



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

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE
FEIJÃO *Vigna* SOB ESTRESSE SALINO VARIANDO AS FASES
FENOLOGICAS**

IDELVAN JOSÉ DA SILVA

**POMBAL/PB
2020**

IDELVAN JOSÉ DA SILVA

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE
FEIJÃO *Vigna* SOB ESTRESSE SALINO VARIANDO AS FASES
FENOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de
Ciências e Tecnologia Agroalimentar da
Universidade Federal de Campina Grande, para
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Lauriane Almeida dos
Anjos Soares

Coorientador: Prof^º. Dr. Geovani Soares de Lima

POMBAL/PB

2020

S586m Silva, Idelvan José da.
Morfofisiologia e produtividade de genótipos de feijão *Vigna* sob estresse salino variando as fases fenológicas / Idelvan José da Silva . – Pombal, 2020.
32 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia
Agroalimentar, 2020.

"Orientação: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares".

"Coorientação: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima".

Referências.

1. Feijão-caupi. 2. Estresse salino. 3. Agricultura irrigada. 4. Semiárido.
I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Lima, Geovani Soares de. III.
Título.

CDU 633.35(043)

IDELVAN JOSÉ DA SILVA

**MORFOFISIOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE
FEIJÃO *Vigna* SOB ESTRESSE SALINO VARIANDO AS FASES
FENOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronomia do Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar da Universidade
Federal de Campina Grande, para obtenção
do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 09 de Março de 2020

BANCA EXAMINADORA:

Geovani Soares de Lima

Coorientador – D. Sc. Geovani Soares de Lima
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA/UAGRA)

Flaubert Queiroga de Sousa

Membro - D.Sc. Flaubert Queiroga de Sousa
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA-UAGRA)

Luderlândio de Andrade Silva

Membro MSc. Luderlândio de Andrade Silva
(PPGEA/UFCG/Campus de Campina Grande-PB))

Rômulo Carantino Lucena Moreira

Membro MSc. Rômulo Carantino Lucena Moreira
(PPGEA/UFCG/Campus de Campina Grande-PB))

Pomba/PB

2020

Ao meu Deus, aquele que me acolhe, protege e me guia diante de todas as dificuldades.

DEDICO

Aos meus amados e queridos pais, Isaac e Selma, que muitas vezes renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus, pelo carinho, compreensão, paciência e incentivo em todos os momentos de dificuldades, pela confiança e amor. Às minhas irmãs Silvana e Suênia por todo o carinho, amizade e respeito. Essa VITÓRIA é nossa!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos concedidas em minha vida;

Aos meus pais e irmãos por sempre acreditarem em mim, por me oferecer o bem mais valioso que existe (A educação) e por serem o melhor exemplo que tenho em minha vida;

À minha Orientadora Lauriane Almeida dos Anjos Soares e Coorientador Geovani Soares de Lima, pelas orientações, força e amizade. Obrigado por acreditarem na minha capacidade, por todos os ensinamentos e colaborações para a realização deste trabalho. Nunca esquecerei vocês.

A Wennia Gomes, pelo companheirismo, pela paciência e por sempre está presente, mesmo nos momentos difíceis, me apoiando.

Aos membros da banca Flaubert Queiroga de Sousa, Rômulo Carantino Lucena Moreira e Luderlândio de Andrade Silva por todas valiosas sugestões e contribuições;

Aos amigos Saulo Soares, Edmar Gonçalves, Dom Jonathan, Rômulo Carantino, Wesley Pinheiro e Luderlândio bem como aos servidores da Fazenda experimental, os senhores Francisco, Adriano, Elinaldo, Cema, Chininha e Renato por todo auxílio prestado para que este trabalho fosse realizado;

Aos motoristas, os senhores Adriano, Juraci, Dênis, Marcos, Alessandro e Neto pela força e apoio diário durante os inúmeros deslocamentos até a Fazenda Experimental.

A Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de realização deste curso;

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias pelos ensinamentos;

Às técnicas Roberta Chaiene e Joyce Fernandes e o técnico Anderson pelos ensinamentos durante minha Iniciação Científica;

Aos amigos que a universidade me presenteou na Turma 2015.2, em especial, Andréia, Arthur Dimas, Arthur Vinícius, Carlyson, Eder, Jonathan, Karol, Leônidas, Pablo, Smith, Eryques, Mariana, Patrícia, Valéria, Thiago por todo o apoio durante esses cinco anos juntos. Mesmo diante de todas as diferenças e dificuldades, conseguimos fazer a nossa história no CCTA. Vocês estarão sempre em minhas orações, desejo sucesso a todos;

Aos meus tios e minhas tias que me apoiaram e incentivaram a lutar por esse sonho;

Aos amigos que sempre me apoiaram a alcançar meus objetivos obrigada pelo apoio e amizade;

As minhas primas Aeveles, Aline Barboza e Wedja e ao meu primo Adriano Rodrigues por todo o companheirismo e energia durante essa etapa final.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que esta conquista fosse alcançada.

Muito obrigado!

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo geral.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. REEFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1. Aspectos gerais da cultura do Feijão <i>Vigna</i>	12
3.2. Qualidade da água na irrigação	12
3.3. Efeito de sais nas plantas e no solo	13
3.4. Estresse salino em feijão <i>Vigna</i>	14
3.5. Estratégias de manejo com águas salinas	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Caracterização da área experimental.....	16
4.3. Preparo da área e instalação do experimento	17
4.4. Adubação	18
4.5. Semeadura e tratos culturais	18
4.6. Manejo de Irrigação.....	19
4.7. Preparo da água salinizada e manejo da irrigação.....	19
4.8. Variáveis analisadas	19
4.8.1. Variáveis fisiológicas.....	19
4.8.2 Variáveis de crescimento	20
4.8.3. Produtividade.....	20
4.9. Análise estatística	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
6. CONCLUSÕES.....	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Variação da temperatura durante os meses de setembro a dezembro, equivalente ao período de condução do experimento. Pombal-PB, 2020.	16
Figura 2. Abertura das covas (A), semeio do feijão <i>Vigna</i> (B), emergência da cultura 8 DAS (C) e fase de floração do feijão 42 DAS (D). Pombal, PB. 2020.	18
Figura 3. Teste de médias referente ao número de folhas (A) e diâmetro do caule (B) em função das estratégias de manejo da salinidade. Médias seguidas de mesma letra não indicam diferenças significativas (Teste de Tukey, $p < 0,05$).	22
Figura 4. Teste de médias referente crescimento do ramo principal (CRP) em função das estratégias de manejo da salinidade. Médias seguidas de mesma letra não indicam diferenças significativas (Teste de Tukey, $p < 0,05$).	23
Figura 5. Teste de médias referente a taxa de assimilação de CO ₂ em função das estratégias de manejo da salinidade (A) e concentração interna de CO ₂ em função dos genótipos de feijão <i>Vigna</i> (B). Médias seguidas de mesma letra não indicam diferenças significativas (Teste de Tukey, $p < 0,05$).	24
Figura 6. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para taxa de transpiração aos 55 DAS. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejos da salinidade; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.	25
Figura 7. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para condutância estomática (gs) aos 55 DAS. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejos da salinidade; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.	26
Figura 8. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo na produtividade do feijoeiro <i>Vigna</i> . Em cada estratégia de manejo da salinidade barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.	26

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1: Características químicas do solo da área experimental no município de São Domingos, antes da aplicação dos tratamentos. Pombal, PB. 2018.	17
Tabela 2: Resumo das análises de variância para as variáveis: concentração interna de CO ₂ (<i>C_i</i>), transpiração (<i>E</i>), condutância estomática (<i>g_s</i>), taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), eficiência instantânea do uso da água (EUA), eficiência instantânea da carboxilação (EiCi), altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de folhas (NF) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de feijoeiro <i>Vigna</i> , aos 50 dias após a semeadura (DAS).	21

RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é uma cultura de grande importância socioeconômica para a região Nordeste brasileira, sendo relevante o desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem as culturas um aumento da tolerância as condições adversas em grandes áreas produtivas da região. Desta forma, objetivou avaliar aspectos da morfofisiologia e produtividade dos genótipos de feijão *Vigna* em função das estratégias de manejo da salinidade da água de irrigação, variando as fases fenológicas das plantas. O trabalho foi realizado em condição campo, na fazenda experimental Rolando Rivas, pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campus de Pombal, PB, localizada no município de São Domingos, PB. Utilizou-se de um delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, cujos fatores foram constituídos por quatro estratégias de manejo da salinidade, variando os estádios de desenvolvimento das plantas (SE: Irrigação com água de baixa salinidade durante todo o ciclo; VE: com estresse salino durante a fase vegetativo; FL: com estresse salino na fase de floração; VE/FL: com salinidade nas fases vegetativa e floração) associado a dois genótipos de feijão *Vigna* (Costela de Vaca e BRS Marataoã). As plantas foram arranjadas em fileiras duplas, com espaçamento de 1,0 m x 0,3 m x 0,3 m, cuja unidade experimental foi composta por 60 plantas. As trocas gasosas, o crescimento e a produtividade do feijoeiro foram reduzidos quando irrigados 5,0 dS m⁻¹ nas fases vegetativa e floração. As estratégias compreendendo dois estágios fenológicos induziram maior sensibilidade nos genótipos de feijão *Vigna*. O genótipo BRS Marataoã obteve maior produção quando irrigado com água de baixa salinidade durante todo ciclo de desenvolvimento da cultura. O genótipo Costela de Vaca quando irrigado com água salina na fase de floração não comprometeu sua produtividade.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* L., salinity, production, semiarid.

ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) is a crop of great socioeconomic importance for the Northeast region of Brazil, with the development of new technologies that make it possible for crops to increase tolerance to adverse conditions in large productive areas in the region. Thus, it aimed to evaluate aspects of the morphophysiology and productivity of the *Vigna* bean genotypes in function of the irrigation water salinity management strategies, varying the phenological phases of the plants. The work was carried out in field conditions, at the experimental farm Rolando Rivas, belonging to the Federal University of Campina Grande, UFCG, Campus de Pombal, PB, located in the city of São Domingos, PB. A randomized block design was used in a 4 x 3 factorial scheme, with four replications, whose factors consisted of four salinity management strategies, varying the development stages of the plants (SE: Irrigation with low salinity water during the entire cycle; VE: with saline stress during the vegetative phase; FL: with saline stress during the flowering phase; VE / FL: with salinity in the vegetative and flowering phases) associated with two genotypes of *Vigna* beans (Costela de Vaca and BRS Marataoã). The plants were arranged in double rows, with spacing of 1.0 m x 0.3 m x 0.3 m, whose experimental unit was composed of 60 plants. Gas exchange, bean growth and productivity were reduced when 5.0 dS m⁻¹ was irrigated in the vegetative and flowering phases. The strategies comprising two phenological stages induced greater sensitivity in the genotypes of *Vigna* beans. The BRS Marataoã genotype obtained the highest yield when irrigated with low salinity water during the entire crop development cycle. The Costela de Vaca genotype when irrigated with saline water during flowering did not compromise its productivity.

Keywords: *Vigna unguiculata* L., salt stress, production, semiarid.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) também denominado por feijão-de-corda ou feijão macassar, representa umas das principais culturas exploradas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde é cultivado, principalmente por pequenos produtores e agricultores familiares, constituindo assim uma das principais fonte de renda desses, tornando-o uma cultura de grande importância socioeconômica para região. Está leguminosa apresenta um alto teor proteico e todos aminoácidos essenciais, como também é uma importante fonte de carboidratos, vitaminas e minerais como ferro, zinco, potássio e fósforo, sendo este vegetal preferencial pela população. (FREIRE FILHO et al., 2011).

O Brasil alcançou um rendimento médio de 449 kg ha⁻¹ de feijão *Vigna*, na safra 2017/18 (CONAB, 2018). A baixa produtividade da cultura, principalmente na região nordeste, está associada ao emprego de técnicas tradicionais com pouca tecnologia empregada em seu cultivo. As características edafoclimáticas do semiárido brasileiro é um fator limitante para a produção agropecuária dessa região. Além da baixa precipitação pluviométrica anual e de sua irregularidade, apresenta também temperaturas elevadas e uma alta taxa de evapotranspiração, o que condiciona essa região apresentar um balanço hídrico negativo durante a maior parte do ano (PERAZZO, 2013). Esses fatores, principalmente a qualidade água, limita a produção em cultivos de sequeiro, pois além da baixa disponibilidade, apresenta também águas de elevadas concentrações de sais

Na região semiárida do Nordeste brasileiro o manejo da irrigação é essencial para se obter rendimentos satisfatórios, no entanto, a qualidade da água disponível para irrigação apresenta elevados teores de sais que podem causar modificações morfológicas e fisiológicas nos vegetais (ALMEIDA; COSTA, 2014). O aumento da concentração de sais no solo e/ou na água de irrigação acarretam efeitos negativos as plantas devido a ocorrência do estresse osmótico, toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou até mesmo a combinação destes fatores (DIAS et al., 2016).

Prazeres et al. (2015), mencionam que muitas cultivares de feijão caupi são adaptadas para o cultivo de sequeiro na região semiárida do Nordeste. Apesar da adaptabilidade as condições semiáridas, o feijão caupi é classificado como moderadamente tolerante à salinidade, com nível limiar de 3,3 dS m⁻¹ (AYERS; WESTCOT, 1999).

Assim diversos estudos foram realizados avaliando a tolerância do feijão caupi a salinidade, porém faz-se necessário o estudo mais detalhado dos efeitos dos sais sobre as fases fenológicas da cultura, visando identificar quais fases são mais sensíveis e tolerantes a salinidade, permitindo assim o emprego da água salina nas fases fenológicas sem que

ocorra comprometimento do produto final. Soares (2018), estudando os efeitos da aplicação de água salina em genótipos de algodoeiro colorido em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, verificaram que o estresse salino quando aplicado em fases sucessivas da cultura ocasionou redução nos parâmetros fisiológicos da planta, com recuperação após a suspensão do estresse salino.

Nesse contexto, destaca-se a importância de se identificar novos genótipos que possuam maior tolerância a salinidade. Assim como, o emprego de outras tecnologias que possibilitem as culturas um aumento da tolerância ao estresse salino (OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, o reconhecimento dos valores referencias da tolerância a salinidade, em cada fase fenológica, se torna de grande importância, bem como, conhecer seu comportamento em fases seguintes ao estresse salino.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar as trocas gasosas, o crescimento e a produtividade de genótipos de feijão *Vigna* cultivado sob estratégias de manejo da salinidade da água variando as fases de desenvolvimento da cultura.

2.2. Objetivos específicos

- a. Avaliar o crescimento de genótipos de feijão irrigado sob diferentes estratégias de manejo da salinidade da água;
- b. Analisar as alterações fisiológicas em genótipos de feijão *Vigna* em função da irrigação com águas salinas variando os estádios de desenvolvimento;
- c. Identificar a fase de desenvolvimento em que os genótipos de feijão *Vigna* são mais tolerantes e/ou sensíveis ao estresse salino;
- d. Determinar a produtividade de genótipos de feijão *Vigna* sob estratégias de manejo com água salina;

3. REEFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Aspectos gerais da cultura do Feijão *Vigna*

O feijão *Vigna* é originário da África, e foi domesticado nas regiões semiáridas desse Continente, onde ainda se encontram as áreas de maior produção. A cultura desenvolve-se em ampla faixa geográfica, deste a latitude 40 °N até 30 °S, adaptando-se tanto a terras altas como baixas, no oeste da África, na Ásia, na América Latina e na América do Norte (FREIRE FILHO et al., 2011).

No cenário mundial o feijão *Vigna* tem como principais produtores a Nigéria, Níger e Brasil, comportando também a maior área cultivada (FREIRE FILHO et al., 2011; BELKO et al., 2012). No que diz respeito a exportação a preferência é da classe comercial branco e subclasse fradinho, cuja característica apresenta grãos brancos de coloração preta ou marrom em volta do hilo. Esse tipo de grão é também importado por cerealistas brasileiros para atender aos mercados das regiões sul e sudeste (VILARINHO et al., 2012).

No Brasil o feijão *Vigna* possui grande importância socioeconômica e alimentar, notadamente no Semiárido brasileiro, por seu valor nutritivo, sua adaptação climática e potencial produtivo, tanto para agricultura familiar, quanto para o setor empresarial (NASCIMENTO et al., 2011). Pela considerável preferência da população, é considerada uma das principais fontes de proteínas e energia, além de conter outras vitaminas hidrossolúveis, como riboflavina, piridoxina e ácido fólico, além de minerais como ferro, zinco, potássio e fósforo (FREIRE FILHO et al., 2011).

Contudo, a produtividade é considerada baixa, já que o potencial produtivo pode chegar a 3000 kg.ha⁻¹, dependendo da cultivar (SALGADO et al., 2011) podendo ser reflexo do baixo nível tecnológico usado pelos agricultores da região Nordeste, sendo, ainda, um dos principais entraves para se alcançar uma produção satisfatória. Contudo, o feijão *Vigna* vem passando por diversas transformações, tanto no setor produtivo, quanto na expansão do cultivo para outras regiões no setor comercial, isso se deve ao início do processamento industrial e a entrada do produto em novos mercados do país e do exterior, o que tem tornado o seu cultivo cada vez mais empresarial (FREIRE FILHO, 2011).

3.2. Qualidade da água na irrigação

O Brasil está incluído entre os países com maior reserva de água doce, porém, devido a sua grande extensão territorial, apresentada elevada heterogeneidade em relação às suas características demográficas, climáticas e sociais. A Região Norte, a menos populosa

do país, possui praticamente 70% dos recursos hídricos disponíveis no Brasil. Já as outras regiões, que englobam a maior parte da população brasileira apresentam 15% no Centro-Oeste 12% no Sudeste e Sul e apenas 3% na Região Nordeste (GONDIM, 2001).

Ressalta-se que na região semiárida a disponibilidade hídrica se torna fator limitante para o desenvolvimento da agricultura; neste panorama a agricultura irrigada surge como alternativa para a sustentabilidade econômica da atividade agrícola. No Nordeste Brasileiro são irrigados, aproximadamente, 985.208 hectares (PAULINO et al. 2011). Tal fato está relacionado ao regime pluviométrico anual irregular e escasso (400-900 mm), aliado à forte evaporação causada pelos altos níveis de radiação, acarretando deficiência hídrica no solo.

As águas utilizadas para irrigação normalmente são de origem superficial ou subterrânea, considerando-se as zonas semiáridas e áridas as características climáticas, ocasionam a escassez de recursos hídricos limitando a disponibilidade de água, tornando-se imprescindível o emprego de outras fontes de água disponíveis, como as águas residuárias de procedência urbana e as águas salobras de origem subterrâneas (ALMEIDA, 2010; SILVA et al. 2011). Estudos realizados por Medeiros (1992) avaliando a qualidade da água de mananciais da região semiárida do nordeste brasileiro, observou que a proporção 7:2:1 referente aos cátions sódio, cálcio e magnésio, de maneira geral é a que melhor explica a concentração de cátions presente nas águas dessa região.

Vale salientar, que a avaliação da qualidade da água para fins de irrigação é baseada em três fatores: salinidade, avaliada por meio da condutividade elétrica da água; sodicidade, caracterizada pela relação de adsorção de sódio - RAS e pelo grau de toxicidade, determinado por meio da avaliação da concentração de íons que causem toxidez nas plantas, com destaque para o sódio, o cloro e o boro (HOLANDA et al., 2016).

3.3. Efeito de sais nas plantas e no solo

A salinidade exerce efeitos complexos sobre as plantas, como efeitos osmóticos ou influência sobre as relações hídricas; efeitos por toxicidade específica dos íons; efeitos por desequilíbrio nutricional e efeitos sobre o balanço de energia (CAVALCANTE et al., 2010; ALVES et al., 2011). Em concentração excessiva de sais na solução do solo diminui a energia livre da água, reduzindo sua absorção pelas plantas, denominado efeito osmótico. Nas células vegetais há uma membrana semipermeável que permite a passagem de água, mas evita a passagem de sais. Quanto mais salina a água, mais osmoticamente difícil é sua extração da solução do solo (BARROS JUNIOR et al., 2008).

A redução no potencial hídrico dos tecidos, causada pelo excesso de sais, provoca restrição no crescimento, porque as taxas de alongação e de divisão celular dependem diretamente do processo de extensibilidade da parede celular. O balanço osmótico é

essencial para o crescimento dos vegetais em meio salino, e qualquer falha nesse balanço resultará em injúrias semelhantes aos do estresse hídrico, como a perda de turgescência e a redução no crescimento, resultando em plantas atrofiadas, desidratadas e resultando em morte das células, conseqüentemente (ASHRAF e HARRIS, 2004).

De acordo com ALVES et al. (2011), o efeito osmótico provocado pela salinidade é decorrente das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, promovendo uma redução no potencial osmótico e hídrico e assim restringindo a disponibilidade de água para a planta. Dependendo do grau de salinidade, a planta em vez de absorver, poderá até perder a água que se encontra em suas células, este processo é denominado seca fisiológica (DIAS & BLANCO, 2010)

Os processos mais diretamente associados com a toxicidade iônica são a senescência e a morte celular, ambas induzidas por salinidade. Esses dois processos são complexos e interligados e são respostas comuns das plantas a estresses abióticos (SILVEIRA et al., 2010). Os efeitos causados pelos íons Na^+ e Cl^- predominantes em ambientes salinos, estão associados aos distúrbios em relação ao balanço iônico (K^+ e Ca^{+2} em relação ao Na^+) e à absorção desbalanceada de elementos essenciais (MEDEIROS e GHEYI, 1997), bem como, o aumento da atividade enzimática em decorrência do incremento da salinidade (WILLADINO, 2011).

3.4. Estresse salino em feijão *Vigna*

Dentre os estresses abióticos que afetam o desenvolvimento e a produção do feijão *vigna*, o estresse salino nas regiões semiárida, é citado por muitos autores como a principal limitação para a produção. O feijão caupi é considerado moderadamente tolerante a salinidade, suportando uma condutividade elétrica da água de irrigação de até $3,3 \text{ dSm}^{-1}$ e no solo suporta uma salinidade limiar (CEes) em torno de $4,9 \text{ dS m}^{-1}$ (Ayers & Westcot, 1999).

Resultados de pesquisa tem demonstrado que o excesso de sais reduz provoca alterações nos parâmetros morfofisiológicos do feijão *vigna* afetando seu crescimento e em consequência o rendimento da cultura (OLIVEIRA et al., 2015). Essas alterações podem ocorrer na anatomia do sistema radicular e foliar da cultura (GARZÓN; GARCÍA, 2011), reduzindo o acúmulo de matéria seca, área foliar, afeta a assimilação líquida de CO_2 e a produção de fotoassimilados (LIMA et al., 2007; NEVES et al., 2009). Os principais danos a cultura do feijão *vigna* quando submetido ao estresse salino estão relacionados ao efeito osmótico, ao efeito tóxico de íons específicos, principalmente Na^+ Cl^- e ao efeito nutricional, que interfere na absorção de outros nutrientes essenciais. (SÁ et al., 2013).

Furtado et al. (2014), observaram que com o aumento da salinidade do solo, ocorreu um aumento na taxa de abortamento de flores e retardamento na floração do feijão *vigna*, efeitos esse que refletem diretamente na produtividade da cultura. Outros trabalhos realizados em condição de campo têm demonstrado que o acúmulo de sais provocado pela irrigação com alta condutividade elétrica tem causado reduções no crescimento vegetativo e na produção de grãos. (Wilson et al., 2006; Assis Júnior et al., 2007). No entanto, ressalta-se que o grau de sensibilidade varia entre os genótipos (COELHO et al., 2013). Nesse contexto, a utilização de genótipos menos sensíveis ao estresse salino possibilita um melhor rendimento na produção do feijão *vigna*

3.5. Estratégias de manejo com águas salinas

Na região semiárida, devido ao déficit hídrico, é comum a utilização de águas de baixa qualidade, provenientes de poços para irrigação das culturas, principalmente pelo seu baixo custo (CORDÃO, 2013). No entanto, o manejo inadequado dessas águas pode promover efeitos negativos nas culturas comprometendo o produto final. Dessa forma, o emprego de técnicas que minimizem os danos provocados as culturas pelo excesso de sais é de fundamental importância para o desenvolvimento agrícola dessa região.

Dentre as estratégias que podem ser utilizadas para reduzir os impactos negativos causados pelo alto teor de sais da água de irrigação, podemos citar, dentre outras: a mistura da água salina com outra de baixa condutividade elétrica; espécies mais tolerantes a salinidade (SILVA et al., 2014; LACERDA et al., 2009). O uso alternado dessas águas ao longo do ciclo da cultura, variando as fases fenológicas da cultura, possibilita um menor acúmulo de sais no solo, conseqüentemente menores danos provocados a cultura e ao solo (TERCEIRO NETO et al., 2013).

Vários estudos utilizando estratégias de manejo de irrigação com águas de condutividade elétrica elevada tem sido desenvolvido. Muitos destes trabalhos verificaram uma alternativa viável ao uso desta prática. Guedes et al. (2015), avaliando estratégias de manejo da água salina na cultura do tomate cereja, obteve resultados satisfatórios, quando utilizaram águas de baixa e alta condutividade elétrica de forma simultânea, sendo assim uma alternativa para a produção dessa região.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em condição de campo, na fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de São Domingos, PB (06°48'50" de latitude S e 37°56'31" de longitude W e altitude de 190 m). A região, segundo Koopen, possui clima do tipo BSh (quente e seco), cenário comum em regiões semiáridas.

Durante o período de condução (9 de setembro a 9 de dezembro de 2018) do experimento, coletou-se os dados referentes a temperatura e precipitação de acordo com a estação localizada no distrito de São Gonçalo, município de Sousa. A temperatura mínima nesta época variou entre 21 e 26,7°C, já para a temperatura máxima, nota-se uma variação entre 32,2 e 37,3°C sendo as médias de temperatura máxima e mínima, respectivamente, equivalentes a $35,03 \pm 1,7^\circ\text{C}$ e $24,22 \pm 2,0^\circ\text{C}$ (Figura 1). Quanto a precipitação pluviométrica, observa-se que não ocorreu precipitações durante o período de condução do experimento.

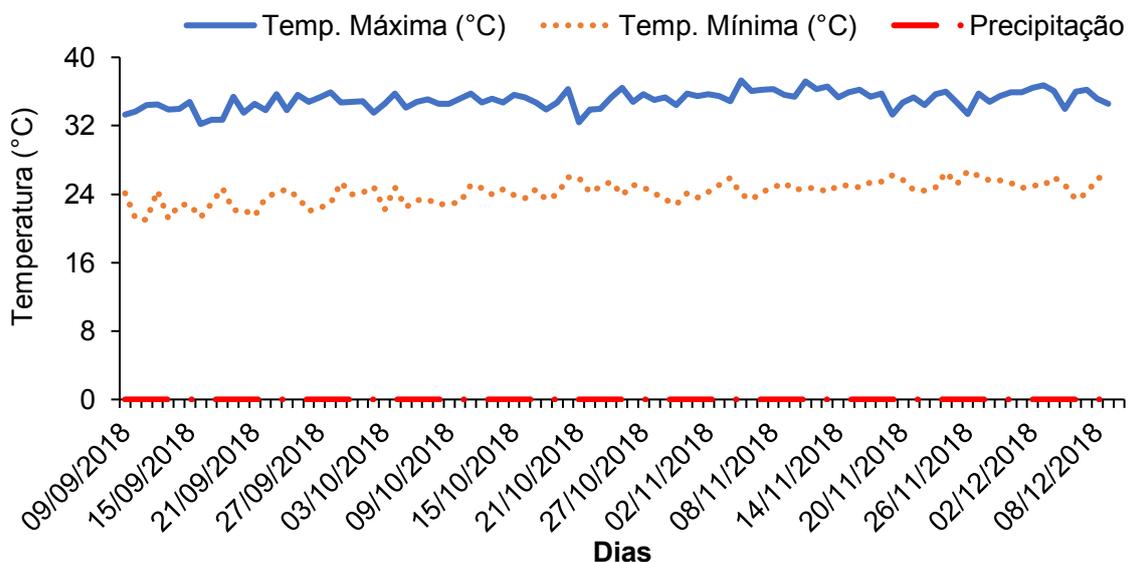


Figura 1. Variação da temperatura durante os meses de setembro a dezembro, equivalente ao período de condução do experimento. Pombal-PB, 2020.

4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

Utilizou-se de um delineamento experimental em blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições, onde os fatores foram constituídos por quatro estratégias de manejo da salinidade variando os estádios de desenvolvimento das plantas (SE: Irrigação com água de baixa de salinidade; VE: com estresse salino durante a fase vegetativa; FL: com estresse salino na fase de floração; VE/FL: com salinidade nas fases

vegetativa e floração) em função de dois genótipos de feijão *Vigna* (G1 – Costela de Vaca e G2 – Pingo de ouro). Foram utilizadas águas com dois níveis de condutividade elétrica (CEa), um com baixa condutividade elétrica (CEa = 1,2 dS m⁻¹) e o outro com alta (5,0 dS m⁻¹), acima do nível de salinidade limiar (3,3 dS m⁻¹), conforme classificação de AYERS & WESTCOT, (1999). Ressalta-se que o genótipo de feijão *Vigna* BRS Marataoã foram provenientes do programa de melhoramento genético de feijão da Embrapa Meio Norte e genótipo costela de vaca foi proveniente de produtores da própria região.

A fase vegetativa correspondeu ao período entre surgimento de duas folhas trifoliolada com os folíolos separados e completamente abertos (V2 – 15 dias após o semeio) até o surgimento dos primórdios florais (R5 – 42 dias após o semeio); a fase de floração foi referente entre a fase R5 até o início do enchimento dos grãos (R7 – 55 dias após o semeio);

Unindo-se os fatores, resultaram em 8 tratamentos distribuídos em quatro blocos, totalizando 48 parcelas experimentais com dimensões de 9,0 m² (3,0 m x 3,0 m). Foi utilizado o método de plantio em fileiras duplas, com espaçamento de 1,0 x 0,3 x 0,3 m, resultando em 60 plantas por parcela, todavia, foram consideradas apenas 12 plantas como parcela útil. No somatório de área para a realização do experimento tem-se 432 m².

4.3. Preparo da área e instalação do experimento

Foi coletado uma amostra de solo na profundidade de 0 a 20 cm, formando uma amostra composta de 500 g de solo ao qual foi encaminhada ao Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS CTRN/UFCG, para determinação das características químicas, para fins de manejo nutricional conforme metodologia proposta por Donagema et al. (2011), posteriormente foi realizado duas gradagens, sendo a primeira com a grade aradora e a segunda com a grade niveladora, está última visando o destorroamento e nivelamento do solo.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental no município de São Domingos antes da aplicação dos tratamentos. Pombal, PB. 2020.

Atributos químicos ¹	
pH Água	6,40
C.E dS(25°)	0,08
P mg/dm ³	279,7
K ⁺ mg/dm ³	363
Na ⁺ mg/dm ³	14,00
Ca ⁺² cmolc/dm ³	9,90
Mg ⁺² cmolc/dm ³	2,70
Ca ⁺² + Mg ⁺²	12,6
M. O. (%)	2,05

4.4. Adubação

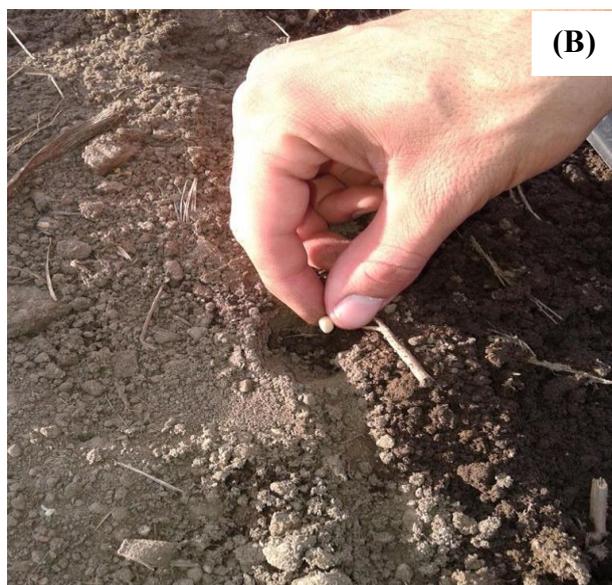
A adubação foi realizada em duas etapas: fundação e cobertura, utilizando adubos mineral, distribuída nas linhas de plantio. Foram utilizados como fonte de nitrogênio (N), potássio (K_2O) e fósforo (P_2O_5) a ureia, o cloreto de potássio e o superfosfato simples, respectivamente. Na adubação de fundação apenas o superfosfato simples foi incorporado ao solo. Aos 15, 30 e 45 dias após semeadura realizou-se a adubação de cobertura por meio de fertirrigação, seguindo a recomendação da Embrapa Meio Norte para o feijão caupi. Foram utilizados 9kg, 25kg e 6,8kg de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

4.5. Semeadura e tratos culturais

A semeadura dos genótipos foi realizada com a colocação de uma semente por cova a 3 cm de profundidade, adotando-se uma densidade de plantio de 51.282 plantas ha^{-1} . Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida, como medida profilática contra a incidência de patógenos. Entre os tratos culturais, foram realizadas capinas quando necessário, além de controle de pragas e doenças com aplicação preventiva de defensivos agrícolas. Os defensivos utilizados foram BASAGRAN, para o controle de plantas daninhas e CROPSTAR, para o tratamento de sementes.



(A)



(B)

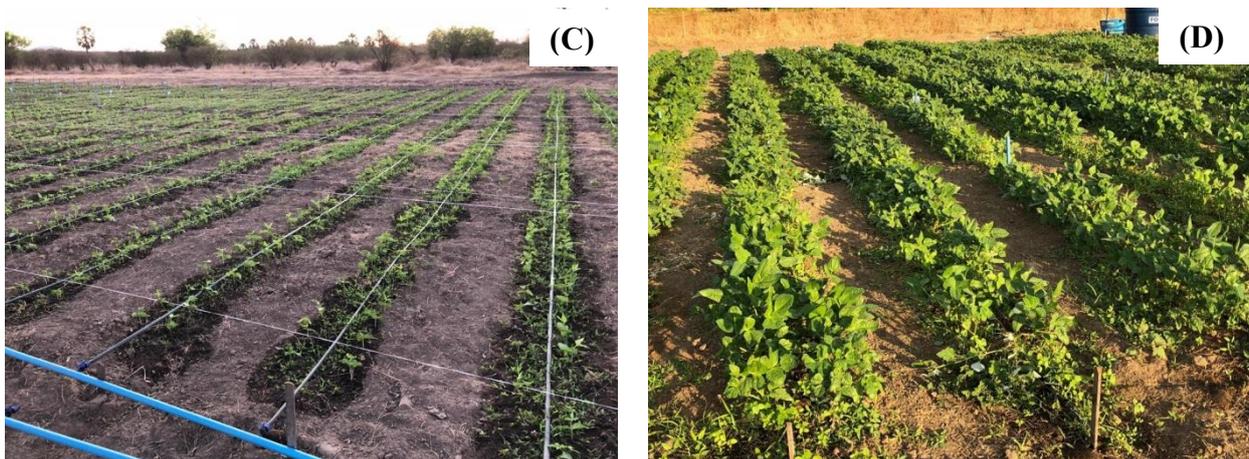


Figura 2. Abertura das covas (A), semeio do feijão *Vigna* (B), emergência da cultura 8 dias após o semeio (C) e fase de floração do feijão 42 DAS (D). Pombal, PB. 2020.

4.6. Manejo de Irrigação

O acompanhamento da umidade no solo foi feito diariamente, por meio do método de Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR), deste modo, instalou-se quatro sensores TDR a 20 cm de profundidade, um em cada estratégia de manejo, sendo os resultados dessa variável posterior apresentados pelas médias da umidade em base de volume para cada estratégia de manejo de salinidade da água. Assim, procedeu a irrigação de acordo com a evapotranspiração real (E_{Tr}) da cultura.

O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento, utilizando fitas gotejadoras com distância entre emissores de 30cm e vazão de cada emissor de 1,7 litros por hora. Foi aplicada uma lâmina de lixiviação de 20% a cada 15 dias, a fim de minimizar o acúmulo de sais na zona radicular, provenientes da água de irrigação.

4.7. Preparo da água salinizada e manejo da irrigação

A água a ser utilizada na irrigação do tratamento de baixa salinidade (1,2 dS m⁻¹) foi proveniente de poços encontrados na fazenda experimental, já o nível correspondente à CEa mais alta (5,0 dS m⁻¹) foi preparada com NaCl, sendo considerada a relação entre CEa e concentração de sais (10*meq L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CEa), extraída de Rhoades et al. (2000). Após preparação, as águas foram armazenadas em caixas d'água de 3000 L, devidamente protegidas, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que viessem a comprometer sua qualidade.

4.8. Variáveis analisadas

4.8.1. Variáveis fisiológicas

Na fase vegetativas (V4) e primórdios florais (R5), foram determinadas: a taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (C_i) (μmol mol⁻¹) na

terceira folha madura contada a partir do ápice, usando-se do equipamento portátil de análise de gases por infravermelho (IRGA), “LCPro +” da ADC BioScientific Ltda. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (A/T) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})$ ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})$ ($\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].

4.8.2 Variáveis de crescimento

Aos 55 DAS verificou-se o comprimento do ramo principal e o diâmetro do caule e o número de folhas em quatro plantas na parcela útil. Foram consideradas as folhas com comprimento superior a 3 cm. O comprimento do ramo principal foi mensurado com auxílio de uma trena. O diâmetro no colo da planta foi mensurado a 2 cm do solo, com uso de paquímetro digital, com leituras em ‘mm’.

4.8.3. Produtividade

A análise da produção de feijão *Vigna*, foi baseada na determinação da produtividade total, com a colheita das 12 plantas da parcela útil, sendo colhidas no estágio de maturação completo, ou seja, grãos secos. A produtividade das plantas de feijoeiro *Vigna* foi estimada a partir dos valores médios calculados considerando a massa dos grãos colhida nas doze plantas de cada parcela experimental.

4.9. Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizada análise de teste de médias (Tukey até 5% de probabilidade) utilizando o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3) observa-se interação entre as estratégias de manejo da salinidade (EM) e os genótipos de feijoeiro Vigna (G) para taxa de transpiração (E), condutância estomática (gs) e produtividade aos 55 DAS. Quando foram estudados os fatores isolados, verifica-se nas estratégias de manejo da salinidade efeito significativo para a taxa de assimilação de CO₂ (A), comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro do caule e número de folhas. Em relação aos genótipos de feijoeiro, nota-se diferença significativa para concentração interna de CO₂.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência instantânea do uso da água (EUA), eficiência instantânea da carboxilação (EiCi), altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF) e produtividade cultivados sob diferentes estratégias de manejo da salinidade da água, aos 55 dias após a semeadura (DAS).

Variáveis	QM		QM		QM		QM		CV (%)	Médias
	Estratégias de Manejo (EM)	GL	Genótipos (G)	GL	(EM x G)	GL	Bloco	GL		
Ci	910,6 ^{ns}		4.753,1*		1.189,5 ^{ns}		351,1		14,6	174,00
E	1,815**		0,178 ^{ns}		0,682**		0,190		17,4	2,045
gs	0,0056**		0,0007*		0,0014**		0,0008		12,8	0,092
A	56,4**		13,4 ^{ns}		10,7 ^{ns}		16,8		26,7	9,634
EUA	0,767 ^{ns}	3	4,767 ^{ns}	1	2,554 ^{ns}	3	13,3	3	23,8	5,043
EiC	0,0012 ^{ns}		0,0015 ^{ns}		0,0013 ^{ns}		0,0005		32,3	0,064
CRP	71,8**		9,7 ^{ns}		5,7 ^{ns}		25,6		10,7	33,239
DC	8,82**		0,35 ^{ns}		2,4 ^{ns}		4,8		11,2	10,121
NF	525,9*		74,3 ^{ns}		197,4 ^{ns}		185,7		27,8	39,773
Produtividade	844,7*		232667**		9743,8*		487,4		4,94	992,065

^{ns}, **, *: não significativo e significativo a p < 0,01 e p < 0,05; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

Conforme resultados do teste de comportamento de médias, referentes as estratégias de manejo de aplicação de água salinas para a variável número de folhas (Figura 3A), verifica-se que as estratégias SE e FL foram as estratégias com maiores valores médios com 52 folhas por planta, porém não diferiu da tratamentos estratégia VE com um valor médio de 41 folhas por planta. Quando as plantas de feijoeiro foram expostas ao estresse sucessivo, estratégia que compreendem a fase vegetativa e floração (VE/FL) observou-se redução de 26,92% em comparação as plantas irrigadas com baixa salinidade durante todo o ciclo da cultura. Assim quando plantas de feijoeiro são irrigadas com águas de alta salinidade (5,0 dS m⁻¹), durante a fase vegetativa, inicialmente ocorre senescência

prematura de folhas, e logo após o término da aplicação da salinidade na fase de floração, as plantas tiveram como compensar o crescimento vegetativo através do desenvolvimento de novas folhas para a fotossíntese e conseqüente crescimento e desenvolvimento. Tais resultados, podem estar relacionados possivelmente ao tempo de exposição em que as plantas da estratégia VEFL foram expostas. Segundo Alves et al., (2015) estudando a tolerância à salinidade do feijão-caupi observaram reduções na fitomassa das folhas devido ao tempo de exposição das plantas ao estresse salino. Constatou-se maior diâmetro de caule do feijoeiro *Vigna* na estratégia de manejo sem estresse salino (12,14 mm), identificando-se diferença significativa com os tratamentos VE, FL e VEFL com valores de 9,63, 10,62 e 10,40 mm, ou seja, reduções na ordem de 20,67%, 12,52% e 14,33% (Figura 3B). Reduções no crescimento de plantas de feijão caupi em função da aplicação de águas salina na irrigação também foram encontrados por Prazeres et al. (2015) e Hadi et al. (2012)

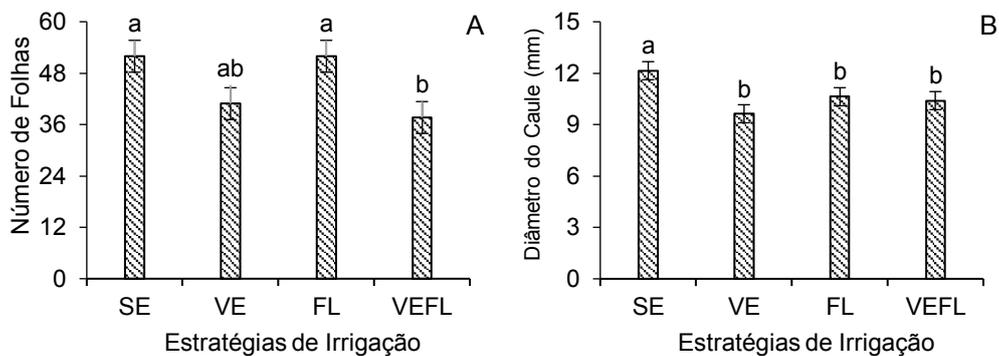


Figura 3. Teste de médias referente ao número de folhas (A) e diâmetro do caule (B) em função das estratégias de manejo da salinidade. Médias seguidas de mesma letra não indicam diferenças significativas (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

De acordo com o teste de médias para o comprimento do ramo principal em função das estratégias de manejos da salinidade aos 55 DAS (Figura 4), verifica-se que o tratamento SE, não diferiu estatisticamente das estratégias VE e FL, resultou em maior comprimento do ramo principal com 36,02 cm, quando comparada às plantas irrigadas com alta salinidade ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$) sucessivamente nas fases vegetativa e de floração (VE/FL) a redução foi de 19,82%, ou seja, decréscimo de 7,14 cm. Entretanto, tais reduções são bem menores do que as encontradas por Prazeres et al (2015) verificaram em estudos com aplicação de água salina de até $5,0 \text{ d S m}^{-1}$, reduções do CRP superior a 77% no maior nível salino em relação à menor salinidade da água de irrigação. Esses resultados são semelhantes ao comportamento das plantas, quanto ao número de folhas e diâmetro do caule, sendo que diferenças de estatura de cada genótipo é fator determinante para tais resultados. Segundo Andrade et al. (2011), a redução no crescimento das plantas é

ocasionada pelo efeito osmótico em decorrência da adição de sais no solo, principalmente Na^+ e Cl^- .

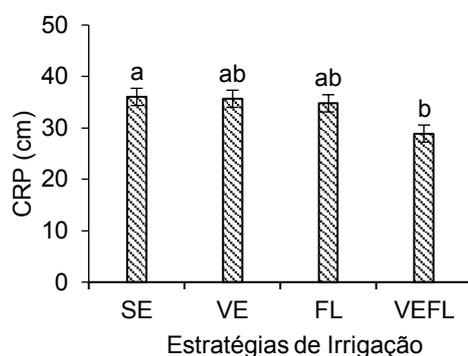


Figura 4. Teste de médias referente crescimento do ramo principal (CRP) em função das estratégias de manejo da salinidade. Médias seguidas de mesma letra não indicam diferenças significativas (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Com relação a taxa de assimilação de CO_2 (A) (Figura 5A), constata-se o efeito significativo para o fator isolado estratégia de manejo da salinidade, onde observa-se maior média nas plantas que compreenderam a estratégia SE ($13,52 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) diferindo estatisticamente das demais, , quando comparada com as estratégias VE, FL e VEFL observa-se reduções na ordem de 33,36%, 43,86% e 37,72%, respectivamente. De acordo com Prazeres et al., (2015) estudando a aplicação da salinidade da água de irrigação de até $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ em feijão caupi encontraram valores semelhantes aos encontrados nesse estudo.

No estudo dos dados referente aos genótipos de feijoeiro *Vigna*, verifica-se na figura 5B maior média na concentração interna de CO_2 nos genótipos Costela de Vaca ($186 \mu\text{mol mol}^{-1}$). O genótipo Costela de Vaca diferiu estatisticamente do BRS Marataoã ($162 \mu\text{mol mol}^{-1}$) com acréscimo de $24 \mu\text{mol mol}^{-1}$. Esses valores são considerados baixos quando comparados aos citados entre as plantas C3 (200 e $250 \text{ mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2}$) (TAIZ e ZEIGER, 2017). De acordo com Souza et al. (2011), estudando os parâmetros fisiológicos do feijão caupi sob aplicação de estresse salino, relatam que a diminuição na taxa de assimilação de CO_2 está relacionado a diminuição da abertura estomática.

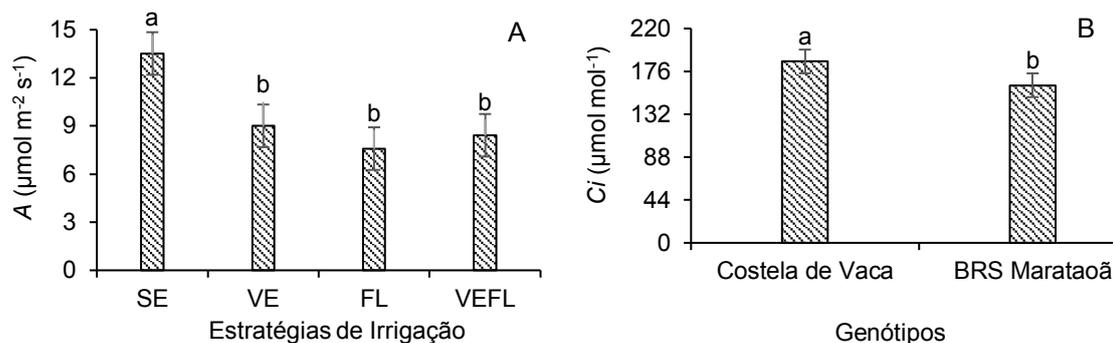


Figura 5. Teste de médias referente a taxa de assimilação de CO₂ em função das estratégias de manejo da salinidade (A) e concentração interna de CO₂ em função dos genótipos de feijão *Vigna* (B). Médias seguidas de mesma letra não indicam diferenças significativas (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Quanto à interação dos fatores estudados para a taxa de transpiração das plantas aos 55 DAS, verifica-se que houve diferença significativa entre as estratégias de manejo da salinidade da água nos genótipos Costela de Vaca e BRS Marataoã (Figura 6). Para o genótipo Costela de Vaca observa-se que a estratégia irrigada com água de baixa salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) diferiu estatisticamente da estratégia FL, onde constata-se redução de $0,91 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Já para o BRS Marataoã a menor média foi encontrada nas plantas que compreenderam a estratégia VEFL que quando comparada com a estratégia de manejo SE observa-se redução de 53% na taxa transpiratória. Na interação entre os genótipos de feijoeiro verifica-se que o BRS Marataoã se destacou em relação ao genótipo costela de vaca nas estratégias de manejo SE e FL, apresentando maiores médias na taxa de transpiração diferindo estatisticamente.

Assim como foi observado nesse trabalho, Sá et al., (2018) verificaram nas trocas gasosas de feijão caupi sob salinidade da água e adubação fosfatada, que o efeito osmótico atua sobre a atividade estomática, promovendo o fechamento dos estômatos e consequentemente reduções na taxa transpiratória, na concentração interna de CO₂ pela redução do influxo de CO₂ para interior da célula, comprometendo com isso, atividade fotossintética.

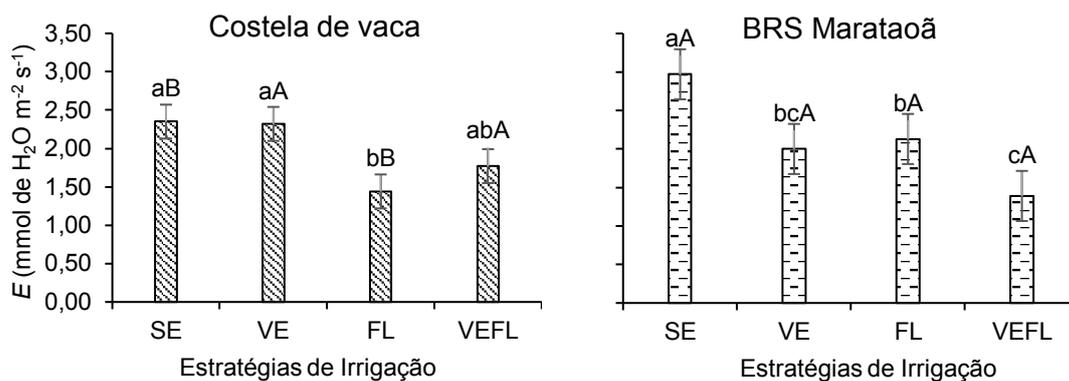


Figura 6. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para taxa de transpiração aos 55 DAS. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejos da salinidade; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Estudando a interação entre os fatores para a variável condutância estomática aos 55 DAS (Figura 7), observa-se que as plantas do genótipo Costela de Vaca quando irrigadas com água de maior condutividade elétrica (5 dSm^{-1}) na fase vegetativa e floração associada, tiveram decréscimo de 27,27% quando comparada as plantas irrigadas com $1,2 \text{ dS m}^{-1}$, diferindo estatisticamente das demais estratégias. Para o genótipo BRS Marataoã, verifica-se maior média em plantas que compreenderam a estratégia SE ($0,14 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), diferindo estatisticamente das demais estratégia, sendo estratégia de manejo VEFL a que sofreu maior redução, na ordem de 64,28% quando comparadas com as plantas que foram irrigadas com água de baixa condutividade elétrica ($1,2 \text{ dSm}^{-1}$) em todo seu ciclo (SE). A diminuição da condutância estomática e consequente fechamento estomático está associada ao baixo desempenho da fotossíntese líquida e a eficiência no uso da água, tais fatos podem ser evidenciados nesse estudo (OLIVEIRA et al., 2017). Quando analisado os genótipos dentro de cada estratégia de manejo da salinidade, constata-se que o genótipo Costela de Vaca se destaca, com exceção da estratégia SE, onde o genótipo BRS Marataoã apresenta maior média, sendo superior em 27,8%. Enquanto que para as estratégias VE, FL e VEFL, o genótipo Costela de vaca foi superior em relação ao BRS Marataoã na ordem de 42,86%, 25% e 60%, respectivamente.

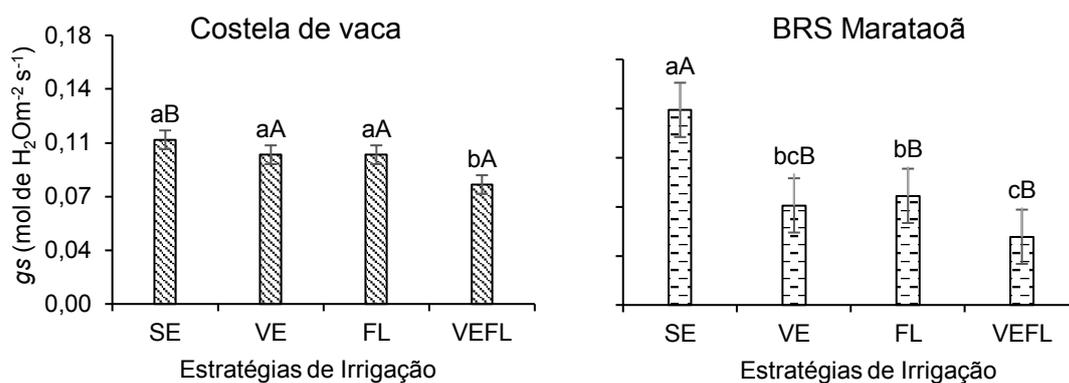


Figura 7. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para condutância estomática (gs) aos 55 DAS. Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos manejos da salinidade; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Estudando a produtividade dos genótipos Costela de Vaca e BRS Marataoã (Figura 8), os maiores valores foram verificados nas plantas que foram irrigadas com água de baixa condutividade elétrica para o genótipo ‘BRS Marataoã’ (1263 kg ha⁻¹), já para o genótipo ‘Costela de vaca’ os melhores resultados foram obtidos quando as plantas foram submetidas as estratégias de manejo SE e FL (1027 kg ha⁻¹ e 1077 kg ha⁻¹, respectivamente) que não diferiram estatisticamente. Em ambos os genótipos, a estratégia VEFL foi a que apresentou menor produtividade 857 e 881 kg ha⁻¹ (Costela de Vaca e BRS Marataoã). Esses valores corroboram com os de Tagliaferre (2018), em que também observou reduções na produtividade em plantas de feijão caupi em função da condutividade elétrica do extrato saturação do solo. O genótipo ‘BRS Marataoã’ apresentou maior produtividade em todas as estratégias avaliadas, porém não diferiu significativamente do genótipo ‘Costela de vaca’ nas estratégias VEFL e FL.

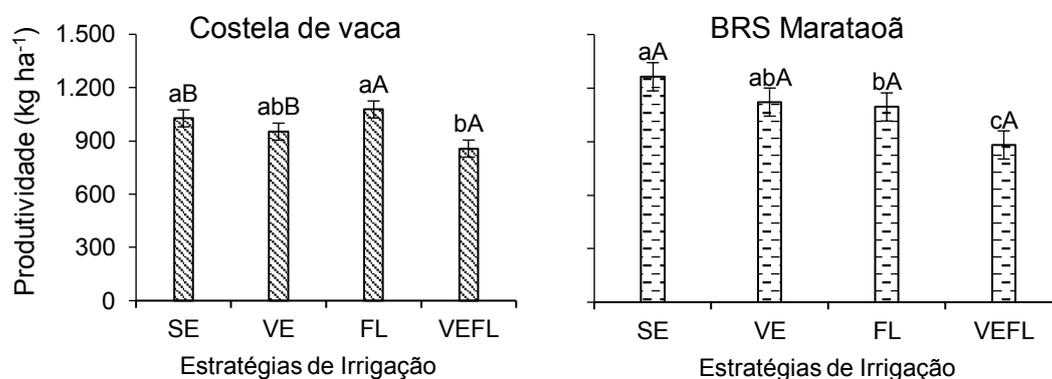


Figura 8. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo na produtividade do feijoeiro Vigna. Em cada estratégia de manejo da salinidade barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença

significativa; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

6. CONCLUSÕES

A aplicação sucessiva da água salina nas fases vegetativa e de floração do feijão *Vigna* é prejudicial ao seu crescimento, fisiologia e produtividade.

A irrigação com água salina nas fases iniciais do desenvolvimento pode ser utilizada no cultivo do feijoeiro com as menores perdas na produtividade do feijão *Vigna*.

O genótipo BRS Marataoã foi o mais produtivo quando irrigado com água de baixa salinidade e apresentou maior produtividade na estratégia com aplicação de água salina na fase vegetativa.

O genótipo Costela de Vaca quando irrigado com água salina na fase de floração não comprometeu sua produtividade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. J. G. de; COSTA, F. R. da.; Análise dos impactos socioeconômicos e ambientais da agricultura irrigada no perímetro irrigado de pau dos ferros (RN). **Revista Geografares**, n. 16, p. 22-44, 2014.

ALMEIDA, O. A. de. Qualidade da água de irrigação. Cruz das Almas: **Embrapa mandioca e fruticultura**, 2010. 234p.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. **Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.602-608, 2011.

ANDRADE JÚNIOR, W. P.; PEREIRA, F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. Revista Caatinga, v. 24, n. 3, p. 110- 119, 2011.

ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. **Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants**. Plant Science, v. 166, n.1, p. 3-16, 2004.

Assis Júnior, J. O.; Lacerda, C. F.; Silva, F. B.; Silva, F. L. B.; Bezerra, M. A.; Gheyi, H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.702- 713, 2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 Revisado I

BARROS JUNIOR, G. GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D. **Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.4, p.350-355, 2008.

BELKO N.; ZAMAN-ALLAH M.; CISSE N.; DIOP N. N.; ZOMBRE G.; EHLERS J. D.; AND VADEZ V.; Lower soil moisture threshold for transpiration decline under water deficit correlates with lower canopy conductance and higher transpiration efficiency in drought-tolerant cowpea. **Functional Plant Biology** 39: 306–322, 2012.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, H. L.; DIAS, T. J. **Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. sunrise solo**. Semina: Ciências Agrárias, v.31, p.1281- 1290, 2010.

Conab, Companhia Nacional de Abastecimento (2018) – Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 11 Safra 2017/18 – Décimo primeiro levantamento, Brasília, p. 1-148, agosto.

CORDÃO, C. P.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 354-362, 2013.

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.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Cultivo de feijão caupi. Jul/2003.** Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.htm>>. Acesso em: 20 fevereiro. 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. et al. (Ed.) Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: **EMBRAPA Meio-Norte**, 2011.

FURTADO, G. F.; SOUSA JUNIOR, J. R.; XAVIER, D. A.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M. Componentes de produção do feijão Vigna sob estresse salino e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.5, p.130-136, 2014.

GARZÓN, P.; GARCÍA, M. Efecto del estrés por NaCl sobre La anatomia radical y foliar em dos genótipos de frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Bioagro**, v.23, n.3, p.153-160, 2011.

GONDIM, R. S. **Difusão da captação de água de chuvas no financiamento rural. In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido, 3., 2001. Campina Grande – PB.** Anais do Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido Campina Grande – PB, 2001.

GUEDES, R. A. A.; OLIVEIRA, F. de A. de.; ALVES, R. de C.; 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.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** 2. ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. p.35-50.

HADI, F.; HUSSAIN, F.; ARIF, M. Growth performace e comparison of cowpea varieties under different NaCl salinity stresses. **Greener Journal of Physical Sciences**, v. 2, n. 1, p. 44 – 49, 2012.

LACERDA, C. F. de; 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.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde**, v.2, n. 2, p.79-86, 2007.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE.** Campina Grande, 1992. 173p. Dissertação - (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal da Paraíba.

MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R. **Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais.** In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (eds.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 8, p. 239-284.

NASCIMENTO, S. P. do; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FILHO FREIRE, F. R.; SILVA, E. M. Da. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 853–860, 2011.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEJI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estágios de desenvolvimentos. **Ciência Rural**, v.39, n.3, 2009.

OLIVEIRA, F. A. DE.; MEDEIROS J. F. DE; ALVES, R DE C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T. DOS; RÉGIS, L. R. DE L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.11, p.1049–1056, 2015.

OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; CUNHA, J. C. SILVA, E. F. F.; VELOSO, V. L. Leaf gas exchange in cowpea and CO₂ efflux in soil irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.21, n.1, p.32-37, 2017.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; JOSÉ, J. V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. **Irriga**, v.16, n.2, p.163-176, 2011.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1771-1776, 2013.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p.1047-1054, 2013.

SÁ, F. V. S.; FERREIRA NETO, M.; LIMA, Y. B.; PAIVA, E. P.; PRATA, R. C. LACERDA, C. F. BRITO, M. B. Growth, gas exchange and photochemical efficiency of the cowpea bean under salt stress and phosphorus fertilization. *Comunicata Scientiae* v. 9, N. 4, p 668-679, 2018.

SALGADO, F. H. M.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO, G. L.; SANTOS G. R.; CANCELLIER, E. L.; SILVA, G. F. Comportamento de genótipos de feijão, no período da entressafra, no sul do estado de Tocantins. **Biocience Journal**, v. 27, n. 1, p. 52-58, 2011.

SILVA, A.O.; SILVA, D.J.R.; SOARES, T.M.; SILVA, E.F.F.; SANTOS, A.N.; ROLIM, M.M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.147-155, 2011.

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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p. S66–S72, 2014.

SILVEIRA, J. A. G.; SIVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas**. Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCTSal, p.162-178, 2010.

Soares, L.A.A.; FERNANDES, P. D. ; LIMA, G. S. ; SUASSUNA, J. F. ; PEREIRA, R. F. . Gas exchanges and production of colored cotton irrigated with saline water at different phenological stages. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 49, p. 239-248, 2018.

SOUZA, R. P.; MACHADO, E. C.; SILVEIRA, J. A. G.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 586-592, 2011.

Vilarinho, A. A., Rocha, M. M., Freire Filho, F. R., Silva, G. C. BRS ITAIM – Cultivar de Feijão-caupi com Grãos Tipo Fradinho. **Embrapa Roraima**. Boa Vista, RR, 2012, Comunicado Técnico 58, 5p.

TAGLIAFERRE, C.; Guimarães, D. U. G.; Gonçalves, L. J.; Amorim, C. H. F.; Matsumoto, S. M. e D'arêde, L. O. Produtividade e tolerância do feijão caupi ao estresse salino. **Irriga**, Botucatu, v. 23, n. 1, p. 168-179, janeiro-março, 2018.

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 5.ed. 2017. 918p.

TERCEIRO NETO, C. P C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente.

WILLADINO, Lilia et al. Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 417-422, 2011.

Wilson, C.; Liu, X.; Lesch, S. M.; Suarez, D. L. Growth response of major USA cowpea cultivars: biomass accumulation and salt tolerance. **Hort Science**, v. 41, p. 225–230, 2006.