



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

**CASSIANO NOGUEIRA DE LACERDA**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA SALINIDADE DA ÁGUA NO CULTIVO  
DE GENÓTIPOS DE GERGELIM**

Pombal-PB

2019

**CASSIANO NOGUEIRA DE LACERDA**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA SALINIDADE DA ÁGUA NO CULTIVO  
DE GENÓTIPOS DE GERGELIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Geovani Soares de Lima.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Lauriane A. dos A. Soares

Pombal-PB

2019

L131e Lacerda, Cassiano Nogueira de.  
Estratégias de manejo da salinidade da água no cultivo de genótipos de gergelim / Cassiano Nogueira de Lacerda. – Pombal, 2019.  
42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e  
Tecnologia Agroalimentar, 2019.

“Orientação: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima.”.

“Coorientação: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares”.

Referências.

1. Cultura do gergelim. 2. Estresse salino. 3. Irrigação. 4. Ambiente protegido. I. Lima, Geovani Soares de. II. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. III. Título.

CDU 582.916.36 (043)

**CASSIANO NOGUEIRA DE LACERDA**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA SALINIDADE DA ÁGUA NO CULTIVO  
DE GENÓTIPOS DE GERGELIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Geovani Soares de Lima.

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Lauriane A. dos A. Soares

Aprovado em 28 de novembro de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

*Geovani Soares de Lima*

Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

(Orientador – CCTA/UFCG/Campus de Pombal-PB)

*Lauriane Almeida dos Anjos Soares*

Prof<sup>a</sup>. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

(Coorientadora – CCTA/UFCG/Campus de Pombal-PB)

*Marcelo Cléon de Castro Silva*

Prof. Dr. Marcelo Cléon de Castro Silva

(Membro– CCTA/UFCG/Campus de Pombal-PB)

*Saulo Soares da Silva*

MSc. Saulo Soares da Silva

(Membro– PPGEA/UFCG/Campus de Campina Grande-PB)

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais que com muita humildade sempre estiveram me dando força para não desistir do meu sonho, e a toda minha família por todo o apoio recebido, meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por esta me dando a oportunidade de realizar meu sonho.

Agradeço em especial a minha família, minha mãe (Maria José) meu pai (Francisco Porfirio) meus irmãos, Cassio Nogueira, Carlos Roberto e Jaylma Maria e aos meus primos.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado em especial, Thamara Medeiros, Iuri Carvalho, Mateus Lins, Karen Judite, Leandro Clemente, Eliana Rocha, Camila Juarez, Vera Sousa, Lídia Duarte, Mallba Senna, Miguel Pereira, Wesley Pinheiro, Valeska Karolini. E todos aqueles que de forma direta e indiretamente contribuíram para a minha formação meu muito obrigado.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Geovani Soares de Lima e a Prof<sup>a</sup>. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares pela disponibilidade e atenção que tiveram comigo.

Um agradecimento também em especial aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade de participação e contribuições acerca do trabalho.

Agradeço a universidade federal de campina grande (UFCG) pela oportunidade de adquirir conhecimentos. .

Não seria possível agradecer todas as pessoas em um único momento, pois são muitas e meus agradecimentos por estas pessoas também são infinitos, e procuro demonstrar isso ao longo da vida. E mais uma vez eu digo o que eu queria dizer mil vezes “MUITO OBRIGADO”

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento.....23
- Tabela 2** – Resumo da análise de variância referente ao diâmetro de caule (DC), altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) das plantas de gergelim cultivada sob diferentes estratégias de uso de águas salinas (EUS), aos 70 dias após o semeio.....26
- ..
- Tabela 3** – Resumo da análise de variância referente ao número total de frutos (NTF), massa total de sementes (MTS) e massa de mil sementes (M1000S) das plantas de gergelim cultivada sob diferentes estratégias de uso de águas salinas (EUS), aos 88 dias após o semeio.....30

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Distribuição dos vasos na casa-de-vegetação (A), fase inicial de desenvolvimento das plantas (B).....22
- Figura 2.** Disposição dos genótipos de gergelim na fase de floração aos 45 dias após o semeio.....25
- Figura 3** - Altura de plantas (A), número de folhas (B) e área foliar (C) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes estratégias de uso de águas salinas, aos 70 dias após o semeio.....27
- Figura 4** - Diâmetro de caule (A), altura de plantas (B), número de folhas (C) e área foliar (D) dos genótipos de gergelim cultivados sob diferentes estratégias de uso de águas salinas, aos 70 dias após o semeio.....30
- Figura 5** - Número total de frutos (A) e massa total de sementes – MTS (B) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes estratégias de uso de águas salinas (EUS), aos 88 dias após o semeio.....32
- Figura 6** - Número total de frutos (A), massa total de sementes – MTS (B) e massa de mil sementes - M1000S (C) das plantas de gergelim cultivadas sob diferentes estratégias de uso de águas salinas (EUS), aos 88 dias após o semeio.....33



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	13
2.1. Geral .....	13
2.2. Específicos .....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1. Aspectos gerais da cultura do gergelim .....	14
3.2. Qualidade de água no semiárido .....	17
3.3. Salinidade na água de irrigação .....	19
3.4 Estratégias de manejo com água salina.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	21
4.1. Localização da área experimental.....	21
4.2. Tratamentos e delineamento estatístico .....	21
4.3. Genótipos utilizados .....	22
4.4. Adubação .....	23
4.5. Preparo da água salinizada e manejo da irrigação .....	23
4.6. Variáveis analisadas .....	24
4.6.1. Altura de planta .....	24
4.6.2. Área foliar .....	25
4.6.3. Numero total de frutos; massa total de sementes; massa de 1000 sementes .....	25
4.7. Análise estatística .....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
6. CONCLUSÃO .....	33
7. REFERÊNCIAS .....	35

## RESUMO

LACERDA, C.N. **Estratégias de manejo da salinidade da água no cultivo de genótipos de gergelim.** 2019, 42p. Monografia (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB.

Desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar o crescimento e a produção de genótipos de gergelim em função das estratégias de uso de águas salinas. O experimento foi desenvolvido sob condições de ambiente protegido no município de Pombal-PB. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 6 x 2, sendo os tratamentos constituídos de seis estratégias de uso com águas salinas aplicadas nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas (SE = sem estresse ao longo do ciclo da cultura; VE= estresse salino na fase vegetativa; FL = estresse salino na fase de floração; FR = estresse salino na fase de frutificação; VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração; VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação) e dois genótipos de gergelim (BRS Seda e BRS Anahí), com 4 repetições. A irrigação com água de condutividade elétrica de  $2,7 \text{ dSm}^{-1}$  nas fases vegetativa/floração e vegetativa/frutificação reduz o crescimento e a produção das plantas de gergelim. O maior crescimento nas plantas de gergelim BRS Seda em relação ao genótipo BRS Anahí resulta incremento no número total de frutos e na massa de sementes total. Não há interação significativa entre os fatores estratégias de uso com água salinas e genótipos para nenhuma das variáveis analisadas, aos 70 dias, após o semeio.

**Palavras-chave:** *Sesamum indicum* L., estresse salino, tolerância.

## ABSTRACT

LACERDA, Cassiano Nogueira. **Water salinity management strategies for sesame genotype cultivation.** 2019, 42p. Monography (Bachelor in Agronomy) - Federal University of Campina Grande, Pombal – PB.

This research was developed with the objective of evaluating the growth and production of sesame genotypes as a function of saline water use strategies. The experiment was carried out under protected environment conditions in Pombal-PB. A randomized block design in a 6 x 2 factorial scheme was used, and the treatments consisted of six strategies of use with saline water applied at different stages of plant development (SE = no stress throughout the crop cycle; LV = stress saline in the vegetative phase; FL = saline stress in the flowering phase; FR = saline stress in the fruiting phase; VE / FL = saline stress in the vegetative and flowering phase; LV / FR = saline stress in the vegetative and fruiting phase) and two sesame genotypes (BRS Seda and BRS Anahí) with 4 repetitions. Irrigation with 3.5 dSm<sup>-1</sup> electrical conductivity water in the vegetative / flowering and vegetative / fruiting phases reduces the growth and yield of sesame plants. Higher growth in BRS Seda sesame plants compared to BRS Anahí genotype results in increase in total number of fruits and total seed mass. There was no significant interaction between saline water use strategies and genotypes for any of the variables analyzed at 150 days after sowing.

**Key words:** *Sesamum indicum* L., salt stress, tolerance.

## 1. INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma oleaginosa pertencente à família Pedaliaceae. Destaca-se pelo seu elevado valor econômico, sendo cultivada para uso alimentar, medicinal ou utilizada na produção de biodiesel (JESUS et al., 2015). Das sementes é extraído o óleo com elevada qualidade nutricional devido à presença de ácidos graxos insaturados, como oleico e linoleico. Destaca-se pela grande estabilidade e resistente à rancificação; são também utilizados na confecção de massas, doces, tortas, tintas, sabões, cosméticos e remédios (NOBRE et al., 2013).

O semiárido do Nordeste brasileiro possui condições edafoclimáticas propícias para o cultivo de gergelim. Contudo, a diminuição na disponibilidade de água em função do desbalanço agroclimático (elevada demanda evapotranspirométrica e baixos índices de precipitação) impõe restrição para os cultivos agrícolas, destacando-se a irrigação como alternativa para garantir a produção de alimentos nesta região. Entretanto, a água utilizada na irrigação apresenta em grande parte altos teores de sais, tanto em águas superficiais como subterrâneas (SILVA et al., 2014), tornando-se um fator limitante para a produção nesta região.

O excesso de sais na água e/ou no solo afeta o crescimento e a produção das plantas devido ao aumento da pressão osmótica no solo e à interferência na absorção de nutrientes pelas plantas (MACHADO & SERRALHEIRO, 2017), resultando em deficiências de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{NO}_3^-$  induzidas por excesso de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , através de competição iônica (MARSCHNER, 2011). Contudo, as respostas das plantas ao estresse salino variam dependendo do genótipo do tempo de exposição à salinidade e, por conseguinte de mecanismos de aclimação em algumas espécies, como ajustamento osmótico e controle na absorção e translocação de íons (WILLADINO & CAMARA, 2010).

Dentre as estratégias de cultivo utilizadas para reduzir os efeitos deletérios do excesso de sais sobre as plantas e o solo, destaca-se a escolha de espécies ou genótipos tolerantes, utilização de fontes de água com elevada concentração salina nos estádios de maior tolerância das culturas, mistura de águas de diferentes qualidades, uso cíclico de fontes de água com diferentes concentrações de sais

(LACERDA et al., 2009). Soares et al. (2018a) em estudo avaliando-se os aspectos fisiológicos e a produção de genótipos de algodoeiro colorido sob estresse salino, durante os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, em condições de baixa e alta salinidade, concluíram que a aplicação sucessiva da água salina na floração e na formação da produção ocasionou uma drástica redução nos aspectos fisiológicos da cultura, com recuperação das plantas após suspensão do estresse.

Ao avaliar o cultivo de melancia sob diferentes estratégias de manejo com águas salinas, Silva et al. (2019) constataram que a melancia cv. Sugar Baby expressou maior sensibilidade ao estresse salino nas fases vegetativa e de floração, situação que resultou em diminuição no tamanho dos frutos. Terceiro Neto et al. (2013) ao avaliar a produção e a qualidade de frutos de melão das cultivares Sancho e Medellín, sob estratégias de manejo de irrigação com água salina, concluíram que a irrigação com água de baixa salinidade ( $0,61 \text{ dS m}^{-1}$ ), aplicada durante dois dias, seguida da irrigação com água salina ( $4,78 \text{ dS m}^{-1}$ ), por um dia, viabilizou a produção comercial de melão.

Dada a importância do gergelim como fonte de renda para o semiárido do nordeste brasileiro, na literatura são incipientes estudos envolvendo irrigação com águas salinas nesta cultura. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e a produção de genótipos de gergelim em função das estratégias de uso de águas salinas cultivados em condições de ambiente protegido.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Geral:**

Avaliar o crescimento e a produção de genótipos de gergelim em função das estratégias de uso de águas salinas cultivados em condições de ambiente protegido.

### **2.2. Específico**

Determinar as alterações no crescimento de genótipos de gergelim em função de estratégias de irrigação com água salina.

Identificar o genótipo e a fase de desenvolvimento do gergelim em que a cultura expressa tolerância e/ou sensibilidade a salinidade da água.

Avaliar a produção dos genótipos de gergelim em função das estratégias de irrigação com água salina.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Aspectos gerais da cultura do gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) pertence à família Pedaliaceae, é uma das mais antigas oleaginosa conhecida e a nona mais cultivada no mundo. É originário da África e da Ásia, onde estão os grandes produtores, como Nigéria e Índia, e o seu cultivo está espalhado por 67 países, sendo 27 na Ásia e 23 na África. No mundo são mais de 6,62 milhões de hectares cultivados, dos quais, menos de 1% no Brasil, onde se destacam os estados do Mato Grosso e Goiás (ARRIEL, 2013). A produção mundial está estimada em 4.903.598 toneladas, colhidas em 8.983.143 hectares, com uma produtividade média de 549 kg/ha. O Brasil é um pequeno produtor com apenas 6.200 toneladas produzidas em 9.400 hectares, e produtividade em torno de 660 kg/ha (FAOSTAT, 2016).

É uma planta que possui grande heterogeneidade de características morfológicas. Tem período vegetativo de 3 a 4 meses. Apresenta altura entre 0,5 m e 3,0 m, de caule ereto, com ou sem ramificações, com ou sem pelo e com sistema radicular pivotante. As folhas se apresentam alternadas e opostas, sendo as da parte inferior da planta adulta mais largas e irregularmente dentadas ou trilobadas, enquanto as da parte superior são oval-oblongas ou lanceoladas. As flores são completas e axilares, variando de 1 a 3 por axila foliar. A corola branca ou rosada. O fruto é uma cápsula mucronada (ápice de ponta curta e dura) alongada pilosa deiscente (que se abre ao atingir a maturação) ou indeiscente, de 2 cm a 8 cm 24 25 26 23 29 de comprimento, dependendo da variedade. A cor das sementes varia do branco ao preto. As sementes são pequenas; 1.000 sementes pesam entre 2 g e 4 g, dependendo da cultivar e do ambiente (ARRIEL, 2009)

Semente de gergelim contém índices elevados de óleo (46% -50%) com 83% - 90% de ácidos graxos saturados, 20% de proteínas e vários nutrientes menores como as vitaminas e minerais, além de grande quantidade de lignanas (compostos de metilenedioxifenil), tais como extratos vegetais, sesamol, sesamolín e tocoferóis. Os componentes funcionais juntos aumentam a resistência contra a deterioração oxidativa e fornece valor nutracêutica para a colheita. Contudo, as sementes de gergelim possuem elevadas quantidades de componentes nutricionais, muito

utilizados em tratamentos na área da saúde, com efeitos anti-hipertensivos, anticancerígenos, anti-inflamatórios e antioxidantes (PATHAK et al., 2014).

O rendimento médio de grãos na cultura do gergelim situa-se em torno de 650 kg ha<sup>-1</sup>, sendo, porém de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> o seu potencial produtivo, com uma adequada adubação e irrigação (NETO et al., 2016). Porém este pode variar conforme a população de plantas, clima, solo, tratos culturais e pelos componentes de produção que, no caso do gergelim, envolvem o número de frutos por planta, número de sementes por fruto e peso de uma semente, podendo em alguns genótipos ser superior a 1.800 kg/ha de sementes. (EMBRAPA, 2009)

O gergelim é uma planta de crescimento inicial bastante lento, sendo críticos os primeiros 45 dias depois da emergência das plântulas, devendo neste período ser mantida livre de plantas daninhas. O preparo adequado do solo para o plantio já pode funcionar como um método de controle da vegetação daninha e deve ser feitas de duas a três capinas durante o ciclo da planta, com enxada ou cultivador (EMBRAPA, 2007)

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pela cultura do gergelim por ter relação direta com a divisão celular, proporcionando o maior desenvolvimento do vegetal (Arriel et al. 2006). De contrapartida a deficiência de N pode causar um desequilíbrio nutricional, e em grande quantidade aumenta a incidência de pragas e doenças, essas duas situações ocasiona um decréscimo na produção final, principalmente no teor de óleo (Biscaro et al. (2008). O P é considerado um nutriente essencial para a cultura do gergelim, podendo esta envolvido em processos metabólicos participando na formação de alguns órgãos da planta (FRANDOLOSO, 2006). Segundo Prado (2008), o K participa do crescimento, desenvolvimento e qualidade de frutos vegetais.

A cultura prefere solos profundos com textura franca, bem drenados e de boa fertilidade natural (RAMOS et al., 2010). A cultura apresenta uma ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas de clima tropical quente e tolerância a déficit hídrico (BELTRÃO et al., 2010). É cultivado em quase todos os países de clima quente, onde os principais fatores climáticos que determinam o melhor desenvolvimento do gergelim é a temperatura (entre 25 e 30°C), precipitação (mínimo de 300 mm), sendo que nos primeiro meses a planta necessita em torno de 160 a 180 mm, luminosidade (maioria das cultivares é de 10 horas de luz diária) e altitude (preferencialmente baixas altitudes e até 1.200 m) (EMBRAPA, 2009).



No entanto, as plantas apresentam resistência estomática, fazendo com que transpire menos em períodos críticos, dessa forma suportando por mais tempo a seca (OLIVEIRA, 2005). Segundo Arriel et al. (2006), um dos nutrientes mais exigido no cultivo é nitrogênio, que está ligado à divisão celular, estimulando o desenvolvimento da planta. Segundo Biscaro et al. (2008) a deficiência de N pode causar desordem nutricional, e já o seu excesso provoca aumento na incidência de pragas e doenças, ambos resultado queda de produção e redução no teor de óleo. Por sua vez, o fósforo (P) é um nutriente essencial requerido pela cultura. No caso do gergelim este nutriente está envolvido nos processos metabólicos como absorção de nutrientes e a formação dos diferentes órgãos da planta (FRANDOLOSO, 2006). Já Prado (2008) afirma que também o potássio (K) é considerado essencial para o crescimento, desenvolvimento e qualidade de frutos dos vegetais.

Quando as plantas de gergelim são submetidas ao estresse nutricional podem abortar as cápsulas onde se encontram as sementes (BELTRÃO et al., 2001). Desta forma, EMPRAPA (2009), relata que para a produção de 500 kg/há de sementes de gergelim, são necessários aproximadamente 25kg/ha de N, 3kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20kg/ha de S e 25kg/ha de K<sub>2</sub>O. Queiroga, Arriel e Silva (2010) ainda citam que por a espécie ser exigente em macro e micro nutrientes, quando utilizada como cultura de safrinha, deve-se aproveitar ao máximo os restos de cultivos para minimizar os custos com adubos químicos.

Os solos ainda devem apresentar reação neutra com pH próximo a 7, pois a cultivar não tolera solos com pH abaixo de 5,5 ou acima de 8,0 e é também extremamente sensível à salinidade e à alcalinidade (JÚNIOR e AZEVEDO, 2013). Dessa forma, Queiroga, Arriel e Silva (2010) afirmam que para a cultura em questão é necessária a correção da acidez do solo, sendo que a calagem deve ser feita de acordo com a análise química do solo. O calcário deve ser aplicado para elevar a saturação de bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 mmolc/dm<sup>3</sup>.

A região semiárida do nordeste do Brasil conta com condições agroecológicas satisfatórias ao cultivo do gergelim orgânico, em função do clima seco e quente não serem favorável à proliferação de pragas e doenças. Em algumas comunidades do Piauí (São Francisco de Assis do Piauí, Bela Vista, Simplício Mendes), Rio Grande do Norte (Lucrécia), Paraíba (Várzea) e Ceará (Tauá) têm surgido alternativas econômicas especificamente para os produtores familiares, por se tratar de um

produto de alta qualidade com um forte posicionamento no mercado internacional (QUEIROGA et al., 2008).

A exploração comercial no Nordeste teve início em 1986, após diminuição do cultivo do algodão; como o gergelim é uma cultura perfeitamente adaptada às condições edafoclimáticas e aos solos brasileiros, a sua produção agrícola deve ser estimulada, não só em função da projeção de aumento do novo mercado energético, baseado no Programa Brasileiro de Biodiesel, mas da possibilidade de exportação de sementes e derivados para países ricos, que parece ser alternativa mais viável para exploração da cultura, devido ao alto valor comercial das sementes e óleo (BELTRÃO e VIEIRA, 2001). Além disso, há um mercado nacional crescente para exploração de seus grãos e óleo, que podem ser usados em vários produtos alimentícios e fitoterápicos (QUEIROGA et al., 2008).

Sua principal finalidade é a extração do óleo, dado seu largo emprego na indústria, medicina e alimentação (TORRES, 2009). Entretanto, são vários os produtos que podem ser obtidos da semente do gergelim como, por exemplo, a farinha (usada na confecção de massas), doces, tortas, tintas, sabões, cosméticos e remédios. Os grãos inteiros apenas decorticados e polidos são, atualmente, muito utilizados como confeito no pão de hambúrguer e em outros produtos da panificação (LAGO et al., 2001; SALES, 2011).

### **3.2. Qualidade de água no semiárido**

Em termos geológicos, a região é constituída por duas estruturas básicas: o embasamento cristalino, que representa 70% da região semiárida, e as bacias sedimentares. Essas estruturas têm importância fundamental na disponibilidade de água subterrânea. No embasamento cristalino, só há duas possibilidades de existência de água no subsolo: nas fraturas das rochas e nos aluviões próximos de rios e riachos. Em geral, essas águas são poucas, de volumes finitos (os poços secam aos constantes bombeamentos) e, como se isso não bastasse, são de má qualidade (as águas que têm contato com esse tipo de estrutura se mineralizam com muita facilidade, tornando-se salinizadas) (SUASSUNA & AUDRY, 1995). No primeiro caso, segundo DEMETRIO (1993), as águas exploradas são, na maioria das vezes, de qualidade inferior, normalmente servindo apenas ao consumo animal, às vezes ao consumo humano e raramente à irrigação. No segundo caso, apesar

das enormes limitações existentes em termos de qualidade e quantidade, são muito usadas para irrigação. Dentre as características que determina a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas (BERNARDO, 1996)

MOLINIER et al. (1989), trabalhando em parcelas de solo Bruno não Cálcico na região de Sumé, nos Carirís Velhos da Paraíba, observaram que a água da chuva, após escoamento superficial, tem sua concentração salina aumentada em até quatro vezes. No mesmo solo, após infiltração e coleta a nível dos drenos, essa concentração pode aumentar mais de cinquenta vezes. LEPRUN (1983), trabalhando com águas superficiais e subsuperficiais da região semi-árida cristalina, afirma que a sua qualidade (composição química e nível de concentração dos sais) se relaciona especificamente com o tipo de rocha e de solo com os quais elas têm contato. As águas dos lençóis são mais concentradas em sais que as de superfície e essas concentrações variam de acordo com as características dos principais tipos de solos.

A utilização das águas subterrâneas para fins agrícolas exige uma série de cuidados, principalmente relacionados aos impactos decorrentes das características físico-químicas da água de irrigação, que podem afetar o solo, as culturas, os sistemas de distribuição e os próprios mananciais hídricos locais (Ayers & Westcot, 1994). Neste aspecto, faz-se necessário um diagnóstico dos riscos potenciais associados à qualidade da água que poderão acarretar problemas relacionados, principalmente, à degradação dos solos pela salinização, às perdas de produtividade de culturas por toxicidade e ao entupimento dos sistemas de irrigação localizada, se não forem adotadas medidas de correção ou mitigação (Ayers e Westcot, 1994). Segundo Bot et al. (2000), estima-se que cerca de 400 milhões de hectares irrigados no mundo apresentem problemas associados a elevados teores de sais.

### **3.3. Salinidade na água de irrigação**

Um dos fatores de maior preocupação na agricultura atual é a salinidade do solo, especialmente a irrigada, e o manejo inadequado da irrigação e dos fertilizantes utilizados na atividade agrícola são um dos principais responsáveis pelo aumento da quantidade de solos degradados com este problema (D'ALMEIDA et al.,

2005; EPSTEIN & BLOOM, 2006). O efeito da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas é um assunto discutido em vários países, principalmente, nos que apresentam regiões áridas e semiáridas (RIBEIRO et al., 2009)

Os sais são transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam à medida que a água se evapora ou é consumida pelas culturas. Os sais do solo e da água reduzem a disponibilidade da água para as plantas, a tal ponto que afetam os rendimentos das culturas. Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas tem, o que permite absorver, mesmos em condições de salinidade, maior quantidade de água (AYERS & WESTCOT, 1991).

Os sais exercem efeitos de forma direta ou indireta, lenta ou brusca, total ou parcial sobre o desenvolvimento e produção das culturas (SERTÃO, 2005). Os efeitos do excesso de sais solúveis na solução do solo, principalmente o Na e o Cl, provocam redução do desenvolvimento vegetal, especialmente nas espécies mais susceptíveis, promovendo distúrbios fisiológicos (FARIAS et al., 2009). SILVA et al. (2000). Os principais efeitos causados pela salinidade sobre as plantas são: efeito osmótico e o efeito iônico.

A salinidade afeta negativamente a absorção de água pelas raízes. A presença de sais na solução do solo acarreta em uma diminuição do potencial hídrico externo (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Neste sentido, de acordo com ALVES et al. (2011), o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu o potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas.

Assim, o aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo, poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em conseqüência, a planta não irá absorver água, e conseqüentemente nutrientes, devido à condição de estresse hídrico, sendo este processo também denominado de seca fisiológica (DIAS & BLANCO, 2010). Ainda, de acordo com os autores, dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver poderá perder a água que se encontra no

interior das raízes, pois o seu potencial osmótico será menor do que o do solo. Assim, esta tem sido a maior causa da redução do crescimento de plantas.

Os distúrbios metabólicos gerados pelo acúmulo de  $\text{Na}^+$  na célula são, em parte, resultantes da competição com o  $\text{K}^+$  pelos sítios ativos das enzimas (BLUMWALD *et al.*, 2000) As elevadas concentrações de íons específicos, sobretudo  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , podem provocar desequilíbrio nutricional nas plantas, sendo freqüente a deficiência de íons como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e nitrato (LAUCHLI & EPSTEIN, 1990)

### 3.4. Estratégias de manejo com água salina

O estresse salino pode se manifestar de varias formas seja em relação ao órgão da planta (tecido alvo), estágio de desenvolvimento e genótipo utilizado.

Resultados de experimentos conduzidos em casa de vegetação mostram que o sorgo, o trigo e o feijão-de-corda são mais sensíveis durante o estágio de crescimento vegetativo e no início da fase reprodutiva, menos sensíveis no estágio de floração e insensíveis durante o enchimento de grãos (SHALHEVET; MORRIS; SCROEDER, 1995).

Diversos trabalhos têm mostrado que a tolerância à salinidade em plantas de melão varia de acordo com o estágio de desenvolvimento (BOTÍA *et al.*, 2005; PORTO FILHO *et al.*, 2006),

A aplicação de água salina durante todo o ciclo em plantas de feijão-de-corda, cultivar EPACE 10, durante a germinação e estágio inicial de seu crescimento provocou redução na produtividade, enquanto que aplicação de água salina na fase de frutificação resultou em maior economia de água de baixa salinidade, sem afetar a produtividade e a eficiência de utilização de água (NEVES *et al.*, 2008; LACERDA *et al.*, 2009).

Morais *et al.* (2011), trabalhando com a influência da irrigação com água salina nos diferentes estágios de desenvolvimento do girassol em condições de campo, ao avaliar o crescimento e produção da cultura, encontraram que o crescimento não foi influenciado pela irrigação com água salina (CEa de 2,16 e 3,53 dS  $\text{m}^{-1}$ ),

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

#### **4.1. Localização da área experimental**

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, no período de 31 de outubro de 2018 a 01 de janeiro de 2019, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m.

#### **4.2. Tratamentos e delineamento estatístico**

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 6x2, cujos tratamentos resultaram da combinação de seis estratégias de uso com águas salinas aplicadas nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas SE = irrigação com água de baixa salinidade ao longo do ciclo da cultura; VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (15-31 DAS); FL = estresse salino na fase de floração (32-56 DAS); FR = estresse salino na fase de frutificação (57-88 DAS); VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (15-56 DAS); VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (15-88 DAS). e dois genótipos de gergelim (BRS Seda e BRS Anahí), com 4 repetições totalizando 48 unidades experimentais.

No estabelecimento das estratégias foram utilizados dois níveis de salinidade, expressos em termos de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), uma de baixa salinidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) e a outra salinizada com alta CEa ( $2,7 \text{ dS m}^{-1}$ ), nas seguintes fases de desenvolvimento da cultura: SE – irrigação com água de baixa salinidade ao longo do ciclo da cultura; vegetativa (VE) – início do estresse salino com o surgimento da primeira folha definitiva e término do estresse com a abertura da 1ª flor; floração (FL) – irrigação com alta CEa iniciando-se com a abertura da 1ª flor e se estendendo até a formação dos frutos (cápsula); frutificação (FR) – a partir do surgimento das capsulas, até a colheita final dos capulhos. O início de cada fase se deu ao término da anterior.

#### **4.3. Genótipos de gergelim**

Utilizaram-se neste estudo sementes dos genótipos BRS Seda e BRS Anahí. A BRS Seda é uma cultivar de gergelim de sementes de coloração branca, que possuem maior valor comercial, principalmente para indústrias de alimento e confeitarias. Possui potencial para produção de até 2.500 kg/ha de sementes, em condições ideais de solo, água e manejo da cultura. A cultivar é tolerante à mancha angular, cercosporiose e à murcha de *Macrophomina* (EMBRAPA, 2007). A BRS Anahí apresenta haste de coloração verde-escura, porte mediano, ciclo de 90 dias, hábito de crescimento não ramificado, floração aos 39 dias e três frutos por axila foliar. As sementes tem coloração esbranquiçada, peso médio de 4,22 mg e teor de óleo variando de 50 a 52%. Apresenta tolerância à murcha de *Macrophomina*, mancha angular e cercosporiose (EMBRAPA, 2015).

Foram usados vasos plásticos adaptados como lisímetros de 20 L de capacidade para o cultivo das plantas e na base foram feitos furos aos quais foram instalados drenos transparentes de 4 mm de diâmetro para permitir a drenagem. A extremidade do dreno no interior do lisímetro foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução do material de solo. Abaixo de cada dreno havia um recipiente para a coleta da água drenada e estimativa do consumo hídrico pelas plantas. (Figura 1A). Apoiados sobre um suporte para evitar o contato direto do vaso com o solo (Figura 1B).



**Figura 1.** Distribuição dos vasos na casa-de-vegetação (A), fase inicial de desenvolvimento das plantas (B).

Os vasos foram preenchidas com um Neossolo de textura franco-arenosa, proveniente da zona rural do município de São Domingos, PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme a metodologia propostas por Donagema et al. (2011).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

pH H <sub>2</sub> O)	M.O.	P	Características químicas					
			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
(1:2,5)	g kg <sup>-1</sup>	(mg kg <sup>-1</sup> )	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
.....Características químicas.....			.....Características físicas.....					
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa <sup>1</sup>	1519,5 kPa <sup>2</sup>
2,15	22,33	0,67	7,34	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup>+H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE<sub>es</sub> - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; <sup>1,2</sup> referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente

#### 4.4. Adubação

A adubação com NPK foi realizada em cobertura, conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos (NOVAIS et al., 1991), aplicando-se via fertirrigação, em intervalos de dez dias, 100, 150 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de solo de nitrogênio, K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Utilizou-se como fonte de nitrogênio a ureia e o monoamônio fosfato. Como fonte de fosforo foi utilizado o monoamônio fosfato e de potássio o cloreto de potássio. As adubações com micronutrientes foram realizadas semanalmente, utilizando-se soluções de ubyfol via foliar [(N (15%); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (15%); K<sub>2</sub>O (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%); Mo (0,02%)].

#### 4.5. Preparo da água salina e manejo da irrigação

A água utilizada na irrigação do tratamento de menor salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>) foi proveniente do sistema público de abastecimento de Pombal - PB; o nível de CE<sub>a</sub> de 2,7 dS m<sup>-1</sup> foi preparado a partir da diluição de NaCl na água de abastecimento.



No preparo da água de irrigação do maior nível de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais ( $\text{mmolc L}^{-1} = 10 \cdot \text{CEa (dS m}^{-1})$ ), extraída de Richards (1954), aferindo-se os valores com um condutivímetro (leitura ajustada à temperatura de 25 °C). Após preparação, as águas foram armazenadas em recipientes plásticos de 200 L, um para cada nível de CEa estudado, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que possam comprometer sua qualidade.

No momento da semeadura foram utilizadas quinze sementes de gergelim por vaso à profundidade de 2 cm e após a emergência das plântulas, foram realizados desbastes em duas etapas, quando as plantas estavam com dois e três pares de folhas definitivas, aos 15 e 25 dias após o semeio (DAS) respectivamente, deixando-se uma planta por vaso. Após a semeadura, a irrigação teve início aos 15 DAS, e foi realizada diariamente às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, tomando-se como base volume consumido (VC), considerando o volume de água aplicado às plantas (VA) no dia anterior; VD é o volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte e a fração de lixiviação – FL desejada (20%), a fim de evitar a acumulação excessiva dos sais na zona radicular, provenientes da água de irrigação.

## **4.6. Variáveis analisadas**

### **4.6.1. Variáveis de crescimento**

#### **Altura de planta**

O crescimento das plantas de gergelim foi mensurado aos 70 dias após o semeio (DAS), através da altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). A altura das plantas foi medida tomando-se como referência a distância do colo da planta à inserção do meristema apical e o número de folhas (NF) foi obtido pela contagem de folhas totalmente expandida com comprimento mínimo de 3 cm em cada planta.

#### **Diâmetro do caule**

O diâmetro caulinar (DC) foi medido a 2 cm do colo da planta com a utilização de um paquímetro sendo o mesmo aferido antes de fazer a medição de cada planta.

### **Numero de folhas**

O numero de folhas foi feito de forma manual com a contagem de todas as folhas que apresentassem mais de 3 cm, feito isso para todas as plantas.



**Figura 2.** Disposição dos genótipos de gergelim na fase de floração aos 45 dias após o semeio.

### **Área foliar**

A área foliar foi obtida aplicando-se a equação proposta por Silva et al. (2002):

$$AF = \sum 0,3552 \times C$$

Em que: AF - Área foliar total (cm<sup>2</sup>) e C - medida do comprimento longitudinal da folha (cm).

### **4.6.2. Variáveis de produção**

#### **Número total de frutos; massa total de sementes; massa de 1000 sementes.**

O número total de frutos por planta foi obtido mediante contagem de todos os frutos após colheita. A massa de sementes (MSem) e massa de 1000 sementes (M1000S) foram quantificados em balança analítica com precisão de 0,01g e o número total de frutos (NTF) e de sementes (NTS) obtidos mediante contagem após a colheita.

#### 4.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativo foi realizado teste de comparação de médias (Tukey em nível de 0,05 de probabilidade) para as estratégias de uso de água salina e os genótipos e, quando houve interação significativa entre os fatores realizou-se o desdobramento do fator estratégias de uso de água salina dentro de genótipos utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2011).

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

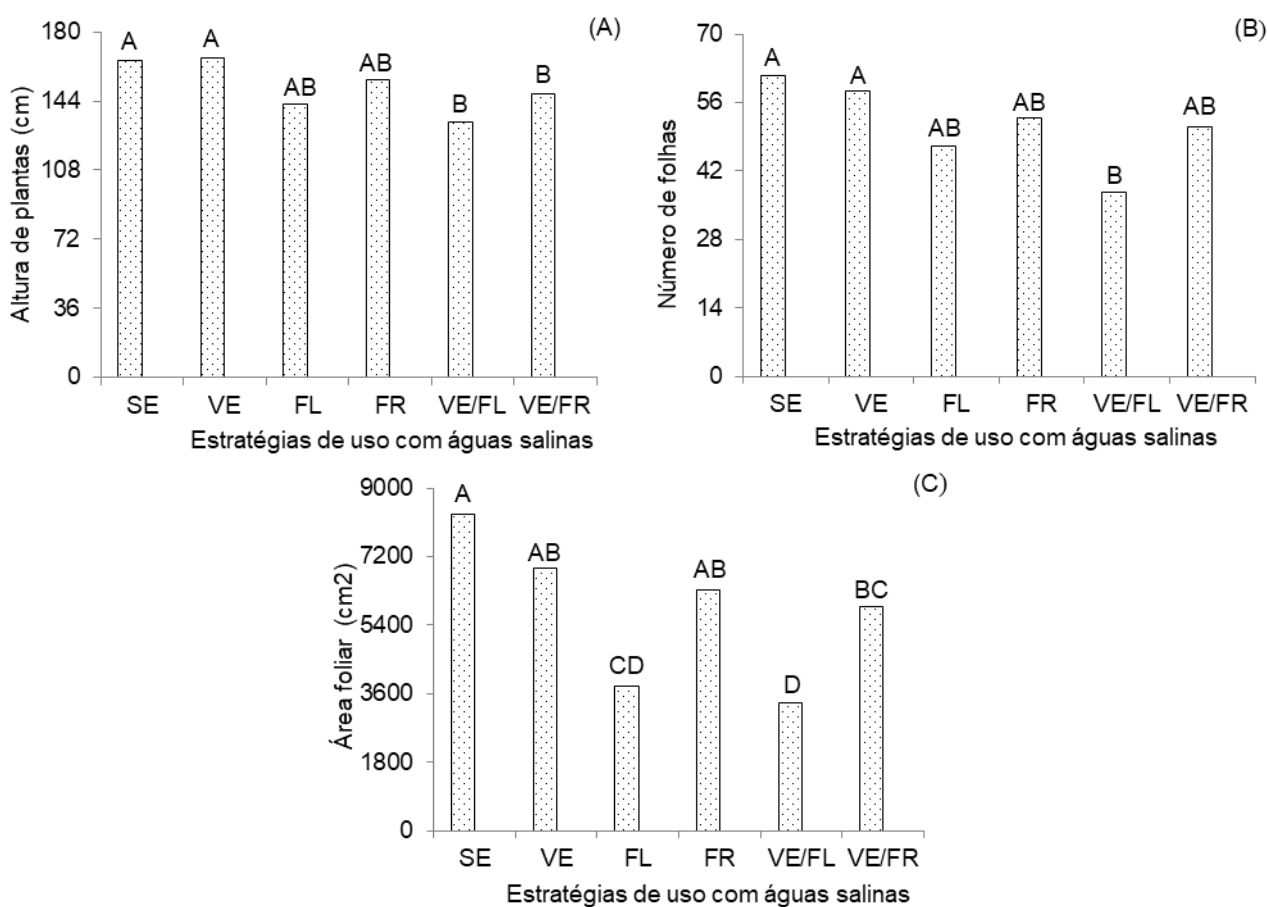
De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 2) houve efeito significativo das estratégias de uso com águas salinas para altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) das plantas de gergelim, aos 70 dias após o semeio. O fator genótipos proporcionou influência significativa sobre DC, AP, NF e AF. Já a interação entre os fatores (EUS x GEN) não afetou de forma significativa nenhuma das variáveis do gergelim mensuradas.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância referente ao diâmetro de caule (DC), altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) das plantas de gergelim cultivada sob diferentes estratégias de uso de águas salinas (EUS), aos 70 dias após o semeio.

FV	GL	Quadrados Médios			
		DC	AP	NF	AF
Estratégias de uso com águas salinas (EUS)	5	8,99 <sup>ns</sup>	1387,55*	569,38*	28216284,66**
Genótipos (GEN)	1	198,41*	48133,33**	3333,33*	21325240,76*
Interação (EUS x GEN)	5	4,12 <sup>ns</sup>	500,08 <sup>ns</sup>	110,38 <sup>ns</sup>	1013818,91 <sup>ns</sup>
Blocos	3	15,33 <sup>ns</sup>	38,94 <sup>ns</sup>	550,22 <sup>ns</sup>	6107375,69 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	9,41	308,17	162,08	2084928,41
CV(%)		15,44	11,59	24,76	25,04
DMS		19,86	26,54	19,25	5765,45

FV = Fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação; \*\*significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; DMS = Diferença mínima significativa.

A altura de plantas (Figura 3A), do gergelim diferiu estatisticamente quando foram submetidas às estratégias SE, VE em relação as que receberam água de elevada salinidade (2,7 dS m<sup>-1</sup>) durante as fases vegetativa/floração e vegetativa/frutificação. Contudo, não houve diferença significativa quando se utilizou água de elevada salinidade durante as fases vegetativa, floração, frutificação e vegetativa/floração e vegetativa/frutificação. Assim, percebe-se que o efeito deletério do estresse salino é minimizado quando as plantas receberam água salina apenas numa fase fenológica. De acordo com Costa et al. (2013) o efeito negativo do estresse salino sobre as plantas está relacionado com a intensidade e duração da exposição aos sais. O excesso de sais na água e/ou no solo promove efeitos tóxicos nas plantas, devido à baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura ou pela redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina (SOUSA et al., 2014). Guedes et al. (2015) avaliando-se diferentes estratégias de uso de água salina na cultura do tomate cereja, cv. 'Carolina' em ambiente protegido, constataram que a irrigação com água de elevada concentração de sais (3,5 dS m<sup>-1</sup>) resultou em maior redução no crescimento em altura de plantas.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). SE = irrigação com água de baixa salinidade ao longo do ciclo da cultura; VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (15-31 DAS); FL = estresse salino na fase de floração (32-56 DAS); FR = estresse salino na fase de frutificação (57-88 DAS); VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (15-56 DAS); VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (15-88 DAS).

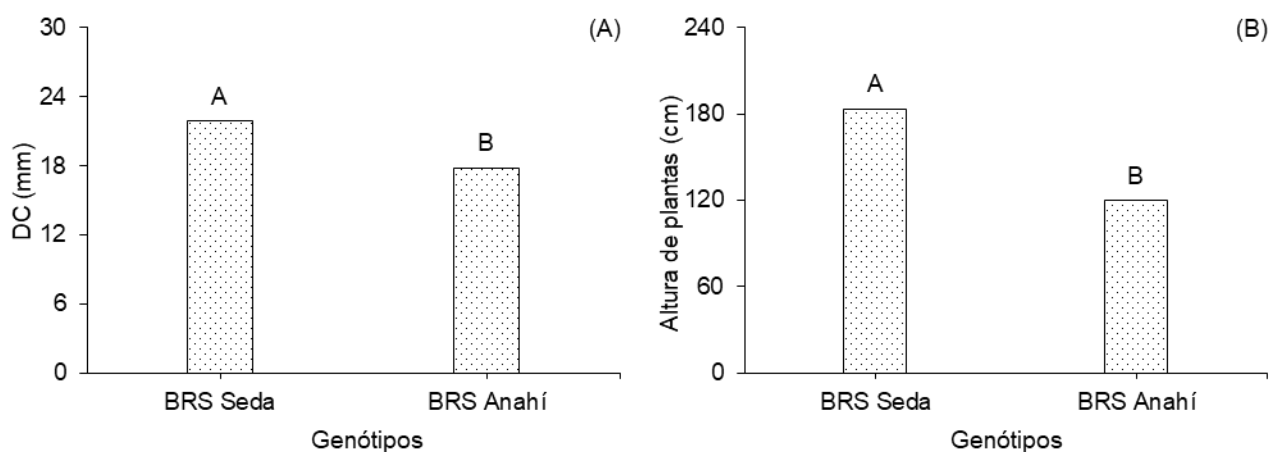
**Figura 3.** Altura de plantas (A), número de folhas (B) e área foliar (C) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes estratégias de uso de águas salinas, aos 70 dias após o semeio.

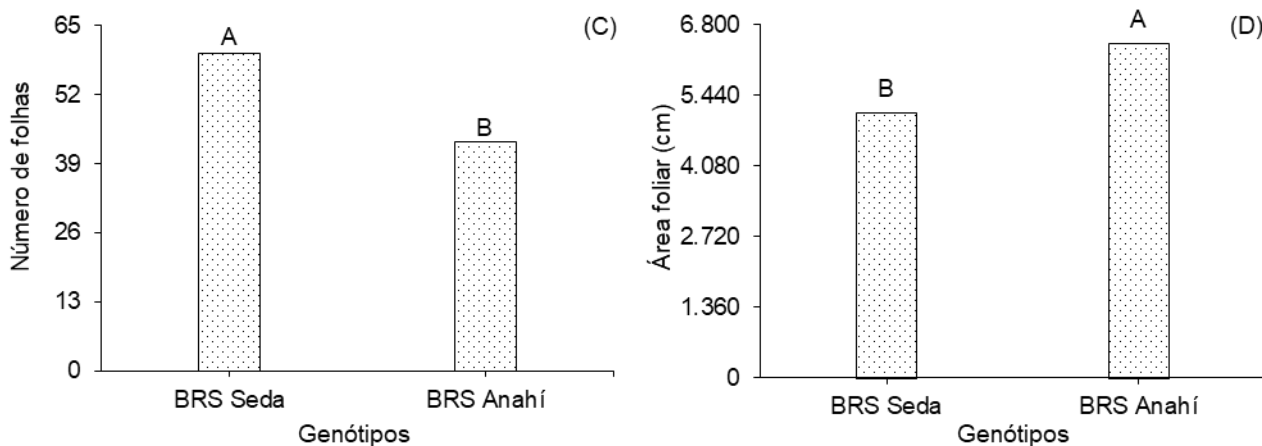
Semelhante ao observado para AP (Figura 3A), o número de folhas (Figura 3B), das plantas cultivadas sob salinidade da água de  $2,7 \text{ dS m}^{-1}$  nas fases vegetativa e floração de forma sucessiva foi inferior ao das que receberam água de menor nível de CEa ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) durante todo ciclo de cultivo e maior nível salino ( $2,7 \text{ dS m}^{-1}$ ) apenas na fase vegetativa. Comparando-se as estratégias de uso de águas salinas nas fases de floração, frutificação, vegetativa/floração e vegetativa/frutificação, verifica-se que não houve diferença significativa entre si. A redução do número de folhas nas plantas cultivadas sob estresse salino é uma alternativa para manter a baixa absorção de água salina (especialmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) (GUEDES et al., 2015). Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo, Costa et al. (2013) em pesquisa com a mamoneira cv. BRS Energia avaliando-se o uso estratégias de irrigação com água salina com o propósito de identificar o (s) estágio (s) de maior de maior tolerância à salinidade observaram que o número de folhas das plantas não foi influenciado pelo estresse salino, independente da fase de desenvolvimento da cultura.

A área foliar (Figura 3C), das plantas de gergelim cultivadas sob as estratégias SE, VE e FR foi estatisticamente superior ao das que foram submetidas à água de elevada salinidade nas fases de floração e aplicação contínua na fase vegetativa. Nota-se também que a irrigação com água salina na fase de floração não difere das que foram cultivadas sob a estratégia VE/FL. Assim como observado para altura de plantas (Figura 3A) e número de folhas (Figura 3B), o uso contínuo de água salina nas fases vegetativa e de floração destaca-se com maior efeito deletério sobre as plantas de gergelim. A inibição do crescimento em área foliar ocasionada pelo

excesso de sais se torna mais prejudicial quando afeta o crescimento celular e a expansão das folhas, tanto através da redução na pressão de turgescência como na extensibilidade da parede celular, resultando em reflexos negativos na taxa de fotossíntese líquida, prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas em geral (SOUSA et al., 2014). Soares et al. (2018) avaliando-se os efeitos de diferentes estratégias de manejo da salinidade em genótipos de algodoeiro naturalmente coloridos (BRS Rubi, BRS Topázio, BRS Safira), concluíram que a irrigação com água salina nos estágios vegetativo e de floração pode ser utilizada no cultivo de algodão com as menores perdas de crescimento.

De acordo com o teste de comparação de médias para diâmetro de caule (Figura 4A), altura de plantas (Figura 4B) e número de folhas (Figura 4C), verifica-se que o genótipo BRS Seda destaca-se com o maior crescimento em relação ao BRS Anahí. Ao comparar a AP, o DC e o NF do genótipo BRS Seda em relação ao BRS Anahí, nota-se superioridade de 63,84 cm; 4,06 mm e 16,67 folhas, respectivamente. A redução no crescimento nas plantas de gergelim BRS Anahí em relação ao genótipo BRS Seda pode está relacionado à variabilidade dos materiais genéticos, pois o genótipo BRS Anahí destaca-se pelo porte mediano e hábito de crescimento não ramificado (EMBRAPA, 2015). Por outro lado, o BRS Seda possui hábito de crescimento ramificado e porte mediano (EMBRAPA, 2007).





Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

**Figura 4.** Diâmetro de caule (A), altura de plantas (B), número de folhas (C) e área foliar (D) dos genótipos de gergelim cultivados sob diferentes estratégias de uso de águas salinas, aos 70 dias após o semeio.

Diferentemente do crescimento em diâmetro de caule, altura de plantas e número de folhas, a área foliar (Figura 4D), das plantas de gergelim BRS Anahí foi superior estatisticamente em comparação com a BRS Seda. Ao comparar a AF das plantas de gergelim BRS Anahí em relação ao genótipo BRS Seda, constata-se incremento de 1333,08 cm<sup>2</sup>. Normalmente os genótipos de gergelim encontrados para cultivo possuem distinções em função das características morfológicas (porte, hábito de crescimento, cor da semente e etc) (EMBRAPA, 2015), dessa forma, a redução do crescimento em área foliar pode está relacionada às características inerentes de cada genótipo.

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3), verifica-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das estratégias de uso de águas salinas sobre o número total de frutos (NTF) e na massa total de sementes (MTS) das plantas de gergelim. O fator genótipo proporcionou diferença significativa sobre o NTF, MTS e M1000S. Já a interação entre os fatores (EUS x GEN) não influenciou de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente ao número total de frutos (NTF), massa total de sementes (MTS) e massa de mil sementes (M1000S) das plantas de gergelim cultivada sob diferentes estratégias de uso de águas salinas (EUS), aos 88 dias após o semeio.

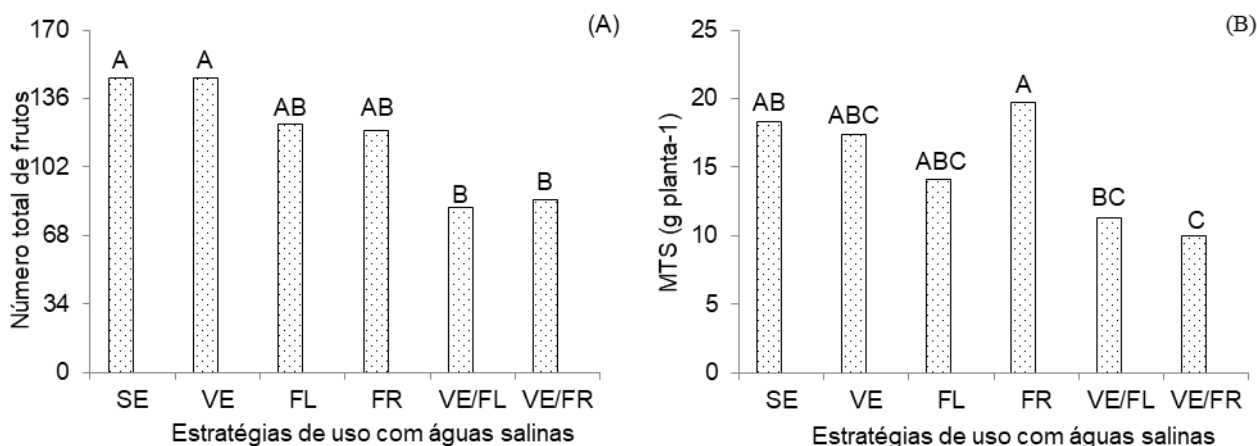
FV	GL	Quadrados Médios		
		NTF	MTS	M1000S
Estratégias de uso com águas salinas (EUS)	5	6361,97*	125,45*	1,12 <sup>ns</sup>
Genótipos (GEN)	1	67125,52**	726,18**	2,50*
Interação (EUS x GEN)	5	795,17 <sup>ns</sup>	31,41 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
Blocos	3	423,02 <sup>ns</sup>	13,78 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	1341,68	29,65	0,52
CV(%)		31,27	36,06	21,45
DMS		117,14	8,23	1,09

FV = Fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação; \*\*significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo, DMS = Diferença mínima significativa.

De acordo com o teste de comparação (Figura 5A), as plantas de gergelim cultivadas sob as estratégias SE e VE obtiveram um número total de frutos superior estatisticamente ao das que foram submetidas à irrigação com água de elevada salinidade nas fases vegetativa e de floração e vegetativa e de frutificação. Contudo, ao comparar as plantas cultivadas nas estratégias FL e FR, constata-se que não houve diferença significativa em relação as que estavam VE/FL e VE/FR. Desta forma, fica evidenciado que apesar de não haver efeito significativo entre FL, FR, VE/FL e VE/FR, as plantas irrigadas com água de elevada salinidade (3,5 dS m<sup>-1</sup>) nas fases sucessivas produziram um menor número de frutos em comparação com aquelas que receberam apenas num estágio de desenvolvimento.

A redução no número total de frutos das plantas de gergelim ocorre devido à redução do potencial osmótico da solução salina, induzindo a redução do potencial hídrico, diminuindo a absorção de água e nutrientes pelas plantas, bem como a capacidade fotossintética, devido a vários fatores, como desidratação das membranas celulares, toxicidade iônica, redução no suprimento de CO<sub>2</sub>, senescência induzida pela salinidade e mudança na atividade das enzimas (TERCEIRO NETO et al., 2013). Soares et al. (2018b) em estudo avaliando-se os aspectos fisiológicos e a produção de genótipos de algodoeiro colorido sob estresse salino, durante os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, em condições de baixa e alta salinidade, concluíram que a produção de algodão em pluma não é comprometida pelo uso de água de alta salinidade nas fases iniciais de desenvolvimento do algodoeiro colorido naturalmente.





Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ). SE = irrigação com água de baixa salinidade ao longo do ciclo da cultura; VE= estresse salino apenas na fase vegetativa (15-31 DAS); FL = estresse salino na fase de floração (32-56 DAS); FR = estresse salino na fase de frutificação (57-88 DAS); VE/FL = estresse salino na fase vegetativa e na floração (15-56 DAS); VE/FR = estresse salino na fase vegetativa e de frutificação (15-88 DAS).

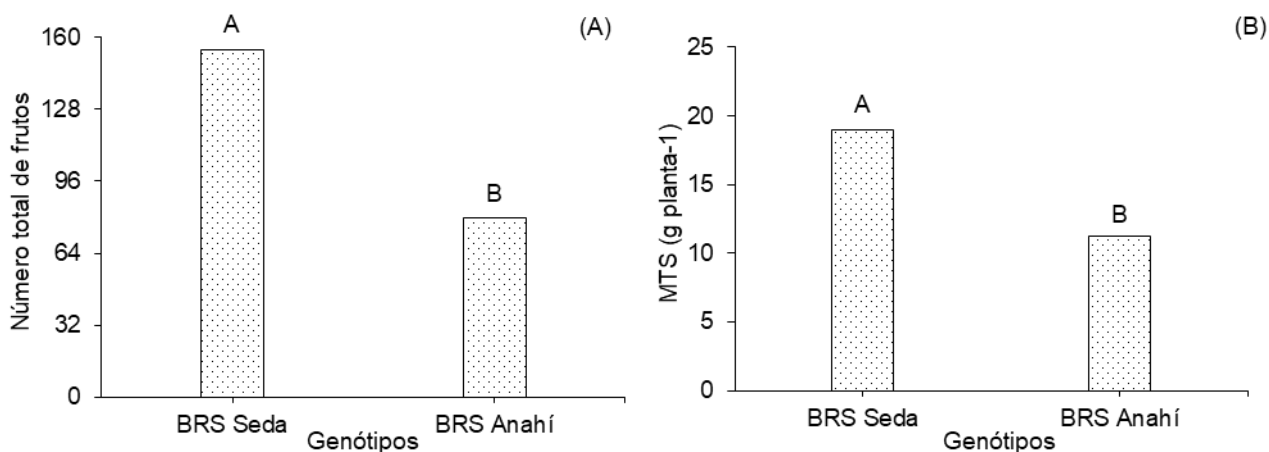
**Figura 5.** Número total de frutos (A) e massa total de sementes – MTS (B) de plantas de gergelim cultivadas sob diferentes estratégias de uso de águas salinas (EUS), aos 88 dias após o semeio.

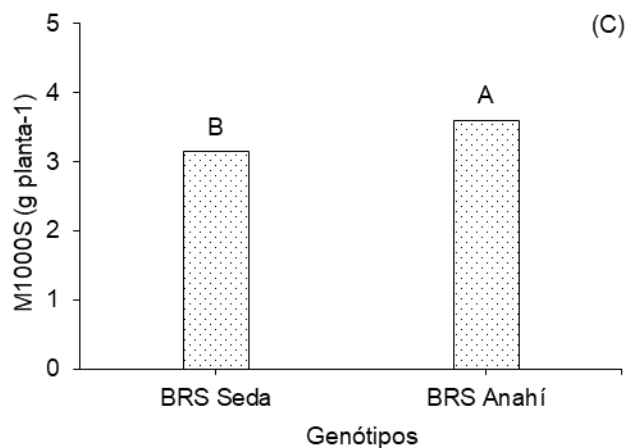
A massa total de sementes das plantas de gergelim também foi influenciada pelas estratégias de uso com água salina. De acordo com o teste de médias (Figura 5B), as plantas cultivadas sob irrigação com água de elevada salinidade na fase de frutificação obteve a maior MTS ( $10,3 \text{ g planta}^{-1}$ ), diferenciando-se de forma significativa apenas das que estavam submetidas às estratégias VE/FL e VE/FR. Contudo, ao comparar as plantas cultivadas sob as estratégias de uso da salinidade SE, VE, FL e FR, verifica-se que não houve diferença significativa entre si. Destaca-se, o efeito mais pronunciado do estresse salino sobre a produção das plantas de gergelim quando a água salina é aplicada de forma contínua durante dois estádios de desenvolvimento. Corroborando com os resultados desse estudo, Costa et al. (2013) em pesquisa avaliando o uso de estratégias de irrigação com água salina no crescimento e na produção da mamoneira (BRS Energia), concluíram que a mamoneira não apresentou tolerância diferenciada à salinidade em função da fase de desenvolvimento, embora tenha sido prejudicada quando aumentaram a intensidade e a duração do estresse salino.

O número total de frutos (Figura 6A) e a massa total de sementes (Figura 6B) das plantas de gergelim seguiram a mesma tendência do crescimento em AP, DC e

número de folhas. De acordo com o teste de comparação de médias (Figura 6A e 6B), constata-se que o genótipo BRS Seda obteve superioridade no NTF e na MTS em comparação ao BRS Anahí. O genótipo BRS Seda que produziu o maior NTF e a MTS foi o que se destacou nas variáveis de crescimento (DC, AP e NF). A maior produção observada no genótipo BRS Seda em comparação com o BRS Anahí pode ser um reflexo da elevada capacidade fotossintética desse material genético em condições de semiárido, verificado neste trabalho através do crescimento em DC, AP e NF, fato que resultou em maior produção de frutos e massa de sementes.

Com relação à massa de mil sementes das plantas de gergelim (Figura 6C) verifica-se através do teste de comparação de médias, que o genótipo BRS Anahí obteve a maior M1000S ( $3,607 \text{ g planta}^{-1}$ ), diferindo-se de forma significativa da BRS Seda ( $3,15 \text{ g planta}^{-1}$ ). Comparando-se a M1000S da BRS Anahí, percebe-se um incremento de  $0,457 \text{ g planta}^{-1}$  em relação à BRS Seda. Apesar da redução na massa de mil sementes na BRS Seda, o valor obtido neste estudo está próximo ao preconizado pra este genótipo, pois de acordo com a Embrapa (2007) sob condições normais de água, solo e manejo adequado o peso médio de mil sementes da BRS Seda é de  $3,22 \text{ g}$ . Contudo, para o genótipo BRS Anahí o valor encontrado neste trabalho ( $3,607 \text{ g planta}^{-1}$ ) é superior aos  $4,22 \text{ mg}$ , conforme destacado pela Embrapa (2015).





Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ( $p < 5\%$ ).

## 6. CONCLUSÕES

A irrigação com água de condutividade elétrica de  $2,7 \text{ dS m}^{-1}$  nas fases vegetativa/floração e vegetativa/frutificação reduz o crescimento e a produção das plantas de gergelim.

A produção do gergelim não é afetada pelo uso de águas salinas nas fases vegetativa, floração e de frutificação de forma isolada.

O maior crescimento nas plantas de gergelim BRS Seda resulta incremento no número total de frutos e na massa de sementes total.

Não há interação significativa entre os fatores estratégias de uso com água salinas e genótipos para nenhuma das variáveis analisadas, aos 88 dias, após o semeio.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. A. L.; SILVA, S. L. F.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{K}^{+}$  em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

ARRIEL, N. H. C. Gergelim orgânico é opção de cultivo rentável no semiárido. *Brasil Rural*, 2013 Disponível em: <https://economia.terra.com.br/brasil-rural/gergelimorganico-e-opcao-de-cultivo-rentavel>. ACESSO 19/11/2019.

ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P. de T. Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 209 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/algodao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/580929/gergelim-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde>>. Acesso em: 12 de novembro de 2019.

- ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. T.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A. E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. A cultura do gergelim. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 72p. (Cartilha Plantar, 50).
- AUDRY, Pierre; SUASSUNA, João- A Qualidade da Água na Irrigação do Trópico Semiárido: um estudo de caso, In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação, Pesquisa e Desenvolvimento, Anais do Encontro, SUDENE e Embaixada da França, Recife, 11 a 13 de dezembro de 1990.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. de.; BENATI, T.; FIRMINO, P. de T. Importância Econômica e Social. In: BELTRÃO, Napoleão E. de M.; VIEIRA, D. J. O Agronegócio do Gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001
- BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; MARACAJA, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.5, p67-73, 2010
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6. ed. Viçosa: UFV, 1996. 596 p
- BISCARO, G.A.; MACHADO, J.R.; TOSTA, M.S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R.P.; CARVALHO, L.A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia- MS. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. v.32, n.5 p.1366-1373, 2008.
- BLUMWALD, E.; Sodium transport and salt tolerance in plant cells. **Current Opinion of Cell Biology**, v. 12, p. 76-112, 2000.
- BOTÍA, P. *et al.* Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. **European Journal of Agronomy**, v.23, p.243-253. 2005.

- COSTA, M. E. DA; MORAIS, F. A. DE; SOUZA, W. C. M. DE; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T. de. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, n.1, p.34-43, 2013.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A. D.; et al. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.615- 621, 2005
- DEMÉTRIO, J.G.A.; DOHERTY, F.R.; ARAUJO FILHO, P.F. de; SCHEFFER, S. - Qualidade de Água Subterrânea no Nordeste Brasileiro, UFPE/IPA/LAMEPE, Comunicação Oral, In: 45ª Reunião Anual da SBPC, Anais da Reunião, Recife-PE, 11 a 16 de julho de 1993, pg. 79
- DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. 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**. p. 129-140, 2010.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. DE; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (org.). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- EMBRAPA - CNPA. Gergelim, BRS Anahí. Campina Grande: Embrapa CNPA, 2015. 2p. Folder informativo.
- EMBRAPA - CNPA. Gergelim, BRS Seda. Campina Grande: Embrapa CNPA, 2007. 2p. Folder informativo.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Gergelim, o produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Embrapa Informação Tecnológica, 1º Ed. 215p. Brasília, DF 2009
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta. 403p, 2006
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016) FAOSTAT Production Crops. [on-line]. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/#DOWNLOAD>>. Acesso em: 19/11/2019.

- FARIAS, S. G. G. et. al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FRANDOLOSO, J. F. **Eficiência de adubos fosfatados associados a enxofre elementar na cultura do milho**. 2006. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- GUEDES, R. A. A.; OLIVEIRA, F. DE A. ALVES, R. DE C. DE; MEDEIROS, A. S. DE; GOMES, L. P.; COSTA, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.913-919, 2015.
- JESUS, L. L.; NERY, M. C.; ROCHA, A. S.; MELO, S. G. F.; CRUZ, S. M.; DIAS, D. C. F. S. Teste de tetrazólio para sementes de *Sesamum indicum*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, n.3, p.422-428, 2015.
- JÚNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. de. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim 'BRS Seda' na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). **Revista Holos**, v.2, p.19- 33, 2013.
- LACERDA, C. F. *et al.* Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.2, p.221-230, 2009.
- LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B. DA; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.2, p. 221-230, 2009.
- LAGO, A. A.; CAMARGO, O. B. A.; SAVY FILHO, A.; MAEDA, J. A. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.36, n.2, p. 363-369, 2001.

- LÄUNCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: Tanji, K.K. (ed), **Agricultural Salinity Assessment and Management**. American Society of Civil Engineers. 1990. p. 113-137.
- LEPRUN, J.C. - Primeira Avaliação das Águas Superficiais do Nordeste: Relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro, Recife, SUDENE-DRN, 1983, Pg. 91-141, Convênio SUDENE/ORSTOM.
- MACHADO, R. M. A.; SERRALHEIRO, R. P. Soil Salinity: Effect on vegetable crop growth: Management practices to prevent and mitigate soil salinization. **Horticulturae**, v.30, n.3, p.1-13, 2017.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3a ed. New York, Academic Press, 2011. 672 p.
- MOLINIER, M; AUDRY, P; DESCONNETS, J.C.; LEPRUN, J.C. - Dinâmica da Água e das Matérias num Ecosistema Representativo do Nordeste Brasileiro: Condições de Extrapolação Espacial à Escala Regional, **ORSTOM**, Recife, 1989
- MORAIS, F. A. *et al.* Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.2, p.327-336, 2011.
- NETO, M. E., PEREIRA, W. E., SOUTO, J. S., ARRIEL, N. H. C. Crescimento e produtividade de gergelim em Neossolo Flúvico em função de adubação orgânica e mineral. **Rev. Ceres** vol.63 no.4 Viçosa Jul/Aug. 2016
- NEVES, A. L. R. *et al.* Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.4, p.569-574, 2008.
- NOBRE, D. A. C.; TROGELLO, E. I.; MORAIS, D. L. B.; BRANDÃO JUNIOR, D. S. Qualidade da semente do gergelim preto (*Sesamum indicum* L.) em diferentes épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.4, p.609-616, 2013.



- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. ENSAIO EM AMBIENTE CONTROLADO. IN: OLIVEIRA, A. J. (ed.) Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. 1991. Cap.12, p.189-253.
- PATHACK, N.; RAI, A.K.; KUMARI, R.; THAPA A.; and BHAT, K.V. Sesame Crop: An underexploited Oilseed Holds Tremendous Potential for Enhanced Food Value. **Agriculture Sciences**, v. 5, sn, p. 519-529. 2014.
- PORTO FILHO, F. Q. *et al.* Viabilidade da irrigação do meloeiro com águas salinas em diferentes fases fenológicas. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.453-459, 2006.
- PRADO, R. M. Nutrição de plantas. São Paulo: UNESP, 2008, 407p.
- QUEIROGA, V. de P., ARRIEL, N. H. C., SILVA, O. R. R. F. da; Tecnologias para o agronegócio do gergelim. **Embrapa Algodão** (Campina Grande, PB). 1º ed. 2010.
- QUEIROGA, V.P.; ARRIEL, N.H.C.; BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, O.R.R.; GONDIM, T. M.S.; FIRMINO, P.T.; CARTAXO, W.V.; SILVA, A.C.; VALE, D.G.; NÓBREGA, D.A. Cultivo Ecológico do Gergelim: alternativa de produção para comunidades de produtores familiares da região semiárida do Nordeste. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 53p. (Embrapa Algodão. Documentos, 171).
- QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; GEREON, H.G.M.; MOURA, J.A.; SILVA, P.J.; SOUZA FILHO, J.F. Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 127p. (Embrapa Algodão. Documentos, 190).
- QUEIROGA, V.P.; GONDIM, T.M.S.; VALE, D.G.; PE. GEREON, H.G.M.; MOURA, J.A.; SILVA, P.J.; SOUZA FILHO, J.F. Produção de Gergelim Orgânico nas Comunidades de Produtores Familiares de São Francisco De Assis Do Piauí. EMBRAPA-CNPA, Campina Grande, 2008. 127p. (Documentos, 190).
- RAMOS, J.P.C.; JÚNIOR, J.N.S.M.; SOUZA, F.F.; FERNANDES, J.D.; LIMA, V.I. Comportamento do Número de Frutos do Gergelim (*Sesamum indicum*) Sob Diferentes Quantidades de Esterco Bovino. IV Congresso Brasileiro de

- Mamona & I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa-PB, 2010. Anais. Campina grande: Embrapa Algodão, 2010, p. 509-513.
- OLIVEIRA, E. Características da cultura do gergelim. Campo Florido: Emater, 2005.
- RIBEIRO, M. R.; et al. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (ed.). Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2012 1578 Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 449-484, 2009.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954. 160p.
- SALES, A. L. C. C. **Efeito de suplementação com aveia, linhaça, gergelim, semente de girassol e jatobá sobre parâmetros relacionados ao Diabetes Mellitus em ratos.** 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI. 2011.
- SERTÃO, M. A. J. **Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (Urocloa mosambicensis (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido.** 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.
- SHALHEVET, J; MORRIS, G. H.; SCROEDER, B. P. Root and shoot growth response to salinity in maize and soybean. **Agronomy Journal**, v.87, p.512–516. 1995.
- SILVA, F. A. M.; et al. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.
- SILVA, J. L. DE A.; MEDEIROS, J. F. DE; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. DE A. DE; SILVA JUNIOR, M. J. da; Nascimento, I. B. do. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. Revista Brasileira de **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p.S66–S72, 2014.

- SILVA, L. C.; SANTOS, J. W.; VIEIRA, D. J.; BELTRÃO, N. E. DE M.; ALVES, I.; JERÔNIMO, J. F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.6, n.1, p.491-496, 2002.
- SILVA, S. S. DA; LIMA, G. S. DE; LIMA, V. L. A. DE; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; LUCENA, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, e54822, 2019.
- SOARES, L. A. DOS A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. DE; BRITO, M. E. B.; NASCIMENTO, R. DO; ARRIEL, N. H. C. Physiology and production of naturally-colored cotton under irrigation strategies using salinized water. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, n.6, p.746-755, 2018b.
- SOARES, L. A. DOS A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. DE; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. DA S. Growth and fiber quality of colored cotton under salinity management strategies. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.5, p.332-337, 2018.
- SOUSA, G. G. DE; VIANA, T. V. DE A.; LACERDA, C. F. DE; AZEVEDO, B. M. DE; SILVA, G. L. DA; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.8, n.3, p.359-367, 2014.
- SUASSUNA, J.; AUDRY, Pierre. – Estudo da Salinidade das Águas de Irrigação das Propriedades do GAT e da sua Evolução Sazonal, Durante os anos de 1988 e 1989: catálogo das observações de campo e dos resultados das análises, CNPq/BID/PDCT-NE/FUNDAJ, Recife, setembro de 1992 a, Pg. 318.
- TERCEIRO NETO, C. P. C.; Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F. de; Dias, N. da S.; Campos, M. de S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.4, p.354-362, 2013.

TORRES, S. B.; MEDEIROS, M. A.; TOSTA, M. S; COSTA, G. M. M. Teste de WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n.11, p. 1-23, 2010.