



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ADRIANA DA SILVA SANTOS**

**INFLUÊNCIA DA SALINIDADE E ADUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DO SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench CV.  
BRS 610)**

**DIGITALIZAÇÃO  
SISTEMOTECA - UFCC**

**POMBAL, PB  
2016**

**ADRIANA DA SILVA SANTOS**

**INFLUÊNCIA DA SALINIDADE E ADUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DO SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench CV.  
BRS 610)**

Monografia apresentada à Coordenação Curso de  
Agronomia da Universidade Federal de Campina  
Grande, como um dos requisitos para obtenção do  
grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> D. Sc. Rosilene Agra da Silva

POMBAL, PB  
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S237i

Santos, Adriana da Silva.

Influência da salinidade e adubação na germinação e crescimento inicial do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench CV. BRS 610) / Adriana da Silva Santos. - Pombal, 2016.

38 f. : il. color.

Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Rosilene Agra da Silva; Coorientação: Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá".

1. Produção de Forragem. 2. Qualidade da Água de Irrigação. 3. Estresse Salino. 4. Semiárido. I. Silva, Rosilene Agra da. II. Maracajá, Patrício Borges. III. Título.

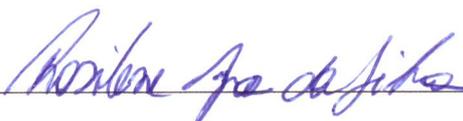
CDU 633.17(043)

ADRIANA DA SILVA SANTOS

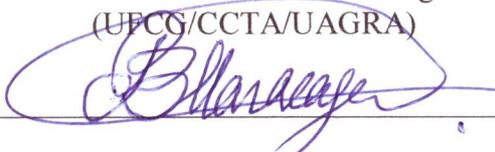
**INFLUÊNCIA DA SALINIDADE E ADUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DO SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench CV.  
BRS 610)**

Aprovada em, 18 de Outubro de 2016.

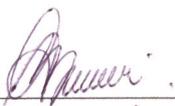
**BANCA EXAMINADORA:**



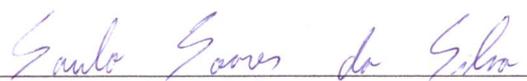
Orientador – Prof.<sup>a</sup> D. Sc. Rosilene Agra da Silva  
(UFCG/CCTA/UAGRA)



Co-orientador – Prof. D. Sc. Patrício Borges Maracajá  
(UFCG/CCTA/UAGRA)



Membro – Prof. D. Sc. Antônio Francisco de Mendonça Junior  
(UFCG/CCTA/UAGRA)



Membro – Agrônomo Saulo Soares da Silva  
(MESTRANDO/PPGSA/UFCG/CCTA)

*Com muito carinho aos meus pais, Adailton Bezerra dos Santos e Zilmá Rosa Maria da Silva, ao meu irmão Aécio da Silva Santos, por nunca terem desistido de mim, á todos os meus familiares e amigos pela força, compreensão e companheirismo.*

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Jesus Cristo, aquele que com honra e glória agradecerei eternamente por tudo que Ele fez e faz em minha vida.

Aos meus pais, irmão, e a toda minha família por nunca terem desistido de acreditar em mim.

A todos colegas e amigos do período 2011.2 do curso de Agronomia da UFCG campus de Pombal, em especial a Jannine Fernandes, Rayane Pereira, Juliana Formiga, Alex Béu, Eduardo Pereira, Guilherme Veloso, Raissa Dias, Tibério Henrique e Ilana Thaynan.

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, por essa oportunidade.

A Professora Doutora, grande amiga e segunda mãe Rosilene Agra da Silva, pela orientação, competência e amizade.

Ao Professor Doutor Patrício Borges Maracajá, pela amizade, incentivo e humildade do mesmo.

Aos professores da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias—UAGRA/CCTA/UFCG - Campus de Pombal pelos conhecimentos transmitidos.

Aos amigos Saulo Soares e Luciano Frade pela grande ajuda no decorrer desse trabalho.

A todas as minhas amigas e amigos, principalmente aos que conheci na UFCG e que sempre estiveram comigo, em especial a um grupo formado por Danielle Cajá, Jannine Fernandes, Fernanda Silva, Roberta Duarte, Rilda Gomes, Mariana Dias, Raffaella Silva, Raissa Dias, Ellen Caroline, Francisco Marto, Bruno Anacleto, Rafael Rocha e Huanna Lucena, que me proporcionaram momentos incríveis e inesquecíveis durante todos esses anos.

A Minha amiga Jannine Fernandes que sempre morou comigo, dividindo os momentos bons e ruins da vida.

A minhas amigas, Mariana Dias, Raissa Cavalcante, Jannine Fernandes, Raffaella Silva por terem me ajudado durante toda condução do experimento e coletas dos dados.

A toda pombal que me recebeu e me acolheu de braços abertos, me proporcionando momentos inesquecíveis.

Ao coordenador do curso de agronomia Anielson Souza, por sua competência.

## SUMÁRIO

	Página
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
2.1. Aspectos gerais da cultura do sorgo e sua origem.....	13
2.2. Produtividade, utilização e importância econômica .....	14
2.3. Sorgo forrageiro BRS 610 .....	15
2.4. Qualidade da água para irrigação .....	15
2.5. Uso de água salina na irrigação .....	16
2.6. Efeito da salinidade nas plantas.....	16
2.7. Sorgo cultivado sob ambiente salino .....	17
2.8. Importância da adubação no desenvolvimento de plantas forrageiras .....	18
2.9. Adubação na cultura do sorgo forrageiro .....	19
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo de sorgo forrageiro sob diferentes níveis de salinidade e diferentes formas de adubação.....	21
<b>TABELA 2.</b> Caracterização química do esterco bovino utilizado.....	22
<b>TABELA 3.</b> Resumo da análise de variancia para as variaveis % GERM, IVE(%), PC, AP, DC, NF, AF, MFPA, MPS(%), MSF(%) e Umidade do sorgo aos 51 DAS, em função da CEa da agua de irrigação e diferentes manejos de adubação. Pombal-PB, 2016.....	25

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Percentagem de emergência (a), índice de velocidade de emergência (b), primeira contagem (c), diâmetro do caule (d) e área foliar (e) do sorgo aos 51 dias em função da CEA da água de irrigação (1= 0,3  $\text{dsm}^{-1}$ ; 2= 2,3  $\text{dsm}^{-1}$ ; 3= 4,3  $\text{dsm}^{-1}$ ; 4= 6,3  $\text{dsm}^{-1}$  e 5= 8,3  $\text{dsm}^{-1}$ ). Pombal-PB, 2016.....27
- FIGURA 2.** Diâmetro do caule (a), número de folhas (b) e área foliar (c) do sorgo aos 51 dias sob diferentes manejos de adubação (1= sem adubação; 2=adubação orgânica; 3= adubação mineral e 4= adubação organomineral). Pombal-PB, 2016.....28
- FIGURA 3.** Altura de planta do sorgo aos 51 dias em função da interação entre a salinidade da água de irrigação (1= 0,3  $\text{dsm}^{-1}$ ; 2= 2,3  $\text{dsm}^{-1}$ ; 3= 4,3  $\text{dsm}^{-1}$ ; 4= 6,3  $\text{dsm}^{-1}$  e 5= 8,3  $\text{dsm}^{-1}$ ) com diferentes formas de adubação (a = sem adubação; b =adubação orgânica; c = adubação mineral e d = adubação organomineral). Pombal-PB, 2016.....30
- FIGURA 4.** Massa fresca da parte aérea do sorgo aos 51 DAS em função da interação entre a salinidade da água de irrigação (1= 0,3  $\text{dSm}^{-1}$ ; 2= 2,3  $\text{dSm}^{-1}$ ; 3= 4,3  $\text{dSm}^{-1}$ ; 4= 6,3  $\text{dSm}^{-1}$  e 5= 8,3  $\text{dSm}^{-1}$ ) com diferentes formas de adubação (A= sem adubação; B=adubação orgânica; C= adubação mineral e D= adubação organomineral). Pombal-PB, 2016.....31

## RESUMO

SANTOS, Adriana da Silva. INFLUÊNCIA DA SALINIDADE E ADUBAÇÃO NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DO SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench CV. BRS 610), Monografia (Curso de Agronomia), CCTA/UFCG. 2016.

Objetivou-se avaliar com essa pesquisa a influência dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench cv. brs 610), bem como o efeito das adubações químicas e orgânicas na atenuação das possíveis consequências advindas do excesso de sais na água, sobre estas fases. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal (CCTA/UFCG) no Setor de Forragicultura. A irrigação foi realizada pelo método de lisímetria de drenagem. Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 20 litros, perfurados e conectados a mangueiras coletoras para condução da fração de água lixiviada, como forma de controle da irrigação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 5x4, considerando água salina com cinco valores de condutividade elétrica (CEa): 0,3; 2,3; 4,3; 6,3 e 8,3 dS m<sup>-1</sup> e quatro formas de adubação: 1= sem adubação (testemunha); 2= adubação orgânica (esterco bovino); 3= adubação mineral e 4= adubação organomineral, totalizando vinte tratamentos com três repetições. Foram avaliada percentagem de germinação (%GERM), primeira contagem (PC%), índice de velocidade de emergência (IVE). Aos 51 dias após o início das aplicações das soluções salinas foram feitas medidas de altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF) comprimento (C) e largura (L) da folha para determinação da área foliar, massa fresca da parte aérea (MSPA), massa pré-seca (MPS%), matéria seca da forrageira(MSF%) e umidade. As plantas tiveram um desenvolvimento satisfatório até o nível de salinidade 3 (4,3 dS m<sup>-1</sup>). A adubação orgânica e organomineral foram superiores com relação à altura de plantas (AP) e massa fresca da parte aérea (MFPA). O estresse salino provocado pelo NaCl afeta negativamente a germinação de sementes de sorgo forrageiro BRS 610, reduzindo o desenvolvimento das plantas.

**Palavras-chaves:** Produção de forragem; Qualidade da água de irrigação; Estresse salino; Semiárido.

## ABSTRACT

SANTOS, Adriana da Silva. INFLUENCE OF SALINITY AND MANURE IN GERMINATION AND INITIAL GROWTH sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench cv. BRS 610), Monograph (Agronomy Course), CCTA / UFCG. 2016.

This study aimed to evaluate the influence of salinity levels of irrigation water on the germination and initial development of sorghum plants (*Sorghum bicolor* L. Moench cv. Br 610), and the effect of chemical and organic fertilizers in mitigating the possible consequences resulting from the excess salts in the water, on these stages. The experiment was conducted at the Science Center and Agrifood Technology Federal University of Campina Grande, Campus de Pombal (CCTA / UFCG) in the Forage Section. Irrigation was performed by drainage lysimeter method. plastic pots were used for capacity 20 liters, perforated and connected to the collector hoses for conducting the leached water fraction, in order to control irrigation. The experimental design was arranged in randomized blocks in a 5x4 factorial scheme, considering saline water with five electrical conductivity values (CEA): 0.3; 2.3; 4.3; 6.3 and 8.3 dS m<sup>-1</sup> and four forms of fertilizer: 1 = no fertilization (control); 2 = organic fertilizer (manure); 3 = 4 = mineral fertilizer and organic-fertilizer, totaling twenty treatments with three replications. They were evaluated germination percentage (% GERM), first count (PC%), emergency velocity index (EVI). At 51 days after the start of application of the salt solutions were made Plant height measurements (AP), stem diameter (DC), number of leaves (NF) length (L) and width (L) of the leaf for determining the area leaf, fresh weight of aerial part (DMAP), pre-dry mass (MPS%), dry matter forage (MSF%) and humidity. The plants had a satisfactory development to the level of salinity 3 (4.3 dS m<sup>-1</sup>). The organic and organic fertilization were higher in relation to plant height (AP) and fresh weight of shoot (MFPA). Salt stress caused by NaCl adversely affects the sorghum seed germination feed BRS 610, reducing the development of the plants.

Keywords: Forage production; irrigation water quality; salt stress; Semiarid region.

## 1. INTRODUÇÃO

O êxito do setor pecuário no semiárido nordestino é dependente diretamente da disponibilidade de alimento de qualidade, a qual pode ser adquirida a partir do uso da irrigação na produção de forragem (Silva, et al., 2014). As gramíneas forrageiras são consideradas a base alimentar dos animais, principalmente em sistemas extensivos de pastejo. O desenvolvimento de plantas adaptadas a determinadas regiões e/ou condições de solo e clima possibilita aos produtores a oportunidade de produzir forragens de alta qualidade e, assim, aumentar a produtividade animal (Teixeira, et. al, 2008).

A cultura do sorgo vêm ocupando lugar de destaque na região Nordeste, pelas suas elevadas produtividades mesmo quando irrigadas com água de elevada salinidade e podem se constituir em alternativas para cultivos que utilizem recursos (água e solo) salinos (Morais Neto, 2009). O sorgo é conhecido por sua tolerância moderada ao estresse salino (Tabosa et al., 2007), além de possui potencial para se desenvolver e se expandir em regiões que apresentam riscos de ocorrência de déficit hídrico, distribuição irregular de chuvas e altas temperaturas, (Santos et al., 2007). Devido apresentar elevado rendimento e características que favorecem o perfil de fermentação desejável, assim como adequados teores de matéria seca e de substratos fermentescíveis, além de sua versatilidade e eficiência, tanto do ponto de vista fotossintético como em velocidade de maturação, podendo ser também utilizado como alimento humano e animal (Fernandes et al., 2009). Ele também pode ser utilizado para a produção de silagens e como planta de cobertura.(Silva et al., 2012).

O excesso de sais e o déficit hídrico são os fatores que mais tem afetado negativamente a germinação, o desenvolvimento vegetativo das culturas e consequentemente a produtividade em regiões semiáridas, chegando a causar até a morte de plântulas em alguns casos (Silva e Pruski, 1997). Esse excesso de sais nas regiões semiáridas brasileiras ocorre devido os solos serem jovens e rasos principalmente em localidades onde a evapotranspiração é maior do que a precipitação da região, favorecendo o acúmulo de sais na superfície do solo e limitando o acúmulo de água de boa qualidade.

De acordo com Marcos Filho (2005), a água é um dos fatores mais importantes que afetam a germinação estando ela envolvida em todas as etapas da germinação, pois a água é osmoticamente retida em solução salina, assim, o aumento da concentração salina torna-a cada vez menos disponível para as plantas (Munns, 2002). Isso ocorre devido potenciais osmóticos muito negativos atrasarem e diminuir a germinação,

havendo um nível mínimo de umidade que a semente deve atingir para germinar, o qual depende da composição química e permeabilidade da testa (Verslues et al., 2006).

A boa produtividade do sorgo necessita de um adequado manejo para um bom desenvolvimento inicial. Um dos fatores primordiais para que isso aconteça é se fazer o manejo adequado da adubação para o bom estabelecimento da cultura, e o estudo de diferentes alternativas permite ao produtor utilizar a mais adequada ao seu nível de tecnologia. Freire & Freire (2007), afirmam que materiais orgânicos como esterco de curral, atuam como fontes de cálcio e magnésio em dano do sódio, além de contribuir para redução da percentagem de sódio trocável (PST), possivelmente em virtude da liberação de CO<sub>2</sub> e produção de ácidos orgânicos, durante a decomposição da matéria orgânica.

De acordo com Oliveira et al, (2009), em solos salinos a MOS atua como ligante entre as partículas unitárias do solo, dispersas principalmente pela presença do sódio, resultando em melhoria nas propriedades físicas, aumentando assim a condutividade hidráulica, a infiltração de água e a permeabilidade. A utilização de esterco bovino é uma prática milenar que perdeu espaço com o advento dos adubos químicos, retomando a sua importância com o crescimento da preocupação com o meio ambiente e com a alimentação saudável (Sampaio et al, 2007).

A aplicação de adubos nitrogenados tem apresentado uma interação com a salinidade das águas utilizadas para irrigação, resultando em um alívio sobre as perdas no crescimento e na produção das plantas (Nobre et al., 2010). São poucos os estudos para recomendações de adubação no sorgo principalmente com o nitrogênio (N) que é o nutriente mais limitante e o mais requerido (Lima et al., 2013).

Estudos relacionados à influência do manejo nutricional sobre os caracteres agrônômicos de genótipos de sorgo ainda são escassos na região Nordeste do Brasil. Portanto, verifica-se a necessidade de conhecimentos técnicos mais acurados sobre a nutrição de plantas de sorgo na região Nordeste do Brasil, possibilitando a expansão de seu uso e maior diversificação de variedades (Ferreira, et al, 2012).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência dos níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench CV. BRS 610), bem como o efeito das adubações químicas e orgânicas na atenuação das possíveis consequências advindas do excesso de sais na água, sobre estas fases.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos gerais da cultura do sorgo e sua origem

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta C4, pertencente à família *poaceae*, do gênero *sorghum*. Atinge 1 a 4 metros de altura, gerando uma inflorescência terminal do tipo paniculado, sua espiga é séssil, fértil, acompanhada por duas espiguetas estéreis pedunculadas que caracterizam o gênero. Sua inflorescência é uma panícula e seu fruto é uma cariopse ou grão seco. O sistema radicular é composto por raízes que por possuir sílica na endoderme, grande quantidade de pêlos absorventes e altos índices de lignificação de periciclo, conferem à cultura maior tolerância ao déficit hídrico e o excesso de umidade no solo, do que os demais cereais. O caule é dividido em nós e entrenós e folhas ao longo de toda a planta. Se adaptam bem a altas temperaturas, onde em sua maioria os materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21° C para um bom crescimento e desenvolvimento (Magalhães et al. 2010), sua temperatura ótima para a cultura geral é em torno de 33 a 34° C (Magalhães, 2000).

A planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, os quais servem como uma defesa química contra pássaros, patógenos e outros competidores, devido suas sementes não apresentar uma proteção, como as plantas de milho por exemplo (Fernandes, 2013).

É cultivado principalmente onde a precipitação anual se situa entre 375 e 625 mm ou onde há possibilidade de se fazer irrigação suplementar (Ribas, 2009).

O sorgo pode ser classificado agronomicamente em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte; e vassoura, onde suas panículas são confeccionadas vassouras, mais conhecidas como vassoura caipira (Embrapa 2009). O granífero possui um porte mais baixo, com alta produção de grãos, porém é o de maior expressão econômica. O forrageiro para silagem diferentemente do granífero, possui porte alto (acima de 2,0 m), elevada produção de biomassa por área cultivada. O sorgo de pastejo é mais uma alternativa para sistemas de produção de forragem à disposição de pecuaristas tecnificados, apresenta alto potencial de produção de matéria seca em cortes ou rebrotas sucessivas. Existe a divisão ainda em mais dois grupos (sorgo sacarino e lignocelulósico), como derivação do segmento de cultivares de sorgo forrageiro. (Embrapa, 2011).

A origem do sorgo está provavelmente na África e parte da Ásia. Sua domesticação, segundo registros arqueológicos, deve ter acontecido por volta de 3000 A.C., ao tempo em que a prática da domesticação e cultivo de outros cereais era

introduzida no Egito Antigo a partir da Etiópia. É um produto da intervenção do homem onde, a partir da domesticação desta espécie por séculos ocorreram mudanças a fim de atender as exigências e demandas do ser humano. O sorgo foi extensivamente cultivado nos EUA para produção de xarope ou melaço na primeira década do século XX, onde as cultivares eram de porte muito alto e tardias, dificultando o processo de colheita. Os primeiros colonizadores das Grandes Planícies do Oeste Americano, então, selecionaram plantas que se adaptassem melhor á agricultura que se modernizava na segunda década do século XX. A partir daí novas seleções foram feitas, acrescentando algumas características ás cultivares, como a diminuição do porte da planta e sua precocidade (Embrapa 2010).

## **2.2. Produtividade, utilização e importância econômica**

No Brasil a cultura apresenta grande expansão, em média 18% ao ano, a partir de 2001, principalmente em semeaduras de sucessão a culturas de verão, com destaque para os maiores produtores, em ordem decrescente, os Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e São Paulo, onde se concentram 89% do sorgo granífero cultivado no país. O estado de Minas Gerais responde por aproximadamente 20% da produção nacional, em 126 mil hectares plantados, produzindo 443,7 mil toneladas de grãos, resultando em rendimento médio de 3.521 kg ha<sup>-1</sup> de grãos (Conab, 2012).

O Centro Oeste é a principal região de cultivo de sorgo granífero, enquanto o Rio Grande do Sul e Minas Gerais, de sorgos forrageiros. No nordeste, a cultura é plantada na estação das chuvas (Teixeira & Teixeira, 2004). Devido a sua característica de tolerância ao déficit hídrico, tem sua potencialidade para o cultivo nessa região, sendo cultivado principalmente por pequenos produtores em sistema consorciado. A Bahia se destaca como sendo o maior produtor, com cerca de 75,7 toneladas por hectare, deixando Pernambuco com a segunda posição com 10,7 toneladas por hectare para a produção de 2009 de acordo com dados oficiais fornecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento – (Conab, 2009).

O sorgo é o quinto cereal mais produzido no mundo, ficando atrás do milho, trigo, arroz e cevada. Essa cultura é tida como uma boa substituta do milho na produção agrícola e animal (Embrapa 2009).

As culturas de milho e sorgo têm sido as espécies mais utilizadas no processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimentos e especialmente pela qualidade da silagem produzida. O sorgo forrageiro é uma boa opção na conservação do

excesso de forragem, produzida na época de abundância, para suprir as necessidades de alimentação dos animais nos meses de escassez, sendo fundamental para a manutenção de um programa sustentado de produção animal (Embrapa, 2011).

### **2.3. Sorgo forrageiro BRS 610**

O sorgo forrageiro brs 610, híbrido desenvolvido pela Embrapa milho e sorgo, quando cultivado sob ótimas condições é conhecido pela produção de silagem de alta qualidade. Cultivar de porte alto (em torno de 2,50 metros), destaca-se pela produtividade de matéria seca, excelente sanidade foliar e resistência ao acamamento. Apresenta alta digestibilidade de matéria seca, com potencial máximo de produção de matéria seca quando a semeadura é feita até meados de dezembro. Em plantios além dessa época, o BRS 610 tem seu potencial reduzido pelo efeito do fotoperíodo. Seu ciclo dura em torno de 90 a 100 dias (ponto de grãos leitosos/pastosos, ideal para ensilagem) e possui colmos secos, com excelente padrão fermentativo (Rodrigues, et al., 2004).

### **2.4. Qualidade da água para irrigação**

Dentre os sistemas de produção de alimentos que mais cresce, estão a agricultura irrigada que responde por cerca de 20% de toda a área agrícola do mundo, por 40% da produção mundial de alimento e por cerca de 70% do consumo de água doce (Fao, 2004). Segundo Medeiros et al. (2003) a escassez relativa de recursos hídricos nas regiões áridas e semiáridas envolvem aspectos quantitativos e qualitativos, sobretudo no que diz respeito à presença de sais nestes recursos, causando restrições de uso para o consumo humano, animal e irrigação.

A escassez desse recurso no Brasil é bastante visível, sobretudo na região semiárida do Nordeste que corresponde a 58% do território. A água utilizada na irrigação nessa região apresenta em grande parte alto teor de sais, tanto em águas superficiais como subterrâneas como nos açudes de pequeno e médio porte (superficiais) e poços (água subterrâneas) (Medeiros et al., 2003).

Devido à escassez de chuvas nos últimos anos a disponibilidade da água para consumo humano e para a prática agrícola vem sendo gradativamente reduzida tanto em qualidade como em quantidade, fazendo assim necessário o uso alternativo de água de qualidade inferior para atender a demanda da irrigação agrícola nessas regiões (Silva, et al., 2014).

A qualidade da água para irrigação está relacionada a seus efeitos prejudiciais aos solos e às culturas, exigindo muitas vezes técnicas especiais de manejo para controlar ou compensar eventuais problemas associados a sua utilização. Os problemas causados pela qualidade da água podem ser resumidos nos seguintes efeitos principais: salinidade, permeabilidade do solo e toxidez às plantas cultivadas (Ayers & Westcot 1976). Segundo Bezerra *et al.* (2010) as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade, é um dos principais fatores limitante ao crescimento e desenvolvimento de algumas culturas.

### **2.5. Uso de água salina na irrigação**

Diversas alternativas têm sido avaliadas com o objetivo de possibilitar o uso de águas salinas na agricultura irrigada, dentre estas se podem citar: o uso de espécies halófitas forrageiras ou leguminosas, maior eficiência no manejo do solo, rotação de culturas, irrigação com misturas de águas de diferentes concentrações salinas, maior eficiência no manejo da irrigação, assim como uso de adubos como amenizadores dos efeitos dos sais da água de irrigação sobre as plantas (Silva *et al.* 2008).

A prática da irrigação com água salina na agricultura deve ser considerada como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água. Neste sentido, deve-se garantir o seu uso através de um manejo cuidadoso (Oliveira *et al.*, 2006).

### **2.6. Efeito da salinidade nas plantas**

As culturas respondem diferentemente à salinidade podendo ser desde sensíveis a altamente tolerantes ao ambiente salino (Santana *et al.*, 2007), sendo este um dos fatores que mais afetam o crescimento e desenvolvimento das culturas (Munns & Tester, 2008). As plantas mais adaptadas aos ambientes salinos são conhecidas como halófitas e as plantas sensíveis à salinidade ou mais bem adaptadas aos ambientes não salinos, são chamadas de glicófitas (Larcher, 2000). O grau de tolerância à salinidade das plantas depende da ativação de múltiplas vias bioquímicas que promovem a acumulação de água nas células, resguardando as funções fotossintéticas (Esteves e Suzuki, 2008).

Em regiões áridas e semiáridas, a prática da irrigação associada ao manejo inadequado dessa irrigação, pode ocasionar acúmulo de sais no solo e conseqüentemente esses sais serão muitas vezes prejudiciais no desenvolvimento das

culturas. Esse processo denomina-se de salinização secundária, que ocorre devido ao manejo inadequado da irrigação associado à drenagem deficiente e à presença de águas subsuperficiais ricas em sais solúveis localizadas em baixa profundidade. A aplicação de fertilizantes de forma excessiva e pouco parcelada ao longo do ciclo cultural, também pode intensificar esse problema, o que induz as plantas a uma condição de estresse (Oliveira et al, 2010). As concentrações de sais podem atingir valores elevados nessas regiões, devido suas características climáticas com elevadas taxas de evaporação e transpiração e baixa precipitação, possibilitando a ascensão de sais na superfície do solo (Medeiros et al., 2010).

Munns (2005) afirma que a inibição do crescimento das plantas sob condições salinas ocorre tanto devido ao déficit hídrico provocado pela redução do potencial osmótico do solo, quanto pelo efeito causado pelo acúmulo de determinados íons no protoplasma, podendo causar problemas de toxicidade iônica, deficiências nutricionais ou os dois problemas ao mesmo tempo. No ambiente salino prevalece os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , dos quais podem acarretar em algumas consequências nas folhas das plantas, como necrose nos tecidos foliares e a aceleração da senescência de folhas maduras, reduzindo assim a área destinada à fotossíntese (Munns, 2002), ocasionando limitação da atividade fotossintética não só a partir do fechamento estomático ocasionado pelo estresse osmótico, mas também pelo efeito dos sais sobre as folhas (Coelho, et. al. 2014).

### **2.7. Sorgo cultivado sob ambiente salino**

O sorgo é reconhecido tanto por suas características bromatológicas que possibilitam fermentação adequada e consequente armazenamento sob forma de silagem, pelos teores elevados de carboidratos solúveis e, até mesmo, de proteína bruta, em algumas variedades, por suas características agrônômicas que, entre outras, incluem elevada produtividade de biomassa (Von Pinho et al., 2006), quanto por sua tolerância moderada ao ambiente salino (Tabosa, et al., 2007).

Rhoades, Kandiah e Mashali (2000), relatam que o sorgo tem sua salinidade limiar em  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  para condutividade elétrica da água de irrigação com as plantas já estabelecidas.

Oliveira, et al, (2009), trabalhando com estresse salino em sementes de sorgo, relatam que os sais afetam negativamente o desempenho das sementes de sorgo, reduzindo a germinação e vigor. Coelho, et. al. (2014), afirmam que níveis de salinidade entre  $3$  e  $5 \text{ dS m}^{-1}$  favoreceram o crescimento da parte aérea e das raízes das plântula, o

que demonstra boa tolerância à salinidade, quando testado algumas variedades sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino.

### **2.8.Importância da adubação no desenvolvimento de plantas forrageiras**

Para que não ocorra interferência na produção e na qualidade das plantas forrageiras, faz-se necessário atender de forma adequada as exigências nutricionais da planta, utilizando uma boa adubação de estabelecimento. A adubação nitrogenada e potássica incorporada á adubação fosfatada podem ser utilizados para elevar a produção e qualidade da forrageira (Sousa & Lobato, 2004).

De acordo com Viana, et. al (2011) a aplicação do nitrogênio é de fundamental importância para a manutenção da produtividade e da sustentabilidade da pastagem, sendo sua deficiência considerada um fator importante no processo de degradação. Esse nutriente é um constituinte de proteína e interfere no processo fotossintético (Megda, 2009).

Em se tratando do potássio, sua carência reflete uma baixa taxa de crescimento, visto que esse nutriente participa direta ou indiretamente de vários processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração (Simili, et al. 2010).

O fósforo atua no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na fotossíntese, na respiração, no metabolismo de açúcares, na divisão celular e no alargamento das células. Seu suprimento adequado promove o uso mais eficiente da água e, conseqüentemente, dos outros nutrientes como o nitrogênio e o potássio (Guimarães, 2011). Em quantidades adequadas, ele estimula o desenvolvimento radicial, é essencial para a boa formação da planta e incrementa a produção (Raij 1991).

Faria, et al (2015), trabalhando com adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada verificou que mesmo em solos com boa disponibilidade de fósforo residual, a falta da adubação de cobertura proporcionou um declínio de 25,5% na altura de plantas em relação as que receberão adubação de cobertura. A adubação de cobertura com nitrogênio e potássio otimizou a produção do capim, proporcionando aumentos significativos em todas as características morfogênicas estudadas, demonstrando que sua utilização pode ser benéfica para elevar a produtividade e melhorar a qualidade nutricional das pastagens.

Além do mal uso de adubos e um manejo inadequado nas pastagens, em áreas que promovem sua renovação com uso de fertilizantes, os mesmos são utilizados apenas

no estabelecimento, e algum tempo depois têm novamente a sua degradação, fazendo-se necessária a aplicação contínua dos fertilizantes na produção da forrageira, comparada à aplicação descontínua (Martinello & Berardo, 2007). A intensidade da resposta da forrageira à adubação também pode variar em função da fertilidade do solo. Primavesi et al. (2008) trabalhando com pastagem de *Paspalum regnellii*, verificou no segundo ano, que ocorrem respostas para nitrogênio e fósforo no solo com fertilidade baixa e para nitrogênio no solo com fertilidade média em fósforo e potássio.

Em virtude da liberação de CO<sub>2</sub> e produção de ácidos orgânicos, durante a decomposição da matéria orgânica, o esterco de curral pode contribuir na redução da percentagem de sódio trocável (PST), além de atuarem como fontes de cálcio e magnésio em prejuízo do sódio (Freire & Freire, 2007). Quimicamente, a adubação orgânica é importante fonte de nutrientes, especialmente N, P, K e micronutrientes, sendo a única forma de armazenamento de N que não volatiliza e, ainda, responsável por 80% do fósforo total encontrado no solo (Malavolta et al., 2002).

De acordo com Kiehl (1985), o efeito da matéria orgânica (MO) sobre a produtividade pode ser direto por meio do fornecimento de nutrientes ou pelas alterações das propriedades físicas do solo, melhorando o desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente instigando o desenvolvimento das plantas. Porém, é necessário ter o conhecimento que o uso de adubos orgânicos promove a liberação lenta de nutrientes com a vantagem de aumentar o teor de MO do solo, solubilizando os macro e micronutrientes para a solução do solo (Menezes et al., 2004).

## **2.9. Adubação na cultura do sorgo forrageiro**

O sorgo destaca-se pela adaptação a estresses ambientais e resposta a aplicação de fertilizantes, sobressaindo em versatilidade e eficiência fotossintética e de maturação em diversas áreas de produção. Apesar de uma crescente importância na alimentação animal, devido a grande produção de matéria seca, importante utilização para produção de silagem, tolerância ao estresse hídrico e salino, ainda são poucas as informações ou recomendações relativas à nutrição e adubação do sorgo forrageiro na literatura, principalmente com o nitrogênio (N) que é o nutriente mais limitante e o mais requerido (Lima et al., 2013). Suas produções são irregulares nas diversas regiões, em consequência tanto da não utilização dos híbridos/cultivares mais adaptados às condições edafoclimáticas locais, como, também, da não correção de deficiências nutricionais no solo (Cândido et al. 2002).

Alguns estudos sobre a influência das adubações sobre genótipos de sorgo são importantes ferramentas para recomendar aos produtores cultivares que melhorem a produtividade e alta qualidade nutritiva das silagens (Neumann et al. 2002). O esterco bovino destaca-se como insumo natural, de baixo custo e de utilização acessível às condições técnica e econômica dos pequenos produtores, com menor impacto sobre o meio ambiente (Santos et al. 2009).

Freitas, et al. (2012), em pesquisa feita com doses de adubação orgânica no sulco de plantio e estudando sua influência no desenvolvimento do sorgo, verificou que o uso de esterco se mostrou eficiente quando aplicado no sulco de plantio nas doses de 40, 50 e 60 t ha<sup>-1</sup>. Freitas & Sousa, (2009), também verificaram que as doses de 50 e 60 t/ha de esterco de curral curtido e 500 kg/ha de adubação mineral não diferiram estatisticamente entre si e proporcionam maior velocidade de crescimento inicial das plântulas de sorgo comparando-se com a testemunha, quando adubadas no sulco de plantio.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal (CCTA/UFCG) no Setor de Forragicultura. O município de Pombal situa-se na região oeste do Estado da Paraíba, Mesoregião Sertão Paraibano. situa-se à uma altitude de 184 metros e possui coordenadas de 632.393EW e 9.251.510NS. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm (Cpmr, 2005). Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 20 litros, perfurados e conectados a mangueiras coletoras para condução da fração de água lixiviada, como forma de controle da irrigação. Os vasos foram preenchidos com uma camada de brita de aproximadamente dois centímetros, completando-se o volume com solo. O solo utilizado foi coletado no município de Pombal, nas proximidades da universidade. O solo é um Neossolo fluvico, coletado na profundidade de 0 a 0,3 m, cujas características químicas e físicas são apresentadas na tabela 1.

**TABELA 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado para o cultivo de sorgo forrageiro sob diferentes níveis de salinidade e diferentes formas de adubação.

Classificação textural	Densidade aparente g cm <sup>-3</sup>	Porosidade total %	Matéria orgânica		Complexo sortivo				
			P mg dm <sup>-3</sup>	P g kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
			----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
Franco arenoso	1,38	47,00	32	17	5,4	4,1	2,21	0,28	

Extrato de saturação										
pHes	CEes	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Saturação
	dS m <sup>-1</sup>	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				-----				%
7,41	1,21	2,50	3,75	4,74	3,02	7,50	3,10	0,00	5,63	27,00

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 ° C

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 5x4, considerando água salina com cinco valores de condutividade elétrica (CEa): 0,3; 2,3; 4,3; 6,3 e 8,3 dS m<sup>-1</sup> e quatro formas de adubação: 1- sem adubação (testemunha); 2- adubação orgânica (esterco bovino); 3- adubação mineral e 4- adubação mineral+orgânica, totalizando vinte tratamentos com três repetições. A adubação orgânica foi feita com esterco bovino curtido baseada em Freitas & Sousa, (2009), na dose de 50t/ha. As características químicas e físicas do esterco se encontram na tabela 2. A adubação mineral foi realizada com NPK, adotando-se a recomendação

de adubação para vasos proposta por Novaes (1991). O fósforo foi aplicado na forma de superfosfato simples com uma dose única na fundação, correspondente á 30 g de superfosfato simples por vaso. O potássio foi aplicado também em dose única na fundação, com dose correspondente á 4,65 de potássio por vaso em forma KCl. Já o Nitrogênio foi aplicado na forma de uréia dividida em três parcelas, onde a primeira parcela foi aplicada na fundação e as demais parcelas aplicadas em intervalos de dez dias a partir de vinte dias após semeadura (DAS), cuja dose foi de 4,0 g por vaso.

**TABELA 2.** Caracterização química do esterco bovino utilizado.

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
pH	6,47
CE (dS/m <sup>-1</sup> )	1,09
P (mg/dm <sup>3</sup> )	98
N (%)	2,44
K (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,82
Na (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,54
Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,52
Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,63
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> )	12,51
t (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	10,97
T (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	12,51
V (%)	100,00
m (%)	0,00
ISNa (%)	0,80
MO (g kg <sup>-1</sup> )	40

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 semeadura foi realizada colocando-se oito sementes por vaso, a dois centímetros de profundidade. Logo após a semeadura foram iniciadas as irrigações com as soluções salinas. As águas de diferentes salinidades foram obtidas a partir da adição de cloreto de sódio (NaCl) a água de abastecimento da cidade de Pombal para se obter a condutividade elétrica desejada, calculadas conforme a equação  $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 640 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$  para condutividade elétrica da água menor que 5,0 (dS m<sup>-1</sup>) e  $C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 800 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$  para condutividade elétrica da água acima de 5,0 (dS m<sup>-1</sup>) proposta por Rhoads (2000). Após preparadas, as águas salinizadas foram armazenadas em recipientes plásticos de 100 L, um para cada nível de CE<sub>a</sub> estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com

materiais que pudessem comprometer sua qualidade. Para preparo das águas, com as devidas condutividades elétricas (CE), os sais foram pesados conforme tratamento, adicionando-se águas, até ser atingido o nível desejado de CE, conferindo-se os valores com um condutivímetro portátil, que tem sua condutividade ajustada à temperatura de 25°C. As irrigações foram realizadas a cada dois dias, de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade de campo, 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 a lamina anterior ( $L_a$ ) aplicada menos a média de drenagem ( $d$ ), dividido pelo número de recipientes ( $n$ ), como indicado na equação 1:

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

Para manter a umidade e diminuir a evaporação utilizou-se cobertura com palha de carnaúba seca e triturada.

Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratamentos culturais: eliminavam-se manualmente as plantas daninhas antes de cada irrigação, escarificação superficial do solo.

A partir do quarto dia após a semeadura, foram realizadas as avaliações de primeira contagem, índice de velocidade de emergência e percentagem de germinação.

A primeira contagem de germinação foi conduzida computando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a semeadura, conforme recomendado por Brasil (1992). O Índice de velocidade de emergência (IVE), foi determinado a partir do teste de porcentagem de emergência de acordo com a fórmula de Maguire (1962). Este índice considera as contagens diárias das plântulas emersas entre o 2º e o 12º dias após a semeadura. O cálculo foi realizado de acordo com a seguinte equação:

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + E_n/N_n$$

Onde:

$E_1, E_2, \dots, E_n$  = número de plântulas normais na primeira, segunda até a enésima observação.

$N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias após a semeadura

Aos 51 dias após o início das aplicações das soluções salinas foram feitas medidas de altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF) comprimento (C) e largura (L) da folha para determinação da área foliar. A área foliar

(AF) para a cultura do sorgo o fator utilizado nos cálculos foi de 0,70, através da equação  $AF = 0,70 \times C \times L$ , sendo que essa área foliar a ser determinada é a 8ª folha de cima para baixo. A área foliar da planta é a área foliar da 8ª folha x 9,39 (PEARCE, et. al., 1975).

Após a avaliação de campo, as plantas foram separadas em parte aérea (PA) e pesadas para obtenção da massa fresca (MF). Posteriormente o material foi colocado em estufa para secar a 55°C por 48 horas para determinação da massa pré-seca. Em seguida esse material foi triturado e colocado em estufa de secagem a 105°C por 16 horas. Após esse tempo o material foi pesado e calculado o percentual de matéria seca da forrageira. A partir dos dados de matéria seca foram estimados os teores de água (Umidade) da parte aérea considerando a relação  $Umidade = (100 - (\%matéria\ seca))$ . Esses dados foram obtidos pelo método proposto por Silva & Queiroz (2002) através das equações abaixo:

**- Cálculo da pré secagem ou da amostra seca ao ar (ASA)**

$\%ASA = \text{Peso do material pré-seco} \times 100 / \text{peso do material verde}$

**- Cálculo da secagem definitiva após 16hrs a 105°C**

$\%matéria\ seca\ em\ estufa\ (ASE) = \text{peso da amostra seca} \times 100 / \text{peso da amostra}$

$\%matéria\ seca\ da\ forrageira = (ASE \times ASA) / 100$

$\% \text{ de umidade (TA)} = 100 - (\%Matéria\ seca)$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' utilizando o programa Sisvar 5.0 (Ferreira, 2003). Nos casos de significância, foram aplicados testes de regressões lineares e quadráticas para os fatores estudados. Para as situações em que houve interação significativa entre adubação e níveis de salinidade foi realizado o desdobramento das variáveis dentro de cada fator, caso contrário, considerou-se o efeito independente dos fatores para as variáveis estudadas. Foi realizado o teste de Scott Knott ao nível de 1% ou 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se pelo teste F (Tabela 3) significância ( $p < 0,01$ ) para o fator salinidade quando estudado de forma isolado para as variáveis % GERM, IVE(%), PC, DC e MFPA, já as variáveis AP e AF apresentaram significância a 5% de probabilidade.

Já o fator adubação, quando estudado de forma isolada, o mesmo apresentou resposta significativa ( $p < 0,01$ ) para as variáveis AP, DC, NF, AF e MFPA.

Quando se estudou a interação entre os fatores salinidade da água de irrigação com os diferentes tipos de adubação, os mesmos apresentaram significância ( $p < 0,01$ ) para as variáveis AP e MFPA.

**TABELA 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis % GERM, IVE(%), PC, AP, DC, NF, AF, MFPA, MPS(%), MS(%) e Umidade do sorgo aos 51 DAS, em função da CEa da água de irrigação e diferentes manejos de adubação. Pombal-PB, 2016.

Quadrado médio							
FV	GL	%GERM	IVE (%)	PC (%)	AP	DC	NF
SAL (S)	4	1049,153646**	0,293649**	534,83073**	373,94292*	55,810508**	0,264583 <sup>ns</sup>
ADUBO (A)	3	87,456597 <sup>ns</sup>	0,006266 <sup>ns</sup>	23,4375 <sup>ns</sup>	1317,00811**	189,911370**	9,504167**
S x A	12	173,719618 <sup>ns</sup>	0,050824 <sup>ns</sup>	32,66059 <sup>ns</sup>	337,42881*	16,552726 <sup>ns</sup>	2,431250 <sup>ns</sup>
Bloco	2	4,557292	0,016556	39,71354	23,19266	7,896680	1,066667
Resíduo	59	148,471765	0,037740	77,40543	157,22240	14,136039	1,272807
CV (%)		29,03	27,12	38,74	25,32	26,37	12,19
Média		41,9791667	0,7163000	22,70833	49,51666	14,2560833	9,2583333

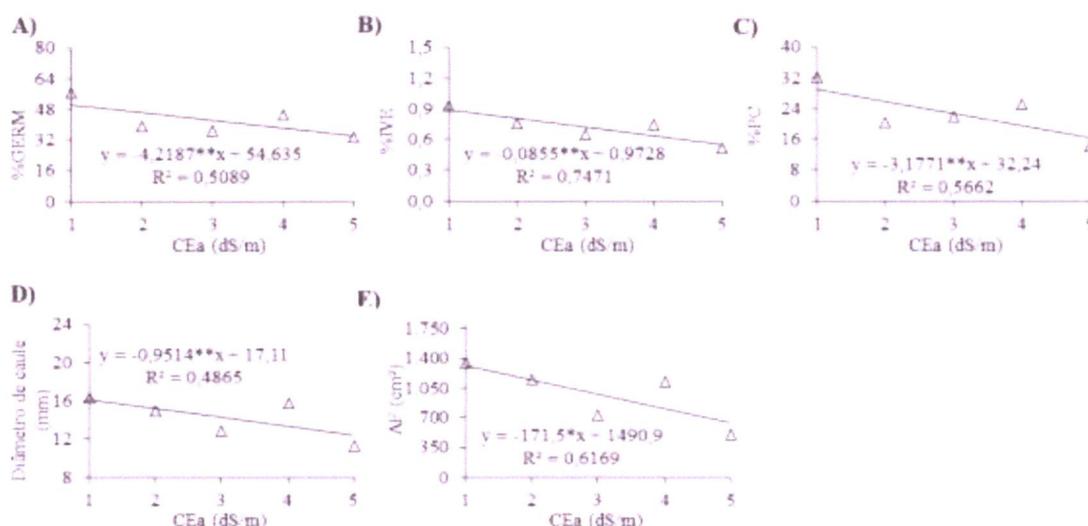
  

Quadrado médio						
FV	GL	AF (cm <sup>2</sup> )	MFPA(g)	%MPS	%MS	(%)Umidade
SAL (S)	4	1430362,6380*	3235,3399**	17,363187 <sup>ns</sup>	17,209651 <sup>ns</sup>	17,209651 <sup>ns</sup>
ADUBO (A)	3	3008286,6751**	8319,1328**	17,391198 <sup>ns</sup>	18,798809 <sup>ns</sup>	18,798809 <sup>ns</sup>
S x A	12	368379,0347 <sup>ns</sup>	1345,7075*	12,883164 <sup>ns</sup>	11,793037 <sup>ns</sup>	11,793037 <sup>ns</sup>
Bloco	2	213946,5378	150,79518	15,616429	15,830912	15,830912
Resíduo	59	409041,9366	663,77549	12,784078	11,579667	11,579667
CV (%)		40,31	47,05	12,29	12,41	4,69
Média		976,4436	42,3810833	29,0929667	27,4282000	72,571800

\*\* 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 ( $p \geq 0,05$ )

%GERM = Percentagem de germinação; IVE(%) = Índice de velocidade de emergência; PC = Primeira contagem; AP = Altura de planta; DC = Diâmetro do caule; NF = Número de folhas; AF = área foliar; MFPA = Massa fresca da parte aérea; MPS = Massa pré-seca; %MS = Percentagem de matéria seca.

Para melhor visualização dos dados, podemos observar na figura 1, que quando se estudou o fator salinidade da água de irrigação de forma isolada, verificou-se resposta linear decrescente para as variáveis %GERM, IVE(%), PC(%), DC (mm) e AF (cm<sup>2</sup>) a partir da CEa de 2,3 dSm<sup>-1</sup> (4,21 %, 0,08%; 3,17%; 0,95 mm e 171,5cm<sup>2</sup>) respectivamente (Figura 1A, B, C, D e E), por aumento unitário da CEa da água de irrigação. Devemos considerar ainda que, a medida em que se aumentou o nível salino da água de irrigação das plantas de sorgo de 0,3 dSm<sup>-1</sup> para 8,3 dSm<sup>-1</sup>, em média ocorreram perdas nos valores das variáveis estudadas, onde para germinação as perdas foram de 42,20%, para índice de velocidade de emergência foi de 45,29%, para primeira contagem da germinação as perdas foram de 56,45%, para diâmetro de caule foram 31,34% e para área foliar ocorreram as maiores perdas, cerca de 62,31%.



**Figura 1.** Percentagem de Emergência (A), índice de velocidade de emergência (B), primeira contagem (C), diâmetro do caule (D) e área foliar (E) do sorgo aos 51 DAS em função da CEa da água de irrigação (1= 0,3 dSm<sup>-1</sup>; 2= 2,3 dSm<sup>-1</sup>; 3= 4,3 dSm<sup>-1</sup>; 4= 6,3 dSm<sup>-1</sup> e 5= 8,3 dSm<sup>-1</sup>). Pombal-PB, 2016.

Possivelmente essas perdas no percentual de germinação e primeira contagem (Figura 1A e 1C), ocorreram devido à sensibilidade das sementes à salinidade, pois de acordo com Flowers (2004), quando semeadas em soluções salinas, observa-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, que atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos. Soares, et. al (2002) afirmam que o efeito dos sais sobre a germinação e o estabelecimento das plântulas pode está envolvido tanto aos efeitos de natureza física, uma vez que a salinidade diminui o potencial osmótico da solução do solo, fazendo com que a absorção de água pelas sementes e raízes seja mais

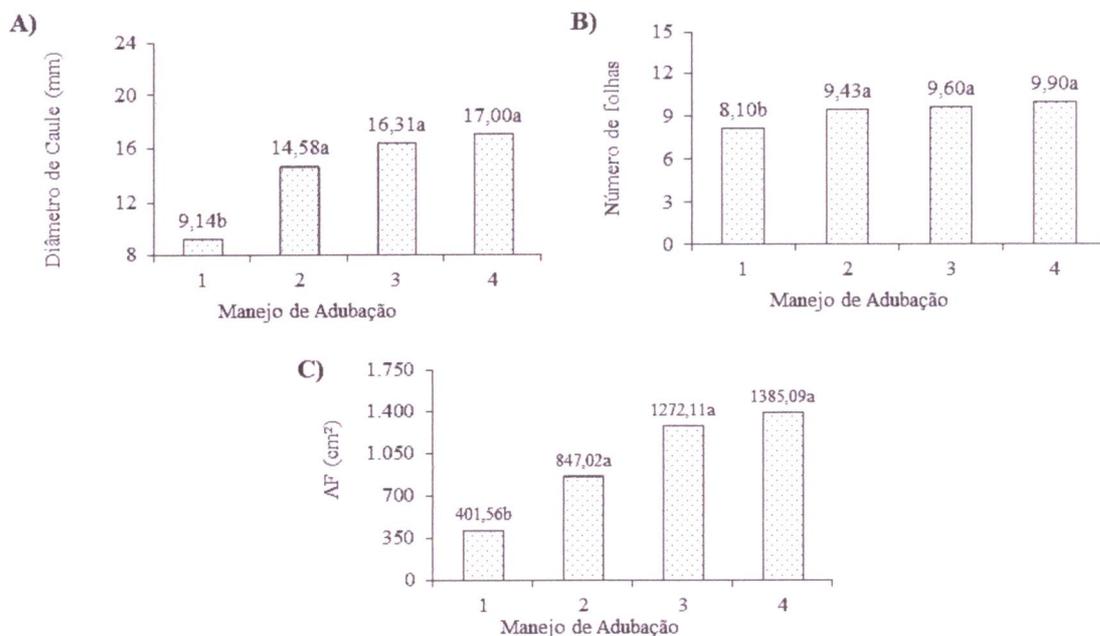
difícil, quanto à efeitos tóxicos passíveis de ocorrer por ação direta de íons específicos ou por desordem nutricional.

Logo, o aumento da salinidade associado à altas temperaturas provavelmente reduziram o potencial osmótico da solução do solo, afetando o processo de embebição das sementes de sorgo. Tobe, et. al. (2000) explicam que a inibição da germinação ocasionada pela salinidade se deve tanto ao efeito osmótico, ou seja, à “seca fisiológica” produzida, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma.

Tobe, et. al (2000) e Flowers (2004) relatam que as principais causas da redução da velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos acontecem devido a diminuição do processo de absorção de água e a entrada principalmente dos íons  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  em quantidade suficiente para provocarem toxicidade às sementes. Oliveira, et. al (2009), estudando estresse salino em sementes de sorgo, constatou que o estresse salino afeta negativamente o desempenho das sementes, reduzindo a germinação e vigor.

Afirma-se portanto, que os efeitos da salinidade no processo de germinação das sementes podem está diretamente ligados aos fatores composição da solução salina, condições edafoclimáticas e a variedade da cultivar escolhida, visto que Shannon (1997), relata que a tolerância à salinidade varia entre espécies, entre variedades/genótipos de uma mesma espécie e até mesmo entre estádios fenológicos de um mesmo genótipo. Coelho, et. al (2013), observou que sementes das variedades BRS 610 e 1.016.005 apresentaram menor capacidade de germinação em vários níveis de salinidade avaliados quando comparados com outras variedades como a F305, Volumax e 1.015.045, corroborando com a presente pesquisa. Taiz; Zeiger (2013), afirma que decréscimos na área foliar provavelmente estão associados a mecanismos de defesa das plantas sob condições de estresse salino com o objetivo de reduzir as perdas de água por transpiração.

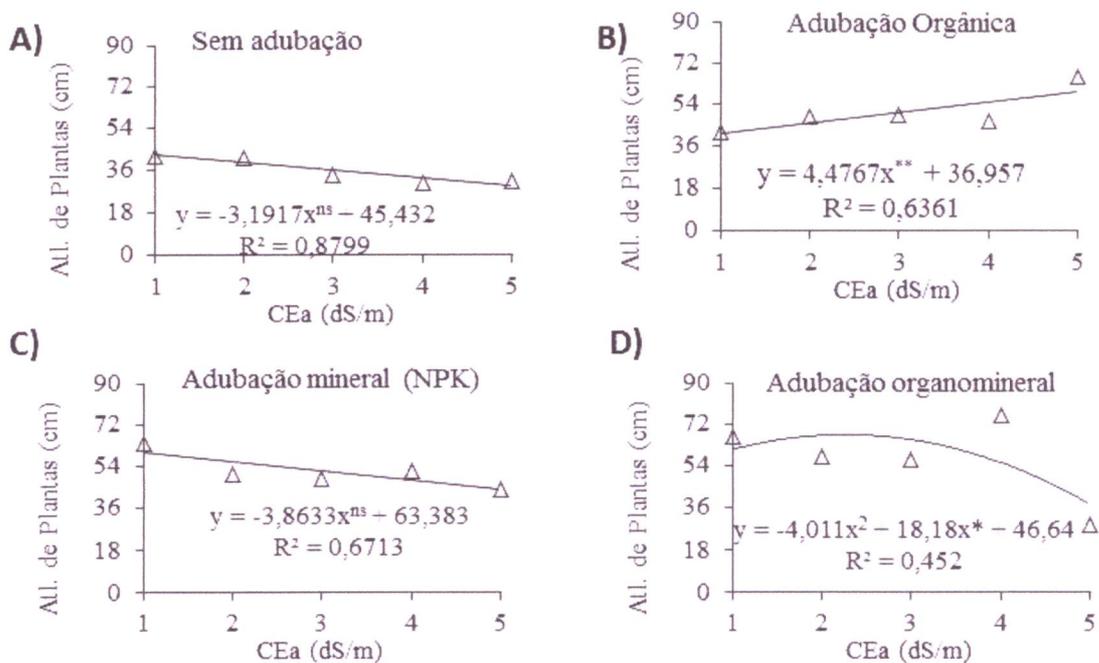
Quando se estudou isoladamente o fator adubação, verificou-se resposta significativa para as variáveis DC, NF e AF (Figura 2A, B e C), onde as mesmas obtiveram melhores resultados com os adubos orgânico, mineral e organomineral, não havendo diferença significativa entre os mesmos, com rendimento de 14,58; 16,31 e 17 mm para o DC, 9,43; 9,6 e 9,9 para o NF e 847,02; 1272,11 e 1385,09  $\text{cm}^2$  para a variável AF, respectivamente. Observa-se também que os maiores resultados foram quando associou-se a dose de esterco bovino com a adubação química, mas não sendo superior aos tratamentos com fertilizante químico e esterco bovino quando aplicados separadamente.



**Figura 2.** Diâmetro do caule (A), número de folhas (B) e área foliar (C) do sorgo aos 51 DAS sob diferentes manejos de adubação (1= sem adubação; 2=adubação orgânica; 3= adubação mineral e 4= adubação organomineral). Pombal-PB, 2016.

Possivelmente isso ocorreu devido a adubação orgânica propiciar melhores condições no solo, como estrutura, porosidade, facilitando a penetração das raízes, associado a melhor eficiência e pronta disponibilidade do N oriundo da fonte de uréia (adubação química) utilizada, conseqüentemente, ocorreram aumento na quantidade de nutrientes disponíveis (Daga et al., 2009), contribuindo para um melhor desenvolvimento do caule, maior produção de folhas e área foliar. Pereira Júnior et al. (2012) comparando diferentes fontes e doses de adubos orgânicos no cultivo do milho crioulo não encontrou diferenças entre as médias para o diâmetro do caule. Ele afirma que essa variável é uma característica de grande importância, pois plantas com maior diâmetro basal são menos sujeitas ao tombamento e quebraamento.

Ao avaliar a interação entre o fator CEa da água de irrigação com o fator adubação, observou-se resposta significativa (5% de probabilidade) para a variável AP, apresentando comportamento linear decrescente quando não se utilizou adubo e quando se utilizou adubação mineral (Figura 3A e C), comportamento linear crescente quando utilizou-se da adubação orgânica (Figura 3B) e resposta quadrática decrescente quando se utilizou da adubação organomineral (Figura 3D).



**Figura 3.** Altura de planta do sorgo aos 51 DAS em função da interação entre a salinidade da água de irrigação (1= 0,3 dSm<sup>-1</sup>; 2= 2,3 dSm<sup>-1</sup>; 3= 4,3 dSm<sup>-1</sup>; 4= 6,3 dSm<sup>-1</sup> e 5= 8,3 dSm<sup>-1</sup>) com diferentes formas de adubação (A= sem adubação; B=adubação orgânica; C= adubação mineral e D= adubação organomineral). Pombal-PB, 2016.

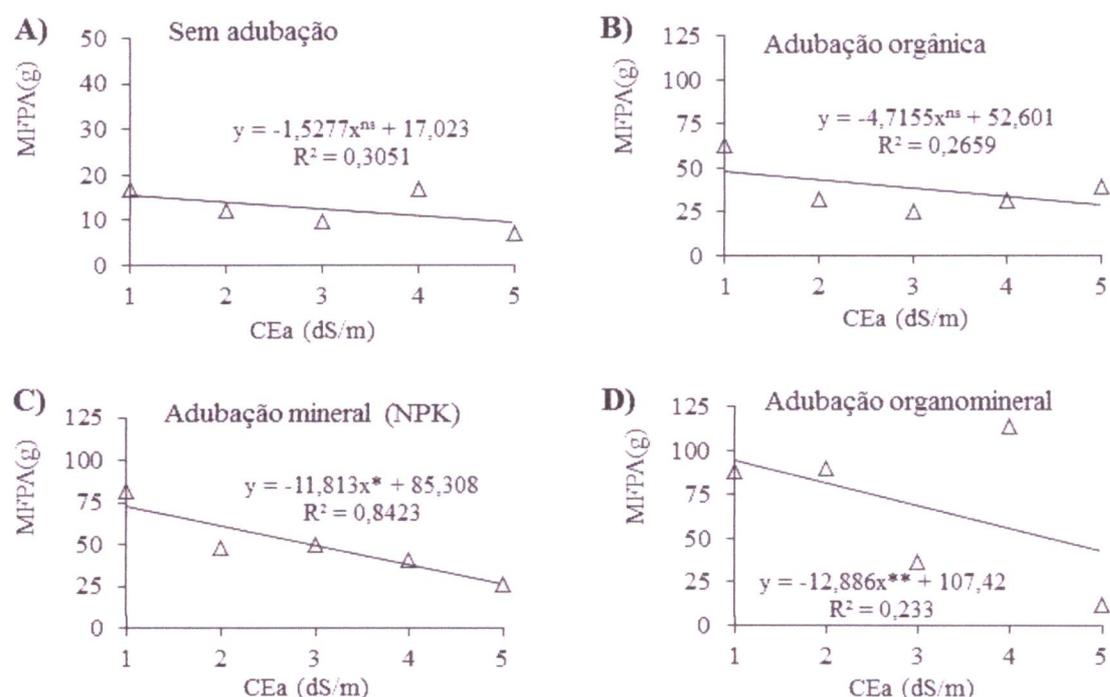
Verificou-se ainda que houve um decréscimo de 3,19 cm na altura de planta na interação sem adubo, o que corresponde em média em uma redução de 25,7%, e uma diminuição de 3,86 cm na altura de planta na interação com adubo mineral, cerca de 31,16% em média de decréscimo, quando comparadas as plantas irrigadas com maior nível de CEa (8,3 dS m<sup>-1</sup>) e as plantas irrigadas com menor nível de CEa (0,3 dS m<sup>-1</sup>).

Já para a interação com adubação orgânica houve um aumento de 4,47 cm, ou seja, acréscimo de 55,47% quando comparadas as plantas irrigadas com maior nível de CEa (8,3 dS m<sup>-1</sup>) com as plantas irrigadas com menor nível de CEa (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Enquanto que para adubação organomineral, o seu ponto máximo foi na salinidade 2 (2,3 dS m<sup>-1</sup>) com rendimento de 64,27 cm.

De acordo com Oliveira et al. (2009), a MOS em solos salinos aumenta a condutividade hidráulica, a infiltração de água e a permeabilidade, devido funcionar como ligante entre as partículas unitárias do solo. Sousa et al. (2014), trabalhando com plantas de sorgo irrigadas com água salina e adubadas com esterco bovino constatou que o uso do esterco em plantas de sorgo cultivar BRS Ponta Negra não reduziu os efeitos negativos da salinidade nos parâmetros de crescimento das plantas, porém a dose de 40 ton/ha de esterco bovino apresentou bom desempenho desses parâmetros mesmo

com o incremento da salinidade da água de irrigação. Guareschi et al. (2013) avaliando fontes orgânicas e adubação mineral concluiu que o aumento das doses de esterco bovino até 40 Mg ha<sup>-1</sup> propiciou altura de planta com 67,9 cm. Vieira et al. (2005), trabalhando com os genótipos CSF 20 e CSF 18, obtiveram resultados que mostra reduções de 6 e 10% na altura das plantas quando irrigadas com soluções salinas de até 5,8 dS m<sup>-1</sup>. Miranda et al. (2008) verificaram reduções entre 9 e 72% na altura de plantas de sorgo sudão cultivadas em solos salino-sódicos com CEes de 10 dS m<sup>-1</sup>, sob aplicação diferenciada de CaCl<sub>2</sub>.

Analisando-se a interação entre a CEa da água de irrigação com o fator adubação para variável MFPA, observou-se comportamento linear decrescente para os diferentes tipos de adubação (Figura 4A, B, C e D), com redução de 1,52; 4,71; 11,81 e 12,88 g de massa fresca da parte aérea, respectivamente, ou seja, decréscimo de 59,06; 37,11; 67,37 e 85,80% quando comparadas as plantas irrigadas com maior nível de CEa (8,3 dS m<sup>-1</sup>) com as plantas irrigadas com menor nível de CEa (0,3 dS m<sup>-1</sup>).



**Figura 4.** Massa fresca da parte aérea do sorgo aos 51 DAS em função da interação entre a salinidade da água de irrigação (1= 0,3 dSm<sup>-1</sup>; 2= 2,3 dSm<sup>-1</sup>; 3= 4,3 dSm<sup>-1</sup>; 4= 6,3 dSm<sup>-1</sup> e 5= 8,3 dSm<sup>-1</sup>) com diferentes formas de adubação (A= sem adubação; B=adubação orgânica; C= adubação mineral e D= adubação organomineral). Pombal-PB, 2016.

Pode-se observar que o menor decréscimo ocorre quando se aplicou adubação orgânica, porém a adubação organomineral obteve maiores rendimentos de massa fresca até o nível de salinidade 3 ( $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) quando se comparado ao menor nível de salinidade da água de irrigação. Leonardo et al. (2008) também observaram, trabalhando com a cultura do pimentão, relação inversa entre salinidade e massa fresca. Coelho, et, al (2014), estudando alguns genótipos de sorgo, constatou-se que a BRS 610 (V3) apresentou adaptação a maiores níveis de salinidade pois houve redução da massa fresca da parte aérea apenas a partir de  $3,26 \text{ dS m}^{-1}$ .

Considera-se ainda que para as variáveis MPS (Matéria pré-seca), MS (Matéria seca) e Umidade, não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos aplicados.

## 5. CONCLUSÕES

O estresse salino provocado pelo NaCl afeta negativamente a germinação de sementes de sorgo forrageiro BRS 610, reduzindo o desenvolvimento das plantas.

O aumento da CEa da água de irrigação reduziu as variáveis de porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência, primeira contagem, diâmetro do caule e área foliar.

As diferentes formas de adubação (adubação orgânica; adubação mineral e adubação organomineral) apresentaram rendimentos superiores para as variáveis diâmetro do caule, número de folhas e área foliar, quando se comparadas as plantas cultivadas sem adubo.

Para a variável altura de plantas houve interação entre os fatores salinidade da água e diferentes formas de adubação, sendo que na adubação orgânica obteve melhores rendimentos, mesmo com aumento da salinidade da água de irrigação (CEa).

Para a variável massa fresca da parte aérea houve interação entre os fatores salinidade da água de irrigação e diferentes formas de adubação, sendo que a adubação organomineral foi a que proporcionou maiores rendimentos, até o nível de salinidade de  $4,3 \text{ dS m}^{-1}$  sem ocorrência de grandes perdas quando se comparado com o menor nível de salinidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ).

## REFERÊNCIAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. Water quality for agriculture. Rome: FAO, 1976. 97p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).

BEZERRA, A. K. P. *et al.* Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 05, p. 1075-1082, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção vegetal. Coordenação de laboratório vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; SOUZA, M. A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.25-30, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Central de informações agropecuárias. Safras. [http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php? PAG=101](http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=101). 10 Jul. 2009.

CONAB (2012) - Companhia Nacional de Abastecimento – Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2012/2013, Terceiro levantamento. Acesso em 03 Outubro. 2016. Online. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/12\\_12\\_12\\_10\\_34\\_43\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_12\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/12_12_12_10_34_43_boletim_cana_portugues_12_2012.pdf)

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Pombal, estado da Paraíba/** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DAGA, J.; RICHART, A.; NOZAKI, M. H.; ZANETTI, T. A.; ZANETTI, R. D. **Desempenho do milho em função da adubação química e orgânica**. Synergismus scientífica UTFPR , Pato Branco , 04(1) . 2009.

EMBRAPA. **Milho e Sorgo – Sistemas de Produção**, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 5ª edição Set./2009 Produção de sorgo.

EMBRAPA Milho e Sorgo. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/noticias/mostranoticia.php?codigo=593.2010>.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2011). **Cultivo do Sorgo**, Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica 7ª Edição. Acesso em: 03 Out. 2016. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_7\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_7_ed/index.htm).

ESTEVES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **O ecologia Australis**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). **Water resource, development and management service**. 2004.

FARIA, A. J. G.; FREITAS, G. A.; GEORGETTI, A. C. P.; FERREIRA JÚNIOR, J. M. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre Adubação fosfatada. **J. Bioen. Food Sci.**, v. 2, n.3: p.98-106, 2015.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67)**. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FLOWERS, T.J. improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p.307-319, 2004.

FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R. Desenvolvimento de plântulas de sorgo cultivadas sob elevadas concentrações de adubação orgânica no sulco de plantio. **VI Congresso Brasileiro de Agroecologia. II Congresso Latino Americano de Agroecologia**. 09 a 12 de novembro de 2009. Curitiba – Paraná. p.00705. 2009.

FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A.; AFFÉRI, F. S.; MELO, A. V.; SILVA, R. R.. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **J. Biotec. Biodivers**. v. 3, N.1: pp. 61-67, Fev. 2012.

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. et al. (ed.). **Fertilidade do solo**: Viçosa: SBCS, 2007. p. 929-954.

GUARESCHI, R. F., SILVA, A.; SILVA JUNIOR, H.R. da; PERIN, A., GAZOLLA, P. R. Adubação orgânica na produção de biomassa de milho em Latossolo de cerrado. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 06, n. 02, p.66 – 73, mai/ago. 2013.

GUIMARÃES, P.T.G. Adubação do cafeeiro e a quantidade do produto colhido. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n.261, p. 39-51, 2011.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 529p.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS-BÔAS, R. L.; MARCHESE, J. A.; TONIN, F. B.; REGINA, M. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. **Bragantia**, v.67, p.883-889, 2008.

LIMA, C.B.; SILVA, P.C.; COSTA, R.A.; MARTINS, Y.A.M.; LANA, R.M.Q. Aplicação de diferentes doses de uréia polimerizada sob o desenvolvimento vegetativo de plantas de sorgo sacarino. **Enciclopédia Biosfera, Goiânia**, v.9, n.17; p.224-232, 2013.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas (MG): Embrapa, 2000, 46 p. (EMBRAPA – CNPMS (CircularTécnica, 3).

MAGALHÃES, R.T. et al. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Arq Bras Med Vet Zoo**, 62:747-751, 2010.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. (2002), **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 200p.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTINELLO, P.; BERARDO, N. Residual fertilizer effects on dry-matter yield and nutritive value of Mediterranean pastures. **Grass and Forage Science, Oxford**, v.62,p.87-99,2007.

MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M. DE; SILVA JÚNIOR, M. J. DA; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469-472, 2003.

MEDEIROS,J.F.; NASCIMENTO, I.B. GHERY, H.R. **Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 280-302.

MEGDA, M.M.; **Suprimento de nitrogênio e de potássio e características morfológicas, nutricionais e produtivas do capim- Marandu**. 2009. 84f. Dissertação de mestrado Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba-SP, 2009.

MENEZES J. F. S. et al. **Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica e econômica**. Rio Verde: FESURV, 2004. 28 p. (Boletim Técnico, 3).

MIRANDA, M.F.A.; PESSOA, L.G.M., FREIRE, M.B.G.S.; FREIRE, F.J. Correção de solo salino-sódico com soluções de cloreto de cálcio cultivado com sorgo sudanense. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.18-25, 2008.

MORAIS NETO, L. B. Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. 74p. **Dissertação Mestrado**

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environment**, v.25, n.2, p.239-250, 2002.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 03, p.45-663, 2005.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59,n.1, p.651-681, 2008.

NEUMANN, M. et al. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 01, p. 302-312, 2002.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. E. L.; BARROS, N. F. Teores de nutrientes a serem adicionados ou atingidos em ensaios de vaso In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. 1991. P. 195-195.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p.358-365, 2010.

OLIVEIRA, L. A. A.; BARRETO, L. P.; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, M. V. F.; COSTA, J. C. A. Solutos orgânicos em genótipos de sorgo forrageiro sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.31-35, 2006.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 3, p.048-056, 2009.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO,E.; ENÉAS-FILHO,J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-16, 2010.

PEARCE, R.B.; MOCK, J J . & BAILEY, T.B. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize. **Crop Science**, 15:691-694,1975.

PEREIRA JUNIOR, E. B.; HAFLE, O. M.; OLIVEIRA, F, T. de.; OLIVEIRA, F. H. T. de.; GOMES, E. M. Produção e qualidade de milho-verde com diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável** (Mossoró – RN), v. 7, n. 2, p 277-282, abr-jun, 2012 .

R. A. DE SOUSA, C. F. DE LACERDA, V. C. DE L. MENEZES, B.L.C. LIMA, J. G. RODRIGUES, M. DE G. PEREIRA. Avaliação de crescimento de plantas de sorgo irrigadas com água salina e adubadas com esterco bovino. **II INOVAGRI International Meeting, 2014**. Fortaleza-Ce, 2014. <http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a730>.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres, 1991.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A. MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Trad. GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R. de.; QUEIROZ, J. E. Campina Grande: UFPB, 2000.

RIBAS, P. M. Plantio: a implantação da cultura. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo\\_5ed/plantio-plantio.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_5ed/plantio-plantio.htm).

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils.** Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture,60).

RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G.; SHAFFERT, R. E.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; PITTA, G. V. E. BRS610-híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. **Embrapa, Comunicado técnico 102.** ISSN0101-5605, Dezembro, 2004.

SAMPAIO, E. V. S. B.; OLIVEIRA, N. M. B.; NASCIMENTO, P. R. F. N. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 995-1002, 2007.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1470-1476, 2007.

SHANON, M.C. Genetics of salt tolerance in higher plants. in: JAIWALI, P.K.; SINGH, R.P.; GULATI, A. (Ed.). **Strategies for improving salt tolerance in higher plants.** oxford: BiJ, 1997, p. 265-289.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Métodos químicos e biológicos / Dirceu Jorge Silva, Augusto César de Queiroz. 3.ed. - **Viçosa: UFV**, 2002. 235p.: il.ISBN: 85-7269-105-7.

SILVA, D.; PRUSKI, F.F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. viçosa, MG: UFV, **Departamento de Engenharia Agrícola**, 1997. 252p.

SILV, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Caatinga, Mossoró**, v. 21, n. 3, p. 78-85, 2008.

SILVA, R. et al. Avaliação de diferentes genótipos de sorgo para forragem e silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 3, p. 225-233, 2012.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, (Suplemento), p.S66–S72, 2014.

SIMILI, F.F.; GOMIDE, C.A.M.; MOREIRA, A.L.; REIS, R.A.; LIMA, M.L.P.; PAZ, C.C.P. Respostas do híbrido de sorgo-sudão às adubações nitrogenada e potássica: características estruturais e produtivas. **Ciência & Agrotecnologia**, v.34 n.1, p.87-94, 2010.

TABOSA, J.N.; COLAÇO, W.; REIS, O.V.; SIMPLÍCIO, J.B.; CARVALHO, H.W.L.; DIAS, F.M. Sorghum genotypes evaluation under salinity levels and gamma ray. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.3, p.339-350, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2003. **Fisiologia Vegetal**, ed. ARTMED, 3ªed, Porto Alegre/RS.

TEIXEIRA, P. E. G.; TEIXEIRA, P. P. M. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA, 1.,:2004, Belém. **Anais ...** Belém : Universidade Federal Rural, 2004 p. 83-100.

TEIXEIRA, Elaine Cristina. Tratamento Térmico de Sementes de Capim-Buffel e Rendimento Forrageiro em Função da Adubação Fosfatada 2008. 68p. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-Árido)** – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v.85, n.3, p.391-396, 2000.

VERSLUES, P.E.; AGARWAL, M.; KATIYAR- AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J.K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. **The Plant Journal**, v.45, n.4, p.523-539, 2006.

VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J.; MACÊDO, G.A.R.; CANTARUTTI, R.B.; MASCARENHAS, M.H.T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1497-1503, 2011.

VIEIRA, M.R.; LACERDA, C.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; CARVALHO, P.L.; COSTA, R.N.T.; TABOSA, J.N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, suppl, p.42-46, 2005.

VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.; BORGES, I.D.; RESENDE, A.V. Influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.266-279, 2006.