



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

EDNÂNGELO DUARTE PEREIRA

**EFEITOS DA SALINIDADE E DA FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA NO
DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO CAUPI**

REDENÇÃO-CE

2016

EDNÂNGELO DUARTE PEREIRA

EFEITOS DA SALINIDADE E DA FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA NO
DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO CAUPI

Trabalho de conclusão do curso de
Graduação em Agronomia apresentado
como requisito para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo da Universidade
da Integração Internacional da Lusofonia
Afro-Brasileira.

Orientador: Profa. Dr. Albanise Barbosa Marinho

REDENÇÃO- CE

2016

EDNÂNGELO DUARTE PEREIRA

EFEITOS DA SALINIDADE E DA FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA NO
DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO FEIJÃO CAUPI

Monografia julgada e aprovada para obtenção do Diploma de Graduação em Agronomia apresentada como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Aprovada em: ____/____/____.

Nota: _____

BANCA EXAMINADORA



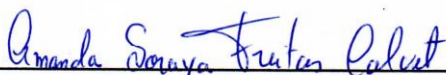
Prof. Dra. Albanise Barbosa Marinho - (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB



Prof. Dra. Antônia Leila Rocha Neves (Examinadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB



Amanda Soraya Freitas Calvet (Examinadora)

Doutora em Fitotecnia - DCR/CNPQ/UNILAB

Página reservada para ficha catalográfica que deve ser confeccionada após
apresentação e alterações sugeridas pela banca examinadora.

DEDICATÓRIA

Á toda a minha família, aos meus pais Edil Carlos Duarte Pereira e Maria Helena Alves Pereira, a minha irmã Angélica Alves de Araújo, e em especial ao meu irmão Edi Carlos Duarte Pereira (*in memoriam*) por serem pessoas decisivas nesta caminhada.

Dedico este trabalho com muita gratidão.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, permitindo-me desfrutar desse intervalo de tempo nesse lugar chamado Terra, construindo teias de vida.

À minha família querida que me ama, apoia, acredita e estimula a conquista dos meus sonhos, toda a minha gratidão pelo esforço, estímulo e dedicação para a minha realização pessoal e profissional.

À Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), pela oportunidade de realização do curso e pelo apoio moral e material.

À Albanise Barbosa Marinho, além de orientadora, amiga, que de forma acolhedora compartilha comigo a teia dessa pesquisa e, por estimular e acreditar em minha capacidade na realização deste trabalho, proporcionando meu crescimento como um todo.

Ao Grupo de Pesquisa em Biofertilização: Rafaela Arruda, Elisía Ramos Chrislene, Amanda Freitas, Waleska, Jilson, Jailson, Robevania, Glaudejane, Abudu e Sebastião.

Aos funcionários da Fazenda experimental da UNILAB pelo apoio na condução desta pesquisa. Em especial ao Lourenço Marreiros.

A todos os colegas de curso e de vida que contribuíram com seus conhecimentos, novas ideias, boa vontade e calor humano, sem os quais tudo teria sido mais difícil no decorrer do curso, em especial a Rafaela Arruda, Chrislene Nojosa, Amanda Freitas, Ananda Bomfim, Everlania Felix, Natalia Guimarães, Evanir Brasil, Dalber, Alana Bernardo, Emanuell Felix, Francisco de Assis Júnior, Erlon da Silva, Eliene Campelo, Igor Simplício, João Bosco, Domingos Marinho, Danisio Silva, Mykaelly Miranda, Rafaelly de Aguiar, Valdécio Rodrigues, Fernando Pinto, Wilson de Souza.

A todos os professores que contribuíram significativamente na minha caminhada acadêmica, proporcionando-me intensa aprendizagem e embasamento científico em especial ao professor José Ribamar Furtado de Souza, por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava.

À todas as pessoas que sempre me incentivaram desde uma simples palavra de motivação e conforto, principalmente em momentos difíceis, até uma forte ligação

de convivência com muita alegria, diversão e amizade verdadeira que já sinto imensa saudade.

Embora seja impossível nomear todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, pois a lista seria infindável, manifesto a eles minha gratidão.

A todos, meu muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área experimental do Feijão-caupi, Redenção, Ceará, 2016.	23
Figura 2. Foto ilustrativa da cultivar Canapu, Redenção, Ceará, 2016.	24
Figura 3. Croqui da área experimental. Redenção, Ceará, 2016.	25
Figura 4. Esquema da constituição do enchimento do vaso (A) e Semeadura das sementes de Feijão-caupi (B), Redenção, Ceará, 2016.....	26
Figura 5. Avaliação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento, Redenção, Ceará, 2016.	28
Figura 6. Medição do volume coletado, Redenção, Ceará, 2016.	28
Figura 7. Caixa de polietileno, com capacidade de 500 L, com biofertilizante em processo de fermentação, Redenção, Ceará, 2016.	30
Figura 8. Data logger HOBO temp/RH/light/ext channel – marca Onset, Redenção, Ceará, 2016.....	31
Figura 9. Avaliação do diâmetro do caule, Redenção, Ceará, 2016.....	32
Figura 10. Determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) (A), e da raiz (MSR) (B), Redenção, Ceará, 2016.	33
Figura 11. Medição do comprimento das vagens de feijão-Caupi, Redenção, Ceará, 2016.	34
Figura 12. Balança digital para determinação do peso das vagens, Redenção, Ceará, 2016.....	35
Figura 13. Balança digital para determinação do peso médio dos grãos secos, Redenção, Ceará, 2016.	36
Figura 14. Diâmetro do caule (mm) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante (B), Redenção, Ceará, 2016.	40
Figura 15. Número de folhas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada, Redenção, Ceará, 2016.	42

Figura 16. Massa fresca da parte aérea (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante misto (B), Redenção, Ceará, 2016.	44
Figura 17. Massa seca da parte aérea (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante (B), Redenção, Ceará, 2016.	45
Figura 18. Massa fresca da raiz (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante (B), Redenção, Ceará, 2016.	46
Figura 19. Massa seca da raiz (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2016.	47
Figura 20. Peso médio dos grãos de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante misto (B), Redenção, Ceará, 2016.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ingredientes para preparo do biofertilizante líquido misto com fermentação aeróbia, Redenção, Ceará, 2016.	29
Tabela 2. Características químicas do biofertilizante misto. Redenção - Ceará, 2016.	30
Tabela 3. Valores médios mensais de Temperatura, Umidade relativa e Luminosidade durante a condução do experimento, Redenção, Ceará, 2016.	38
Tabela 4. Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto. Redenção – CE, 2016.	39
Tabela 5. Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto. Redenção – CE, 2016. ...	43
Tabela 6. Resumo da análise de variância para número de vagens por planta (NVP), comprimento das vagens (CV), peso das vagens (PV), peso médio dos grãos (PMG), do rendimento dos grãos na vagem (RGV) e da produtividade total (PROD) da cultura do feijão-caupi, submetida à irrigação com diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto. Redenção – CE, 2016	48
Tabela 7. Valores médios do número de vagens (NV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016	49
Tabela 8. Valores médios do comprimento de vagens (CV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.....	49
Tabela 9. Peso médio das vagens (PV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.....	50

Tabela 10. Valores do rendimento de grãos nas vagens (RGV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.....51

Tabela 11. Valores da produtividade média total (kg ha^{-1}) de feijão-caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Hipótese (s) Científica (s)	14
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. A cultura do Feijão caupi: Aspectos gerais.....	15
2.2. Manejo de água salina na cultura do feijão-caupi.....	17
2.3. Fontes orgânicas na agricultura	19
2.4. Interação entre Salinidade e Biofertilizante	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1 Caracterização da área experimental.....	23
3.1.1 Localização do experimento.....	23
3.1.2 Clima	23
3.1.3 Água	24
3.2 Cultura.....	24
3.3 Delineamento experimental.....	25
3.4 Condução da cultura	25
3.4.1 Semeadura.....	25
3.4.2 Desbaste e tratos culturais	26
3.4.3 Instalação e manejo do sistema de Irrigação	27
3.4.4 Constituição e manejo do Biofertilizante.....	29
3.4.5 Colheita	31
3.5 Variáveis analisadas.....	31
3.5.1 Variáveis climáticas	31
3.5.2 Variáveis de crescimento.....	32

3.5.2.1	Diâmetro do caule.....	32
3.5.2.2	Número de folhas.....	32
3.5.2.3	Massa fresca e seca da parte aérea e raiz	33
3.5.2	Variáveis Produtivas.....	33
3.5.2.1	Número de vagens por planta.....	34
3.5.2.2	Comprimento das vagens	34
3.5.2.3	Peso das vagens (palha + grão)	35
3.5.2.4	Peso médio dos grãos por vagem	36
3.5.2.5	Rendimento dos grãos na vagem	36
3.5.2.6	Produtividade total	36
3.6	Análise estatística.....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1	Variáveis climáticas.....	38
4.2	Variáveis de crescimento.....	39
4.3.1	Diâmetro do caule e número de folhas.....	39
4.3.2	Massa fresca e seca da parte aérea e raiz.....	42
4.3	Variáveis produtivas	48
5	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas do feijão-caupi (*Vigna Unguiculata* L. Walp) produzido sob efeito de diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto. Para isso realizou-se este experimento em uma área da Fazenda Experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no Sítio Piroás, município de Redenção, Ceará, no Maciço de Baturité, no período de maio a agosto de 2016, com a cultivar de feijão-caupi "Canapu". O experimento obedeceu ao delineamento em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas consistiram na aplicação de água com 5 diferentes teores de sais, 0,4; 1,4, 2,4, 3,4 e 4,4 dS m⁻¹, respectivamente, e as subparcelas foram constituídas por três doses de biofertilizante misto equivalentes a 0, 400 e 800 mL planta⁻¹semana⁻¹, sendo parceladas e aplicadas duas vezes por semana, por fertilização manual, de acordo com os tratamentos, durante 93 dias. Cada subparcela foi constituída de duas plantas, sendo 30 unidades experimentais em cada bloco, totalizando 120 plantas. Para realização da irrigação foi utilizado um sistema de irrigação localizada por gotejamento. As irrigações foram feitas em um turno de rega de dois dias, sendo a quantidade de água aplicada calculada com base na evaporação do tanque classe A. O biofertilizante foi preparado em sistema aeróbico, utilizando esterco bovino fresco, esterco de ave, cinza e água. Os estercos foram diluídos em água na proporção de 1:2 de estercos + cinza e água. Foram analisadas as características de crescimento, os componentes produtivos e as características climáticas do local. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e feito análise de regressão. Os dados demonstraram que o aumento do teor salino das águas de irrigação prejudica o crescimento em número de folhas, diâmetro do caule, matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz e no peso médio dos grãos das plantas de feijão-caupi, porém foi observada uma tendência de efeito atenuador do biofertilizante nos mais altos níveis de salinidade.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.) Walp, estresse salino, biofertilizante.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the responses of cowpea (*Vigna Unguiculata* L. Walp) produced under different salinized water levels and mixed biofertilizer doses. This experiment was carried out in an area of the Experimental Farm of the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), located in the Piroás Site, in the municipality of Redenção, Ceará, in the Massif de Baturité, from May to August. 2016, with the canapu bean cultivar "Canapu". The experiment was carried out in a randomized complete block design with four replications. The plots consisted of the application of water with 5 different levels of salts, 0.4; 1.4, 2.4, 3.4 and 4.4 dS m⁻¹, respectively, and the subplots consisted of three mixed biofertilizer doses equivalent to 0, 400 and 800 mL plant⁻¹ week⁻¹, being divided and Applied twice a week, by manual fertilization, according to treatments, for 93 days. Each subplot was constituted of two plants, being 30 experimental units in each block, totaling 120 plants. A drip irrigation system was used to perform the irrigation. Irrigations were done in a two - day irrigation schedule, the amount of water applied being calculated based on the evaporation of the class A tank. The biofertilizer was prepared in an aerobic system using fresh bovine manure, poultry manure, ash and water. The manures were diluted in water in the proportion of 1: 2 manure + ash and water. The growth characteristics, the productive components and the climatic characteristics of the place were analyzed. The results were submitted to analysis of variance by the F test and done regression analysis. The data showed that the increase in the saline content of the irrigation waters impairs the growth in leaf number, stem diameter, fresh and dry matter of shoot and root and the average weight of bean plants. Observed a tendency of attenuating effect of the biofertilizer in the highest levels of salinity.

Key words: *Vigna unguiculata* (L.) Walp, saline stress, biofertilizer.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação do consumidor com relação ao alimento transformou-se consideravelmente durante as últimas décadas. Apesar das tecnologias de produção estar evoluindo magnificamente, no Brasil, a grande maioria dos produtos, principalmente aqueles de origem vegetal tem tido um baixo índice de aproveitamento de sua massa, resultando daí um excesso de resíduos não aproveitáveis, provocando assim diversos impactos socioambientais negativos (RIBAS, 2016).

A sustentabilidade na produção de grãos tem a sua base na rentabilidade e nos impactos sobre recursos naturais e consequências sociais. Dai, a eficiência na produção é um dos componentes da sustentabilidade da agricultura, que deve estar integrada com o manejo e o uso de recursos naturais como a água, o solo e os combustíveis.

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma das leguminosas com maior distribuição pelo mundo. Esta espécie vegetal constitui-se em um importante componente da dieta em países em desenvolvimento, sendo a principal fonte de proteínas para os agricultores familiares nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (FREIRE FILHO et al., 2007).

A irrigação com água salina deve ser manejada de forma criteriosa para evitar, acúmulos de sais na superfície do solo e a consequente redução da taxa de crescimento das plantas, por conta do decréscimo do componente osmótico do solo, o que dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas, acarretando também efeitos negativos na fotossíntese (NEVES et al., 2009a; SOUSA et al., 2010), afetando desta maneira a produtividade da planta.

Alguns biofertilizantes vêm sendo testados com o intuito de se chegar a uma formulação e a uma elaboração ideal, objetivando-se disponibilizar o máximo de nutrientes para as plantas.

De acordo com Penteado (2007) o biofertilizante é um adubo orgânico líquido de baixo custo, produzido da fermentação anaeróbica ou aeróbica de uma mistura de partes iguais de material orgânico (esterco fresco) e água. Segundo Silva & Mendonça (2007), a aplicação de produtos orgânicos na agricultura é importante pela diversidade dos nutrientes minerais e pela ação positiva de ativador enzimático do metabolismo vegetal.

Cavalcante et al. (2009) registraram aumento na produtividade do feijoeiro *Vigna unguiculata* (L) Walp., quando submetido a adubação orgânica com esterco de animais, compostos orgânicos, húmus de minhoca e biofertilizantes são incorporados ao solo.

Estudos que revelam efeito positivo da interação entre biofertilizante e salinidade foram reportados por, Silva et al. (2011) na cultura do feijão-de-corda, Sousa et al. (2012) na cultura do milho e por Pereira et al. (2013) na cultura do feijão-caupi. Esses estudos mostraram que na presença do biofertilizante bovino as plantas obtiveram maior altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar e produção mesmo sobre estresse salino.

Nesse enfoque, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o desenvolvimento e a produtividade da cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Wal.) cultivar Canapu, sob manejo de irrigação com águas salinizadas e fertilização orgânica na região do Maciço de Baturité.

1.1. Hipótese (s) Científica (s)

A partir de qual nível de salinidade o crescimento, desenvolvimento e a produtividade do feijão-caupi, cultivar Canapu serão afetados.

O biofertilizante bovino atenuará o estresse salino no desenvolvimento e na produtividade da cultura do feijão-caupi, cultivar Canapu.

A interação entre os fatores investigados (salinidade da água de irrigação versus biofertilizante bovino) proporcionará melhor desempenho no desenvolvimento e na produtividade do feijão-caupi, cultivar Canapu.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito da irrigação com água salinizada e de adubação com biofertilizante no desenvolvimento e na produtividade do feijão-caupi.

1.2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito da aplicação de irrigação com água salinizada no desenvolvimento e na produtividade do feijão-caupi.

Avaliar a influência das diferentes dosagens de biofertilizante no desenvolvimento e na produtividade do feijão-caupi.

Analisar a interação entre a irrigação com águas salinizadas e biofertilizante no desenvolvimento e na produtividade do feijão-caupi.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do Feijão caupi

O feijão-caupi é uma planta Dicotiledônea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção Catyang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*, subdividida em quatro cultigrupos *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis* (MARÉCHAL; MASCHERPA; STAINIER, 1978; PADULOSI; NG, 1997; SMARTT, 1990; VERDCOURT, 1970, apud FREIRE FILHO et al, 2011).

O feijão-caupi é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988).

Gandavo (2002) relata que em 1568 já havia a indicação da existência de muitos feijões no Brasil. Souza (1974) menciona que em 1587 uma grande variedade de feijões e favas era cultivada na Bahia. Embora não se possa precisar quais feijões eram cultivados, as evidências de que o feijão-caupi era um deles são muito fortes, uma vez que, segundo Barracloug (1995), desde a fundação da Bahia como capital administrativa do Brasil, em 1549, o comércio com o Oeste da África, de Guiné a Angola, era muito intenso. A partir da Bahia, o feijão-caupi foi disseminado por todo o País.

O feijão-caupi cultivar Canapu é uma leguminosa de crescimento determinado, arbustivo e porte da planta ereto; com flores: hermafroditas e pentâmeras de cor branca; apresenta grãos com tegumento de cor marrom claro, relativamente grande, bem cheio, levemente comprimido nas extremidades, com largura, comprimento e altura aproximadamente iguais. De acordo com Nascimento (2008) a produtividade média do feijão-caupi cultivar Canapu é em média de 1.600 kg. ha⁻¹.

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma excelente fonte de proteínas (23- 25% em média) e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média) e não conter colesterol.

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, 2003).

Conhecido também como feijão-macassar e feijão-de-corda, o consumo do feijão-caupi cultivado no Nordeste e Norte do país é, predominantemente, interno, sendo à base da alimentação das famílias, principalmente no semiárido nordestino. Em todo o mundo, dois países se destacam com aproximadamente 68,3% da produção do feijão-caupi: Nigéria e Níger (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2014).

O feijão-caupi vem ganhando força na produção brasileira de grãos, em parte por ser uma cultura que apresenta 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 (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2014).

Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, 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 (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2016).

Os principais estados produtores de feijão em 2015 foram: Paraná, com 773,6 mil toneladas colhidas do grão, seguida por Minas Gerais (534,3 mil toneladas) e Mato Grosso (511,5 mil toneladas). O destaque no Nordeste fica para o estado da Bahia que colheu na safra 2014/2015 (306,5 mil toneladas). O Ceará se destaca com a produção de segunda safra do grão, sendo responsável por 8% das áreas cultivadas com a cultura no país nesta fase da produção. Na safra 2014/2015, o estado colheu 123,3 mil toneladas (CONAB, 2015).

O destaque do Ceará na segunda safra de feijão-caupi pode ser explicado por coincidir com a época das águas (chuvas) no estado, demonstrando assim o quanto o manejo adequado da quantidade e da qualidade da água é importante para obter maiores produtividades na cultura.

Deve-se salientar que devido ao melhoramento de cultivares, os avanços científicos e tecnológicos têm sido expressivos, graças à concentração de

esforços de instituições brasileiras que buscam tanto a melhora genética como a dos sistemas de produção do feijão-caupi. Novos tipos comerciais têm sido lançados no mercado, visando ampliar a forma de uso do produto e atender as preferências do consumidor.

Porém sabe-se que a região Nordeste é caracterizada por possuir solos salinos, devido ao baixo índice pluviométrico, déficit hídrico elevado, deficiências naturais de drenagem e altas temperaturas, causando intensa evaporação da água (DIAS et al., 2007). Portanto novas técnicas de manejo terão que ser adotadas, para que as características desta região não influenciem negativamente o desenvolvimento das plantas (GHEYI; FAGERIA, 1997).

2.2. Manejo de água salina na cultura do feijão-caupi

Dentre os recursos utilizados pelas plantas considera-se que a água é o mais requerido e, ao mesmo tempo, o mais frequentemente limitante. Considera-se, desta forma, que a necessidade de se recorrer à prática da irrigação reflete o fato de que a água é essencial para a produtividade dos vegetais, cujo desenvolvimento é afetado de maneira bastante significativa devido à disponibilidade hídrica, tanto pela sua falta ou excesso (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas. A irrigação, sendo uma estratégia para aumento da produção, produtividade e rentabilidade da propriedade agrícola de forma sustentável, demonstra a sua importância em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro e alguns países africanos, onde está concentrada a maior parte da população mundial em situação de precariedade alimentar (ONU, 2010) apud Diretrizes Gerais Unilab (2010).

A irrigação pode se constituir numa poderosa ferramenta para a agricultura em regiões semiáridas do Nordeste Brasileiro e alguns países africanos e de fato, hoje, apesar dos desafios, são reconhecidos exemplos de sucesso e potencialidades (BUSTAMANTE, 2009), especialmente locados próximos a grandes reservatórios de água de boa qualidade.

Na região semiárida, a agricultura depende da irrigação e esta, por sua vez, depende da quantidade e qualidade da água disponível para atender às necessidades hídricas das culturas e gerar a lixiviação do excesso de sais,

evitando que sejam acumulados no solo (MIRANDA et al., 2011). Nesta região a irrigação é um fator importante para a produção agrícola, suprimindo a pouca precipitação.

Embora a importância da qualidade só tenha sido reconhecida a partir do início do século passado, isso está mudando devido à reduzida disponibilidade de água de baixa salinidade e de fácil utilização, em função da maior demanda de água potável, restando como alternativa para irrigação o uso de águas de qualidade inferior (GLENN et al., 1998; AYERS & WESTCOT, 1999). Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis, ou salinidade, é fator limitante para algumas culturas.

Ressalta-se que a agricultura em várias partes do mundo está enfrentando um problema com a falta de recursos hídricos adequados, forçando muitos agricultores a utilizarem água com qualidade inferior (concentração de sais relativamente alta) para a irrigação das culturas, sendo necessário à avaliação da qualidade e o manejo rigoroso para sua utilização (GOMES et al., 2015).

A salinidade em áreas irrigadas é consequência, muitas vezes, do uso de água de qualidade inadequada, associado ao manejo do sistema solo-água-planta, e à deficiência do sistema de drenagem. Qualquer que seja sua fonte, a água utilizada na irrigação sempre contém sais que, em geral, variam expressivamente em qualidade e quantidade. Com relação às espécies vegetais, os efeitos da salinidade e/ou da sodicidade, são diferentes, variando entre espécies e entre genótipos de uma mesma espécie (AYERS & WESTCOT, 1999).

O feijão caupi é uma leguminosa comestível dotada de alto conteúdo protéico, boa capacidade de fixar nitrogênio, sendo ainda pouco exigente em fertilidade do solo. É uma espécie considerada tolerante à seca e moderadamente tolerante à salinidade, sendo que, de acordo com Ayers & Westcot (1999), o feijão-caupi tolera a irrigação com água salina com condutividade elétrica de até $3,3 \text{ dS m}^{-1}$, sem redução na produtividade.

As concentrações de sais que restringem o crescimento do feijão-caupi variam entre os cultivares e parecem depender da composição iônica do meio, das concentrações de íons potencialmente tóxicos, particularmente Na^+ e Cl^- , que proporcionam redução no crescimento foliar e na assimilação líquida de

carbono, repercutindo negativamente na produtividade da cultura (NEVES et al., 2009; LACERDA et al., 2011).

O excesso de sais pode comprometer as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando estresse osmótico, o que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais além do acúmulo de íons tóxicos (ASSIS JÚNIOR et al., 2007; CALVET et al., 2013).

Taiz & Zeiger (2009), afirmam ainda que o excesso de sais provoca o fechamento estomático, sendo esta uma das primeiras respostas ao estresse para evitar a perda excessiva de água pela planta, resultando ainda numa limitação na concentração interna de CO_2 , podendo afetar a concentração dos pigmentos, (clorofila a e b e os carotenoides), envolvidos no processo da fotossíntese (GOMES et al., 2011).

Uma das estratégias de manejo, que vem sendo recentemente estudada em plantas cultivadas em ambiente salino é a utilização de biofertilizantes. O biofertilizante, quando aplicado via solo na forma líquida, proporciona melhorias na velocidade de infiltração da água e libera substâncias húmicas no solo, induzindo o aumento do ajustamento osmótico às plantas pela acumulação dessas substâncias, facilitando a absorção de água e nutrientes em meios adversamente salinos (SOUTO et al., 2013).

2.3. Fontes orgânicas na agricultura

O desenvolvimento econômico e o bem-estar do ser humano dependem dos recursos da Terra. Estes recursos são suficientes para atender às necessidades de todos os seres vivos do planeta se forem manejados de forma eficiente e sustentável. Tanto a opulência quanto a pobreza podem causar problemas ao meio ambiente. O desenvolvimento econômico e o cuidado com o meio ambiente são compatíveis, interdependentes e necessários. A alta produtividade, a tecnologia moderna e o desenvolvimento econômico podem e devem coexistir com um meio ambiente saudável (DIAS, 2006).

O uso eficiente dos recursos naturais nos sistemas orgânicos de produção é fundamental para alcançar o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade do sistema produtivo (MAROUELLI et al., 2011). Apesar de ser pouco difundido, o

modelo de agricultura orgânica vem se destacando e ocupando o seu espaço na agricultura mundial, pois trata-se de um sistema de produção que visa à conservação dos recursos naturais, buscando uma produção econômica de alimentos livres de resíduos tóxicos (SANTOS & SANTOS, 2008).

Muitos produtores têm buscado fontes alternativas de nutrientes para adubação das plantas que proporcionem o desenvolvimento adequado das culturas, sejam de baixo custo e de fácil acesso. Portanto, os fertilizantes orgânicos também conhecidos como biofertilizantes, têm ganhado cada vez mais espaço na agricultura moderna e principalmente pelos pequenos agricultores (GOMES, 2014a).

A pressão exercida por consumidores cada vez mais exigentes que buscam alimentos desprovidos de resíduos de adubos químicos no mercado, também tem estimulado a utilização dos biofertilizantes pelos produtores, para garantir produtos mais saudáveis, que atendam as necessidades deste novo nicho de mercado.

A matéria orgânica fornecida a partir de esterco animal e compostos orgânicos melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo. De acordo com Araújo et al. (2011), o esterco é uma solução amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, tais como N, P e K nos solos da região semiárida, reduzindo desta maneira os custos com fertilizantes minerais, que representam custo considerável na produção agrícola.

Silva et al. (2007) afirmam que o esterco bovino líquido atenua os efeitos da salinidade sobre o crescimento das plantas promovendo efeitos positivos na estruturação física do solo e além disso, reduz as perdas de água do solo por evaporação. O composto orgânico confere ao solo grande riqueza nutricional e biológica. O incremento destas características no solo contribui para um melhor desenvolvimento da planta durante o cultivo.

2.4. Interação entre Salinidade e Biofertilizante

A salinidade, em muitas regiões de áreas áridas e semiáridas, constitui sério obstáculo ao sistema de produção, tanto pelas alterações dos atributos físicos e químicos do solo como pela ação dos íons (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- e SO_4^{2-}) específicos sobre a germinação, crescimento, produção e nutrição de plantas

(CAVALCANTE et al., 2010; SILVA et al., 2013).

Na região semiárida brasileira, o desmatamento e a expansão das atividades agropecuárias vêm reduzindo a cobertura verde no solo, resultando na diminuição de sua fertilidade, fato este que ocorre em consequência do processo de erosão e pela exportação dos nutrientes pela agricultura ou pecuária (ARAÚJO et al., 2011). Por isso, vem se buscando cada vez mais, alternativas para atenuar esses efeitos e que possibilitem um aumento na fertilidade do solo.

A adubação orgânica vem sendo amplamente estudada neste contexto, como forma de nutrição para os vegetais, com redução na aplicação de fertilizantes químicos, implicando, conseqüentemente, em maior conservação dos recursos naturais.

Os biofertilizantes são adubos orgânicos que podem ser obtidos a partir da fermentação na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos) de materiais orgânicos de origem vegetal ou animal (esterco fresco), misturados com água (PENTEADO, 2007). Por ser um produto obtido da fermentação, com a participação de bactérias, leveduras e bacilos, quando aplicado devidamente, pode possuir também efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e de repelência contra insetos. Atua, portanto, como um protetor natural das plantas cultivadas contra doenças e pragas, com menos danos ao ambiente e sem perigo para a saúde humana (EMBRAPA, 2007).

Dependendo do material utilizado na sua produção podem ser considerados fertilizantes de elevada complexidade e variabilidade, apresentando quase que todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas, o que reduz a utilização de produtos químicos e gera economia de insumos, além disso, se aplicados corretamente, proporcionam diversos efeitos benéficos para as plantas (GOMES, 2014a).

Estes produtos são feitos apenas com água e material orgânico e podem ser chamados de naturais. Enquanto que os biofertilizantes enriquecidos são aqueles em que se adicionam minerais para melhorar a sua constituição. Assim, pode-se acrescentar cinzas, pó de rocha ou substâncias solúveis (MORAES, 2009).

Silva et al. (2011) trabalhando com níveis crescentes de sais da água de

irrigação e solo com e sem biofertilizante na cultura do feijão-caupi cultivar Epace 10, verificaram que o aumento da concentração salina das águas prejudicou o crescimento inicial do feijão-caupi, mas as plantas permaneceram mais vigorosas quando foi aplicado o biofertilizante bovino de fermentação anaeróbica via solo.

Sousa et al. (2014a) trabalhando com plantas de feijão-caupi submetidas ao stress salino em solos com biofertilizantes, observaram que biofertilizante de caranguejo enriquecido atenua com mais eficiência o estresse salino sobre a altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, fotossíntese, transpiração e condutância estomática do feijão-caupi cultivar BRS ITAIM em relação às plantas sem biofertilizante e com biofertilizante bovino comum.

Diante desses resultados há que se estudar algumas estratégias que minimizem os efeitos da salinidade, e dentre estas pode-se citar: o cultivo de espécies tolerantes, a utilização de práticas de manejo do solo, a rotação de culturas, as misturas de águas de diferentes qualidades e o uso de diferentes fontes de água em diferentes estádios de desenvolvimento da planta (NEVES et al., 2009b).

Atualmente sendo muito utilizado em produção vegetal, os biofertilizantes contribuem para incrementar e disponibilizar nutrientes no solo. Por deixar o solo mais úmido facilita a redução de salinidade surgindo como efeito diluidor no solo irrigado com água de má qualidade. Fato verificado por Oliveira et al. (2015) trabalhando com Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu a emergência, o crescimento e o acúmulo de matéria seca das mudas de maracujazeiro amarelo, sendo a matéria seca total a variável mais afetada pela salinidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Caracterização da área experimental

3.1.1 Localização do experimento

O estudo foi conduzido na área da Fazenda Experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no Sítio Piroás, município de Redenção, Ceará, no Maciço de Baturité, no período de Maio a Agosto de 2016. A área experimental está localizada geograficamente à 04°14'53" S, 38°43'O e altitude média de 340 metros (Figura 1).



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 1. Área experimental do Feijão-caupi, Redenção, Ceará, 2016.

3.1.2 Clima

O clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente (KOPPEN, 1923). As chuvas são concentradas nas estações do verão e do outono, com distribuição irregular, deixando de ocorrer durante alguns anos e provocando secas. A precipitação e a temperatura média anual é de 1.097 mm 27,0° C, respectivamente.

3.1.3 Água

A água utilizada para irrigação que apresenta a salinidade média de 0,4 dS m⁻¹ foi proveniente de açude localizado na propriedade, as demais salinidades foram obtidas mediante a adição dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O, MgCl₂.6H₂O. Para o preparo das soluções salinas, obedeceu-se a relação na proporção de 7:2:1, conforme Rhoades et al. (2000).

A irrigação com as fontes de água de diferentes salinidades foi iniciada após o desbaste e a quantidade de água aplicada num turno de rega de dois dias às plantas foi calculada de acordo com a evaporação do tanque classe “A”.

3.2 Cultura

O experimento foi realizado com a cultura do feijão-caupi, variedade Canapu (Figura 2). O feijão-caupi, variedade Canapu, apresenta grãos com tegumento de cor marrom claro, relativamente grande, bem cheio, levemente comprimido nas extremidades, com largura, comprimento e altura aproximadamente iguais. As sementes foram adquiridas de um produtor do município de Redenção-CE. De posse das mesmas, foram semeadas seis sementes em vasos com capacidade volumétrica de 39,5 litros, preenchidos com brita, solo e areia na proporção de 2:1.

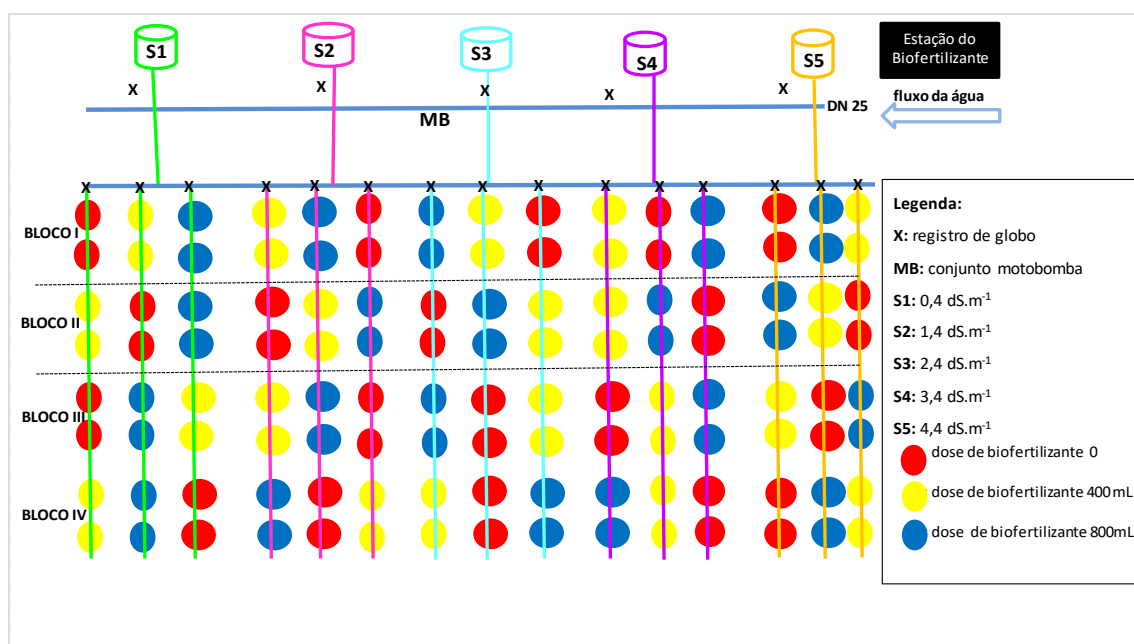


Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 2. Foto ilustrativa da cultivar Canapu, Redenção, Ceará, 2016.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido utilizando o delineamento em blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, com quatro blocos. As parcelas foram constituídas de água com cinco níveis de salinidade, 0,4; 1,4, 2,4, 3,4 e 4,4 dS m⁻¹, respectivamente, sem fração de lixiviação e as subparcelas foram constituídas por três doses de biofertilizante bovino líquido equivalentes a 0, 400 e 800 mL planta⁻¹semana⁻¹. Cada subparcela foi constituída de duas plantas, totalizando assim 30 unidades experimentais em cada bloco, totalizando 120 plantas no total geral, conforme croqui apresentado na Figura 3. O biofertilizante foi aplicado duas vezes por semana, por fertilização manual, de acordo com os tratamentos, durante 93 dias.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

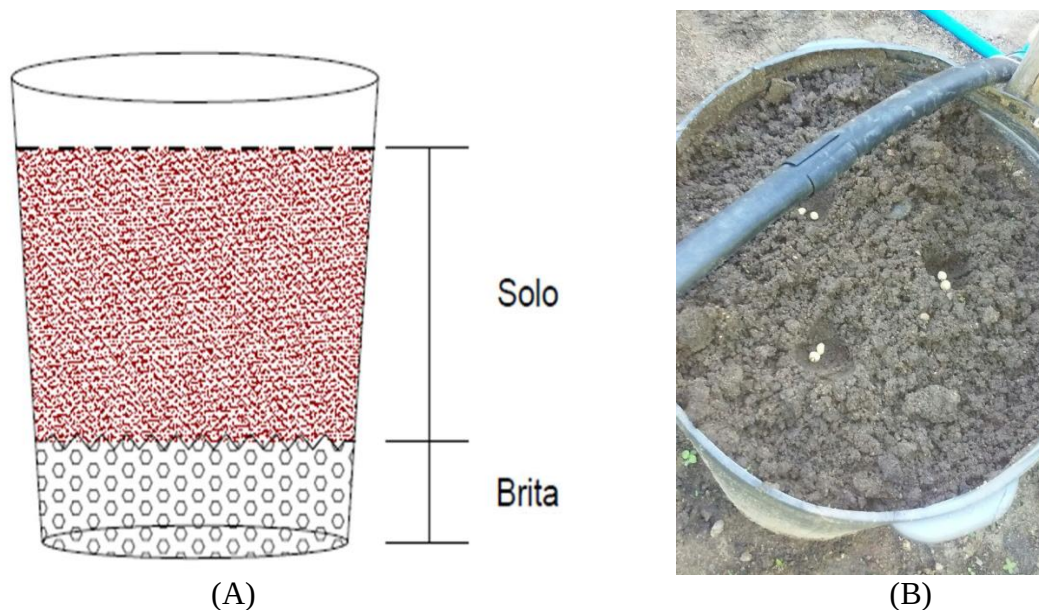
Figura 3. Croqui da área experimental. Redenção, Ceará, 2016.

3.4 Condução da cultura

3.4.1 Semeadura

O plantio foi realizado em 21 de maio de 2016. Para o plantio utilizou-se vasos com capacidade volumétrica de 39,5 Litros, com fundo vasado. Inicialmente em cada vaso, foi depositada uma camada de 5 centímetros de

brita, com o objetivo de facilitar a drenagem, e o volume foi completado com uma mistura de solo e areia na proporção de 2:1, e a semeadura realizada, conforme a Figura 4 (A) e (B). As sementes de feijão-caupi foram plantadas a uma profundidade de 3 cm, colocando seis sementes por vaso a fim de garantir o stand experimental por cada vaso.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 4. Esquema da constituição do enchimento do vaso (A) e Semeadura das sementes de Feijão-caupi (B), Redenção, Ceará, 2016.

3.4.2 Desbaste e tratos culturais

Aos 10 dias após a emergência (DAE), e estabelecimento das plântulas, fez-se o desbaste deixando uma planta por vaso. Nesse momento iniciou-se a aplicação dos tratamentos na cultura com a diferenciação das águas de irrigação e aplicação do biofertilizante.

3.4.3 Instalação e manejo do sistema de Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo localizado por gotejamento, constituído por: uma linha principal, com diâmetro nominal de 50 mm; um filtro de disco e registros; uma linha de derivação com diâmetro nominal de 50 mm e linhas laterais constituídas por mangueiras de polietileno de 16 mm, sendo uma para cada fileira de vasos e gotejadores autocompensantes com vazão total de 3,75 L h⁻¹.

O tempo de irrigação diário foi quantificado a partir da evaporação medida no tanque classe “A”, instalado ao lado da área experimental. O cálculo foi realizado em conformidade com a equação 1.

$$T_i = \frac{ECA * K_c * A_v * F_c}{E_i * Q_g} \quad (1)$$

Em que:

- T_i é o tempo de irrigação, em h;
- ECA é a evaporação medida no tanque classe “A”, em mm (equivalente a L m⁻²);
- K_c é o coeficiente da cultura, adimensional;
- A_v é a área superior do vaso, em m²;
- FC é o fator de cobertura do solo, adimensional;
- E_i é a eficiência de irrigação, adimensional;
- Q_g é a vazão do gotejador, em L h⁻¹.

Após a instalação do sistema de irrigação, procedeu-se a avaliação da uniformidade do sistema conforme as Figuras 5 e 6. Para avaliação da uniformidade de irrigação, utilizaram-se todos os gotejadores e todas as linhas de irrigação.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 5. Avaliação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento, Redenção, Ceará, 2016.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 6. Medição do volume coletado, Redenção, Ceará, 2016.

De posse dos valores das vazões medidas em cada gotejador, calculou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), estabelecido por Christiansen (1942), onde o valor encontrado foi de 98%, descrito pela equação 2.

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

Em que:

CUC é o coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);

X_i é a precipitação coletada no pluviômetro de ordem i (cm);

$\bar{X}$ é a média das precipitações coletadas nos pluviômetros (cm);

n é o número de pluviômetros.

Até os dez dias após a emergência, período que coincide com o estabelecimento da cultura, a irrigação foi aplicada de forma manual através de regadores. A partir deste período, iniciou-se a aplicação das águas salinizadas, aplicadas em turno de rega de dois dias.

3.4.4 Constituição e manejo do Biofertilizante misto

O biofertilizante misto foi produzido na área experimental em caixas d'água de polietileno com capacidade para produção de 500 L (Figura 7). Para preparo do biofertilizante, utilizou-se esterco bovino, esterco de ave, cinza e água. Os esterco foram diluídos em água na proporção de 1:2 de esterco + cinza e água. Para o preparo do biofertilizante misto aeróbico foram utilizados os ingredientes expostos na Tabela 1, conforme metodologia descrita em Viana et al., (2013) e adaptada por Dias et al., (2015).

Tabela 1. Ingredientes para preparo do biofertilizante líquido misto com fermentação aeróbia, Redenção, Ceará, 2016.

Ingredientes	Quantidade	Unidade
Esterco bovino	100	Litros
Esterco de galinha	30	Litros
Cinza	5	Litros
Água	270	Litros

O procedimento de preparo constou das seguintes etapas:

1. Primeiramente, foram colocados na caixa os produtos sólidos: esterco e cinza;
2. Em seguida foi colocado os 270 L de água;

3. Após o despejo na caixa d'água (esterco, cinza e água), foi realizada uma agitação manual (2 vezes por dia) por um período de 30 dias;
4. O líquido foi utilizado pela primeira vez 30 dias após o início do preparo.

Diariamente o material foi agitado manualmente em dois períodos, manhã e tarde por 1 hora, com a finalidade de se promover a aeração, favorecendo a aceleração da fermentação aeróbia.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 7. Caixa de polietileno, com capacidade de 500 L, com biofertilizante em processo de fermentação, Redenção, Ceará, 2016.

Aos 30 dias após o preparo do biofertilizante misto (dia da primeira aplicação) foi coletado uma amostra e levada Laboratório de Solos, Água e tecidos vegetais (LABSAT) do Instituto Federal do Ceará – IFCE – Campus de Limoeiro do Norte, para análise e determinação das características químicas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas do biofertilizante misto. Redenção - Ceará, 2016.

Características químicas									
g L ⁻¹					mg L ⁻¹				
N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Zn	Cu	Mn	Na
1,20	0,38	0,03	2,82	0,63	91,54	6,40	3,06	10,96	611

Fonte: Laboratório de Solos, Água e tecidos vegetais (LABSAT) do Instituto Federal do Ceará – IFCE – Campus de Limoeiro do Norte.

Para aplicação do biofertilizante misto, utilizou-se a metodologia desenvolvida pelo o grupo de pesquisa em Biofertilirrigação – GPbio, que consiste na realização de furos no solo com auxílio de canos de PVC, com a finalidade de facilitar a infiltração do biofertilizante e evitar a formação de crostas na camada superficial do solo e após a aplicação do biofertilizante, cobriu-se os furos para evitar a perda do líquido por evaporação.

3.4.5 Colheita

A colheita teve início no dia 20 de julho de 2016 aos 59 dias após a emergência (DAE) e, se estendeu até os 103 DAE. A colheita foi realizada quando as vagens atingiram cerca de 75% de maturação (secas). Para remoção das vagens foi feito um corte nos ramos com uma tesoura de poda, deixando-se uma pequena parte aderida as vagens.

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Variáveis climáticas

Para o monitoramento das condições climáticas do ambiente de cultivo foi instalado um data logger HOB0 temp/RH/light/ext channel, marca Onset, com o objetivo de coletar dados referentes a temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade (Figura 8).



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 8. Data logger HOB0 temp/RH/light/ext channel – marca Onset, Redenção, Ceará, 2016.

3.5.2 Variáveis de crescimento

3.5.2.1 Diâmetro do caule

Semanalmente o diâmetro do caule foi mensurado através de um paquímetro digital (Figura 9), a medição foi feita na base do caule a aproximadamente 2 cm da superfície do solo.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

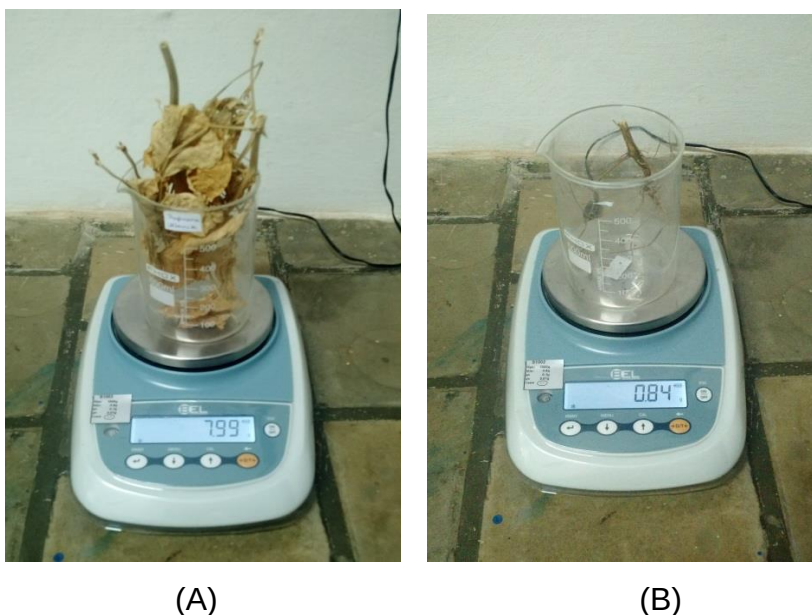
Figura 9. Avaliação do diâmetro do caule, Redenção, Ceará, 2016.

3.5.2.2 Número de folhas

O número de folhas foi quantificado através de contagem direta semanalmente.

3.5.2.3 Massa fresca e seca da parte aérea e raiz

Após a colheita as plantas foram coletadas rente ao solo e separadas em caules, e raiz. A massa fresca da parte aérea (MFPA) e raiz (MFR) foram determinadas, pesando-as separadamente com o auxílio de uma balança de precisão (para determinação da massa fresca) sendo realizado imediatamente após a retirada do material de campo. Na sequência, as diferentes partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar a pleno sol. Após atingir peso constante, cada amostra foi pesada novamente em balança de precisão (para determinação da massa seca), em cada parte vegetal (Figura 10), massa seca da parte aérea – MSPA e massa seca da raiz – MSR e os valores expressos em gramas (g).



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 10. Determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) (A), e da raiz (MSR) (B), Redenção, Ceará, 2016.

3.5.2 Variáveis Produtivas

Em cada colheita realizada, foram analisadas as variáveis produtivas: número de vagens por planta, peso das vagens (palha + grãos), comprimento das vagens, número de grãos nas vagens, peso médio dos grãos secos, rendimento dos grãos nas vagens, e produtividade.

3.5.2.1 Número de vagens por planta

O número de vagens por planta foi obtido através de contagem manual. A quantificação final do número de vagens por planta foi obtida pelo somatório das vagens de cada colheita.

3.5.2.2 Comprimento das vagens

Para determinação do comprimento das vagens foi utilizado um paquímetro digital, modelo 144B 150 mm/200 mm 0,01/0005 – Mitutoyo, ambo expresso em (mm), conforme mostra a Figura 11.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 11. Medição do comprimento das vagens de feijão-Caupi, Redenção, Ceará, 2016.

3.5.2.3 Peso das vagens (palha + grão)

Após cada colheita, as vagens foram pesadas separadamente por planta e por tratamento, utilizando-se uma balança digital de precisão, conforme mostra a Figura 12, e os valores expressos em gramas (g).

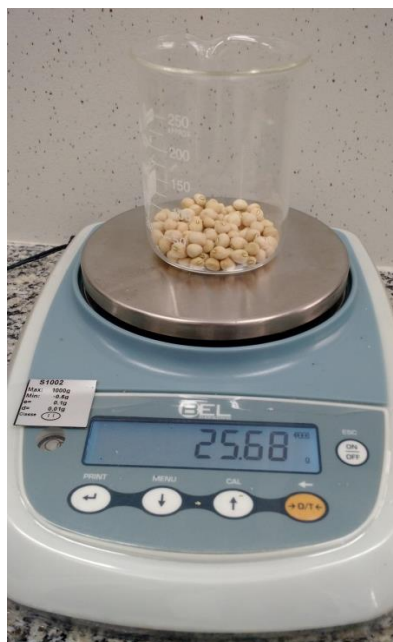


Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 12. Balança digital para determinação do peso das vagens, Redenção, Ceará, 2016.

3.5.2.4 Peso médio dos grãos por vagem

O peso médio dos grãos secos foi obtido dividindo-se o peso total de grãos pelo número de vagens colhidas por planta e por tratamento, conforme mostra a (Figura 13) e os valores expressos em gramas (g).



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 13. Balança digital para determinação do peso médio dos grãos secos, Redenção, Ceará, 2016.

3.5.2.5 Rendimento dos grãos na vagem

O Rendimento médio de grãos nas vagens foi calculado pela divisão do peso dos grãos secos, pelo peso das vagens (palha mais grãos), multiplicado por 100 e os valores expressos em g/planta.

3.5.2.6 Produtividade total

A produtividade total foi estimada a partir do rendimento dos grãos na vagem e os valores expressos em kg/ha.

3.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F, procedeu-se a análise de regressão. Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de significância de 1%(**) e 5%(*) pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação (R^2). Para análises de variância utilizou-se o programa ASSISTAT 7.7 beta e as equações foram realizadas através do programa Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis climáticas

Os valores médios mensais das variáveis climáticas (Temperatura, Umidade relativa e Luminosidade) durante a condução do experimento, entre maio a agosto de 2016, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios mensais de Temperatura, Umidade relativa e Luminosidade durante a condução do experimento, Redenção, Ceará, 2016.

Mês	N. dias	Temperatura (°C)				Umidade relativa (%)	Luminosidade (lux)
		Méd.	Max.	Min.	Amplitude		
Maio	11	27,13	35,12	23,14	11,98	55,66	2410,87
Junho	30	26,39	33,67	22,00	11,67	53,33	1931,04
Julho	31	27,19	34,91	22,03	12,89	44,48	2470,62
Agosto	31	27,40	33,48	20,95	12,52	38,81	2678,28
Total / Média	103	27,03	34,30	22,03	12,27	48,07	1430,87

Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

A temperatura, dentre todos os fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento do feijoeiro, é considerada o de maior influência no desenvolvimento de vagens, bem como sobre o florescimento e frutificação. (EMBRAPA, 2003). Ainda conforme o autor, o bom desenvolvimento da cultura ocorre na faixa de temperatura de 18 a 34°C. A ocorrência de temperaturas muito elevadas (> 34 °C), durante o crescimento e desenvolvimento do feijão-caupi, como as observadas neste trabalho (34,91°C), pode provocar abortamento de flores e redução na produtividade de vagens e de grãos, sendo esta uma das possíveis causas da baixa produtividade observada neste estudo.

Na presença de temperaturas muito elevadas, a planta começa o processo de abscisão dos órgãos reprodutivos, sendo que em temperaturas acima de 35°C praticamente não há formação de vagens, comprometendo significativamente a produção final (VIEIRA et al., 2006). Segundo Portes (1988) apud Vieira (2006), a abscisão dos órgãos reprodutivos nestas condições está relacionada ao aumento da síntese de etileno, hormônio regulador de crescimento.

A umidade relativa média do ar no período experimental foi de 48,07%, variando entre 38,81% e 55,66%. Vieira (2006) afirma que altas temperaturas

associadas à baixa umidade relativa do ar levam ao aumento da transpiração, aumentando a demanda de água pela planta, podendo prejudicar o número final de vagens e o enchimento de grãos (PORTES, 1988 apud VIEIRA et al., 2006).

A intensidade luminosa média foi de 1430,87 lux, tendo uma variação de 1931,04 a 2678,28 lux, considerada alta para a cultura. De acordo com Peixoto (2011), as plantas C3 tem sua produtividade afetada quando se desenvolvem em habitat de alta irradiância e temperatura elevada, por que intensifica os processos de respiração e fotorrespiração que competem com a fotossíntese.

4.2 Variáveis de crescimento

4.3.1 Diâmetro do caule e número de folhas

Na Tabela 4 está apresentados o resumo das análises de variância para diâmetro do caule e número de folhas do feijão-caupi em função de diferentes épocas de avaliação, dos níveis de salinidade da água de irrigação e das doses de biofertilizante misto.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto. Redenção – CE, 2016.

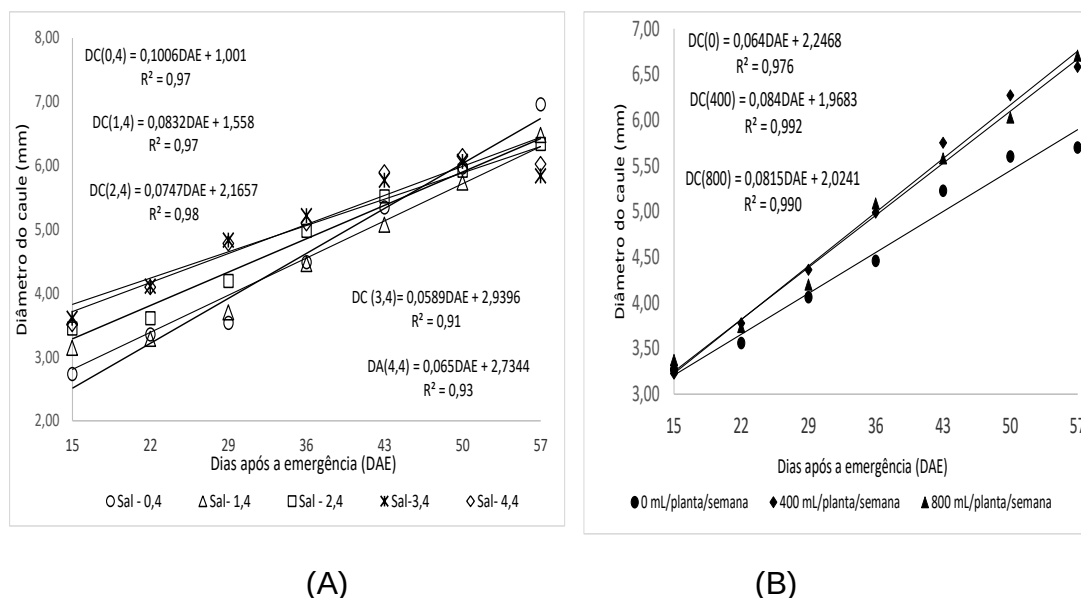
Fonte de Variação	GL	Quadrado médio	
		DC	NF
Blocos	3	2.60210**	43.11609**
Épocas (a)	6	80.82617**	908.62057**
Resíduo - a	18	0.13123	8.44498
Salinidade(b)	4	4.91688**	57.80803**
Int.- a x b	24	1.35045**	39.96648**
Resíduo-b	84	0.34759	6.20613
Biofertilizante(c)	2	8.36000**	11.19299 ^{ns}
Int.- a x c	12	0.74877*	5.90504 ^{ns}
Int.- b x c	8	1.21299**	18.76311**
Int.- a x b x c	48	0.15352**	5.12509 ^{ns}
Resíduo-c	210	0.41337	6.55610
Total	419	-	-

Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

**significativo a 1% pelo teste F; *significativo a 5% pelo teste F; (ns) não significativo pelo teste F; GL - Grau de liberdade.

A partir dos resultados apresentados, verificou-se que as variáveis estudadas, diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF), sofreram influência significativa de todos os tratamentos aplicados (épocas de avaliação, níveis de salinidade e doses de biofertilizante misto), exceto para o número de folhas que não foi afetado de maneira significativa pelas doses de biofertilizante. Com relação à interação época(a) x salinidades(b), ambas as variáveis foram afetadas significativamente pelo teste F a 1 % ($P < 0,01$), porém quanto a interação época(a) x doses de biofertilizante misto(c) apenas o diâmetro do caule foi significativo pelo teste F a 5 % ($P < 0,05$). No caso da interação entre os níveis de salinidade(b) e doses de biofertilizante misto(c), as duas variáveis foram significativas pelo teste F a 1 % ($P < 0,01$). Contudo, a interação entre todos os tratamentos aplicados (interação tripla) foi significativa apenas para diâmetro do caule das plantas, pelo teste F a 1 % ($P < 0,01$) de probabilidade.

Na Figura 14, observa-se a resposta do diâmetro do caule em função das diferentes épocas de avaliação para os níveis de salinidade da água de irrigação (A) e para as doses de biofertilizante misto (B).



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 14. Diâmetro do caule (mm) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante (B), Redenção, Ceará, 2016.

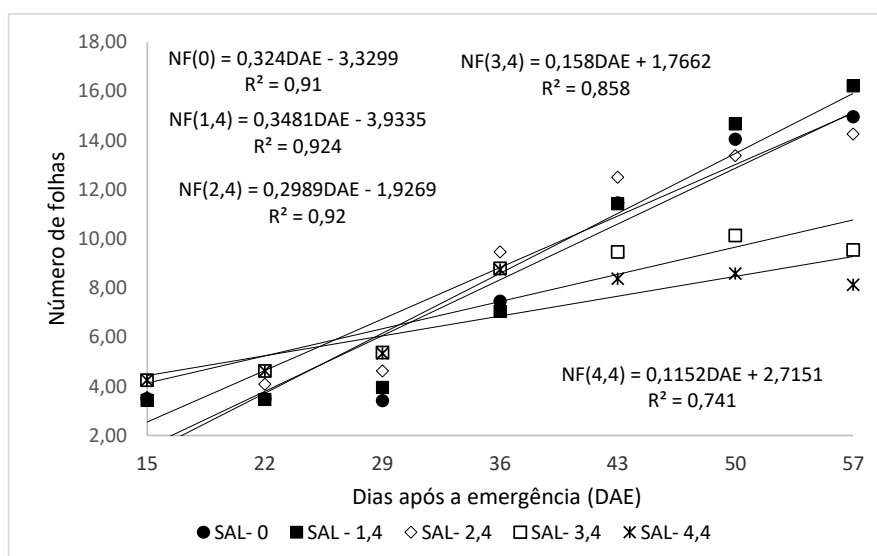
Conforme as análises de regressão, o modelo linear crescente foi o que melhor representou os níveis de salinidade e as doses de biofertilizante misto em função dos dias após a emergência, apresentando coeficientes de determinação (R^2) para os níveis de salinidade (0,4; 1,4; 2,4; 3,4; 4,4) de (0,97; 0,97; 0,98; 0,91; 0,93) e para as doses de biofertilizante (0, 400, 800 ml planta⁻¹ semana⁻¹) de (0,97; 0,99; 0,99), respectivamente.

Observa-se que para todos os níveis de salinidade da água de irrigação, o diâmetro do caule aumentou com os dias após a emergência. Ao final da avaliação, aos 57 dias após a emergência (DAE) o nível de salinidade 0,4 dS m⁻¹, proporcionou o melhor diâmetro de caule, com o valor de 6,74 mm, e que este valor diminuiu à medida que se aumentou a salinidade (Figura 14). Prazeres et al (2015), estudando os efeitos da irrigação com águas salinas na cultura do feijão-caupi, encontraram redução do diâmetro do caule a partir do nível salino estimado em 1,55 dS m⁻¹, com um diâmetro máximo de 1,53 cm. Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade et al. (2013), trabalhando em casa de vegetação com a cultura do feijão-caupi, cultivar 'Quarentinha', verificaram um declínio no diâmetro do caule sob estresse salino aos 35 dias após a semeadura.

Com relação ao diâmetro do caule em função das doses de biofertilizante misto, observa-se aos 57 DAE que o maior diâmetro (6,76 mm) foi obtido com a dose de 400 ml planta⁻¹ semana⁻¹. Essa resposta da planta na presença do biofertilizante misto possivelmente está associado ao efeito atenuador desse insumo orgânico.

Resultados similares, em que o biofertilizante estimulou o crescimento caulinar das plantas em ambientes salinos, foram reportados por Sousa et al. (2012) em amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.) e Oliveira et al. (2015) em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.).

Na Figura 15 observa-se que para cada nível de salinidade, o número de folhas aumentou linearmente em função dos dias após a emergência. Observa-se que o modelo linear crescente, apresentando coeficiente de determinação (R^2) para os níveis de salinidade (0,4; 1,4; 2,4; 3,4; 4,4) de (0,91; 0,92; 0,92; 0,85; 0,74) respectivamente.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 15. Número de folhas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada, Redenção, Ceará, 2016.

Aos 57 DAE, verificou-se que o maior número de folhas 15,91 foi obtido no nível de salinidade da água de irrigação de 1,4 dS m⁻¹, sendo observado uma redução no número de folhas a partir desse nível de salinidade.

Em conformidade com esse estudo, Souto et al. (2013) em plantas de noni irrigadas com águas salinas em solo com biofertilizante bovino de fermentação anaeróbia também encontraram uma redução do número de folhas na cultura.

Ressalta-se que a inibição provocada pelo estresse salino se torna mais prejudicial quando resulta em menor expansão foliar, com reflexos negativos na taxa de fotossíntese líquida, prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas em geral (NUNES et al., 2012; GOMES et al., 2011).

4.3.2 Massa fresca e seca da parte aérea e raiz

Na Tabela 5 estão dispostos os valores da análise de variância para a massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) do feijão-caupi em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e das doses de biofertilizante misto.

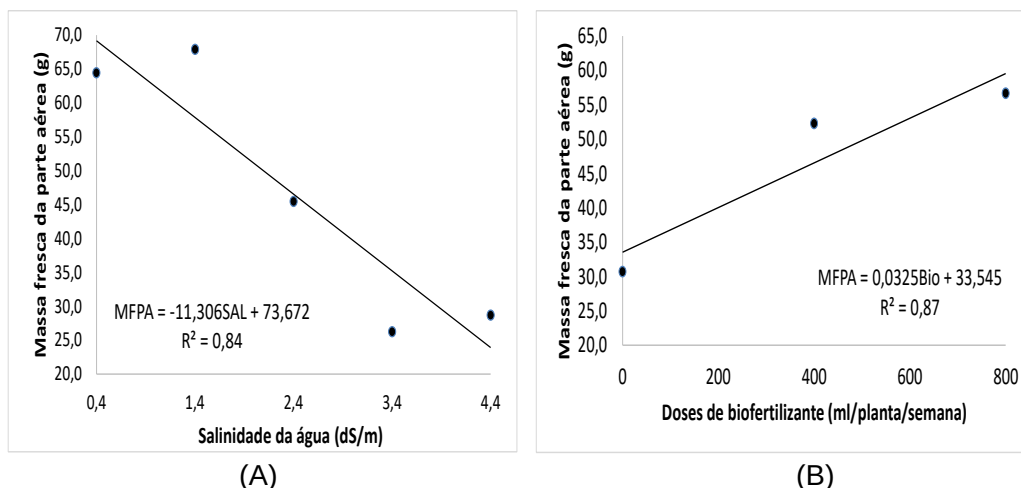
Tabela 5. Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto. Redenção – CE, 2016.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio			
		MFPA	MSPA	MFR	MSR
Blocos	3	1276.90796 ^{ns}	9.86095 ^{ns}	9.04229 ^{ns}	0.99187 ^{ns}
Salinidade(a)	4	4518.95910 ^{**}	77.29303 [*]	10.12492 [*]	0.53663 ^{ns}
Resíduo-a	12	389.67810	15.08145	2.98314	0.44052
Biofertilizante(b)	2	3867.97993 ^{**}	80.71499 ^{**}	26.41949 ^{**}	1.28499 ^{**}
Int.- a x b	8	361.12130 ^{ns}	9.16537 ^{ns}	4.49979 ^{ns}	0.08366 ^{ns}
Resíduo-b	30	441.26835	9.91480	4.02946	0.15394
Total	59	-	-	-	-

^{**}significativo a 1% pelo teste F; ^{*}significativo a 5% pelo teste F; (ns) não significativo pelo teste F; GL - Grau de liberdade.

A matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria fresca da raiz (MFR), foram influenciadas significativamente pelos fatores salinidade da água de irrigação e biofertilizante misto ao nível de 5% pelo o teste F. A massa seca da raiz (MSR) foi influenciada significativamente apenas pelo biofertilizante misto. Não se verificou a existência de interação significativa entre nenhum dos fatores estudados.

Na Figura 16 observa-se a resposta da massa fresca da parte aérea em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (A) e doses de biofertilizante misto (B). A análise de regressão indicou que a MFPA diminuiu linearmente com o aumento dos níveis de salinidade (R^2 de 0,84). Verificou-se que o maior valor de MFPA (69,15 g) foi obtido para o nível de salinidade de 0,4 dS m^{-1} e o menor valor (23,93 g) foi obtido para o maior nível de salinidade. Já a MSPA aumentou linearmente com as doses de biofertilizantes misto (R^2 de 0,87), com maior valor (59,55 g) obtido para a dose de 800 mL $planta^{-1}$ semana⁻¹, indicando uma diminuição da massa fresca da parte aérea com o aumento da salinidade e um efeito atenuador do estresse salino a medida que se aumentou as doses do biofertilizante misto.

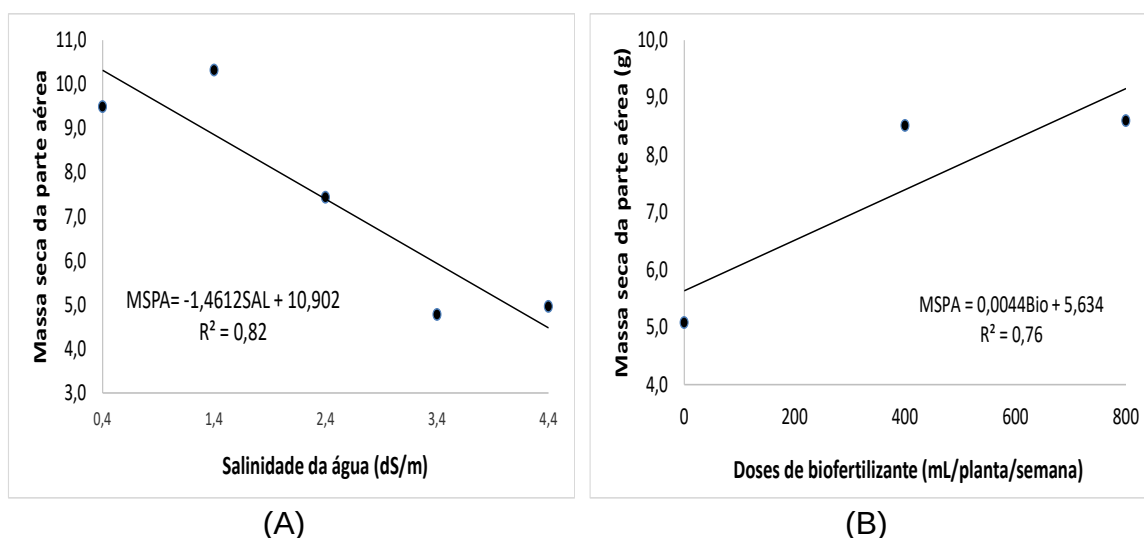


Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 16. Massa fresca da parte aérea (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante misto (B), Redenção, Ceará, 2016.

Em conformidade com os dados apresentados neste trabalho, Santos Junior et al. (2016), estudando o desenvolvimento do feijão-caupi em resposta a aplicação de diferentes concentrações de cloreto de sódio, observaram uma redução da massa seca da parte aérea em função do aumento da salinidade. Com relação à ação do biofertilizante Sousa et al. (2012), estudando tipos de biofertilizante em diferentes níveis de salinidade na cultura do amendoim, constataram que o biofertilizante bovino diminuiu os efeitos negativos das concentrações crescentes de sais na água de irrigação, evidenciando que o biofertilizante age de maneira positiva quando interagindo junto a águas com diferentes níveis de salinidade.

Na Figura 17 observa-se a resposta da massa seca da parte aérea em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (A) e doses de biofertilizante (B). A análise de regressão indicou que a MSPA diminuiu linearmente com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação (R^2 de 0,82). Já com relação às doses de biofertilizantes, a MSPA aumentou linearmente. (R^2 de 0,76), indicando um acréscimo da variável em função do aumento das doses de biofertilizante misto.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 17. Massa seca da parte aérea (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante (B), Redenção, Ceará, 2016.

Observa-se na Figura 17 (A) que o nível de salinidade $0,4 \text{ dS m}^{-1}$, proporcionou o maior valor de massa seca da parte aérea (10,32 g), e que este valor diminuiu à medida que se aumentou a salinidade da água de irrigação.

Um dos fatores que ocasiona a redução da matéria seca é o fato de a salinidade acarretar o fechamento estomático, limitando a assimilação líquida de CO_2 , e inibir a expansão foliar, acelerando a senescência das folhas maduras, reduzindo a área destinada ao processo fotossintético e consequentemente, a produção de fotoassimilados (LACERDA, et al., 2003).

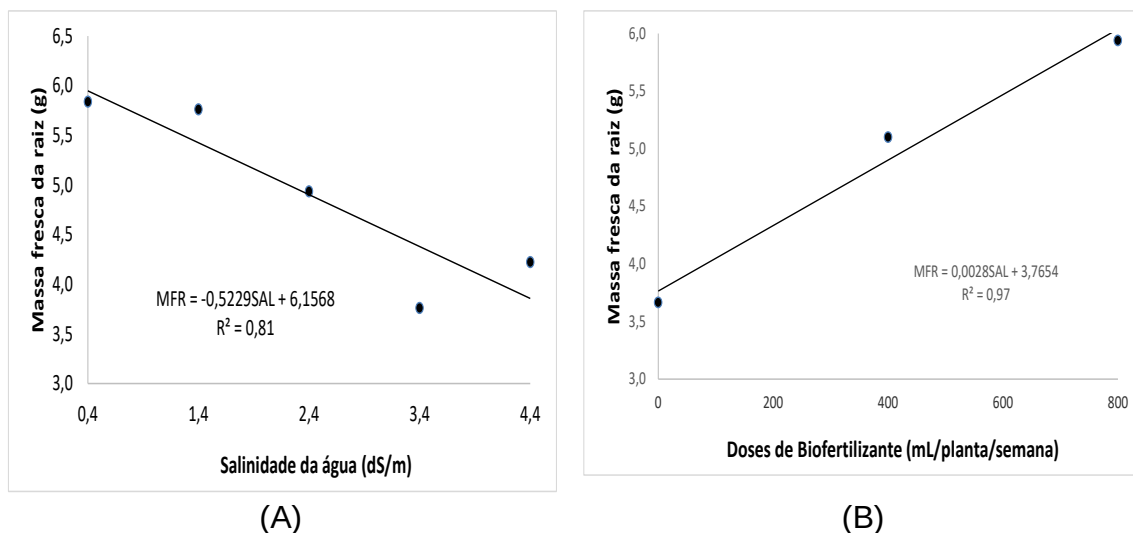
Com relação à massa seca da parte aérea em função das doses de biofertilizante misto, observa-se que o maior valor (9,15 g) foi obtido com a dose de $800 \text{ ml planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Silva et al. (2011) avaliando a interação entre salinidade e o uso de biofertilizante bovino sobre a condutividade elétrica do solo, crescimento inicial, trocas gasosas e teores de elementos minerais no feijão-de-corda, observaram que apesar do biofertilizante elevar mais o caráter salino do solo em relação aos tratamentos sem o insumo, as plantas apresentaram maior matéria seca da parte aérea nos tratamentos com o respectivo insumo.

Resultados similares, em que o biofertilizante estimulou o crescimento das plantas em ambientes salinos, foram apresentados por Nunes et al. (2009), ao avaliarem o crescimento inicial de noni (*Morinda citifolia*) e maracujazeiro-amarelo sob irrigação com água salina em solo sem e com biofertilizante

bovino. Ressalta-, apesar do biofertilizante exercer efeitos positivos no crescimento das plantas sob estresse salino, o insumo não elimina os efeitos depauperantes dos sais às plantas como concluíram Campos et al. (2009), em plantas de mamoneira (*Ricinus communis*).

Na Figura 18 observa-se a resposta da massa fresca da raiz em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (A) e doses de biofertilizante misto (B). A análise de regressão também indicou uma diminuição da MFR em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (R^2 de 0,81) e um aumento linear em função das doses de biofertilizantes (R^2 de 0,97).

A raiz é o órgão mais afetado pelo estresse salino, pois os íons irão se concentrar no solo. O maior valor de massa fresca da raiz (5,95 g), foi proporcionado pelo nível de salinidade 0,4 dS m⁻¹ Figura 18 (A), e este valor diminuiu à medida que se aumentou a salinidade. SILVA et al. (2011), demonstraram que o aumento da concentração de sal no solo, em decorrência da irrigação, fez com que as plantas de feijão-caupi não se desenvolvessem, reduzindo o crescimento radicular e consequentemente reduzindo o peso dessa variável.

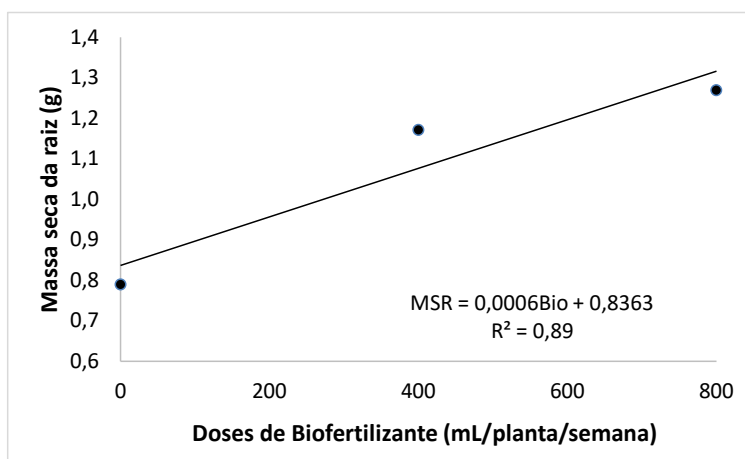


Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 18. Massa fresca da raiz (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante (B), Redenção, Ceará, 2016.

Para a massa fresca da raiz em função das doses de biofertilizante misto, o maior valor (6,01 g) foi obtido com a dose de 800 ml planta⁻¹ semana⁻¹ (Figura 18 B).

Na Figura 19 observa-se a resposta da massa seca da raiz em função das diferentes doses de biofertilizante misto, cujos dados se ajustaram ao modelo linear crescente, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,89. O maior valor de massa seca da raiz (1,32 g), foi proporcionado pela dose de biofertilizante 800 ml planta⁻¹ semana⁻¹.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte, (2016).

Figura 19. Massa seca da raiz (g) de plantas de feijão-caupi, submetidas à diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2016.

Resultado semelhante foi identificado por Medeiros et al. (2011) com a utilização de biofertilizante a base de esterco bovino, onde observou um incremento na biomassa radicular em mudas de tomate cereja (*Lycopersicon pimpinelli folium*), decorrente do efeito da fertilização líquida nas propriedades do solo maximizando a absorção de nutrientes pelo sistema radicular.

4.3 Variáveis produtivas

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados da análise de variância para o número de vagens por planta (NVP), comprimento da vagem (CV), peso da vagem (PV), peso médio dos grãos (PMG), do rendimento dos grãos na vagem (RGV) e da produtividade (PROD) da cultura do feijão-caupi submetida a diferentes níveis de irrigação com água salinizada e doses de biofertilizante misto. Pelos resultados apresentados, verificou-se que os diferentes níveis de água salinizada e as doses de biofertilizante misto não proporcionaram efeito significativo sob as variáveis estudadas, exceto para peso médio dos grãos (PMG), que foi influenciada significativamente por ambos os fatores, ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$). Não se verificou a existência de interação significativa entre nenhum dos fatores estudados.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para número de vagens por planta (NVP), comprimento das vagens (CV), peso das vagens (PV), peso médio dos grãos (PMG), do rendimento dos grãos na vagem (RGV) e da produtividade (PROD) de cultura do feijão-caupi, submetida à irrigação com diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto. Redenção – CE, 2016

FV	GL	Quadrado médio					
		NVP	CV	PV	PMG	RGV	PROD
Bloc	3	0.63672 ^{ns}	0.92051 ^{ns}	0.92051 ^{ns}	55.41279 ^{ns}	29593.96715 ^{ns}	82204.83780 ^{ns}
Sal.(a)	4	0.43522 ^{ns}	1.75127 ^{ns}	1.75127 ^{ns}	137.16523*	25548.69684 ^{ns}	70968.04086 ^{ns}
Res-a	12	0.47033	0.74490	0.74490	36.83485	51134.51582	142039.23639
Bio(b)	2	1.45920 ^{ns}	1.29318 ^{ns}	1.29318 ^{ns}	132.32863*	67338.10098 ^{ns}	187048.85352 ^{ns}
Int.- a x b	8	0.39701 ^{ns}	1.16394 ^{ns}	1.16394 ^{ns}	15.45632 ^{ns}	22702.08292 ^{ns}	63060.83166 ^{ns}
Res-b	30	1.04861	0.90206	0.90206	29.31400	52472.86603	145756.77742
Total	59	-	-	-	-	-	-

**significativo a 1% pelo teste F; *significativo a 5% pelo teste F; (ns) não significativo pelo teste F; GL - Grau de liberdade.

Na Tabela 7 estão os valores médios do número de vagens por planta (NVP) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e das doses de biofertilizante misto. Observa-se que os diferentes níveis de salinidade da água e as doses de biofertilizante não exerceram influência sobre a variável sendo observado um valor médio de 2,31. Verifica-se que em termos absolutos, o maior valor de NVP foi de 3,05 obtido para a combinação do nível de salinidade 2,4 dS m⁻¹ e da dose de 400 ml planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante misto.

Tabela 7. Valores médios do número de vagens (NV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada (Sal. em ds m^{-1}) e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016

NV	Doses de Biofertilizante ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$)			Média
Sal.	0	400	800	
	NV CV PV			
0,4	2,33 147,38 3,00	2,17	2,49	2,33
1,4	1,85	2,80	2,04	2,23
2,4	1,83	3,05	2,08	2,32
3,4	1,83	2,25	2,17	2,08
4,4	2,50	2,75	2,56	2,60
Média	2,07	2,60	2,27	2,31

Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte (2016).

Paiva (2014) avaliando cultivares de feijão-caupi quanto à resistência à salinidade; verificou que o maior número de vagens foi encontrado em plantas submetidas à irrigação com 2 ds m^{-1} de NaCl, corroborando os valores encontrados neste estudo. Redução no NVP do feijão-caupi em resposta à salinidade também foi observada por Assis Júnior et al. (2007) e Bezerra et al. (2010). De acordo com Furtado et al. (2014), o estresse salino provoca redução na emissão de ramos reprodutivos, além de aumentar a taxa de abortamento.

Os valores médios do comprimento das vagens em milímetros (mm) do feijão caupi, variedade Canapu, em função dos níveis de salinidade e das doses do biofertilizante misto estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores médios do comprimento de vagens (CV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.

CV (mm)	Doses de Biofertilizante ($\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$)			Média
Salinidade dS m^{-1}	0	400	800	
0,4	147,38	149,45	140,33	145,72
1,4	143,42	139,66	139,29	140,79
2,4	133,50	123,57	142,92	133,33
3,4	117,25	128,84	136,47	127,52
4,4	133,51	134,44	129,43	132,46
Média	135,01	135,19	137,69	135,96

Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte (2016).

O comprimento médio obtido foi de 135,96 mm. Observando-se uma tendência de diminuição do comprimento da vagem com o aumento do nível de salinidade.

Em valores absolutos, verificou-se que o maior comprimento (149,45) correspondeu ao nível de salinidade 0,4 dS m⁻¹ e a dose de 400 ml planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante misto. Silva (2016), avaliando a resposta do feijão-caupi à diferentes lâminas de irrigação com água salina e doses de biofertilizante, obteve um comprimento médio de 18,4cm, ou seja, 184 mm, valor superior ao observado neste trabalho.

Observando a Tabela 8, nota-se o efeito atenuador do biofertilizante sobre os níveis salinos de 2,4 e 3,4, onde é observado os maiores comprimentos da vagem com a maior dose (800 mL planta⁻¹ semana⁻¹) de biofertilizante misto aplicada. Observa-se ainda que, no maior nível de salinidade (4,4 dS m⁻¹) obteve um comprimento de 134,44 mm com a dose de biofertilizante misto de 400 mL planta⁻¹ semana⁻¹, embora não sejam resultados significativos são indicativos dos efeitos benéficos do biofertilizante misto para o feijão-caupi.

A Tabela 9 apresenta o peso médio das vagens (PV) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de biofertilizante misto. Observa-se uma tendência de diminuição do peso médio das vagens com o aumento da salinidade da água de irrigação. Em valores absolutos, o maior peso médio 4,16 corresponde ao nível de salinidade 0,4 dS m⁻¹ e a dose de 400 ml planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante misto.

Tabela 9. Peso médio das vagens (PV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.

PV (g)	Doses de Biofertilizante mL planta ⁻¹ semana ⁻¹			Média
Salinidade dS m ⁻¹	0	400	800	
0,4	3,00	4,16	2,93	3,36
1,4	3,83	3,20	3,77	3,60
2,4	2,72	2,43	3,63	2,93
3,4	2,25	3,11	3,06	2,81
4,4	2,16	3,16	2,83	2,71

Média	2,79	3,21	3,24	3,08
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte (2016).

Corroborando os resultados apresentados nesta pesquisa, Paiva (2014) avaliando cultivares de feijão-caupi quanto à resistência à salinidade; observou que o aumento da salinidade proporcionou um decréscimo no peso das vagens, mesma resposta observada neste experimento.

A Tabela 10 apresenta o rendimento de grãos na vagem (RGV) em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de biofertilizante misto. Observa-se que ambos tratamentos aplicados não exerceram influência sobre a variável, tendo sido observado um valor médio de 443,83 g/planta. Verifica-se que em termos absolutos, o maior rendimento de grãos na vagem 555,98 g/planta correspondeu ao nível de salinidade 0,4 dS m⁻¹ e a dose de 800 ml planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante misto.

Tabela 10. Valores do rendimento de grãos nas vagens (RGV) de feijão caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.

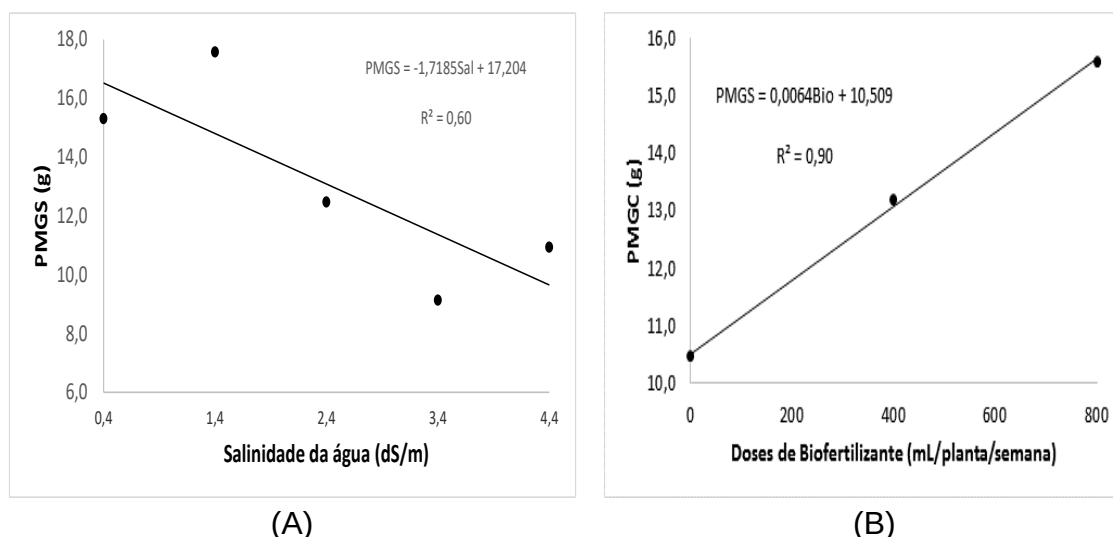
RGV (g/planta)	Doses de Biofertilizante mL planta ⁻¹ semana ⁻¹			Média
Salinidade dS m ⁻¹	0	400	800	
0,4	361,06	504,03	555,98	473,69
1,4	419,39	523,37	554,44	499,07
2,4	333,01	488,72	525,72	449,15
3,4	428,50	290,50	430,82	383,27
4,4	447,71	315,80	478,36	413,96
Média	397,93	424,48	509,06	443,83

Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte (2016).

Nascimento et al. (2008) estudando 20 genótipos de feijão-caupi em regime irrigado, observaram que o menor rendimento de grãos na vagem ficou com o mesmo material utilizado neste trabalho, o genótipo Canapu, apresentando apenas 55,4% de rendimento, mostrando ter a palha da vagem mais espessa. Isso indica segundo os mesmos autores que a variedade deve ser recomendada para programas de melhoramento de cultivares sob regime irrigado.

Na Figura 20 observa-se a resposta do peso médio dos grãos em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (A) e doses de biofertilizante misto (B). A análise de regressão indicou que o peso médio dos

grãos respondeu de forma linear decrescente com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação, apresentando coeficiente de determinação (R^2) de 0,60. Enquanto que, em função das diferentes doses de biofertilizante misto o modelo mais adequado foi linear crescente, apresentando coeficiente de determinação (R^2) de 0,90, indicando um acréscimo da variável em função do aumento das doses de biofertilizante misto.



Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte (2016).

Figura 20. Peso médio dos grãos de feijão-caupi, submetidas à irrigação com diferentes níveis de água salinizada (A) e doses de biofertilizante misto (B), Redenção, Ceará, 2016.

O maior valor de peso médio dos grãos secos foi (16,52 g), foi obtido pelo nível de salinidade $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ Figura 20 (A). Com relação ao maior valor do peso médio dos grãos secos em função das doses de biofertilizante misto foi 15,63 g, proporcionado pela dose de biofertilizante misto $800 \text{ ml planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Contudo, observa-se que houve aumento das médias obtidas dentro das doses de biofertilizante, ocorrendo o inverso à medida que se aumentou a salinidade.

Em conformidade com esses resultados, Silva (2016), avaliando a resposta do feijão-caupi à diferentes lâminas de irrigação com água salina (C_4S_1) e doses de biofertilizante, obteve média de grãos secos por planta de 15,49 g.

A Tabela 11 apresenta a produtividade total em função dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de biofertilizante misto. Observa-se que a produtividade média foi $739,75 \text{ kg ha}^{-1}$. Verifica-se que em

termos absolutos, a maior produtividade 926,64 kg ha⁻¹ corresponde ao nível de salinidade 0,4 dS m⁻¹ e a dose de 800 ml planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante misto.

De acordo com Nascimento et al. (2008) a produtividade média do feijão-caupi, cultivar Canapu, é de 1.600 kg ha⁻¹.

Tabela 11. Valores da produtividade média total (kg ha⁻¹) de feijão-caupi, variedade Canapu, sob diferentes níveis de água salinizada e doses de biofertilizante misto, Redenção, Ceará, 2016.

Doses de biofertilizante mL (planta ⁻¹ semana ⁻¹)	Salinidade (dS/m)					Média
	0,4	1,4	2,4	3,4	4,4	
0	601,76	698,98	555,01	714,16	746,18	663,22
400	840,05	872,28	814,53	484,75	526,33	707,59
800	926,64	924,07	876,19	718,03	797,27	848,44
Média	789,48	831,77	748,58	638,98	689,93	739,75

Fonte: PEREIRA, Ednângelo Duarte (2016).

A redução na produtividade ocasionada pela salinidade pode ter ocorrido, em parte, pela redução na assimilação líquida de carbono durante as fases de floração e frutificação, associado aos efeitos osmóticos e ao acúmulo de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas (ASSIS JUNIOR et al. 2007), associando-se ainda o efeito das altas temperaturas e da baixa umidade nas fases de desenvolvimento das plantas. De acordo com Taiz & Zeiger (2013), uma das explicações é que nesta condição, a planta sofre redução da condutância e da transpiração foliar e, como consequência, há um aumento da temperatura foliar e redução na produção de fotoassimilados, causando redução na produtividade de grãos.

Contudo, é possível afirmar, que as doses de biofertilizante misto provocaram ligeiro incremento a variável, evidenciando que as doses de biofertilizantes misto tiveram influência na superação dos danos provocados pela salinidade sobre o desenvolvimento das plantas.

5 CONCLUSÕES

Nas condições climáticas e ambientais em que foi realizado o trabalho experimental, pode-se concluir que:

1. O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação proporcionou redução no desenvolvimento de plantas de feijão-caupi, cultivar “Canapu”;
2. Na dose de 400 mL de biofertilizante misto planta⁻¹ semana⁻¹ observou-se a melhor tendência de diminuição da ação dos sais (até o nível de salinidade de 2,4 dS. m⁻¹).
3. A aplicação de irrigação com água salinizada e doses de biofertilizante misto não influenciou as variáveis produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. R.; MAIA JUNIOR, S. O.; SILVA, P. F.; BARBOSA, J. W. S.; NASCIMENTO, R.; SOUSA, J. S. Crescimento inicial de genótipos de feijão caupis submetidos a diferentes níveis de água salina. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 9, n. 4, p. 38- 43, 2013.

ARAÚJO, E. R.; SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassa e nutrição mineral de forrageiras cultivadas em solos do semiárido adubados com esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.9, p.890-895, 2011.

ARAÚJO, E. R.; SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassa e nutrição mineral de forrageiras cultivadas em solos do semiárido adubados com esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.9, p.890-895, 2011.

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**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

BARRACLOUGH, G. (Ed.) **Atlas da história do mundo da Folha de São Paulo/Times**. 4. ed. rev. São Paulo: Folha da Manhã, 1995. p. 154-157. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/meeting2012/wp-content/uploads/2012/06/Protocolo444.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2016.

BUSTAMANTE, P. M. A. C. A fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: Vantagens e desafios. **Revista Econômica do Nordeste**, v.40, p.153-171, 2009.

CALVET, A. S. F.; PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M.; MAIA-JOCA, R. P. M.; BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-caupi Irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de desenvolvimento. **Irriga**, v. 18, n. 1, p. 148-159, 2013.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SOUSA, G. G.; MOTA, J. K. Crescimento inicial da mamoneira em resposta à salinidade e biofertilizante bovino. **Revista Magistra**, v.21, p. 41-47, 2009.

CAVALCANTE, L. F. et al. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 01, p. 251-261, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v32n1/aop03710.pdf>. Acesso em: 20/10/2016.

CAVALCANTE, S. N.; DUTRA, K. O. G.; MEDEIROS, R.; LIMA, S. V.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; MESQUITA, E. F. Comportamento da produção do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) em função de diferentes dosagens e concentrações de biofertilizante. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, Suplemento especial, n.1, 2009.

CONAB (Brasil). Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Monitoramento Agrícola Cultivos de verão – Safra 2014/15. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016.

DIAS, Chrislene N. et al. Produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes e doses de biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 19, n. 10, p.961-966, out. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p961-966>.

DIAS, Genebaldo. Educação Ambiental: Princípios e Práticas. 9ª Ed. São Paulo: Gaia, 2006, 226p.

DIAS, Genebaldo. Educação Ambiental: Princípios e Práticas. 9ª Ed. São Paulo: Gaia, 2006, 226p.

DIAS, N.S. et al. Salinização do solo por aplicação de fertilizantes em ambiente protegido. Irriga, Botucatu, v.12, n.1, p.135-143, Jan- Mar, 2007. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/Melao/m.75.pdf>. Acesso em: 31/ 03/ 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Arroz e Feijão. **Cultivo do Feijoeiro Comum. Sistemas de Produção**. Versão Eletrônica. 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/clima>. Acesso em: 16 de maio de 2016.

EMBRAPA MEIO-NORTE. Cultivo de feijão caupi. Jul/2003. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.htm>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

EMBRAPA MEIO-NORTE. Sistemas de Produção 2; versão eletrônica. 2014

EMBRAPA. AGEITEC. Estatísticas da produção de Feijão caupi. 2016.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-Caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. TERESINA: EMBRAPA MEIO-NORTE, 2011. 80 p.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). O caupi no Brasil. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO, F. R.; BENVINDO, R. N.; ALMEIDA, A. L. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; PORTELA, G. L. F. Caracterização de pólos de produção da cultura de feijão-caupi no estado do Piauí. **Embrapa Meio Norte**, 2007.

Furtado, G. F.; Sousa Júnior, J. R.; Xavier, D. A.; Andrade, E. M. G.; Sousa, J. R. M. Pigmentos fotossintéticos e produção de feijão *Vigna unguiculata* L. Walp. sob salinidade e adubação nitrogenada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, p.291-299, 2014.

GANDAVO, P. de M. Tratado da terra do Brasil. Tratado Segundo. Das coisas que são gerais por toda Costa do Brasil. Capítulo Quarto. Dos mantimentos da terra. [Rio de Janeiro]: Ministério da Cultura. Fundação Biblioteca Nacional. Departamento Nacional

do Livro. Criado em: 10 jun. 2002. Disponível em: http://objdigital.bn.br/Acervo_Digital/livros_eletronicos/tratado.pdf. Acesso em: 02 abr. 2016.

GHEYI, H.R.; FAGERIA, N.K. Efeitos dos sais sobre as plantas. In: Universidade Federal da Paraíba. (Org.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997. p.125-131.

GLENN, E.; TANNER, R.; MIYAMOTO, S.; FITZSIMMONS, K.; BOYER, J. Water use, productivity and forage quality of the halophyte *Atriplex nummularia* grown on saline waste water in a desert environment. *Journal of Arid Environments*, Kidlington, v.38, n.1, p.45-62, 1998.

GOMES et al. Irrigação com água salina na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em solo com biofertilizante bovino. *Irriga*, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 680-693, out./dez., 2015. Disponível em: <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1004>. Acesso em: 21/10/2016.

GOMES, K. R. IRRIGAÇÃO E FERTILIZAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NA CULTURA DO GIRASSOL NO LITORAL CEARENSE. 2014. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE, 2014a.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.365-370, 2011.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.365-370, 2011.

IADEROZA, M.; SALES, A.M.; BALDINI, V.L.S.; SARTORI, M.R.; FERREIRA, V.L.P. Polyphenol oxidase activity and alterations in colour and levels of condensed tannins during storage of new bean (*Phaseolus*) cultivars. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 19, n. 2, p. 154-164, 1989.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**. v. 49. p 107-120, 2003.

LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, G. L.; CAVALCANTE, L. F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.4, p.663-675, 2011.

LIMA, M. A. et al. Aplicação de sílicio em milho e feijão-decorada sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 398-403, 2011.

MARQUELLI, W. A.; MEDEIROS, M. A.; SOUZA, R. F.; RESENDE, F. V. Produção de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento, em cultivo solteiro e consorciado com coentro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.29, n.3, p.429-434, 2011.

MEDEIROS, R.F. et al. 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n5/v15n5a11.pdf>.

MIRANDA, M.A., E.E.M. de Oliveira, K.C.F. dos Santos, M. Freire, B.G. de Almeida **Chemical and organic amendments in reclamation of saline-sodic soil in greenhouse** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p. 484–490, 2011.

MORAES, R. M. D. Produção Orgânica de cebola. 2009. 59p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas- RS, 2009. Disponível em: http://repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/123456789/1173/1/Tese_Rosa_Maria_Domingues_Moraes.pdf Acesso em: 19/10/2016.

NASCIMENTO, S. P.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. RENDIMENTO DE GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI SOB IRRIGAÇÃO. In: **CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**, São Mateus. O equilíbrio do fluxo hídrico para um agriculturta irrigada sustentável. São Mateus: ABID, 2008. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73708/1/1442.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2016.

NEVES, A. L. R. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.758-765, mai-jun, 2009b. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n3/a120cr586.pdf>. Acesso em: 30/10/16.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão de corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, suplemento, p. 873- 881, 2009a.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A. J.; REBEQUI, A. M.; DINIZ, B. L. M. T.; GHEYI, H. R. Comportamento de mudas de nim à salinidade da água em solo não salino com biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.11, p.1152–1158, 2012.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J.; DINIZ, A. A.; SILVA, J. J. M.; BREHM, M. A. S. Formação de mudas de noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante bovino. **Revista Engenharia Ambiental**, v.6, p.451-463, 2009.

Oliveira, F. A., Lopes, M. Â. C., da Silva Sá, F. V., Nobre, R. G., Moreira, R. C. L., de Andrade Silva, L., & de Paiva, E. P. (2015). Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v.6, n 4, p. 471-478, 2015.

Oliveira, F. A., Lopes, M. Â. C., da Silva Sá, F. V., Nobre, R. G., Moreira, R. C. L., de Andrade Silva, L., & de Paiva, E. P. (2015). Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, v.6, n 4, p. 471-478, 2015.

PAIVA, Talitta Silva dos Santos. **TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI**. 2014. 129p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2014. Disponível em: <<http://www.uesb.br/ppgagronomia/banco-de-dissertacoes/2014/Talitta-Paiva.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

PEIXOTO, Clovis Pereira. **CURSO DE FISIOLOGIA VEGETAL. Apostila de Aulas (Fisiologia Vegetal) – Centro de Ciências agrárias, Ambientais e Biológicas**. Cruz das Almas – BA, 177 f, 2011.

PENTEADO, S. R. **Adubação orgânica: compostos orgânicos e biofertilizantes**. 2. ed. atual. Campinas: Ed. do Autor, 2007. 162 p.

PEREIRA, Rennan Fernandes et al. Produção de feijão vigna sob adubação orgânica em ambiente semiárido. **Agropecuária Científica no SemiÁrido**, v. 9, n. 2, p.27-32, , abr-jun, 2013.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F. DE; 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 Online**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2161>. Acesso em: 24 nov, 2016.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48).

RIBAS, R. P. Bambu: planta de grande potencial no desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://meioambienteeconstrucao.com.br/downloads/pesquisasacademicas/materiais-ecologicos-sustentaveis/bambu-desenvolvimento-sustentavel.pdf> Acesso em: 15/10/2016.

SANTOS JUNIOR, Pedro Pereira et al. **AVALIAÇÃO FENOTÍPICA DO FEIJÃO CAUPI EM RESPOSTA A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NaCl**. 2016. Disponível em: <http://sinprovs.com:1884/arquivos/resumosexpandidos/3/AVALIAÇÃO_FENOTÍPICA_DO_FEIJÃO_CAUPI_EM_RESPOSTA_A_DIFERENTES_CONCENTRAÇÕES_DE_NaCl_Pedro_Pereira_Manejo_de_água_e_solo.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2016.

SANTOS, J. G. R.; SANTOS, E. C. X. R. Agricultura orgânica: teoria e prática. 1. ed. Campina Grande: EDUEPB, 2008.

SILVA IR; MENDONÇA ES. 2007. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VVH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL.. (eds) Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 275-374.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. A.; SILVA, M. S. L.; MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizante líquido. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2007. 4p. **(Comunicado Técnico, 30)**. Disponível em: <http://www.cpatia.br/brapa.br:8080/public_eletronica/downloads/COT130.pdf>. Acesso em: 22 out. 2016.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; 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, Campina Grande. p. 383–389, 2011.

SILVA, F.L.B. et al. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 304-317, abril-junho, 2013.

SILVA, Wesley Costa. **RESPOSTAS DO FEIJÃO-CAUPI À DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E DOSES DE BIOFERTILIZANTE**. 2016. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19171/1/2016_dis_wcsilva.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2016.

SOUSA, G. G. AZEVEDO, B. M. MESQUITA, J. B. R. VIANA, T. V. A. Características agronômicas do amendoim sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes. **Revista Agro@mbiente On-line**, Artigo Científico, v. 6, n. 2, Boa Vista. p.124-132, 2012.

SOUSA, G.G. et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 237-245, abr-jun, 2012b.

SOUSA, G.G. et al. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 359-367, set.-dez., 2014a.

SOUSA, G.G. et al. Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa**, Sinop, v. 02, n. 02, p. 89-94, abr./jun. 2014b.

SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; MESQUITA, F. O.; LIMA NETO, A. J. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v. 18, n. 3, p. 442-453, 2013.

SOUZA, G. de. Em que se apontam os legumes que se dão na Bahia. In: SOUZA, G. de. Notícias do Brasil. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1974. p. 173-175.

SOUZA, Y. A. et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 2 p. 083-092, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

_____. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p. il. color. Consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição: Paulo Luiz de Oliveira Biblioteca(s): Embrapa Agrobiologia; Embrapa Semiárido.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira- UNILAB. **Diretrizes Gerais**. Redenção-CE. Jun, 69p, 2010.

VIANA, T. V. de A. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.4, p.595-601, 2013.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. **Feijão**. 2 ed. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2006. 600p.

