



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**



ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ASPECTOS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E FISIOLÓGICOS DE
GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI SOB ESTRESSE SALINO**

DIEGO AZEVEDO XAVIER

CAMPINA GRANDE - PB

Agosto -- 2016

DIEGO AZEVEDO XAVIER

Engenheiro Agrícola

**ASPECTOS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E FISIOLÓGICOS DE
GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI SOB ESTRESSE SALINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Ronaldo do Nascimento

CAMPINA GRANDE - PB

Agosto -- 2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**



AGRÍCOLA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DIEGO AZEVEDO XAVIER

**ASPECTOS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E FISIOLÓGICOS DE
GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI SOB ESTRESSE SALINO**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento – Orientador – UAEEA/CTRN/UFCG

Prof^a Dr^a. Maria Sallydelândia Sobral de Farias – Examinadora Interna –
UAEEA/CTRN/UFCG

Prof. Dr. José Dantas Neto – Examinador Interno – UAEEA/CTRN/UFCG

Prof. Dr. Geovani Soares de Lima – Examinador Interno –
UAEEA/CTRN/UFCG

Dr. Armino Bezerra Leão – Examinador Externo – Bolsista de Pós-
Graduação

CAMPINA GRANDE - PB

Agosto -- 2016

A meu avô Jose Guedes Bezerra (In memorian)

MINHA HOMENAGEM

Aos meus Pais “Gilberto dos Santos Xavier” e “ Maria Eliane Azevedo Xavier” bem como meu irmão “Davidson Azevedo Xavier”.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

Obrigado, a todos!!!

SUMÁRIO

| | Pág. |
|-----------------------|-------------|
| LISTA DE TABELAS..... | viii |
| LISTA DE FIGURAS..... | ix |
| LISTA DE QUADROS..... | xi |
| LISTA DE ANEXOS..... | xii |
| RESUMO..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |

CAPÍTULO I – Referencial teórico da pesquisa

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 2. OBJETIVOS..... | 17 |
| 2.1. Objetivo Geral..... | 17 |
| 2.2. Objetivos Específicos..... | 17 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA..... | 18 |
| 3.1. A cultura do feijão-caupi | 18 |
| 3.1.1. Aspectos gerais..... | 18 |
| 3.1.2. Importância econômica..... | 19 |
| 3.2. Caracterização da região semiárida brasileira..... | 20 |
| 3.3. Efeitos da salinidade sobre o solo e nas plantas..... | 21 |
| 3.4. Efeitos as salinidade sobre o feijão-caupi..... | 23 |
| 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 26 |

CAPÍTULO II – Parâmetros vegetativos, produtivos e hídrico de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | 34 |
| ABSTRACT..... | 34 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 35 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 37 |
| 2.1. Caracterização de área experimental..... | 37 |
| 2.2. Tratamentos e delineamento estatístico..... | 37 |
| 2.3. Genótipos..... | 37 |
| 2.4. Instalação e condução do experimento..... | 39 |
| 2.5. Preparo das águas salinas e irrigação..... | 40 |
| 2.6. Descrição das variáveis avaliadas..... | 40 |
| 2.7. Análise dos dados..... | 42 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 42 |
| 4. CONCLUSÕES..... | 59 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 60 |

CAPÍTULO III – Crescimento, índice spad e produção de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | 65 |
| ABSTRACT..... | 65 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 66 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 68 |
| 2.1. Caracterização de área experimental..... | 68 |
| 2.2. Tratamentos e delineamento estatístico..... | 68 |
| 2.3. Genótipos..... | 68 |
| 2.4. Instalação e condução do experimento..... | 70 |
| 2.5. Preparo das águas salinas e irrigação..... | 71 |
| 2.6. Descrição das variáveis avaliadas..... | 71 |
| 2.7. Análise dos dados..... | 72 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 72 |
| 4. CONCLUSÕES..... | 87 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 88 |

LÍSTA DE TABELAS

CAPÍTULO II – Parâmetros vegetativo, produtivo e hídrico de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabela 1 – Genótipos cedidos pela Embrapa Meio Norte..... | 37 |
| Tabela 2 – Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento..... | 39 |
| Tabela 3 – Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), da altura de planta (AP), do diâmetro de caule (DC) e da área foliar (AF), nas épocas de avaliação dos genótipos de feijão-caupi..... | 42 |
| Tabela 4 – Resumo da análise de variância do extravasamento de eletrólitos na membrana (EMM), déficit de saturação Foliar (DSF), número de grãos (NGP) e vagem por planta (NVP) dos genótipos de feijão-caupi..... | 43 |

CAPÍTULO III – Crescimento, índice spad e produção de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Genótipos cedidos pela Embrapa Meio Norte..... | 68 |
| Tabela 2 – Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento..... | 70 |
| Tabela 3 – Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), da altura de planta (AP), do diâmetro de caule (DC) e da área foliar (AF), nas épocas de avaliação dos genótipos de feijão-caupi..... | 72 |
| Tabela 4 – Resumo da análise de variância da fitomassa seca de folha (FSF), de caule (FSC), da parte aérea (FSPA) e de raízes (FSR) e peso de grãos (PG) e vagens (PV) dos genótipos de feijão-caupi..... | 83 |

LÍSTA DE FÍGURAS

CAPÍTULO II – Parâmetros vegetativo, produtivo e hídrico de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | Pag. |
|--|------|
| Figura 1 – Número de folhas por planta aos 35 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 44 |
| Figura 2 – Número de folhas por planta aos 63 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 45 |
| Figura 3 – Altura de planta aos 35 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 46 |
| Figura 4 – Altura de planta aos 63 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 47 |
| Figura 5 – Diâmetro de caule aos 35 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 48 |
| Figura 6 – Diâmetro de caule aos 63 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 49 |
| Figura 7 – Área foliar aos 35 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 51 |
| Figura 8 – Área foliar aos 63 dias após o semeio (DAS) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 52 |
| Figura 9 – Déficit de Saturação Foliar (DSF) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 53 |
| Figura 10 – Extravasamento de eletrólitos na membrana (EMM) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 55 |
| Figura 11 – Número de grãos por planta em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 56 |
| Figura 12 – Número de Vagem por planta em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação de genótipos de feijão-caupi..... | 58 |

CAPÍTULO III – Crescimento, índice spad e produção de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | Pag. |
|--|-------------|
| Figura 1 – Número de folhas aos 49 dias após o semeio (DAS) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 74 |
| Figura 2 – Altura de planta aos 49 dias após o semeio (DAS) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 75 |
| Figura 3 – Diâmetro de caule aos 49 dias após o semeio (DAS) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi. | 76 |
| Figura 4 – Área foliar aos 49 dias após o semeio (DAS) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 77 |
| Figura 5 – Índice Spad (IS) em função dos níveis salinos de água para os genotipos de feijão-caupi..... | 78 |
| Figura 6 – Fitomassa seca de folhas (FSF) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 79 |
| Figura 7 – Fitomassa seca de caule (FSC) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 81 |
| Figura 8 – Fitomassa seca da Parte aérea (FSPA) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 82 |
| Figura 9 – Fitomassa seca de raiz (FSR) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 83 |
| Figura 10 – Fitomassa seca total (FST) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 85 |
| Figura 11 – Peso de grãos (gramas) em função das diferentes salinidade da água de irrigação dos genótipos de feijão-caupi..... | 86 |

LÍSTA DE QUADROS

CAPÍTULO II – Parâmetros vegetativo, produtivo e hídrico de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | Pag. |
|---|-------------|
| Quadro 1 – Esquema de identificação e distribuição das parcelas no experimento.... | 38 |

CAPÍTULO III – Crescimento, índice spad e produção de genótipos de feijão-caupi submetido a estresse salino

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Esquema de identificação e distribuição das parcelas no experimento.... | 69 |
|---|----|

LÍSTA DE ANEXOS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Anexo 1 – Imagem escaneada da análise de fertilidade e salinidade do solo utilizado no experimento, realizado pelo Laboratorio de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)..... | 94 |
| Anexo 2 – Imagem escaneada da análise física do solo utilizado no experimento, realizado pelo Laboratorio de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)..... | 95 |
| Anexo 3 – Fotos dos genótipos utilizado no experimento e fornecido pela EMBRAPA Meio-Norte e pesagem do solo..... | 96 |
| Anexo 4 – Fotos da disposição dos tijolos, identificação dos tratamentos e irrigação do solo ate capacidade de campo antes do semeio, semeadura dos genótipos de feijão-caupi de forma equidistante..... | 96 |
| Anexo 5 – Fotos da Vista frontal e Perspectiva geral posterior do experimento após o semeio e recipientes de plásticos onde eram armazenadas as soluções para irrigação..... | 97 |
| Anexo 6 – Fotos dos beckers com 50 mL de água bidestilada e 10 discos foliares para determinação extravasamento de eletrólitos na membrana celular e folhas do feijão-caupi acondicionada em sacos plásticos, imersas em água destilada..... | 98 |
| Anexo 7 – Foto do Clorofilômetro Soil Plant Analysis Development (SPAD-502 Minolta Chlorophyll Meter)..... | 98 |
| Anexo 8 – Fotos do experimento aos 20 dias após o semeio e aos 49 dias após o semeio do ponto de vista frontal e perspectiva geral do experimento..... | 99 |

XAVIER, D. A. Aspectos vegetativos, produtivos e fisiológicos de genótipos do feijão-caupi sob estresse salino. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO

A utilização de águas salinas na agricultura tem contribuído para a expansão de áreas irrigadas, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde acontecem longos períodos de estiagem durante vários meses do ano. Neste contexto de escassez de água, associada aos problemas de qualidade, propôs com este trabalho avaliar o crescimento, índices fisiológicos e produção de genótipos de feijão-caupi cultivada sob estresse salino, visando fornecer cultivares aptas as condições de estresse salino. Os tratamentos resultarão da combinação entre dois fatores: sendo 13 genótipos de feijão-caupi (MNC02-675F-3, MNC02-675F-4-10, MNC02-675F-9-3, MNC02-677F-2, MNC02-689F-2-8, MNC03-736F-6, MNC03-737F-11, MNC03-737F-5-1, BRS Pajeú, BRS Potengi, BRS Guariba, BRS Paraguaçu e BRS Cauamé) e quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (S1 = 1,2 dS m⁻¹; S2 = 2,8 dS m⁻¹; S3 = 4,4 dS m⁻¹ e S5 = 6,0 dS m⁻¹ a 25°C) e três repetições. O aumento da salinidade da água de irrigação a partir do nível 1,2 dS m⁻¹ reduziu o crescimento e produção, avaliados através do número de folhas, altura de planta, diâmetro caulinar, área foliar, número de grãos e vagem e peso de grãos. A intensificação do estresse salino via irrigação resultou acúmulo de solutos nos folíolos das folhas, além de promoveu aumento do déficit de saturação foliar. Os genótipos MNC02-677F-2 e BRS Cauamé apresentaram mecanismo de adaptação para o déficit de saturação foliar, os genótipos MNC03-763F-11 e BRS Cauamé apresentaram a maior formação de fitomassa para o aumento da salinidade de irrigação já o genótipo MNC03-737F-5-1 apresentou a menor fitomassa.

Palavras-chave: Feijão-caupi, genótipos, estresse salino.

XAVIER, D. Aspects vegetative, productive and physiological of bean cowpea genotypes under salt stress. 2013. 99 f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Federal University of Campina Grande. Center of Technology and Natural Resources. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

The use of saline water in agriculture has contributed to the expansion of irrigated areas, especially in arid and semi-arid regions, where happen long periods of drought for several months. In this context of scarcity of water, associated with quality problems, proposed with this work was to evaluate the growth, physiological indices and production of cowpea genotypes grown under salt stress, aiming to provide suitable cultivars to salt stress. The treatments will result from the combination of two factors: being 13 cowpea genotypes (MNC02-675F-3, MNC02-675F-4-10, MNC02-675F-9-3, MNC02-677F-2, MNC02-689F-2-8, MNC03-736F-6, MNC03-737F-11, MNC03-737F-5-1, BRS Pajeú, BRS Potengi, BRS Guariba, BRS Paraguaçu and BRS Cauamé) and four levels of electrical conductivity of irrigation water ($S_1 = 1.2 \text{ dS m}^{-1}$; $S_2 = 2.8 \text{ dS m}^{-1}$; $S_3 = 4.4 \text{ dS m}^{-1}$ and $S_5 = 6.0 \text{ dS m}^{-1}$ at 25°C) and three replicates. Increased salinity of irrigation water from the level of 1.2 dS m^{-1} reduced the growth and production, measured by the number of leaves, plant height, stem diameter, leaf area, number of grains and vagem and weight grains. Intensification of salt stress through irrigation resulted accumulation of solutes in the leaflets of the leaves, and promoted increased leaf saturation deficit. The genotypes MNC02-677F-2 and BRS Cauamé presented adaptation mechanism for the loss of leaf saturation the genotypes MNC03-763F-11 and BRS Cauamé had the highest biomass for the formation of increased salinity irrigation already genotype MNC03-737F-5-1 had the lowest biomass.

Keywords: Bean – cowpea, Genotypes, Salt stress.

REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma cultura de grande importância para o Brasil, notadamente para a região Nordeste, sendo utilizado como suprimento alimentar, na fixação de mão de obra no campo e como componente da produção agrícola (BEZERRA et al., 2008; ROCHA et al., 2009). No entanto, essas regiões caracterizam-se por apresentar baixas precipitações pluviométricas e altas taxas evapotranspirações. Nesse sentido, o uso da irrigação torna-se uma prática indispensável para obtenção de bons rendimentos econômicos dessa leguminosa (MOUSINHO et al., 2008). Esta leguminosa é cultivada para a produção de grãos em regiões de clima quente, úmido e semiárida, para alimentação humana e animal, sendo uma opção para a região semiárida, uma vez que pode servir como alternativa de renda e fonte proteica para os pequenos e médios produtores.

No Nordeste do Brasil, sobretudo em áreas semiáridas, é comum a ocorrência de altas temperaturas, baixa pluviosidade, distribuição pluviométrica irregular e intensa evaporação na maior parte dos meses do ano, sendo a prática da irrigação a melhor forma de garantir a produção agrícola com segurança (NOBRE et al., 2012). Aliada a este condicionante climático a qualidade da água para irrigação nesta região apresenta grande variabilidade, tanto em termos geográficos (espacial) como ao longo do ano (sazonal), sendo comum a ocorrência de fontes de água com elevada concentração de sais (BEZERRA et al., 2010).

Para a agricultura, o uso de água e/ou solos com problemas de sais poderá limitar o crescimento e produção dos vegetais devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, podendo também ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais ou ambos, devido à acumulação excessiva de certos íons nos tecidos vegetais, especialmente cloro e sódio (FLOWERS, 2004), no entanto, a sensibilidade das plantas a salinidade varia entre espécies, cultivares da mesma espécie além de alguns fatores como o tipo e a concentração de sal, o tempo de exposições, estágio fenológico, fatores edafoclimáticos, bem como da interação entre eles (ASHRAF e HARRIS, 2004).

Neste sentido, alguns trabalhos (LIMA et al., 2007; ANDRADE et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2012; FURTADO et al., 2013; XAVIER et al., 2014;) relatam o

efeito da irrigação com água salina sobre o cultivo do feijão-caupi, entretanto, não se encontrou genótipos e tratamentos que veio a mitigar o efeito do mesmo sobre a plantas, necessitando-se, desta forma, de novos estudos, sobretudo de genótipos de feijão-caupi resistentes e/ou tolerantes as esta condição.

A utilização de cultivares melhoradas geneticamente com o objetivo de aumentar a produtividade, a adaptabilidade e a estabilidade da produção, como também aumentar a resistência ao estresse salino, tem sido muito comum, mas não se sabe ao certo até onde os novos genótipos são resistentes e como se comportam as diversas condições. A viabilização do uso de água de baixa qualidade e de solos salinos é possível por meio do cultivo de genótipos de elevada tolerância a esse fator abiótico. No entanto, isso depende do desenvolvimento de cultivares tolerantes à salinidade, fato que exige o desenvolvimento de estudos para avaliação do efeito da salinidade sobre aspectos fisiológicos das plantas assim como o crescimento e produção, visando identificar genótipos que melhor se adaptem a tais fatores.

Tendo em vista a importância econômica do feijão-caupi e dos problemas causados pela salinidade, se faz necessários estudos que permitam conhecer formas de minimizar esses efeitos, tornando possível, práticas como o aproveitamento das águas salinizadas em genótipos tolerantes à salinidade, sem prejuízo no desenvolvimento e produtividade da cultura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a de respostas de treze genótipos de feijão-caupi submetidos a diferentes níveis de estresse salino sobre os aspectos de vegetativo, produtivo e fisiológicos, visando fornecer subsídios a estudos fisiológicos do comportamento de diferentes genótipos de feijão-campi as condições de estresse salino.

2.2. Objetivos específicos

1. Avaliar o crescimento dos genótipos de feijão-caupi submetido ao aumento do estresse salino;
2. Determinar o conteúdo relativo de água, extravasamento de eletrólitos e índice SPAD dos genótipos de feijão-caupi sob aumento do estresse salino;
3. Avaliar a produção dos genótipos de feijão-caupi submetido ao aumento do estresse salino;
4. Identificar genótipos tolerantes e sensíveis a salinidade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A Cultura do feijão-caupi

3.1.1. Aspectos gerais

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma excelente fonte de proteínas (23-25% em média) e apresentam todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixos quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média) e não conter colesterol (ANDRADE JUNIOR et al., 2003; VAUGHAN & GEISSLER, 2009) é um grão nativo da África e bastante cultivado nas regiões tropicais dos continentes africano, asiático e americano (SOARES et al., 2006). É uma planta Dicotyledonea, que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, seção *Catiang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata* (FREIRE FILHO et al., 2005).

Possui ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade e, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, tem a habilidade para fixar nitrogênio do ar, características que levaram a região nordeste a economizar em 2004 com compra de nitrogênio cerca de US\$ 13 milhões (RUMJANEK et al., 2005).

. Pelo seu valor nutritivo, o feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, visando o consumo humano in natura, na forma de conserva ou desidratado. Além disso, também é utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e, ainda, como adubação verde e proteção do solo (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2016).

3.1.2. Importância Econômica

Segundo a FAO (2016), a produção mundial de feijão-caupi em 2009 atingiu a marca de 3,6 milhões de toneladas em 12,5 milhões de hectares, produção esta alcançada em 36 países, destacando-se entre os maiores produtores a Nigéria, o Níger e o Brasil, respectivamente, os quais representam 84,1% da área e 70,9% da produção mundial.

A grande produção de feijão-caupi no Brasil encontra-se na região Nordeste, onde constitui um dos principais componentes da dieta alimentar do nordestino, além de ser

também um importante gerador de emprego e renda (RAMOS, 2011). Segundo Freire Filho (2011) estima-se que em 2009 foram cultivados no Brasil uma área de 1.543.373 hectares com feijão-caupi, dos quais 123.873 hectares foram cultivados na região Centro Oeste, 51.387 hectares no Norte e 1.368.113 hectares no Nordeste ao longo dos últimos cinco anos, pelo menos dois milhões de toneladas vêm sendo plantados com essa cultura, gerando milhares de empregos diretos e indiretos. Os negócios com essa cultura alcançam, todo ano, quase R\$ 1 bilhão (CONAC, 2016).

Nos últimos anos a cultura vem adquirindo maior expressão econômica, e seu cultivo tem sido realizado em áreas irrigadas, onde se emprega tecnologias mais adequadas na produção tais como correção, fertilização e irrigação, em rotação com outras culturas (FREIRE FILHO et al., 2005). Um dado interessante da região Nordeste refere-se ao destino da produção do feijão-caupi, onde mais de 50% destina-se ao autoconsumo familiar, resultado que mostra que esta cultura apresenta grande importância na alimentação das populações que vivem nessas regiões, sobretudo as mais carentes, pois fornece um alimento de alto valor nutritivo, sendo um dos principais componentes da dieta alimentar, gerando emprego e renda, tanto na zona rural quanto na zona urbana (LIMA et al, 2007), o excedente de produção dos pequenos e médios agricultores de base familiar, são comercializados em feiras livres como feijão-verde (XAVIER et al., 2007).

Segundo reportagem da Embrapa Meio-Norte (2001), a cultura do feijão-caupi é responsável pela geração de 1.451.578 empregos/ano no Brasil, com o valor de produção estimado em US\$ 249.142.582,00/ano, números que mostram a importância da cultura tanto no cenário nacional. Esses dados são extremamente importantes, pois refletem a participação da cultura no contexto de geração de emprego, de renda e da produção de alimentos no país e a credencia para receber maior atenção por parte das políticas de abastecimento e por parte dos órgãos de apoio à pesquisa (RAMOS, 2011).

O potencial alimentar da produção é para quase 30 milhões de pessoas. As cultivares de feijão-caupi desenvolvidas pela Embrapa vêm transformando a vida de pequenos, médios e grandes agricultores do País. Um bom exemplo são as cultivares BRS Guariba e BRS Tumucumaque, que respondem hoje por 80% das exportações de feijão para o Oriente Médio, Ásia e a Europa (CONAC, 2016).

3.2. Caracterização da região semiárida brasileira

A região Nordeste do Brasil abrange uma área de 1.600.000 km², dos quais 1.500.000 km² são regiões semiáridas que se caracteriza por apresentar insuficiência hídrica, constituindo o "polígono das secas". Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2003), parte da região Nordeste possui uma importante representação vegetal e paisagística, o Bioma Caatinga, que ocupa quase 10% do território nacional, abrange os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Bahia, sul e leste do Piauí e norte de Minas Gerais. Região de clima semiárido e solo raso e pedregoso, embora relativamente fértil, o bioma é rico em recursos genéticos resultante da sua grande biodiversidade (SANTOS et al., 2009).

Segundo SINGH (1995), mais de 60% do cultivo de feijão em países da América Latina, África e Ásia sofrem redução na produção devido à falta d'água, pois o requerimento hídrico da planta, durante o seu ciclo, não é satisfeito. A irrigação é uma das tecnologias que contribui para o aumento na produção de alimentos, porém esta prática deve ser utilizado de forma racional, uma vez que as condições de clima do Nordeste (altas temperaturas, baixa pluviosidade e os elevados teores de sais nas águas de irrigação), pode causar problemas de salinização nos solos (LIMA et al, 2007).

Esta região apresenta uma área potencial de irrigação estimada em seis milhões de hectares, contudo, ocorrem às maiores incidências de áreas salinizadas, por meio da ação antrópica (BERNARDO, 1997), devido a falta de manejo adequado de água-solo-salinidade, a irrigação tem levado a salinização e sodificação de extensa área da região, onde aproximadamente 25% das áreas irrigadas dessa região encontra-se salinizada (GHEYI, 2000; BARROS et al., 2005) resultados esses que estão associados a solos jovens e pouco profundos em áreas que possuem elevadas taxas de evapotranspiração superando os índices de precipitação (COELHO, 2013) que favorecem situação de escassez de águas superficiais e desfavorecem a implantação de sistemas de produção agrícola convencionais, pois os mesmos necessitam de grandes quantidades de água (ALVES et al., 2011).

A qualidade da água de irrigação é de crucial importância principalmente devido a sua escassez, sendo o agricultor obrigado a utilizar águas de qualidade inferior que no nordeste brasileiro, apresentam concentração de sais na faixa de 1 a 30 mmolc L-1 correspondendo à faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m-1 (HOLANDA & AMORIM, 1997). Assim a utilização de águas salinas na irrigação pode representar um risco para a produção agrícola das culturas.

A adequação de águas de qualidades inferiores para serem utilizadas na irrigação, não depende unicamente da concentração total, mas também dos tipos de sais (SOARES et al., 2012). Segundo Peña (1972), a classificação e o uso de água para fins de irrigação são julgados com base nos seguintes aspectos:

- Características químicas - a qualidade da água depende dos constituintes químicos e de seu perigo potencial nos efeitos diretos e indiretos sobre os cultivos.
- Condições agronômicas - uma vez determinadas em laboratório, as características químicas da água para irrigação, sua aplicabilidade deve estar sujeita à susceptibilidade de danos que possam ocasionar aos cultivos a serem irrigados. Esses danos devem ser medidos relacionando-se os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação com danos passíveis de ocasionar redução dos rendimentos das colheitas.
- Condições edafológicas - o teor de sais da água de irrigação pode alcançar níveis prejudiciais aos cultivos quando os sais se concentram na camada do solo onde se desenvolve o sistema radicular das plantas. Esta condição pode ser controlada aplicando-se, além da lâmina de água requerida pela irrigação, uma outra quantidade de água adicional ou lâmina de irrigação em quantidade suficiente para lixiviar, desta camada de solo, os sais em excesso.

No entanto, existem amplas evidências em todo o mundo que águas de alta salinidade, classificadas como inadequada para irrigação, podem ser utilizadas para diversas culturas (RHOADES et al, 2000). Por outro lado, sua utilização indiscriminada pode salinizar os solos, comprometendo a produção dessas culturas. Em alguns casos, essas águas proporcionam alterações nas condições físico-químicas que não existiam inicialmente no solo em proporções que desfavorecem o crescimento e o desenvolvimento da maioria das culturas (ALENCAR et al., 2003).

3.3. Efeitos da salinidade sobre o solo e nas plantas

A salinização do solo é um problema crescente no mundo. Estima-se que cerca de 1 a 5 bilhões de hectares de solos são afetados por sais, com grande parte de todas as áreas irrigadas do mundo sofrendo com a redução da produção devido ao excesso de sais no solo (RIBEIRO et al., 2003; SOUSA, 2007). Isto são resultados preocupantes, onde se atinge cerca de 50% dos 250 milhões de hectares de área irrigada do globo terrestre, sendo que 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desse problema (FAO, 2005), conseqüentemente aumentando o êxodo rural dessas regiões em

processo de desertificação que resulta em um fator negativo que é o inchaço das cidades, que na ausência de um planejamento urbano há o superpovoamento de bairros pobres, moradias em locais sem estrutura e o aumento de favelas (FRANCISCO, 2016), além disto, os novos habitantes possuem baixa escolaridade o que leva ao desemprego e por falta de oportunidade eles começam a trabalhar na informalidade como: vendedores ambulantes, catadores de materiais recicláveis, flanelinhas, entre outros. (PEREIRA & LOPES, 2013).

Segundo SHAINBERG & OSTER (1978) as propriedades físicas dos solos: estrutura do solo, estabilidade dos agregados, dispersão das partículas, permeabilidade e infiltração, são influenciadas pelos tipos de cátions trocáveis presentes no solo. Enquanto a acumulação de sais solúveis torna o solo flocculado, friável e bem permeável, o aumento do sódio trocável poderá torná-lo adensado, compacto em condições secas, disperso e pegajoso em condições molhadas (GHEYI et al., 1991; DIAS & BLANCO, 2010). Em relação às propriedades químicas, o aumento das concentrações de sais e sódio trocável, ocasiona a redução de sua fertilidade e, em longo prazo, pode levar a desertificação (D'ALMEIDA et al., 2005). A alta condutividade elétrica verificada em solos salinos se devem as altas concentrações de sais, podendo restringir a absorção de nutrientes, interferir no desenvolvimento das plantas e reduzir a níveis antieconômicos, em função da elevação do potencial osmótico (MENDES et al., 2008).

Existem dois tipos de salinização do solo, a natural que pode ocorrer pela intemperização das rochas e pela deposição de sais provenientes dos oceanos pela ação das chuvas e dos ventos, sendo denominada de salinização primária (RICHARDS, 1954; NEUMANN, 1997; RIBEIRO et al., 2009) ou a secundária que ocorre quando a elevação na concentração de sais no solo é resultante de alguma atividade antrópica, geralmente associada ao desmatamento, ao excesso de água de irrigação, ao padrão de qualidade da água de irrigação abaixo do recomendado, uso de adubos químicos e sistemas de drenagem ineficientes (WILLIAMS, 1987; NEUMANN, 1997; RIBEIRO et al., 2003; MUNNS, 2016).

No semiárido brasileiro há grandes áreas com solos salinizados, devido à natureza física e química dos solos, ao déficit hídrico e à elevada taxa de evaporação, com maior incidência do problema nas terras mais intensamente cultivadas com o uso da irrigação, nos polos de agricultura irrigada (SILVA et al., 2011). A acumulação de sais, na rizosfera, prejudica o crescimento e desenvolvimento das culturas, provocando um

decréscimo de produtividade e, em casos mais severos, pode levar a um colapso da produção agrícola (SANTANA, 2003). Isso ocorre em razão da elevação do potencial osmótico da solução do solo, por efeitos tóxicos dos íons específicos e alteração das condições físicas e químicas do solo (LIMA, 1998).

Os efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais são: seca fisiológica, proveniente da diminuição do potencial osmótico, desbalanceamento nutricional devido à elevada concentração iônica, especialmente o sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes e efeito tóxico de íons, particularmente o cloro e sódio (SANTANA, 2003).

O grau de tolerância à salinidade das plantas depende da ativação de múltiplas vias bioquímicas que promovem a acumulação de água nas células, resguardando as funções fotossintéticas e conservando a homeostase iônica (ESTEVES e SUZUKI, 2008).

As altas concentrações de sais encontradas na água de irrigação, além de reduzir o potencial osmótico do solo, podem provocar efeitos tóxicos nas plantas e causar distúrbios funcionais bem como dano ao metabolismo (SILVA et al., 2003). Em situações de estresse em um período de curta duração é observado a predominância do efeito osmótico dos sais, fazendo com que o potencial hídrico do ambiente radicular diminua e restrinja a absorção de água; já em estresses de longa duração, é possível que os íons se acumulem e provoquem toxidez, induzindo distúrbios nutricionais e metabólicos (MUNNS, 2002).

Existem mecanismos de adaptação das plantas que permitem que as plantas resistam ao estresse salino: um deles é a redução da área foliar ou perda de folhas por abscisão, isto acontece, pois as folhas são as estruturas da planta mais sensíveis na percepção dos estresses e de acordo com Silva et al. (2000), essas plantas acumulam no vacúolo das células foliares os íons salinos absorvidos, mantendo a concentração salina no interior da célula em níveis baixos e, desta forma, o excesso de sais não interfere na hidratação das proteínas e nos mecanismos enzimáticos e metabólicos da planta; outro mecanismo é o ajustamento osmótico onde permite que as plantas continuem a crescer e facilitar a manutenção da abertura estomática durante mais tempo. Íons inorgânicos são armazenados no vacúolo, de forma a não interferirem no metabolismo do citoplasma, enquanto os solutos orgânicos são compartimentalizados no citossol, de modo a manter o equilíbrio hídrico entre o vacúolo.

3.4. Efeitos da salinidade sobre o Feijão-caupi

São grandes a quantidade de trabalhos relativos ao efeitos do estresse salino do sob feijão-caupi, porém ainda são escassas cultivares ou técnicas que venha mitigar o

efeito da mesma sobre a produção do caupi. De acordo com Maas & Hoffman (1977), o caupi é uma espécie considerada moderadamente sensível ao estresse salino e de acordo com Ayers & Westcot (1999), ela tolera irrigação com água salina com condutividade elétrica de até $3,3 \text{ dS m}^{-1}$, sem redução na produtividade, enquanto já Dias & Blanco (2010) afirmam que a salinidade limiar da mesma é $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. As concentrações de sais que restringem o crescimento do feijão-de-corda variam entre as cultivares e parecem depender da composição iônica do meio (LACERDA, 1995).

Em estudo realizado por Silva et al. (2011), foi observado que o aumento da salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento das plantas de feijão-de-corda, através da redução da matéria seca da parte aérea, área foliar, onde esta inibição deve ser provocada, em maior parte, pelos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura e pela redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina, além de proporcionar redução na fotossíntese, transpiração e condutância estomática.

Coelho et al. (2005), utilizando a cultivar pele de moça em solo salinizado ele observou que a salinidade do solo causa redução no consumo de água, no potencial osmótico foliar, na altura das plantas, no número de folhas e na biomassa seca da parte aérea do feijoeiro, enquanto Lima et al. (2007), testando a cultivar 'Quarentinha' notou que a salinidade proporcionou reduções de 65,90% na área foliar, de 66,94% na matéria seca da parte aérea e de 76,14% matéria seca das raízes, enquanto na produção de nódulos nas raízes foi afetada drasticamente pela salinidade, com uma redução que chegou a 98,71%.

Sousa et al. (2013) estudando salinidade e doses de nitrogênio observou que as doses de nitrogênio não conseguiu mitigar o efeito da salinidade sobre as plantas, já Sousa et al. (2007) estudando o crescimento e nutrição mineral em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação, observou que a composição iônica da água de irrigação influenciou os teores de nutrientes minerais principalmente os dos micronutrientes Fe, Cu e Mn. Furtado et al. (2013), observou que o aumento da salinidade reduziu a produção de grãos.

Dantas et al. (2002) estudando o grau de tolerância de 50 genótipos de caupi ao estresse salino, observou que os genótipos Parambu, IPA 201 e EPACE 10 apresentaram mecanismo de tolerância, Silva et al. (2013) estudando os genótipos: BR 17 Gurguéia; BRS Marataõa; BRS Guariba; BRS Aracé, constatou que o aumento da concentração de sal na água influenciou a emergência das plântulas e o crescimento

inicial além de os genótipos BRS Marataoã e BRS Guariba apresentarem tolerância. Nascimento et al. (2012), trabalhando com inoculação de rizóbio observou que o melhor resultado de clorofila total (SPAD) foi no início do experimento.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, R. D.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F. de; HOLANDA, J. S.; PORTO, V. C.; FERREIRA NETO, N. M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.2, p.221-226, 2003.
- ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- ANDRADE J.R.; BARBOSA, J. W. da S.; ALENCAR, A. E. V. de; NASCIMENTO, R. do; MELO, D. F. DE. Crescimento do feijão-caupi submetido a inoculação com rizóbio e irrigação com água salina. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró – RN, v. 7, n.3, p. 06-09, 2012.
- ANDRADE JUNIOR, A. S. de.; SANTOS, A. S.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; FREIRE FILHO, F. R. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.). Teresina: Embrapa Meio-Norte, 108 p. (Sistema de Produção: 2), 2003.
- ASHRAF M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, Dordrecht, v. 166, n. 1, p. 3-16, 2004.
- AYERS, R. S.; WESCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 153p, 1999.
- BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ V., V. H.; RUIZ, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.320-326, 2005.
- BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: Silva, D. D. da.; Pruski, F.F. (Ed.). Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável da Agricultura. Viçosa: MMA, SRH, ABEAS, UFV, 1997. 252p.
- BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F. de; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. da; GHEYI, H. R. Rotação cultural feijão-caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.5, p.1075-1082, 2010.

- BEZERRA, A.A.C.; TÁVORA, F.J.A.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, n.1, v.8, p.85-93, 2008.
- COELHO, D. S. Influência da salinidade nos aspectos nutricionais e morfofisiológicos de genótipos de sorgo forrageiro. Juazeiro. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus, Juazeiro, 2013.
- COELHO, J. B. M.; BARROS, M. F. C.; BEZERRA NETO, E.; CORREA, M. M. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.17, n.4, p.379-385, 2013.
- CONAC, Feijão-caupi, feijão-macassar ou feijão-de-corda. Disponível em: <<http://www.conac2016.com.br/index.php/pt/sobre-o-evento/o-feijao-caupi>>. Acesso em: 12 de abril de 2016
- 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.
- DANTAS, J.P.; MARINHO, F. J. L.; FERREIRA, M.M.M.; AMORIM,M.S.N.; ANDRADE, S.I.O.; SALES, A.L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.3, p.425-430, 2002.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). *Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados*. Fortaleza, INCTSal, p.129-141, 2010.
- EMBRAPA MEIO-NORTE. Caupi movimentada mais de US\$ 249 milhões e gera mais de 1,4 milhões de emprego no Brasil. *Jornal Editado pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, Teresina-Piauí*, Ano 3, N 3, 2001.
- EMBRAPA MEIO-NORTE. *Sistemas de Produção 2*; versão eletrônica. Disponível: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi>>. Acesso em: 13 de abril de 2016.

- ESTEVEES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. *Oecologia Australis*, v.12, n.4, p.662-679, 2008.
- FAO. FAOSTAT. Crops. Cow peas, dry. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em 12 de Abril de 2016.
- FAO. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. Rome: FAO Land and Plant Nutrition Management Service, 2005.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.55, n.396, p. 307-319, 2004.
- FRANCISCO, W. C. Êxodo rural. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/exodorural.htm>. Acesso em: 04 maio 2016.
- FREIRE FILHO, F. R. Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 23-24 p, 2011.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMS, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 30-92, 2005.
- FURTADO, G. de F.; JUNIOR, J.R. de S.; XAVIER, D. A.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M. de. Componentes de produção do feijão vigna sob estresse salino e doses de nitrogênio. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró – RN, v. 8, n. 5, p. 130 - 136, Edição Especial, 2013.
- GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, J. R.; R.N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds.). *Agricultura, sustentabilidade e o semiárido*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.329-345, 2000.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos. Mossoró: ESAM, 70p, 1991.
- HOLANDA, J. P.; AMORIM, J.R.A. Qualidade de água para irrigação. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.M. (ed.) *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB-SBEA, p.137-169, 1997

- LACERDA, C. F. Efeitos da salinidade no desenvolvimento e composição mineral do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e utilização do Ca²⁺ como meio para minorar tais efeitos. 1995. 87 f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.
- LIMA, C. J. G. de S.; OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA M. K. T.; JÚNIOR, A. B. de A. Resposta do feijão-caupi a salinidade da água de irrigação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró – RN, v.2, n.2, p. 79–86, 2007.
- LIMA, V. L. A. Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem. 87 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa., 1998.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division, A.S.C.E.*, v. 103, n.2, p.115-134, 1977.
- MENDES, J. S.; et al. Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.1, p.13-19, 2008.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Biomass brasileiros*. Brasília: MMA, 2003.
- MOUSINHO, F. E. P.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FRIZZONE, J. A. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no Estado do Piauí. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.30, n.1, p.139-145, 2008.
- MUNNS, R. The impact of salinity stress. *Plantstress*. Virtual article. Disponível em: http://www.plantstress.com/Articles/salinity_i/salinity_i.htm. Acesso em: 09 de maio de 2016.
- MUNNS, R.. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, v. 28, p.239-250, 2002.

- NASCIMENTO, R. do; ANDRADE J.R.; ALENCAR, A. E. V. de; BARBOSA, J. W. da S.; SILVA, R. F. B. da. Índice spad em feijão-caupi inoculado com rizóbio e submetidos a diferentes níveis de salinidade. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró – RN, v. 7, n. 3, p. 14-16, 2012.
- NEUMANN, P. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant, Cell & Environment.*, v.20, p.1193-1198, 1997.
- NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, E. P. de; SOARES, L. A. dos A.; ALVES, A. N. Teor de óleo e produtividade da mamoneira de acordo com a adubação nitrogenada e irrigação com água salina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.47, n.7, p.991-999, 2012.
- PEÑA, I. de Calidad de las águas de riego. Obregon: Secretaria de Recursos Hidraulicos, Distrito de Riego del Rio Yaqui, 33p (Boletim Técnico, 5), 1972.
- PEREIRA, K. P.; LOPES, J. L.. Pobreza x degradação ambiental: existe correlação? Uma análise estatística para o paraná. VIII Encontro de Produção Científica e Tecnológica. 2013. In: *O Método Científico*, 2013.
- RAMOS, H. M. M. Características produtivas, fisiológicas e econômicas do feijão-caupi para grãos verdes sob diferentes regimes hídricos. Teresina. 17p. Dissertação (Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.
- RHOADES, J.D.; KANDIAH, A; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48, p. 117, 2000.
- RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (eds.). *Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.449-484, 2009.
- RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208, 2003.

- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington D.C., U.S. Salinity Laboratory. 160p, (USDA Agriculture Handbook, 60), 1954.
- ROCHA, M.M.; CARVALHO, K.J.M.; FREIRE FILHO, F.R.; LOPES, A.C.A.; GOMES, R.L.F.; SOUSA, I.S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.270-275, 2009.
- RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. Fixação Biológica de Nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; SILVA, P. H. S.; VIANA, F. M. P. (Org.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. p. 281-335, 2005.
- SANTANA, M. J. de; CARVALHO, J. de A.; SILVA, É. L. da; MIGUEL, D. da S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Ciência Agrotecnologia, Lavras, v.27, N.2, Mar./Apr. 2003.
- SANTOS, M. J. D.; SILVA, B. B. D.; OLIVEIRA, E. M. D. Analogia entre desmatamento e êxodo rural no nordeste do Brasil. Revista Eletrônica, v.8, n. 1, 2009.
- SHAIBERG, I.; OSTER, J. D. Quality of irrigation water. Bet dagon: International Irrigation Center, 1978. 65p, 1978.
- SILVA, Á. R. F. da; SILVA, A. F. da; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA JÚNIOR, E. G.; MELO, A. S. de. Vigor de plântulas de feijão-caupi submetidas a diferentes níveis de salinidade na irrigação. III CONAC, Recife- PE , 2013.
- 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, F. L. B. da; LACERDA, C. F. de; SOUSA, G. G. de; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L. da; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.15, n.4, p.383–389, 2011.

- SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.7, n.4, p.26-31, 2011.
- SILVA, J. V. LACERDA, C. F. de; COSTA, P. H.; ENÉIAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 15, n. 2, p. 99-105, 2003.
- SINGH, S. P. Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean. *Crop. Scie.*, 35:118-124, 1995.
- SOARES, A.L.; PEREIRA, JPAR; FERREIRA, PAAF; VALE, HMM; LIMA, AS;. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I – caupi. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:795-802, 2006.
- SOARES, L. A. A.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, A. O.; SOARES, S. S. Componentes de crescimento da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Irriga**, Edição Especial, p.40-54, 2012.
- SOUSA, C.H.C. Análise da tolerância a salinidade em plantas de sorgo, feijão-de-corda e algodão. Fortaleza. 73f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- SOUSA, J. R. M.; ANDRADE, E. M. G.; FURTADO, G. F.; SOARES, L. A. A.; SILVA, S. S.; SOUSA JUNIOR, J. R. Crescimento vegetativo do feijão-caupi sob doses de nitrogênio irrigado com águas salinas. *Agropecuária Científica no Semiárido*. UFCG, v.9, n.3, p.94-98, 2013.
- SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; AMARO FILHO, J. HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.2, n.1, p.75-82, 2007.
- VAUGHAN, J. G.; GEISSLER, C. A. Other Oil Producing Plants. In: *The New Oxford Book of Food Plants*, Oxford, University Press, 284 p, 2009.

WILLIAMS, W. D. Salinization of rivers and streams: an important environmental hazard. *Ambio*. v.16, p.180-185, 1987.

XAVIER, D.A.; FURTADO, G.F.; JUNIOR, J.R.S.; SOUSA, J. R.M.; SOARES, L.A.A. Índices fisiológicos do feijão-caupi irrigado com água salina e adubação nitrogenada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal – PB, v. 9, n. 1, p. 294-298, 2014.

XAVIER, G.R.; MARTINS, L.M.; RUMJANEK, N.G.; NEVES, M.C.P. TOLERÂNCIA DE RIZÓBIO DE FEIJÃO-CAUPI À SALINIDADE E À TEMPERATURA EM CONDIÇÃO IN VITRO. *Revista Caatinga*, Mossoró – RN, v.20, n.4, p.01-09, 2007.