irrigação, ou seja, quando foram submetidas a CEa de  $2,3 \text{ dSm}^{-1}$ , as plantas apresentaram acréscimo equivalente de 8,52; 9,14 e 9,91% respectivamente em relação as plantas cultivadas sob salinidade de  $0,3 \text{ dSm}^{-1}$ . A fluorescência depende da integridade do aparato fotossintético, além das condições de substrato, a exemplo da disponibilidade hídrica, que pode ser limitada pelo excesso de sais no solo, que ocasiona redução no potencial osmótico e, em consequência, no potencial hídrico (TAIZ; ZEIGER,

2013). Porém o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação neste trabalho, não prejudicou o aparato fotossintético das plantas de milho, ressaltando-se que esse aumento pode ser atribuído ao nivelamento da fluorescência das plantas, não afetando a eficiência quântica do fotossistema II, podendo ser uma característica de adaptação ao estresse salino. Willadino et al. (2011), trabalhando com estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar, observou em ambas as variedades, um aumento na fluorescência paralelo à redução do teor de clorofila à medida que ocorreu incremento dos níveis de sal, indicando a perturbação no processo fotossintético.



**FIGURA 1.** Fluorescência inicial ( $F_o$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ) e fluorescência variável ( $F_v$ ) de milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal-PB, 2016.

Observa-se na Tabela 2 respostas significativas para o fator salinidade da água de irrigação, para todas as taxas de crescimento, com exceção da TCANF. Quando estudado o fator doses de esterco bovino de forma isolada observou-se respostas significativa para TCRALT, TCRDC e TCRNF. Não houve respostas significativas quando se estudou o fator estudou a interação entre a salinidade da água de irrigação com as doses de esterco bovino.

**TABELA 2.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis taxa de crescimento relativo da altura das plantas (TCRalt), diâmetro dos colmos (TCRdc), número de folhas (TCRnf), e taxa de crescimento absoluto da altura da altura das plantas (TCAalt), diâmetro dos colmos (TCAdc), número de folhas (TCAnf), do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

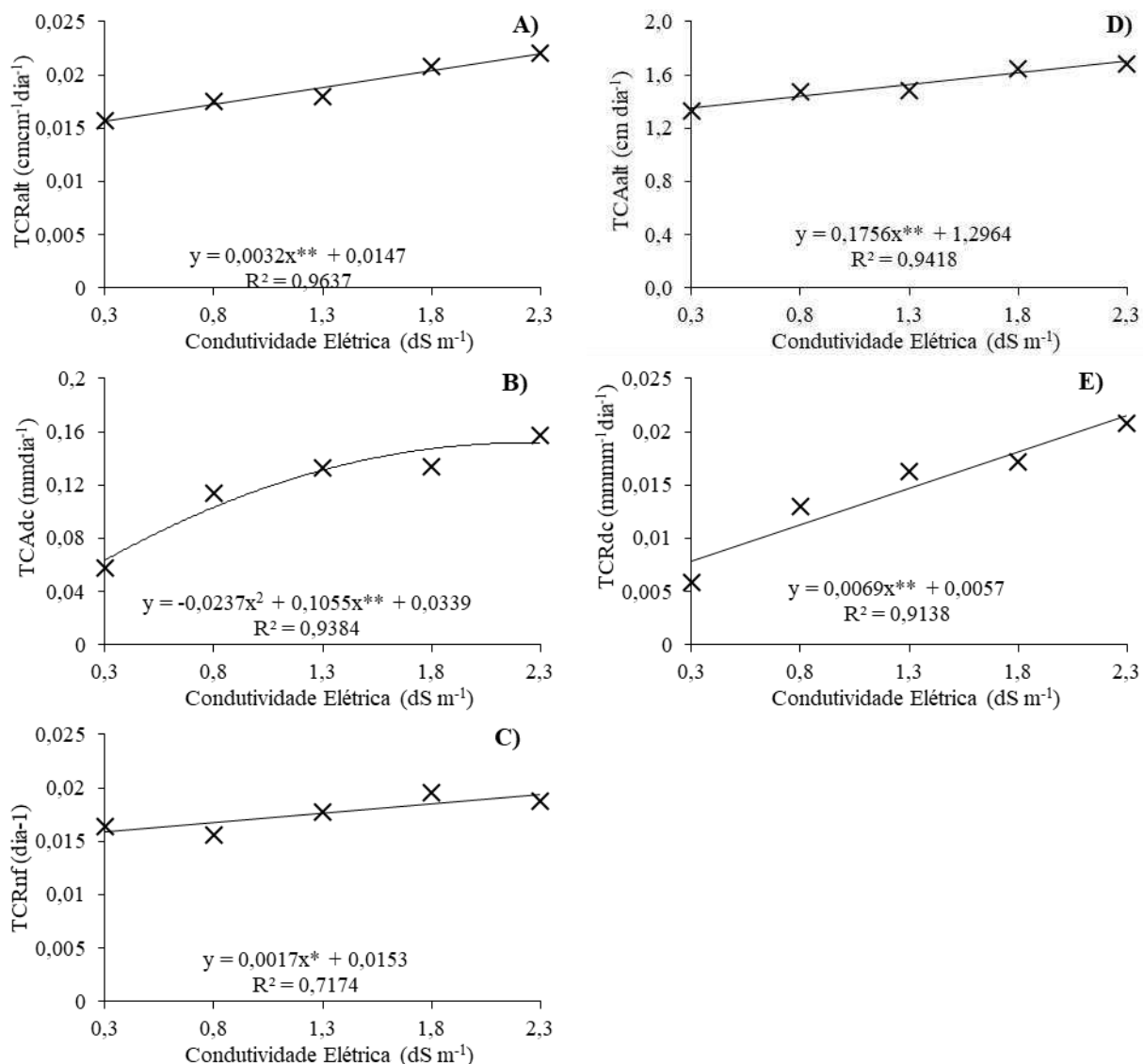
FV	GL	Quadrado Médio					
		TCRalt	TCRdc	TCRnf	TCAalt	TCAdc	TCAnf
Salinidade (S)	4	0,000104**	0,000515**	0,000043*	0,327432**	0,022708**	0,001195 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	0,000048**	0,000073**	0,000049*	0,081263 <sup>ns</sup>	0,001436 <sup>ns</sup>	0,00074 <sup>ns</sup>
S x D	12	0,000006 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	0,000013 <sup>ns</sup>	0,041314 <sup>ns</sup>	0,00106 <sup>ns</sup>	0,000766 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,000126**	0,000067**	0,000039 <sup>ns</sup>	0,764274**	0,007685**	0,00361 <sup>ns</sup>
Erro	57	0,000006	0,000014	0,000016	0,03944	0,001382	0,001131
C.V. (%)		12,59	25,48	22,63	13,03	31,17	25,01
Média		0,0187813	0,0146325	0,0176038	2	0,1192625	0,1344538

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

O aumento dos níveis de CEa exerceu efeitos significativos sobre as taxas de crescimento relativo e absoluto de milho (Tabela 2); Na TCAdc (Figura 2B) através da equação de regressão, verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, notando-se que TCAdc foi influenciada pela salinidade da água de irrigação, sendo crescente até o nível 2,3 dS m<sup>-1</sup>. Analisando o comportamento desta variável, observa-se, que as plantas irrigadas com água de CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup> apresentaram valor máximo na TCAdc de 0,1511 mm mm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e mínimo de 0,0063 mm mm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para as plantas irrigadas com a água de CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, ou seja, quando foram submetidas a CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup>, as plantas apresentaram acréscimo equivalente de 41,9% na TCAdc em relação as plantas cultivadas sob salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup>.

Resultado similar constatou-se também na Figura 2 (A, C, D, e E), cujo quais apresentaram equação de regressão modelo linear crescente, onde as plantas submetidas à irrigação com água de níveis mais elevados de salinidade (CEa até 2,3 dS m<sup>-1</sup>), apresentaram uma taxa de crescimento relativo e absoluto superior em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Verifica-se ainda que as plantas que foram submetidas à irrigação com água de CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup> em relação ao menor nível salino, apresentaram maior incremento nas taxas de crescimento, ou seja, apresentaram maior eficiência em produzir novas células e tecidos, o que resultou em um crescimento maior

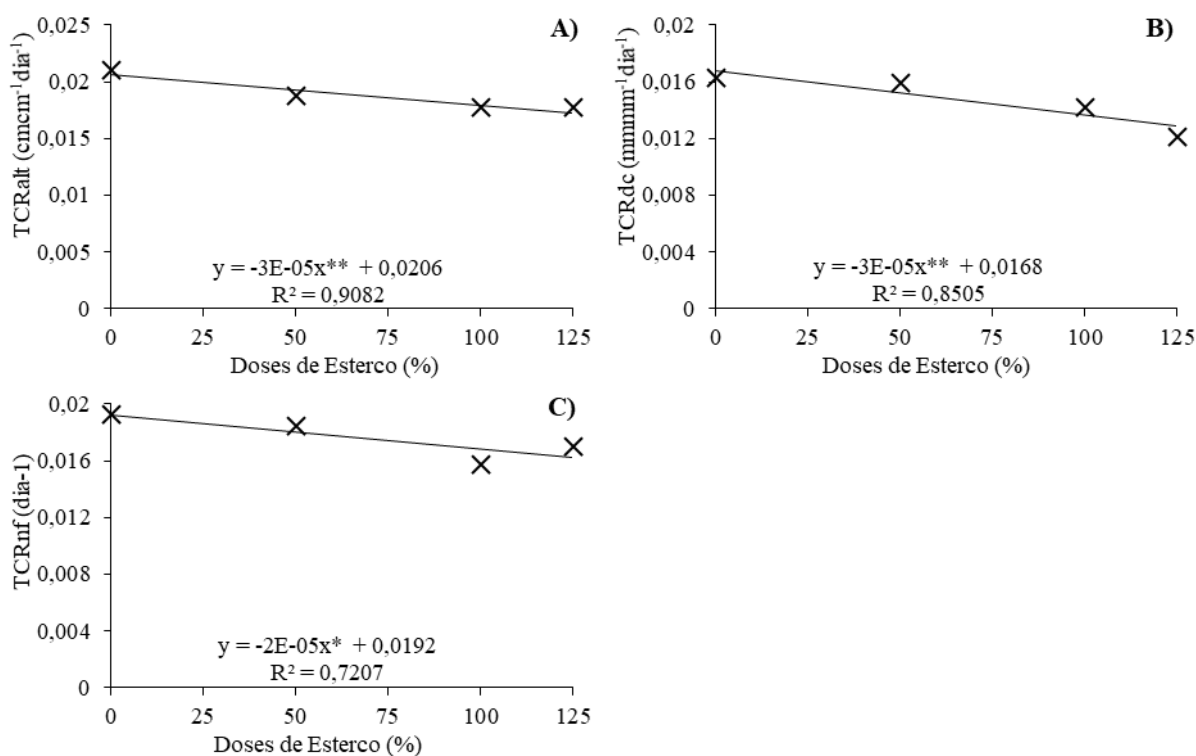
em termos de TCRalt, TCRnf, TCAalt e TCRdc. Resultados semelhantes obteve Lima (2013), ao trabalhar com mamoneira irrigada com águas salinas, observou que para os níveis salinos mais elevados houve uma leve tendência de aumento na TCAap entre os intervalos de tempo de 22-30 DAS e 30-40 DAS.



**FIGURA 2.** Taxa de crescimento relativo (TCR) da altura das plantas (TCRALT), diâmetro dos colmos (TCRDC) e número de folhas (TCRNF), e taxa de crescimento absoluto (TCA) da altura de plantas (TCAALT) e diâmetro do colmo (TCADC) do milho em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Pombal-PB, 2016.

O aumento das doses de esterco bovino exerceu efeitos significativos sobre a TCRalt, TCRdc e TCRnf do milho (Tabela 2); através das equações de regressão (Figura 3)

verifica-se que o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o linear decrescente, ou seja, quando foram submetidas a dose de 125% de esterco bovino, as plantas apresentaram um leve decréscimo nas taxas de crescimento relativo em relação as plantas cultivadas sem adubação com esterco bovino, ou seja um decréscimo de 18,20, 22,32 e 13,02% para TCRalt, TCRdc e TCRnf respectivamente quando comparado as plantas que não foram adubadas com as que foram adubadas com a maior dose (125%) de esterco bovino. Esses resultados divergem do de Mata et al (2010), que trabalhando com milho híbrido produzido sob doses de esterco bovino constatou que a adubação orgânica influenciou no aumento do crescimento da planta em número de folhas, altura e diâmetro dos colmos.



**FIGURA 3.** Taxa de crescimento relativo da altura das plantas (TCRALT), diâmetro dos colmos (TCRDC), número de folhas (TCRNF) do milho em função de doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

Observa-se na Tabela 3 que houve respostas significativas ( $p < 0,01$ ) para o fator salinidade da água de irrigação aos 30 DAS para MSF e MSC. Para o fator doses de esterco bovino, houve respostas significativas ( $p < 0,01$ ) para as variáveis MSF e MSC aos 30 DAS, já aos 60 DAS só houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a MSC. Já para a interação entre

os fatores CEa e as doses de esterco bovino só promoveu efeito significativo ( $p < 0,01$ ) sobre as variáveis MSF e MSC aos 30 DAS.

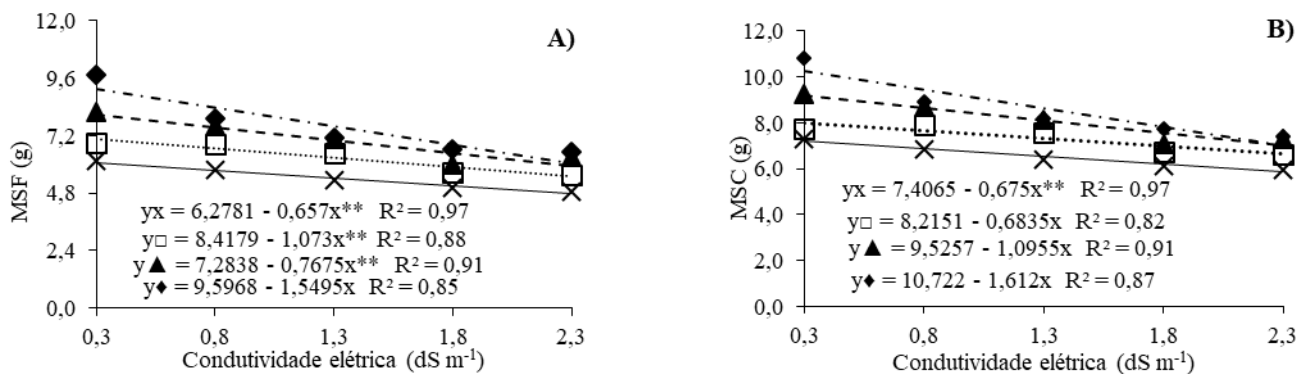
**TABELA 3.** Resumo da Análise de Variância para as variáveis massa seca das folhas (MSF) e do colmo (MSC) aos 30 e 60 DAS do milho cultivado sob irrigação com águas salinas e doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

FV	GL	Quadrado Médio			
		MSF <sup>30</sup>	MSC <sup>30</sup>	MSF <sup>60</sup>	MSC <sup>60</sup>
<b>Salinidade (S)</b>	4	10,834**	10,758**	0,421 <sup>ns</sup>	1,228 <sup>ns</sup>
<b>Doses (D)</b>	3	17,493**	16,784**	6,207 <sup>ns</sup>	8,367*
<b>S x D</b>	12	0,735**	0,862**	1,516 <sup>ns</sup>	1,719 <sup>ns</sup>
<b>Bloco</b>	3	1,479**	1,658**	31,811**	24,322**
<b>Erro</b>	57	0,186	0,192	3,353	2,893
<b>C.V. (%)</b>		6,550	5,730	10,960	8,500
<b>Média</b>		6,579	7,646	16,702	20,011

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ); <sup>30</sup> significativo a avaliação aos 30 DAS ; <sup>60</sup> significativo a avaliação aos 60 DAS

De acordo com o teste F (Tabela 3) a interação entre salinidade da água de irrigação e doses de esterco bovino afetou ( $p < 0,01$ ) a massa seca de folhas e caule aos 30 DAS. Na massa seca de folhas constata-se conforme modelo linear (Figura 4A), decréscimo do MSF das plantas adubadas com 0, 50, 100 e 125% de esterco bovino na ordem de 0,65; 1,07; 0,76; e 1,54 g respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções equivalentes de 22; 27; 22 e 34% na massa seca das folhas das plantas irrigadas com CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup> em relação as sob CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Já na massa seca, também e constata modelo linear (Figura 4B), com decréscimo nas plantas adubadas com 0, 50, 100 e 125% de esterco bovino na ordem de 0,67; 0,68; 1,09 e 1,61 g respectivamente, por aumento unitário da CEa, ou seja, reduções equivalentes de 19; 18; 24 e 32% na MSC das plantas irrigadas com CEa de 2,3 dS m<sup>-1</sup> em relação as sob CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Foi verificado que a salinidade da água exerceu efeitos negativos sob o crescimento do milho, isso, de sobremaneira, se refletiu na perda de biomassa pelas plantas, com isso, considerando que a irrigação com água salina elevou a salinidade da solução do solo, pode-se inferir que houve alterações fisiológicas e nutricionais e, com isso, impactos no crescimento das plantas, consequentemente na biomassa seca das plantas. Segundo Taiz e Zeiger (2013) as

alterações fisiológicas e nutricionais podem ser relacionadas à competitividade de íons tóxicos com os nutrientes essenciais as plantas, causando desequilíbrio nas mesmas e dificultando seu crescimento. Mesmo com esses decréscimos na fitomassa seca da parte aérea do milho, percebe-se que o aumento das doses de esterco bovino proporcionou menores reduções nestas variáveis, mesmo com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Isso pode ter acontecido pelo fato da adubação com esterco bovino ter favorecido na maior retenção de água no solo, fazendo com que a planta pudesse absorver água e nutrientes para o seu desenvolvimento, minimizando um pouco os efeitos do acúmulo de sais na zona radicular pela água de irrigação, proporcionando assim os melhores ajustes osmóticos as plantas.

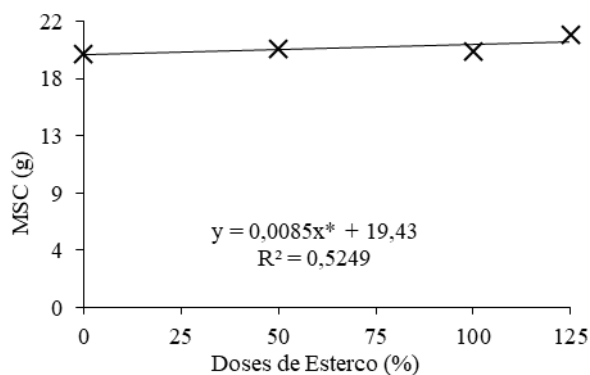


**FIGURA 4.** Massa seca (MS) das folhas (MSF) e do caule (MSC) do milho em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e doses de adubação com esterco bovino aos 30 dias após o semeio. Pombal, PB, 2016.

Verificasse que para o fator doses de esterco bovino, que o aumento das doses proporcionou um aumento linear na MSC aos 60 DAS (Figura 5), promovendo respectivamente, acréscimos na ordem de 0,85% com aumento unitário das dose de esterco bovino, ou seja, aumento de 5% na MSC das plantas adubadas com a dose de 125%, em relação à testemunha, mostrando que o aumento das doses de esterco bovino proporciona aumento no crescimento e desenvolvimento das plantas. Foi verificado que o aumento das doses de esterco bovino exerceu efeitos positivos sob o crescimento do milho, isso, com isso, se refletiu no ganho de biomassa pelas plantas, pelo fato do mesmo ter proporcionado melhor retenção de água no solo e fornecimento de nutrientes. O efeito positivo do esterco bovino sobre o desenvolvimento das plantas se deve não somente ao suprimento de



nutrientes, mas também, a melhoria da fertilidade e da estrutura do solo, e no fornecimento de água, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes originalmente presentes (FILGUEIRA, 2000).



**FIGURA 5.** Massa seca do colmo (MSC) do milho aos 60 DAS, em função de diferentes doses de esterco bovino. Pombal-PB, 2016.

#### 4. CONCLUSÕES

1. O aumento do nível salino da água de irrigação reduziu as fitomassas seca de caule e folha aos 30 DAS, porém, influenciou num maior incremento na fluorescência da clorofila a e nos índices fisiológicos do milho.
2. O aumento das doses de esterco bovino reduziram os índices fisiológicos, porem favoreceram no maior acúmulo de fitomassa seca de caule e folhas do milho.
3. O aumento das doses de esterco bovino pode minimizar os efeitos deletérios dos sais na fitomassa seca de caule e folhas de milho aos 30 DAS.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JUNIOR, A.S. de. et al. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semi-Árido piauiense. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.4, p.873-880, 2006.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: UFPB, 1999. 218 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas.** 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 41, 2003.
- BRITO, L.T.L. et al. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.4 , p.596-602, 2005.
- CANCELLIER, L. et al. Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. *Semina Ciências Agrárias*, [s.l.], v. 32, n. 2, p.527-540, 12 jul. 2011. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p527>.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, setembro de 2013.** 24 Set. 2013.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Reunião Técnica Anual de Milho, 58 e Reunião Técnica Anual de Sorgo, 41: Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015.** Brasília: EMBRAPA, 2013a. 124p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa, 2000, 402 p.
- GENTY, B., BRIANTAIS J-M, BAKER N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochem Biophys Acta*, v. 990, p. 87 – 92, 1989.
- LIMA, G. S. de. **CULTIVO DA MAMONEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS E DOSES DE NITROGÊNIO.** 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2013.
- MATA, J. F.; SILVA, J. C. da.; RIBEIRO, J. F.; AFFÉRI, F. S.; VIEIRA, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v3, n3, Set.- Dez. 2010.
- MEDEIROS, J.F. de. et al. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.3, p. 469-472, 2003.

- MIRANDA, M. A. et al. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 484 - 490, 2011.
- NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: OLIVEIRA A. J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. 1991.
- PORTO, A. P. F. **Cultivares de milho submetidos a diferentes espaçamentos e manejos de capinas no planalto da Conquista - BA**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - Ba, 2010. Cap. 3.
- REGES, K. da S. L. et al. Avaliação dos teores de Ca, Mg e S em pimentão cultivado com água residuária de dessalinizadores via hidroponia com adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.9, nº.5, p. 350 - 356, 2015.
- REZAPOUR, S. Effect of sulfur and composted manure on SO<sub>4</sub>S, P and micronutrient availability in a calcareous saline – sodic soil. **Chemistry and Ecology**, Ancona, v. 30, n. 2, p. 147-155, 2014.
- SILVA, M. T.; AMARAL, J. A. B. Zoneamento risco climático para a cultura do amendoim no estado do Rio Grande do Norte. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.7, n.2, p.93-99, 2007.
- SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n. 11, p.1143-1151, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- USDA - United States Department of Agriculture. **Grain: World Markets and Trade**. 24 Set. 2013.
- WILLADINO, L.; OLIVEIRA FILHO, R. A. de.; SILVA JUNIOR, E. A. da; GOUVEIA NETO, A.; CAMARA, T. R. Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 42, núm. 2, abril-jun, 2011, pp. 417-422.