



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**JOSÉ MARCELO DA SILVA GUILHERME**

**ÁGUA SALOBRA, BIOFERTILIZANTES E *TRICHODERMA HARZIANUM* NA  
CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI, NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2023**

JOSÉ MARCELO DA SILVA GUILHERME

ÁGUA SALOBRA, BIOFERTILIZANTES E *TRICHODERMA HARZIANUM* NA  
CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI, NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Thales Vinícius de Araújo Viana

Coorientador: Prof. Geocleber Gomes de Sousa

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

G974Á Guilherme, José Marcelo da Silva.  
Água salobra, biofertilizantes e *Trichoderma harzianum* na cultura do feijão-caupi, no maciço de Baturité, Ceará / José Marcelo da Silva Guilherme. – 2023.  
72 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.  
Coorientação: Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa.

1. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 2. Insumo orgânico. 3. Salinidade. 4. Fungo. I. Título.

CDD 630

---

JOSÉ MARCELO DA SILVA GUILHERME

ÁGUA SALOBRA, BIOFERTILIZANTES E *TRICHODERMA HARZIANUM* NA  
CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI, NO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e drenagem.

Aprovada em 24 /11/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa (Coorientador)  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

---

Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Kelly Nascimento Leite  
Universidade Federal do Acre (UFAC)

---

Dr<sup>a</sup>. Krishna Ribeiro Gomes  
Programa Nacional de Pós-Doutorado-PNPD (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Francisco e Maria.

Cileudo (irmão), José André e Raimundo

Carlos (Avôs) (in memoriam).

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão e reverência ao Divino Pai Eterno e a todas as bênçãos e milagres concedidos ao longo da vida, inclusive nessa trajetória do mestrado.

A Nossa Senhora do Carmo, a quem sou consagrado e agradecido por todo amparo e intercessão de proteção nas horas difíceis e problemáticas da vida.

A Dona Maria (minha Mãe) e Sr. Francisco (meu Pai), porque além de contribuir na concepção da minha vida, fizeram de tudo e um pouco mais para que tivesse sempre suporte, conforto e condições para caminhar e trilhar meus passos a procura de meus objetivos e sonhos.

A toda minha família, meus irmãos e irmãs, tios e tias, avós e avôs, primos (as), sobrinhos (as), bem como a todos que participam da minha vida me apoiando e incentivando nos estudos.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana, pela parceria e colaboração ao longo desse período.

Ao meu Coorientador e amigo, Professor Dr. Geocleber Gomes de Sousa, por todos os conselhos imprescindíveis nesta trajetória desde a graduação, com bastante parceria e apoio, confiança e paciência na orientação à pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Grupo de Pesquisa em Fertilizantes e Salinidade (BIO-SAL), pela companhia e ajuda na condução e avaliações do experimento.

Aos amigos e parceiros da pós-graduação Andreza Barbosa, Carla Ingryd, Fábio Lima, Fernanda Abreu, Francisco Fábio, Geovana Goes, Girna Oliveira, Gleyciane Lins, Henderson Castelo, Hermeson Costa, Jonnathan Richeds, José Thomas, Juvenaldo Canjá, Márcio Henrique, Marcos Levi, Murilo Sousa, Rute Rocha, Samuel Oliveira, Thomas Sousa, Vanessa Pires.

A todos os amigos e colegas de UNILAB, Abel Paz, Aglauberto Gouveia, Alisson Gomes, Amanda Marry, Brenna Mendes, Bubacar Baldé, Cleiton Alves, Ebinezzer, Eliziane Felipe, Francisco Barroso, Gabriel Jucá, Iarllys Silva, Jardeane Lopes, Jocyane Julião, Jorão Matias, Jorge Mendes, José Juliano, José Valdir, Juliano Gomes, Karol Ancelmo, Kessy Jhonis, Larissa Leão, Manuel Passos, Miriele Soares, Paulo Bumba, Ramon Gomes, Rufino Neto, Viviane Barbosa, Elizeu Matos.

À Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) e toda equipe de funcionários da Fazenda Experimental Piroás (FEP), pelo espaço e parceria na condução e realização da pesquisa.

Agradecer a Universidade Federal do Ceará (UFC), pela oportunidade de estudar e adquirir conhecimento, em uma instituição tão reconhecida pela qualidade e relevância nacional.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola e a todos funcionários e professores, e pelas condições e oportunidades de aprendizado.

## RESUMO

O uso de biofertilizantes de aves ou de bovinos associado ao uso de *Trichoderma harzianum* aplicado ao solo pode mitigar o estresse salino e maximizar a produtividade do feijão-caupi. Neste sentido, essa pesquisa teve como objetivo avaliar o uso de água salobra no desempenho agrônomo da cultura do feijão-caupi sob diferentes biofertilizantes nas trocas gasosas e na produtividade, em solo com e sem aplicação de *Trichoderma harzianum*. O experimento foi realizado em condições de campo, na área experimental da Fazenda Piroás, Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições, sendo as parcelas, duas condutividades elétricas da água de irrigação (0,8 e 4 dS m<sup>-1</sup>), as subparcelas, dois tipos de biofertilizantes de origem animal (bovino e aves) e as subsubparcelas, com e sem *Trichoderma harzianum*, com 6 repetições. As variáveis fisiológicas analisadas foram: taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub> e índice de clorofila. As variáveis analisadas de produtividade foram: número de vagens, massa de vagens, massa de cem grãos, número de grãos por vagem, comprimento das vagens, produtividade e eficiência do uso da água. A irrigação com água de maior salinidade (4,0 dS m<sup>-1</sup>) afetou negativamente a fotossíntese, a transpiração, a condutância estomática e a concentração interna de CO<sub>2</sub> do feijão-caupi. O biofertilizante de aves amenizou parcialmente os efeitos deletérios da salinidade nas variáveis número e massa de vagens, produtividade e eficiência do uso da água da cultura do feijão-caupi. O uso *Trichoderma harzianum* associado a adubação com biofertilizante de aves, foi mais eficiente para o comprimento de vagem sob estresse salino. A aplicação do *Trichoderma harzianum* atenuou o estresse salino e elevou a produtividade e eficiência do uso da água do feijão-caupi.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata* (L.) Walp; insumo orgânico; salinidade; fungo.

## ABSTRACT

The use of poultry or cattle biofertilizers associated with the use of *Trichoderma harzianum* applied to the soil can mitigate saline stress and maximize cowpea productivity. In this sense, this research aimed to evaluate the use of brackish water on the agronomic performance of cowpea crops under different biofertilizers in gas exchange and productivity, in soil with and without application of *Trichoderma harzianum*. The experiment was carried out under field conditions, in the experimental area of Fazenda Piroás, Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. The experimental design was in randomized blocks (DBC), in a sub-subdivided plot scheme, with six replications, with the plots being two electrical conductivities of irrigation water (0.8 and 4 dS m<sup>-1</sup>), the subplots being two types of biofertilizers of animal origin (bovine and poultry) and sub-subplots, with and without *Trichoderma harzianum*, with 6 replications. The physiological variables analyzed were: photosynthetic rate, transpiration, stomatal conductance, internal CO<sub>2</sub> concentration and chlorophyll index. The productivity variables analyzed were: number of pods, pod mass, mass of one hundred grains, number of grains per pod, pod length, productivity and water use efficiency. Irrigation with higher salinity water (4.0 dS m<sup>-1</sup>) negatively affected photosynthesis, transpiration, stomatal conductance and internal CO<sub>2</sub> concentration of cowpea. Poultry biofertilizer partially mitigated the deleterious effects of salinity on the variables number and mass of pods, productivity and water use efficiency of cowpea crops. The use of *Trichoderma harzianum* associated with fertilization with poultry biofertilizer was more efficient for pod length under saline stress. The application of *Trichoderma harzianum* mitigated saline stress and increased the productivity and water use efficiency of cowpea.

**Keywords:** *Vigna unguiculata* (L.) Walp; organic input; salinity; fungus.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização geográfica do local da pesquisa.....	27
Figura 2 -	Valores médios de umidade relativa do ar e de temperatura máxima (Max) e mínima (Min) obtidas durante o ciclo experimental.....	28
Figura 3 -	Croqui da área experimental .....	29
Figura 4 -	Semeadura do feijão-caupi na área experimental.....	30
Figura 5 -	Preparo (A e B), peneiramento (C) e aplicação do biofertilizante (D).....	33
Figura 6 -	Aplicação da solução de <i>Trichoderma harzianum</i> , nas linhas de plantio.....	34
Figura 7 -	Análises fisiológicas (A) e leitura do índice relativo de clorofila (B).....	35
Figura 8 -	Taxa fotossintética líquida de plantas de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	38
Figura 9 -	Transpiração das plantas de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com usos de biofertilizantes.....	39
Figura 10 -	Transpiração das plantas de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	40
Figura 11 -	Condutância estomática das plantas de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	41
Figura 12 -	Concentração interna de CO <sub>2</sub> das plantas de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, usos de biofertilizantes, com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	42
Figura 13 -	Índice de relativo de clorofila (SPAD) na cultura do feijão-caupi sob usos de biofertilizantes com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	43
Figura 14 -	Número de vagens por plantas de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e usos de biofertilizantes.....	45
Figura 15 -	Massa de vagens de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e usos de biofertilizantes.....	46
Figura 16 -	Massa de cem grãos de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação.....	47
Figura 17 -	Massa de cem grãos de feijão-caupi sob usos de biofertilizantes.....	48
Figura 18 -	Número de grãos por vagem em plantas de feijão-caupi sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	49
Figura 19 -	Comprimento de vagens de feijão-caupi sob níveis de condutividades elétricas da água de irrigação, usos de biofertilizantes, com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	49

Figura 20 -	Produtividade de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e usos de biofertilizantes.....	51
Figura 21 -	Produtividade de feijão-caupi sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	52
Figura 22 -	Produtividade de feijão-caupi sob usos de biofertilizantes, com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	53
Figura 23 -	Eficiência do uso da água de feijão-caupi sob níveis de condutividades elétricas da água de irrigação e usos de biofertilizantes.....	54
Figura 24 -	Eficiência do uso da água de feijão-caupi sob níveis de condutividades elétricas da água de irrigação com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	55
Figura 25 -	Eficiência do uso da água de feijão-caupi sob usos de biofertilizantes, com e sem uso de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos do solo utilizado antes da aplicação dos tratamentos...	28
Tabela 2 – Caracterização química dos adubos orgânicos utilizados.....	32
Tabela 3 – Quantidades de adubos orgânicos aplicados durante o experimento na cultura do feijão.....	33
Tabela 4 – Resumo da análise de variância para as variáveis de trocas gasosas (fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci) e índice relativo de clorofila (IRC)) em feijão-caupi irrigado com água salobra em solo adubado com biofertilizantes com e sem <i>Trichoderma harzianum</i> .....	37
Tabela 5 – Resumo da análise de variância para as variáveis de produção (número de vages (NV), massa de vagens (MV), massa de cem grãos (M100g), número de grãos por vagens (NGV), comprimento da vagem(CPV), produtividade (PROD) e eficiência do uso da água (EUA)) em feijão-caupi irrigado com água salobra em solo adubado com biofertilizantes, com e sem <i>Trichoderma harzianum</i> .....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	17
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	17
<b>3.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	17
<b>3.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	17
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
<b>4.1</b>	<b>A cultura do feijão</b> .....	18
<b>4.1.1</b>	<i>Origem, características botânicas e ecofisiológicas</i> .....	18
<b>4.1.2</b>	<i>Aspectos socioeconômicos</i> .....	19
<b>4.2</b>	<b>Uso de águas salobras em cultivo irrigado</b> .....	21
<b>4.2.1</b>	<i>Efeitos da salinidade nas culturas</i> .....	21
<b>4.2.2</b>	<i>Efeitos da salinidade na cultura do feijão</i> .....	22
<b>4.3</b>	<b>Uso de biofertilizantes</b> .....	22
<b>4.4</b>	<b>Trichoderma na agricultura</b> .....	24
<b>4.5</b>	<b>Salinidade x Trichoderma</b> .....	25
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	27
<b>5.1</b>	<b>Localização e caracterização da área experimental</b> .....	27
<b>5.2</b>	<b>Caracterização do solo da área experimental</b> .....	28
<b>5.3</b>	<b>Delineamento experimental</b> .....	29
<b>5.4</b>	<b>Condução da cultura</b> .....	29
<b>5.5</b>	<b>Preparo da solução salina</b> .....	30
<b>5.6</b>	<b>Manejo da irrigação</b> .....	31
<b>5.7</b>	<b>Manejo da adubação e aplicação de biofertilizantes</b> .....	32
<b>5.8</b>	<b>Aplicação do <i>Trichoderma harzianum</i></b> .....	33
<b>5.9</b>	<b>Variáveis analisadas</b> .....	34
<b>5.9.1</b>	<i>Trocas gasosas</i> .....	34

5.9.2	<i>Componentes de produtividade</i> .....	35
5.9.3	<i>Eficiência do uso da água</i> .....	36
5.10	<b>Análise estatística</b> .....	37
6	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
6.1	<b>Trocas gasosas</b> .....	37
6.2	<b>Componentes de produtividade e eficiência do uso da água</b> .....	44
7	<b>CONCLUSÃO</b> .....	57
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma cultura originária do continente africano, sendo importante para a região Nordeste do Brasil devido à sua rusticidade, pois se adapta a diferentes condições de cultivo e apresenta boa tolerância aos déficits hídrico e salino quando comparado a outras culturas, além de ser excelente fonte de nutrientes, composto por proteínas, carboidratos, vitaminas, fibras e minerais, tornando esta leguminosa uma das mais cultivadas e consumidas em todo o mundo (MELO et al., 2017; PEREIRA FILHO et al., 2020).

Essa leguminosa apresenta grande importância socioeconômica, sendo um alimento essencial e fonte direta de emprego para as populações de baixa renda nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (COSTA et al., 2023), respondendo de diferentes maneiras ao solo, ao clima e às condições de irrigação, devido às suas características fisiológicas e aos traços morfológicos, além de apresentar uma produtividade média nacional de 465 kg ha<sup>-1</sup> pelas estimativas da Embrapa Arroz e Feijão (2023) e produção mundial de 7 milhões de toneladas no período de 2016/18 (FAO, 2021).

Contudo, o uso da agricultura irrigada nas regiões tropicais, que se caracterizam pela ocorrência de precipitações mal distribuídas, como no Nordeste brasileiro, o que torna frequente a ocorrência de déficit hídrico para algumas culturas e dificulta suas atividades fisiológicas e produtivas, é a única maneira de se assegurar a produtividade das culturas (HOLANDA et al., 2016). Porém, em algumas situações é necessário que se utilize águas salobras como as de poços (GHEYI et al., 2016), para possibilitar o cultivo nessas áreas. E, que se use dessas fontes de maneira racional e controlada haja vista os riscos da interferência pelas acumulações de sódio e demais cátions na solução do solo propiciando estresses abióticos (MEDEIROS et al., 2020; GOES et al., 2021a).

A salinidade da água de irrigação é uma das principais restrições abióticas na produção global de alimentos e demais produtos advindos da agricultura, sendo que seus efeitos são particularmente críticos nas regiões semiáridas e áridas. O estresse salino ainda desencadeia desequilíbrios na relação-solo-água-plantas, sobretudo quando os sais em excesso na solução do solo reduzem os potenciais osmótico e hídrico, prejudicando a captação de água, os processos fisiológicos e a absorção de íons pelo excesso de outros (Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>), proporcionando redução no rendimento das culturas (MINHAS et al., 2020; ZHANG et al., 2022; SOUSA et al., 2023).

Uma estratégia eficiente já utilizada há alguns anos para mitigar o estresse salino é o uso da adubação por meio de biofertilizantes líquidos de origem animal. Segundo Sousa et al. (2018), o biofertilizante bovino é capaz de atenuar os efeitos dos sais nas trocas gasosas da cultura soja. Já Freire et al. (2022), trabalhando em condições de campo, verificaram aumento da produtividade da cultura do milho com o uso de biofertilizante de aves em ambiente salino. Da mesma forma, Sousa et al. (2021) constataram aumento da eficiência do uso da água na cultura do amendoim adubada com biofertilizante bovino aos 40 dias após a semeadura sob estresse salino.

Além da referida estratégia, estudos recentes demonstram que o emprego de microrganismos pode ser uma alternativa para se aliviar o estresse salino nas plantas. Tal benefício pôde ser observado na utilização de *Trichoderma harzianum* associado ao uso de adubos orgânicos os quais podem favorecer maior translocação e solubilidade de nutrientes minerais e proporcionar melhoras no rendimento das culturas (YEDIDIA et al., 2001; ROCHA et al., 2019). Silva et al. (2019), avaliando a inoculação de *Trichoderma asperelloides* na cultura do feijão-caupi irrigada com água com níveis crescente de sais, concluíram que o uso deste microrganismo mitigou o estresse salino no crescimento inicial aliviando os efeitos negativos do estresse salino. Neste sentido, estudos com o uso de microrganismos simbiotes e fertilizantes líquidos de origem animal vem sendo testados em algumas culturas com resultados pertinentes.

Outra prática atenuadora do estresse salino é o uso de biofertilizantes de origem animal, que além de serem de fácil preparo, apresentam teores de nutrientes consideráveis para dar suporte nutricional às plantas, melhorando ainda as propriedades físicas e microbiológicas do solo (AZEVEDO et al., 2021; FREIRE et al., 2023). Estudos desenvolvidos por Magalhães et al. (2021), evidenciaram efeito mitigador do biofertilizante bovino no crescimento da cultura do feijão sob estresse salino. Freire et al. (2022) também registraram atenuação do uso de biofertilizante de aves no desempenho agrônômico da cultura do milho. De forma similar, Sousa et al. (2018) descrevem que o biofertilizante bovino atenuou os efeitos dos sais nas trocas gasosas da cultura soja.

## 2 HIPÓTESES

O uso de biofertilizantes líquidos de origem bovina e aves via solo mitigará o estresse salino e proporcionará maiores trocas gasosas, produtividade da cultura do feijão-caupi.

A aplicação de *Trichoderma harzianum*, via solo, maximizará a produtividade da cultura do feijão-caupi sob estresse salino.

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo Geral

Avaliar o uso de água salobra no desempenho agrônômico da cultura do feijão-caupi sob diferentes biofertilizantes nas trocas gasosas e na produtividade, em solo com e sem aplicação de *Trichoderma harzianum*.

### 3.2 Objetivos específicos

- Analisar o efeito do estresse salino na fotossíntese, na transpiração, na condutância estomática e na concentração interna de CO<sub>2</sub> da cultura do feijão-caupi em solo fertilizado com biofertilizantes bovino e de aves, na presença e na ausência de *Trichoderma harzianum*.

- Avaliar o uso de água salobra nos componentes de produtividade da cultura do feijão-caupi em solo fertilizado com biofertilizantes bovino e de aves, na presença e na ausência de *Trichoderma harzianum*.

- Verificar o efeito da interação entre água salobra, biofertilizantes e *Trichoderma harzianum* no desempenho agrônômico da cultura do feijão-caupi.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 A Cultura do Feijão

#### 4.1.1 *Origem, características botânicas e ecofisiológicas*

O feijão-caupi é uma leguminosa, com teoria de origem no continente africano, isso por conta de opiniões distintas de estudiosos que pesquisaram sobre o centro de origem. Huynh et al. (2013) identificaram centros de diversidades sendo o primeiro na África ocidental e o segundo compostos de raças distribuídas na África Oriental, concentrando as ideias de (NG; MARÉCHAL, 1985), que citam a Nigéria como centro, localizada no oeste da África, e a segunda ideia que a África do Sul seria o centro de domesticação, em virtude da maior diversidade genética da cultura e de formas selvagens da espécie, estabelecida por Freire Filho (1988).

Quanto à descrição do feijão-caupi, o mesmo foi descrito pela primeira vez por Linnaeus como *Dolichos unguiculatus* L., logo após classificado por Walpers como *Vigna unguiculata* (L.) Walp (PASQUET, 1998). Caracterizado botanicamente como Eudicotyledonea, pertencente ao reino Plantae. Divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna* secção *catyang*, e a espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*, subdividida em quatro cultigrupos: *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis* (THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP et al., 2016).

Quanto à germinação se apresenta como epígea, com os cotilédones inseridos no primeiro nó do ramo principal. O sistema radicular é formado por uma raiz principal pivotante, com ramificações laterais, podendo ser tanto superficiais como atingir profundidade de 2,0 m. Nas raízes do feijão-caupi pode haver a formação de nódulos que auxiliam, e quase sempre eficientes devido a associação com bactérias nitrificadoras nativas do solo (DONÇA, 2012), e beneficiando na absorção de nitrogênio através da fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada por microrganismos conhecidos genericamente, como rizóbios (OLIVEIRA et al., 2023; CHAGAS JUNIOR et al., 2010).

Possui a presença de flor, localizadas na axila da folha, com pedúnculos variando de acordo com as cultivares quanto ao tamanho. O fruto tem formato de vagem com forma e tamanho variáveis; no interior se encontram suas sementes em fileira podendo apresentar distintas formas, tamanhos e cor de tegumento, que variam de acordo com a cultivar (VALE, BERTINI, BOREM, 2017).

O feijão-caupi pode ser visto em um desenvolvimento vegetativo que passa em média de 23 a 43 dias e a partir de então surgem as vagens (NEVES et al., 2009); quanto ao ciclo da cultura existem cinco classes que agrupam as cultivares em: Extra-precoce, maturidade menor que 60 dias após a semeadura; Ciclo precoce, entre 61 e 70 dias; Ciclo médio-precoce, entre 71 e 80 dias; Ciclo médio-tardio, entre 81 e 90 dias e Ciclo tardio, a partir de 91 dias (FREIRE FILHO et al., 2005).

A cultura do feijão-caupi desenvolve-se bem sob condições de alta temperatura, em solos arenosos ou de textura média, com boa drenagem. Por isso, obteve sucesso nas condições de semiárido de muitas regiões do Nordeste, tendo sido introduzido no Brasil no século XVI pelos colonizadores portugueses, no estado da Bahia, e por esses mesmos colonizadores a outros locais da Região Nordeste e a outras regiões do país, onde pode apresentar variações quanto ao seu nome por região: no Nordeste (feijão-de-corda, feijão macassar e feijão-de-moita), no Norte (feijão-de-praia) e no Sul (feijão miúdo). No meio técnico, o termo vulgar mais utilizado é o caupi, que deriva da palavra inglesa “Cowpea” (FREIRE FILHO et al., 2005; FREIRE FILHO et al., 2011).

#### **4.1.2 Aspectos socioeconômicos**

O feijão-caupi é conhecido por ser uma leguminosa de valor nutricional, com importância mundial, sendo cultivado em regiões mais quentes da África, da Ásia e das Américas (MOREIRA-ARAÚJO et al., 2018). Tem alta importância socioeconômica no Brasil por ser um dos principais componentes para a dieta humana, na segurança alimentar, e como fonte de renda para os agricultores (BOUKAR et al., 2016).

Segundo a FAO (2018), a produção anual de feijão-caupi ao redor do mundo é estimada em 7,2 milhões de toneladas em uma área cultivada de 12,5 milhões de hectares. O continente africano é responsável por cerca de 96,4% da produção do planeta, tendo a Nigéria como o maior produtor mundial (2,6 milhões de toneladas), seguida de Níger (2,3 milhões de toneladas) e de Burkina Faso (630.965 toneladas).

Apresenta um custo de produção muito competitivo em relação a outras culturas, fator este que tem feito aumentar o interesse dos produtores pela espécie. Tendo uma produção de alta qualidade, o que facilita a aceitação dessa cultura no mercado. Com essa maior visibilidade que o feijão-caupi tem alcançado dentro do país, tem sido inserido também

no mercado externo e isso leva a uma maior exigência no seu cultivo, com práticas que padronizem melhor o produto (FREIRE FILHO et al., 2011).

A exploração do feijão-caupi reafirma-se cada vez mais importante no contexto nacional e regional pelos aspectos de subsistência e de exportação, com área total destinada ao cultivo de aproximadamente 2.776,9 mil hectares, (safra 2022/23), e produção estimada de 2.919,2 toneladas (CONAB, 2023). No Brasil, segundo dados de acompanhamento da safra 2022/23 a produção atingiu 3.069 mil t, e a produtividade média nacional de 1.129 kg/ha.

Trata-se de uma leguminosa altamente nutritiva, de boa aceitação no mercado e um dos principais componentes da dieta alimentar da população do Nordeste brasileiro, devido principalmente as suas características como elevado teor de proteínas, carboidratos complexos, fibras alimentares e compostos fenólicos com atividade antioxidante elevada (LIMA et al., 2007; SILVA et al., 2009).

O feijão-caupi tem se destacado com grande importância socioeconômica e estratégica para algumas regiões, contribuindo na dieta alimentar das pessoas em boa parte do contexto nacional. Todas essas atribuições são possíveis pela possibilidade de haver três safras durante o ano, a depender das condições edafoclimáticas locais (FREIRE FILHO, 2005; CONAB, 2023).

A sua comercialização pode ser encontrada na forma de grãos secos e verdes. E, o restante da planta, como as hastes e os ramos secundários podem ser usados na alimentação animal. No contexto da alimentação animal, há possibilidades de utilização como feno, forragem verde, silagem e até farinha, podendo se estender a aplicabilidade de recuperação e de coberturas dos solos com baixa fertilidade, quando se toma como adubação verde (SILVA JÚNIOR et al., 2015; ALMEIDA JÚNIOR, 2018).

Segundo a CONAB (2023), no Ceará, em 2023, apesar do volume das chuvas ter se reduzido a partir de maio, a colheita seguiu em andamento trazendo perspectivas melhores no fim do período chuvoso nas principais regiões produtivas; já em outros estados do Nordeste, há expectativas positivas em relação ao planejamento e ao desenvolvimento das lavouras, muitas delas em fase de semeadura e até outras com estágio vegetativo em bom andamento (CONAB, 2023).

## **4.2 Uso de águas salobras em cultivo irrigado**

### **4.2.1 *Efeitos da salinidade nas culturas***

As regiões tropicais de clima quente, como no caso do Nordeste brasileiro, são caracterizadas pelas baixas precipitações, sendo insuficientes para suprir a taxa de evapotranspiração potencial das plantas. Por esse fato, a irrigação constitui um papel fundamental no desenvolvimento da agricultura, em muitas situações, torna-se, a única maneira de se garantir segurança para a produção agrícola (HOLANDA et al., 2016).

Levando-se em consideração a região Nordeste, muitas vezes não se tem água de qualidade disponível para a irrigação, necessitando-se deste modo, de alternativas hídricas como as águas com sais (JIANG et al., 2012). Em condições impostas pelo estresse salino, as plantas adotam mecanismos para modificação do comportamento, como potencial hídrico, alocação de carbono e nutrição mineral, entre outros (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Há perda de qualidade no desenvolvimento das plantas e redução de rendimento, que são algumas das consequências, pela ocorrência do aumento da salinidade e seus efeitos potencializando o desequilíbrio nutricional e a diminuição de cálcio, de magnésio e de potássio que se relacionam aos efeitos osmóticos e distúrbios fisiológicos (GARCIA et al., 2007).

A redução do crescimento das plantas sob efeito da salinidade é um dos efeitos mais perceptíveis, em virtude do desbalanço nutricional, que pode ser intensificado conforme o tempo, a concentração, a tolerância da cultura e o volume transpirado de água (PEREIRA FILHO et al., 2020; SOUSA et al., 2021).

Outro aspecto bastante determinante para o cuidado com a salinidade é o grande impacto na produção agrícola em contexto mundial (KAISER et al., 2016), destacando as condições limitantes na relação solo-água-plantas com a redução da absorção de água imposta pelo menor potencial osmótico na região radicular das plantas (LIMA et al., 2020), pois muitos autores como Oliveira et al. (2010) ressaltam a importância para a acumulação excessiva de sais no solo, pois maiores quantidades de íons ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ) tóxicos acarretam deficiências na formação de fotoassimilados. Esses efeitos negativos nas ordens nutricionais e fisiológicas trazem prejuízos na produção (ASHRAF et al., 2017; GOES et al., 2021b).

#### **4.2.2 Efeitos da salinidade na cultura do feijão**

Tanto como em qualquer outra cultura, no feijão-caupi, o estresse salino implica em diversas alterações à cultura, principalmente quando se comenta sobre o desenvolvimento vegetativo e ou produtivo. Tal decorrência se dá muitas vezes pelas condições presentes no ambiente que podem potencializar o dano causado pelo estresse, o que influencia e pode comprometer todo o potencial de produção de uma determinada planta. Oliveira et al. (2019) concluíram que a irrigação com salinidade igual ou superior a 4,0 dS m<sup>-1</sup> limitou a emergência da cultivar BRS Tumucumaque. Pereira Filho et al. (2017), avaliando a cultura do feijão sob condições de estresses salino e hídrico, observaram reduções nas variáveis altura de plantas, número de folhas e massa seca da parte aérea com o aumento da concentração de sais da água de irrigação.

Entretanto, avaliando o comportamento morfológico de cultivares do feijão-caupi sob crescentes níveis de salinidade da água de irrigação, Gomes do Ó et al. (2017) concluíram que, dependendo da cultivar de feijão caupi, as respostas ao estresse salino são distintas.

Prazeres et al. (2015), ao estudarem o crescimento e as trocas gasosas de feijão-caupi com doses de potássio e irrigação com água salina, observaram redução do diâmetro e do comprimento da haste principal e da matéria seca total com o aumento da salinidade na água de irrigação nas cultivares CE 104 e CE 790.

Efeitos deletérios no crescimento e nas trocas gasosas do feijão-caupi sob estresse salino foram observados por Magalhães et al. (2021), ao relatarem redução da altura de plantas, da transpiração e da fotossíntese. Ribeiro et al. (2022), avaliando o desempenho da cultura sob estratégias de irrigação com água salobra, destacaram que o estresse salino nas fases fenológicas iniciais influenciou negativamente a altura da planta, a fotossíntese, a transpiração, a condutância estomática e a temperatura foliar.

#### **4.3 Uso de biofertilizantes**

Cada vez mais se faz necessária a prática de técnicas sustentáveis e menos agressivas ao ambiente. Neste sentido, o uso de biofertilizantes é uma prática inovadora e pertinente na agricultura visto as características de serem economicamente rentáveis e de ajudarem no equilíbrio ao meio ambiente (BASET-MIA et al., 2010). Sendo um adubo orgânico líquido pode ser produzido em meio aeróbio ou anaeróbio a partir de uma mistura de materiais orgânicos (esterco, frutas, leite), minerais (macro e micronutrientes) e água,

podendo também ser obtido pela simples mistura de água e esterco fresco (SOUSA et al., 2013).

Conforme Santos (1992), o biofertilizante é produzido por meio da fermentação, em sistema aberto ou fechado, com presença ou ausência de ar (aeróbio ou anaeróbico), utilizando-se esterco fresco de gado ruminante em lactação, por apresentar uma alimentação mais balanceada e rica, aumentando desta forma, a qualidade do produto.

O resultado da fermentação é um resíduo líquido, utilizado como adubo foliar e defensivo natural, geralmente rico em matéria orgânica e microrganismos (GONÇALVES et al., 2009). Por ser um produto fermentado por microrganismos e ter como base a matéria orgânica, apresenta em sua composição quase todos os nutrientes exigidos pelas plantas, variando em suas concentrações, dependendo diretamente da matéria-prima a ser fermentada (VIANA et al., 2013).

As fontes para a fabricação dos biofertilizantes são diversas e podem variar tanto quanto a composição, a origem e o meio de produção, no entanto os estercos de animais que são comumente utilizados podem fornecer nutrientes como fósforo e potássio, quase mais disponíveis em comparação a outras fontes adubo de mineral (BOTELHO et al., 2020).

Os biofertilizantes se destacam por terem ações nutricionais e hormonais, podendo também exercer ações fungistática e bacteriostática sobre fitopatógenos. Assim, os biofertilizantes promovem as atividades fisiológicas e também estimulam o desenvolvimento de plantas atuando sobre a floração, a ação foliar, o enraizamento e a atividade da germinação das sementes, podendo também se destacar no meio agrícola por ser rico em macro e em micronutrientes. É um fertilizante que se caracteriza pela incorporação facilitada ao solo, pelo material de fabricação do mesmo estar em decomposição e ou em forma líquida, podendo contribuir como defensivo agrícola (ARAÚJO, 2008; MATOS e al., 2021).

A utilização do biofertilizante na agricultura pode beneficiar tanto ao meio ambiente quanto ao produtor rural, visto que este produto pode conter alguns dos nutrientes que são essenciais (nitrogênio, fósforo e potássio) para o desenvolvimento das plantas, proporcionar a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de diminuir a utilização de agroquímicos (SALES et al., 2020; AZEVEDO et al., 2020).

#### 4.4 Trichoderma na agricultura

*Trichoderma* trata-se de um gênero de fungos que podem habitar regiões de clima tropical e temperado, que habitam o solo na fração orgânica e a rizosfera das plantas. São reconhecidos pela característica na produção de colônias com micélio branco e crescimento rápido, com massas de conídios de coloração verde recobrendo as colônias (ABREU, PFENNING, 2019).

Algumas espécies de trichoderma são caracterizadas por compartilhar fenótipos como: uso na agricultura rizosfera, parasitar ou preda outros fungos, capacidade de estabelecer interação com plantas de forma benéfica, promovendo crescimento e resistência a doenças e estresses abióticos de maneira induzida (HARMAN et al., 2004). Por conta das diversas contribuições de distribuição no solo, interações benéficas e parasitismo em organismos fitopatogênicos, espécies de *Trichoderma* são utilizadas para tratamento de sementes ou aplicação para controle biológico de doenças de plantas, tais como: *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. harzianum* lato sensu e *T. virens* (WOO et al., 2014).

As espécies de *Trichoderma* spp. estão recebendo cada vez mais atenção da pesquisa por sua versatilidade de ação, capacidade na produção de substâncias antifúngicas e enzimas degradadoras de parede celular de outros fungos, e da sua diversidade estratégica de sobrevivência. Tudo isso garante a este gênero uma alta competitividade no ambiente e uma grande capacidade de proliferação na rizosfera (LOUZADA et al., 2009; ASAD et al., 2015).

No contexto nacional, o uso comercial e as pesquisas acerca de *Trichoderma* como insumo biológico como incremento para a atividade agrícola ocorrem por algumas razões, tais como: manejo de doenças, que tem características e atividades para associação e simbiose, controle e competição com outros agentes microbiológicos fungos e nematoides, que podem causar doenças e alterações as plantas (CARVALHO et al., 2014, LOPES et al., 2012, POMELLA; RIBEIRO 2009).

A contribuição no uso de *Trichoderma* na agricultura se dá pelas capacidades deste gênero de desenvolver metabolitos secundários, por possui característica biofungicida e bionematicida, beneficiar a atividade do solo, e na redução de inoculo de doenças de solo por meio do microparasitismo (parasitar fungos fitopatogênicos), e consequente sanidade radicular e desenvolvimento de mecanismos para defesa contra doenças potenciais (KUBICEK et al., 2011; KAMILOVA et al., 2008; WOO et al., 2006; AGROFIT, 2003).

Muitos registros relatam que os fungos *Trichoderma* têm relevância pela ampla área de atuação na agricultura: agentes de controle em lavouras, resistência a fitopatologias e promotores de crescimento (FORTES et al., 2007), sendo encontrados no mercado produtos autorizados com composições com distintas espécies que propiciam segurança e economia, como por exemplo o Trichodermil (*T. harzanium* ESALQ- 1306) eficiente em lavouras de feijão no controle de *R. solani*, reduzindo em torno de 83% no número de propágulos no após 30 dias de aplicação no sulco de plantio (BUZZERIO, 2001).

Assim, atualmente o uso de *Trichoderma*, tem sido opção ideal para além da proteção e defesa contra doenças e outros organismos prejudiciais, mas também promoção de crescimento (MACHADO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2021), e assim em diversas culturas anuais e florestais foram encontrados efeitos positivos no desenvolvimento, como por exemplo: feijão (CHAGAS JÚNIOR et al., 2014), soja (CHAGAS JÚNIOR et al., 2022) e também *Gochnatia polymorpha* (MACHADO et al., 2015).

Diversos estudos estão sendo realizados para se destacar a eficiência e a atuação do *Trichoderma* em associação com algumas culturas. Chagas et al. (2017) demonstraram pelos resultados a capacidade do *Trichoderma asperellum* UFT 201 como inoculante promotor de crescimento inicial de plantas (soja, feijão caupi, arroz e milho) em casa de vegetação. O *Trichoderma harzianum* propiciou aumento na germinação, tendo sido uma eficaz alternativa no tratamento de sementes de algodão, em concentração de  $1 \times 10^{10}$ , eficaz na redução de *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp. (SILVA et al., 2022).

#### **4.5 Salinidade x *Trichoderma***

Efeitos positivos do *Trichoderma* não estão estritamente relacionados ao crescimento, por também promoveres desenvolvimento de plantas em ambientes com estresses abióticos (hídrico, salino ou térmico), destacando-se assim a ação desses agentes de biocontrole no auxílio da adaptação de plantas com induções de mudança na expressão gênica, em condições adversas como a salinidade (GAL-HEMED et al., 2011; GHORBANPOUR et al., 2018; SILVA et al., 2019).

Acerca de todos as condições favoráveis já identificadas das espécies de *Trichoderma* em alguns estudos, pesquisas têm sido feitas para analisar a eficácia dos mesmos na diminuição dos efeitos adversos do estresse salino sobre muitas plantas. Rubio et al. (2017)

destacaram que o *Trichoderma harzanium* T34 proporcionou crescimento de plantas de tomate sem fertilização mineral, independente do estresse salino.

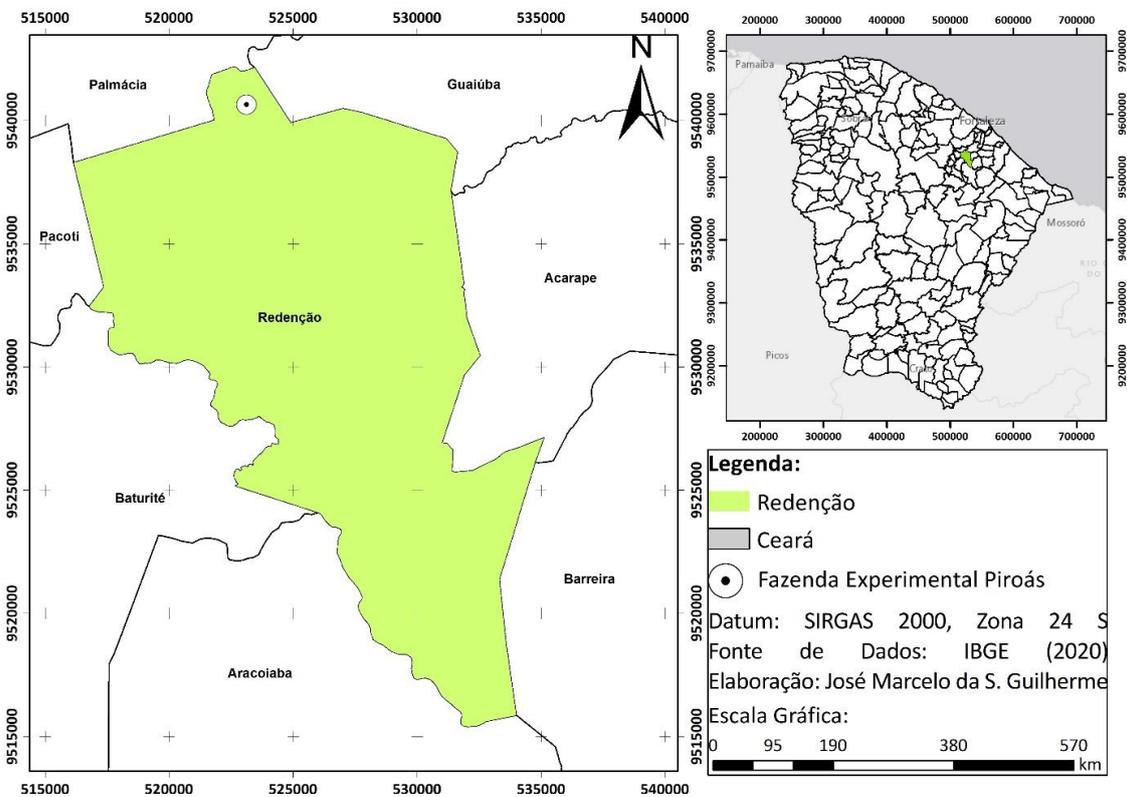
Estudos realizados com ensaio in vitro com sementes de beterraba, demonstraram que a combinação de *T. atrovirida* e quitosana HMW promoveram resistência e expressão gênica de defesa e, assim, têm potencial para avanços em usos para aplicações de controle biológico (KAPPEL et al., 2022). Zhang et al. (2019) concluíram que *Trichoderma harzianum* e T-soja proporcionaram crescimento e melhora na tolerância ao sal em mudas de pepino, e ainda destacaram que possibilitaram a manutenção do equilíbrio osmótico e homeostase metabólica, fatores importantes a serem observados.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em condições de campo entre os meses de outubro e dezembro de 2022 na Fazenda Experimental Piroás (FEP), pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), na localidade de Barra Nova no município de Redenção-CE, na macrorregião do Maciço de Baturité (Figura 1).

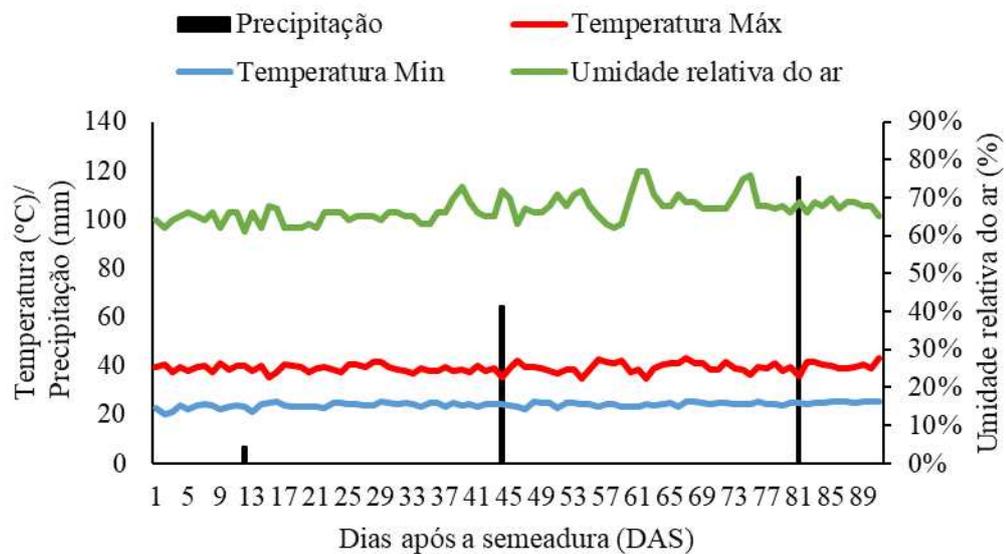
Figura 1 - Localização geográfica do local da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

A cidade de Redenção encontra-se localizada na latitude de  $04^{\circ} 13' 25''$  S, longitude de  $38^{\circ} 43' 49''$  W e altitude média de 95 metros. O clima da região é do tipo BSh' com temperaturas muito quentes e chuvas predominantes nas estações do verão e do outono (ALVARES et al., 2013). Apresenta em média pluviosidade anual de 1.062,0 mm e temperatura média de 26 a 28 °C (IPECE, 2017). Os dados meteorológicos coletados no período experimental estão presentes na Figura 2.

Figura 2 - Valores médios de umidade relativa do ar, pluviosidade e de temperatura máxima (Max) e mínima (Min) obtidas durante o ciclo experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 Caracterização do solo da área experimental

O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo de textura franco arenosa (SANTOS et al., 2018). Antes da instalação do experimento foram realizadas coletas de solo aleatórias pela área em zigue-zague na camada superficial (0-20 cm) utilizando-se um trado holandês, totalizando 20 amostras simples, utilizadas para compor uma amostra composta conduzida ao laboratório de solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, para a determinação dos atributos químicos (Tabela 1), conforme metodologia descrita em Teixeira et al. (2017).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo utilizado antes da aplicação dos tratamentos

Caraterísticas químicas									
M.O.	N	P	K	Mg	Ca	Na	pH	PST	CEes
g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%	dS m <sup>-1</sup>
12,52	0,79	14	0,14	2,5	5,2	0,18	5,6	2	0,9

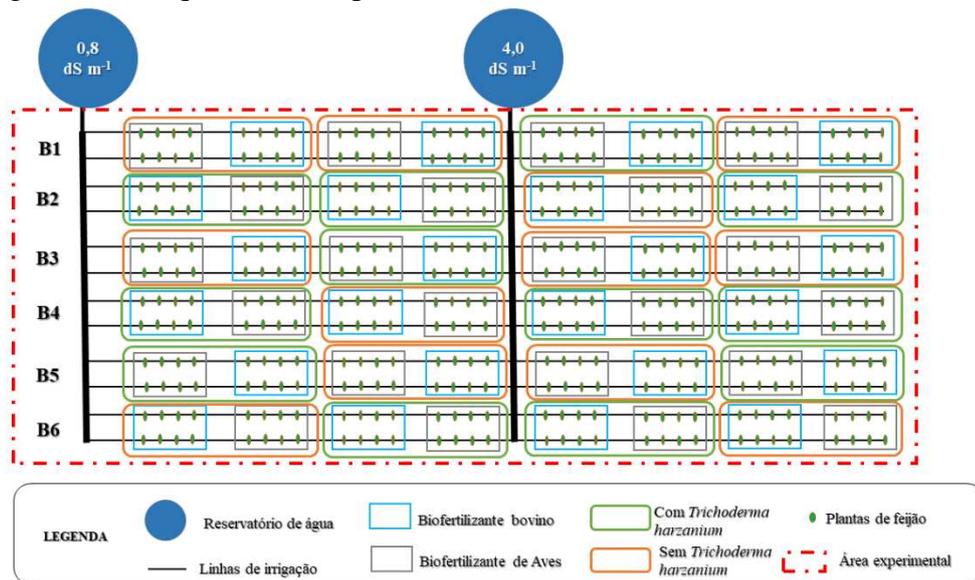
Fonte: Elaborado pelo autor.

M.O= Matéria orgânica. PST= porcentagem de sódio trocável. CEes=condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

### 5.3 Delineamento experimental

O experimento foi o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial triplo  $2 \times 2 \times 2$ , com seis repetições para cada tratamento. Em esquema de parcelas subsubdivididas, sendo as parcelas, duas condutividades elétricas na água de irrigação ( $0,8$  e  $4$   $\text{dS m}^{-1}$ ), a subparcela, dois tipos de biofertilizantes líquidos de origem animal (bovino e aves) e a subsubparcela, com e sem *Trichoderma harzianum*. O esquema de distribuição dos tratamentos na área experimental foi conforme apresentado no croqui (Figura 3).

Figura 3 - Croqui da área experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.4 Condução da cultura

Foram utilizadas sementes crioulas de feijão-caupi. A semeadura foi realizada manualmente adotando-se quatro sementes por cova, no espaçamento de  $1,0 \times 0,3$  m entre linhas de plantio e plantas, respectivamente (Figura 4). Aos dez dias após a semeadura (DAS), com o estande de plantas estabelecido de  $30.000$  plantas/ $\text{ha}^{-1}$ , foi realizado o desbaste deixando-se uma planta por cova.

Figura 4 – Semeadura do feijão-caupi na área experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante o ciclo da cultura foram realizadas capinas para o controle de plantas espontâneas e utilizados defensivos de natureza biológica na prevenção de ataques severos de pragas agrícolas.

### 5.5 Preparo da solução salina

A água de abastecimento ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi armazenada em caixas d'água com capacidade para 500 litros (L) e utilizada no preparo da solução salina de  $4,0 \text{ dSm}^{-1}$ , onde foi elaborada a partir da dissolução dos sais, cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e cloreto de magnésio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) na proporção de 7:2:1 (MEDEIROS, 1992), obedecendo a relação entre CEa e sua concentração molar ( $\text{mmol}_c\text{L}^{-1} = \text{CE} \times 10$ ) (RICHARDS, 1954).

## 5.6 Manejo da irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento espaçados a 0,3 m na linha, correspondendo a um gotejador (Netafim PCJ CNL Dripper) por planta, com vazão com 8 L h<sup>-1</sup>. O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi de aproximadamente 92%. O manejo da irrigação foi estimado diariamente pela evapotranspiração de referência, usando dados de um tanque evaporimétrico Classe A. A evapotranspiração da cultura, em mm dia<sup>-1</sup>, foi calculada a partir da evaporação medida no tanque classe A, conforme a Equação 1.

$$ET_c = ECA \times K_p \times K_c \quad (1)$$

Em que:

ET<sub>c</sub> – Evapotranspiração da cultura, em mm dia<sup>-1</sup>;

ECA - Evaporação medida no tanque classe “A”, em mm dia<sup>-1</sup>;

K<sub>p</sub> - Coeficiente do tanque classe “A”, adimensional;

K<sub>c</sub> - Coeficiente de cultivo da cultura, adimensional;

Adotaram-se os seguintes coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>): 0,71 (até 12 dias após a semeadura - DAS); 0,81 (de 13 a 33 DAS); 1,22 (de 34 a 54 DAS) e 0,77 (de 55 DAS ao final do ciclo) (SOUZA et al., 2005). O tempo de irrigação foi obtido a partir da Equação 2:

$$T_i = \frac{ET_c \times E_p}{E_a \times q} \times 60 \quad (2)$$

Em que:

T<sub>i</sub> - Tempo de irrigação (min);

ET<sub>c</sub> - Evapotranspiração da cultura no período (mm);

E<sub>p</sub> - Espaçamento entre gotejadores;

E<sub>a</sub> - Eficiência de aplicação (0,92);

q - vazão (L h<sup>-1</sup>).

Na lâmina aplicada foi acrescentada uma fração de lixiviação de 0,15 (AYERS; WESTCOT, 1999) e até o estabelecimento do estande de plantas o experimento foi irrigado diariamente com água de abastecimento da fazenda (0,8 dS m<sup>-1</sup>). Após esse período, aos 10 DAS foi iniciado a aplicação de água salobra com 4,0 dS m<sup>-1</sup>.

### 5.7 Manejo da adubação e aplicação de biofertilizantes

O manejo da adubação foi realizado com base na análise química do solo (Tabela 2) utilizando-se fontes orgânicas de biofertilizantes líquidos (biofertilizante bovino e de aves). Visando-se o conhecimento das características químicas dos biofertilizantes, amostras foram coletadas, armazenadas e levadas ao laboratório a fim de serem realizadas análises de acordo com metodologia de Silva (1999), cujos resultados estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização química dos adubos orgânicos utilizados

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
Biofertilizantes	(g L <sup>-1</sup> )					(mg L <sup>-1</sup> )			
Aves	0,23	0,03	3,83	0,06	0,08	17,90	0,96	2,88	2,54
Bovino	0,20	0,11	2,30	0,07	0,07	11,87	0,83	3,34	5,02

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os insumos foram aplicados em fundação (esterco bovino) e cobertura (biofertilizantes líquidos), seguindo a recomendação de Melo et al. (2017) para feijão-caupi, correspondendo à 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Na aplicação dos biofertilizantes foi adotada a aplicação quinzenal de 2 L por parcela experimental, foi realizado o peneiramento do material afim de se deixar apenas a parte líquida para adubação (Figura 5). Logo após, foram abertas galerias ao lado das linhas de plantio com um enxadeco e aplicadas as quantidades necessárias dos biofertilizantes em cada tratamento (Tabela 3), para complementar a necessidade da cultura de nutrientes (N, P, K), seguindo a recomendação para a cultura, análise química do solo e assim calculava a quantidade para a aplicação. Posterior à aplicação, as galerias eram fechadas para se evitar perdas por escoamento ou volatilização acelerada de algum dos nutrientes.

Figura 5 – Preparo (A e B), peneiramento (C) e aplicação do biofertilizante (D)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Quantidades de adubos orgânicos aplicados durante o experimento na cultura do feijão-caupi

Biofertilizantes	Quantidade
Biofertilizante de aves	6,0 g L <sup>-1</sup> planta <sup>-1</sup>
Biofertilizante bovino	5,0 g L <sup>-1</sup> planta <sup>-1</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.8 Aplicação do *Trichoderma harzianum*

O microrganismo utilizado no experimento foi o *Trichoderma harzianum* (CEPA ESALQ 1306), produto comercial (Trichodermil). A aplicação do produto foi via solo, tendo sido realizadas três aplicações antes da finalização do período de crescimento, conforme a indicação do fabricante (na dose de  $2 \text{ kg ha}^{-1}$ ). A primeira aplicação ocorreu no dia do plantio, as outras duas ocorreram a cada 15 dias, de acordo com o cronograma da adubação (Figura 6).

Figura 6 – Aplicação da solução de *Trichoderma harzianum*, nas linhas de plantio



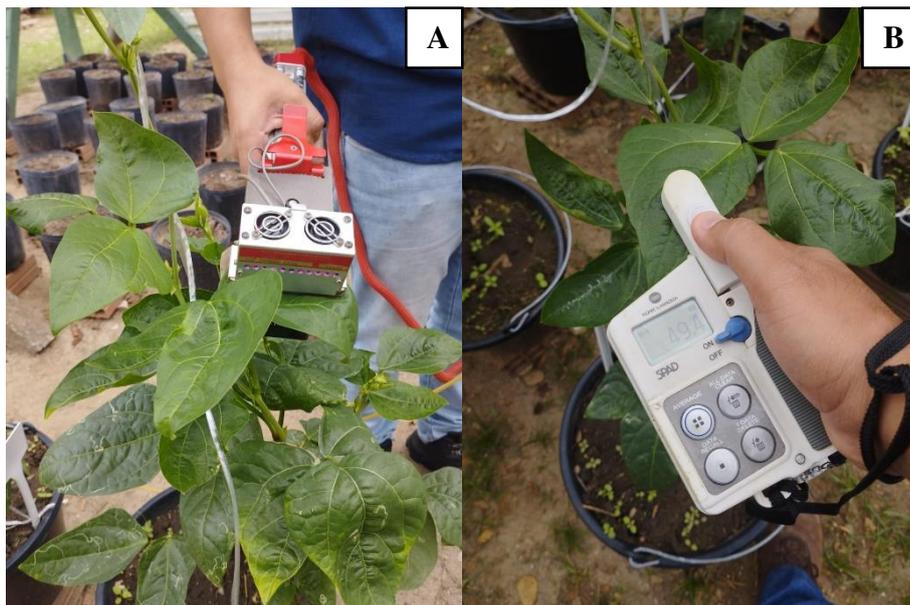
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.9 Variáveis analisadas

### 5.9.1 Trocas gasosas

Aos 45 DAS foram realizadas as leituras das taxas de fotossíntese, da transpiração, da condutância estomática e da concentração interna de CO<sub>2</sub>, em folhas totalmente desenvolvidas de cada planta, com a utilização de um analisador de gases infravermelho IRGA (LI 6400 XT da LICOR) em sistema aberto com fluxo de ar de 300 mL min<sup>-1</sup>, no intervalo das 10h00 às 12h00. As mesmas folhas utilizadas na medição das trocas gasosas foram utilizadas para a análise do índice relativo de clorofila pelo método não destrutivo, em cinco leituras por folha, com um clorofilômetro (SPAD 502, Minolta Co. Ltd, Osaka, Japão) (Figura 7).

Figura 7 – Análises fisiológicas (A) e leitura de índice relativo de clorofila (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.9.3 Eficiência do uso da água

Para a determinação da eficiência do uso da água foi contabilizada a lâmina aplicada durante o ciclo, correspondendo a 435,7 mm. A partir da relação entre os dados de lâmina total aplicada e a produtividade em grãos foi estimada a eficiência no uso da água (EUA, em kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), para os tratamentos.

### **5.10 Análises estatísticas**

Os dados após coletados foram submetidos a testes de normalidade e, quando constatada normalidade na distribuição dos dados, seguindo a aplicação da análise de variância (ANOVA) e quando significativos pelo teste F, os dados foram submetidos ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o software Assistat 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Trocas gasosas

Verifica-se pelo resumo da análise de variância (Tabela 4), que houve interação entre os fatores água de irrigação, biofertilizantes e *Trichoderma harzianum* para a concentração interna de CO<sub>2</sub>; da água de irrigação com biofertilizantes para transpiração, água de irrigação com *Trichoderma harzianum* para fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs)); e entre biofertilizantes e *Trichoderma harzianum* para o índice relativo de clorofila (IRC).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis de trocas gasosas (fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) e índice relativo de clorofila (IRC)) em feijão-caupi irrigado com águas salobras em solo adubado com biofertilizantes, com e sem *Trichoderma harzianum*

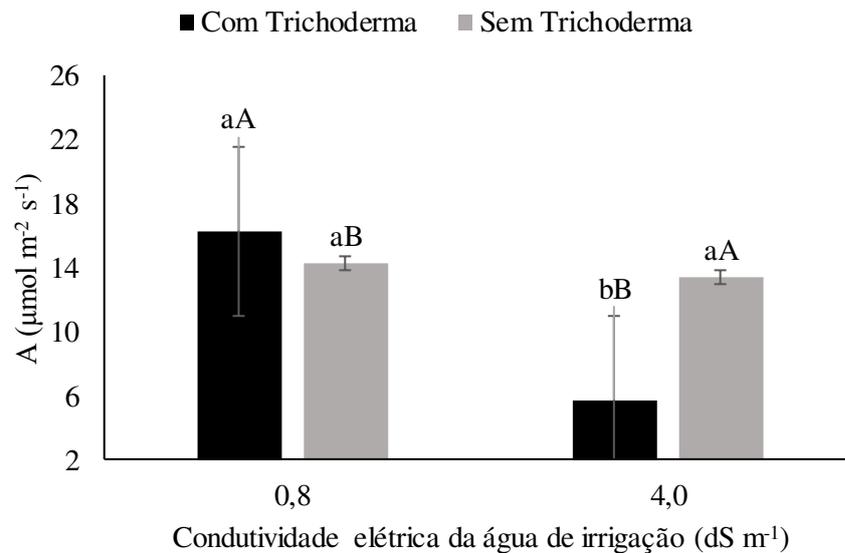
Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		A	E	gs	Ci	IRC
Blocos	5	6,468 <sup>ns</sup>	0,623 <sup>ns</sup>	1,663 <sup>ns</sup>	441,208 <sup>ns</sup>	18,194 <sup>ns</sup>
Água de Irrigação (AI)	1	261,11**	38,041**	5,387 <sup>ns</sup>	1352,00 <sup>ns</sup>	60,775 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	5	2,622	0,519	0,562	208,583	17,401
Parcelas	11					
Biofertilizante (B)	1	0,948 <sup>ns</sup>	0,038 <sup>ns</sup>	0,848 <sup>ns</sup>	45,125 <sup>ns</sup>	51,765 <sup>ns</sup>
Int. AI x B	1	2,241 <sup>ns</sup>	1,848*	1,753 <sup>ns</sup>	760,50*	32,200 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	10	0,592	0,228	0,392	92,479	33,122
Subparcelas	23					
Trichoderma						
harzianum - (T)	1	65,637**	8,809**	1,220 <sup>ns</sup>	220,50 <sup>ns</sup>	2,820 <sup>ns</sup>
Int. AI x T	1	188,81**	67,309**	20,914**	7626,125**	14,177 <sup>ns</sup>
Int. B x T	1	0,346 <sup>ns</sup>	0,564 <sup>ns</sup>	1,365 <sup>ns</sup>	180,50 <sup>ns</sup>	141,540*
Int. AI x B x T	1	0,350 <sup>ns</sup>	2,616 <sup>ns</sup>	1,236 <sup>ns</sup>	946,125*	2,587 <sup>ns</sup>
Resíduo (c)	20	2,869	0,922	0,908	171,229	21,453
Total	47					
CV - AI (%)		12,98	12,22	36,66	4,73	9,39
CV - B (%)		6,16	8,1	35,71	3,15	12,96
CV - T (%)		13,57	16,28	34,75	4,28	10,43

Fonte: Elaborado pelo autor.

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ns – não significativo; \*\* e \* – significativo a 0,01 e 0,05 pelo teste de Tukey, respectivamente.

A taxa fotossintética (Figura 8) foi superior estatisticamente na presença de *Trichoderma harzianum* no tratamento controle e com água de maior salinidade em relação a ausência do microrganismo.

Figura 8 - Taxa fotossintética líquida de plantas de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem uso de *Trichoderma harzianum*



Fonte: Elaborado pelo autor.

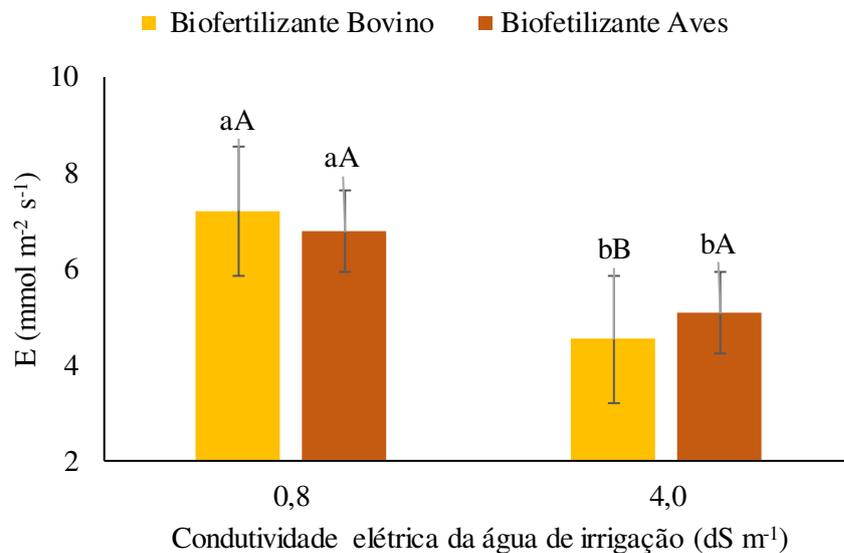
Letras maiúsculas comparam médias com e sem *Trichoderma harzianum* em uma mesma condutividade elétrica água e minúsculas comparam médias de inoculação no mesmo nível de condutividade elétrica da água não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Para as condições sem estresse salino, os resultados podem estar relacionados à ação de solubilização de alguns nutrientes pelo microrganismo, como por exemplo, nitrogênio, fósforo e potássio, que é estreitamente utilizado no processo fotossintético. Já as plantas com estresse salino, ocorreu menor entrada de CO<sub>2</sub> na folha, em decorrência da limitação na condutância estomática, porém superior na ausência do *Trichoderma harzianum*. Esse resultado também pode estar relacionado a participação dos microrganismos em ambiente salino, possivelmente, promovendo maior imobilização de nitrogênio e menor solubilização de magnésio e fósforo, nutrientes fundamentais para a fotossíntese (BITTENCOURT et al., 2022). Oliveira et al. (2024) também constataram redução da fotossíntese em plantas de amendoim inoculadas com *Bacillus* sp. e irrigada com água salobra.

O uso da água de maior salinidade afetou os valores de transpiração em relação à água de menor salinidade, sendo que houve diferença estatística entre os biofertilizantes na água de maior salinidade, ou seja, o biofertilizante de aves apresentou maiores valores de

transpiração quando comparados aos valores de obtidos nos tratamentos com biofertilizante bovino (Figura 9). Uma das dificuldades impostas às plantas sob estresse salino é a absorção de água do solo e a necessidade do ajustamento osmótico, o que ocasiona a diminuição na perda de água pelo fechamento de estômatos e reduz a transpiração (ANDRADE et al., 2018; SÁ et al., 2018).

Figura 9 - Transpiração de plantas de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com usos de biofertilizantes



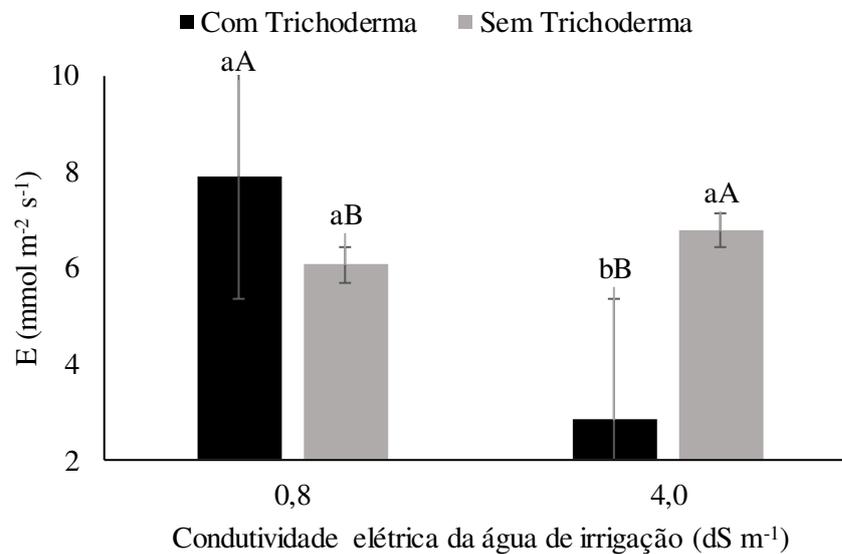
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes em uma mesma condutividade elétrica da água e as minúsculas sob o mesmo biofertilizante entre condutividade elétrica da água não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão (n=6).

Magalhães et al. (2021), estudando a cultura do feijão de corda com aplicação de biofertilizante bovino e uso de águas salinas na irrigação, constataram redução similar ao deste estudo para a transpiração. Sousa et al. (2021), estudando o uso de biofertilizante bovino na cultura do amendoim irrigada com água salobra, também registraram redução da transpiração. Similarmente, Souza et al. (2019) também constataram menor transpiração em plantas de fava adubada com biofertilizante bovino.

Na figura 10, as plantas irrigadas com água de menor e maior salinidade e inoculadas com *Trichoderma harzianum* apresentaram maiores valores médios de transpiração, diferindo estatisticamente do tratamento sem o microrganismo. Sousa et al. (2018), utilizando biofertilizante bovino como bioestimulante na cultura da soja irrigada com água de menor salinidade (0,8  $\text{dS m}^{-1}$ ), também verificaram maior transpiração.

Figura 10 - Transpiração de plantas de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem uso de *Trichoderma harzianum*



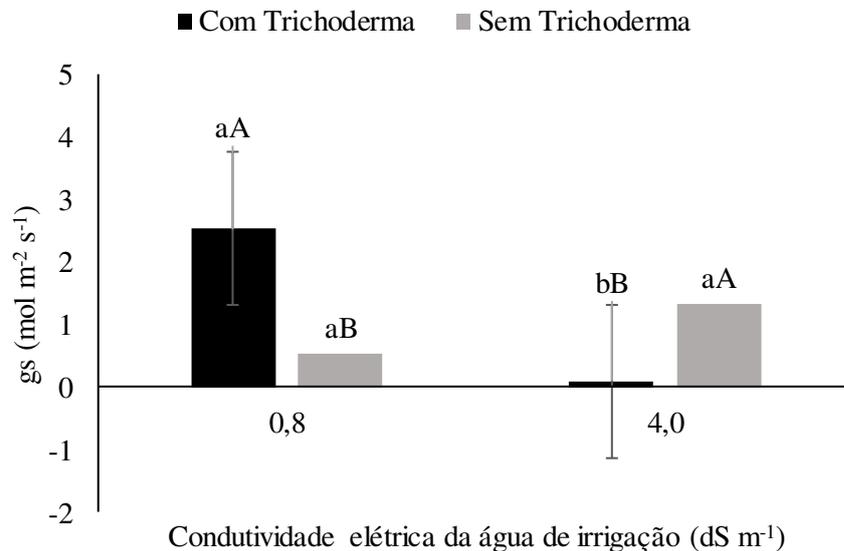
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias com e sem *Trichoderma harzianum*, em uma mesma condutividade elétrica água e minúsculas comparam médias de inoculação no mesmo nível de condutividade elétrica da água não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Quanto ao efeito do estresse salino, provavelmente os sais provocou restrição de água por aumentar o potencial osmótico, reduzindo assim o gradiente do potencial hídrico entre o solo e as raízes das plantas e diminuindo de forma parcial a abertura de estômatos e consequentemente a taxa de transpiração (LIAO et al., 2022; SOUSA et al., 2021). Similaridade aos dados deste estudo forma registrado por Lima et al. (2021). Esses mesmos autores detectaram redução da transpiração em plantas de amendoim, porém com menor intensidade quando inoculada com mix de rizóbios SEMIA 630, lote 0810 e SEMIA 6144, lote 0312, de *Bradyrhizobium* sp., isolado, sob estresse salino.

A condutância estomática seguiu a mesma tendência da transpiração, onde a água de menor e maior salinidade na presença de *Trichoderma harzianum* promoveu maiores valores médios de  $g_s$  em relação a ausência (Figura 11). Esse resultado pode estar associado a participação de bactérias promotoras que possuem a capacidade de ramificar as raízes e liberar exsudados para aumentar o conteúdo relativo de água na rizosfera, adaptando-se as condições de estresse imposta (CAO et al., 2023). Magalhães et al. (2021) também verificaram maior  $g_s$  na cultura do feijão-caupi em solo adubado com biofertilizante bovino como bioestimulante e irrigado com água de menor salinidade.

Figura 11 - Condutância estomática de plantas de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem uso de *Trichoderma harzianum*



Fonte: Elaborado pelo autor.

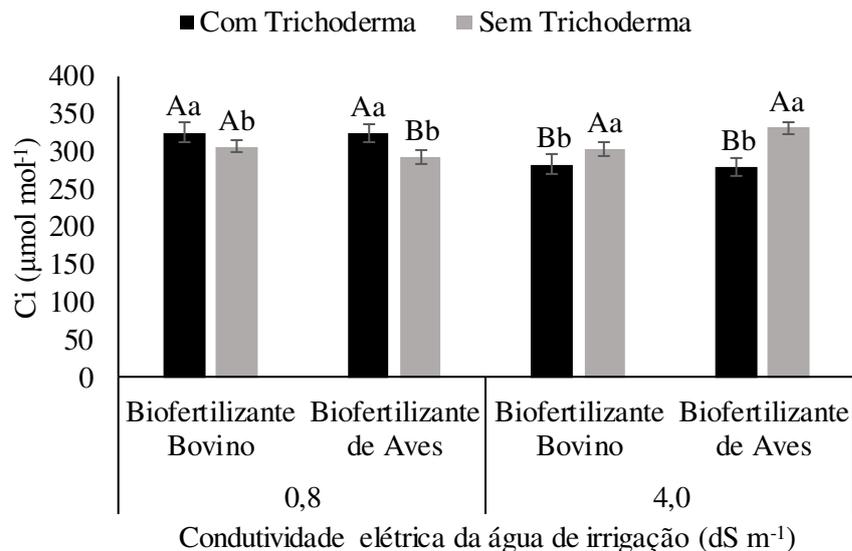
Letras maiúsculas comparam médias com e sem *Trichoderma harzianum*, em uma mesma condutividade elétrica água e minúsculas comparam médias de inoculação no mesmo nível de condutividade elétrica da água não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Com relação ao efeito negativo dos sais da água de irrigação, Estudo realizado por Souza et al. (2019), com as trocas gasosas da cultura da fava, destacaram redução linear da condutância estomática, porém com menor intensidade em plantas com bioestimulante a base de biofertilizantes bovino e caprino. Similarmente, Sousa et al. (2018) observaram diminuição da condutância estomática em plantas de soja aos 45 dias após a semeadura com o aumento da condutividade elétrica da água.

Na Figura 12, pode-se observar que com a água de menor salinidade associada ao biofertilizante bovino e de aves, as concentrações internas de CO<sub>2</sub> das plantas de feijão foram superiores na presença do *Trichoderma harzianum* em relação a ausência. No entanto, sem aplicação de *Trichoderma harzianum*, no nível de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, observaram-se maiores concentrações de carbono em plantas sem aplicação de *Trichoderma harzianum* para ambos os biofertilizantes. Estes resultados podem denotar possíveis alterações e desequilíbrios pelas interações dos microrganismos presentes nos biofertilizantes e *Trichoderma harzianum*, que confirmaria abordagem de Gondim et al. (2015), que a concentração intracelular de CO<sub>2</sub> é um

dos parâmetros que podem diagnosticar possíveis alterações fisiológicas nas plantas em condições de baixa e ou elevada quantidade de nutrientes.

Figura 12 - Concentração interna de CO<sub>2</sub> de plantas de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, usos de biofertilizantes, com e sem uso de *Trichoderma harzianum*



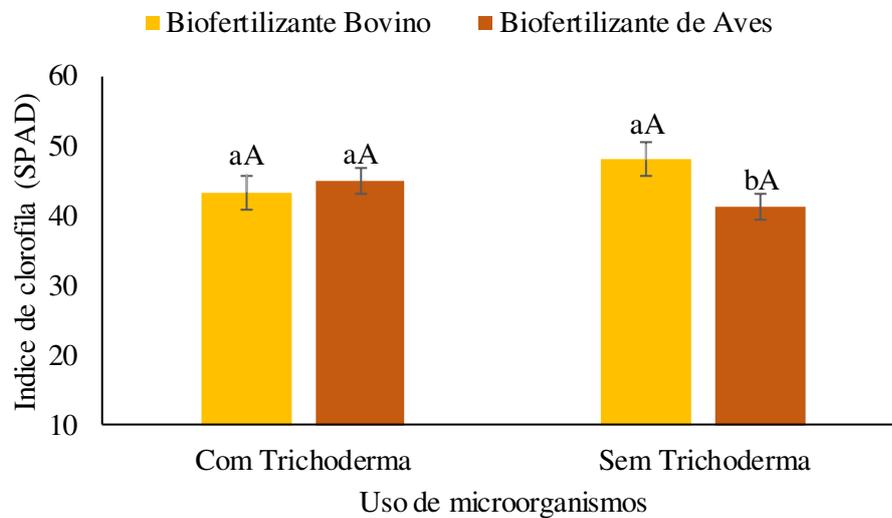
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias com e sem *Trichoderma harzianum* em uma mesma condutividade elétrica água e minúsculas comparam médias de inoculação no mesmo nível de condutividade elétrica da água não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Estudando as trocas gasosas de acessos de fava sob irrigação com água salina, Freire et al. (2021) observaram baixa eficiência em assimilação de CO<sub>2</sub> onde as concentrações internas de carbono foram maiores, sendo proporcional ao aumento da resistência estomática. Sousa et al. (2021) também verificaram redução da concentração interna de CO<sub>2</sub> na cultura do amendoim sob estresse salino e adubada com bioestimulante de origem animal.

O índice relativo de clorofila da cultura do feijão caupi foi influenciado pela interação entre o biofertilizante de aves sem uso de *Trichoderma harzianum* (Figura 13). Para o uso de biofertilizantes na ausência do *Trichoderma harzianum*, verifica-se superioridade do fertilizante produzido a partir de insumo bovino, sendo provavelmente relacionado à composição com teores mais ajustados de nitrogênio (N) e magnésio (Mg), sendo os componentes chave da molécula de clorofila e podendo estar relacionado de forma positiva regulando a atividades de enzimas que mediam a síntese de clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Figura 13 - Índice de relativo de clorofila (SPAD) na cultura do feijão sob usos de biofertilizantes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes, com e sem *Trichoderma harzianum* e minúsculas sob o mesmo biofertilizante com ou sem *Trichoderma harzianum*, difere pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão (n=6).

Resultado distinto ao do presente trabalho foi verificado por Ji et al. (2020), onde o conteúdo de clorofila de couve flor chinesa foi superior quando tratada com biofertilizante de *Trichoderma harzianum*, em relação ao tratamento controle. Em estudos realizados por Khomari et al. (2017), registraram-se que os maiores índices de clorofila na cultura da soja foram encontrados em folhas de mudas tratadas com *Trichoderma harzianum harzianum* em comparação ao tratamento controle.

## 6.2 Componentes de produtividade e eficiência do uso da água

O resumo da análise de variância (Tabela 5) mostrou que para o número de vagens por planta (NV), a massa de vagens (MV), a produtividade (PRODT) e a eficiência do uso da água (EUA) houve interação água versus biofertilizante, enquanto que para massa de cem grãos (M100g) houve efeitos isolados para os fatores água e biofertilizante. Já a interação entre água e *Trichoderma harzianum* foi significativa apenas para o número de grãos por vagem (NGV), a produtividade (PRODT) e a eficiência do uso da água (EUA). E, apenas com a variável comprimento da vagem (CPV) observou-se interação tripla.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para as variáveis de produção (número de vagens (NV), massa de vagens (MV), massa cem grãos (M100g), número de grãos por vagens (NGV), comprimento da vagem (CPV), produtividade (PROD) e eficiência do uso da água (EUA)) em feijão-caupi irrigado com águas salobra, usos de *Trichoderma harzianum* e de biofertilizantes

Fontes de variação	GL	Quadrado médio						
		NV	MV	M100g	NGV	CPV	PRODT	EUA
Blocos	5	18,00 <sup>ns</sup>	91,82 <sup>ns</sup>	3,39 <sup>ns</sup>	16,47 <sup>ns</sup>	0,7826 <sup>ns</sup>	280461,05 <sup>ns</sup>	1,4774 <sup>ns</sup>
Água de Irrigação (AI)	1	48,00 <sup>ns</sup>	377,29 <sup>ns</sup>	50,93*	72,52**	0,7301 <sup>ns</sup>	10168911,82**	53,5670**
Resíduo (a)	5	13,6	66,75	4,62	3,57	0,6721	64170,63	0,338
Parcelas	11							
Biofertilizante (B)	1	14,08*	36,60 <sup>ns</sup>	21,36*	11,02 <sup>ns</sup>	0,6165 <sup>ns</sup>	47363,38 <sup>ns</sup>	0,2494 <sup>ns</sup>
Int. AI x B	1	24,08**	86,57*	11,28 <sup>ns</sup>	13,02 <sup>ns</sup>	4,4652 <sup>ns</sup>	5789498,82**	30,4974**
Resíduo (b)	10	1,58	7,76	3,42	3,62	1,0535	204797,11	1,0788
Subparcelas	23							
<i>Trichoderma harzianum</i> - (T)	1	10,08 <sup>ns</sup>	20,18 <sup>ns</sup>	3,33 <sup>ns</sup>	13,02 <sup>ns</sup>	1,9521 <sup>ns</sup>	356410,79 <sup>ns</sup>	1,8775 <sup>ns</sup>
Int. AI x T	1	0,75 <sup>ns</sup>	15,67 <sup>ns</sup>	5,78 <sup>ns</sup>	28,52*	0,9633 <sup>ns</sup>	1956976,15**	10,3087**
Int. B x T	1	8,33 <sup>ns</sup>	47,70 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	1,0092 <sup>ns</sup>	729357,36*	3,8420*
Int. AI x B x T	1	0,33 <sup>ns</sup>	4,87 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>ns</sup>	11,02 <sup>ns</sup>	19,4565**	358814,51 <sup>ns</sup>	1,8902 <sup>ns</sup>
Resíduo (c)	20	4,03	17,05	4,13	5,27	1,6858	78854,68	0,4154
Total	47							
CV - AI (%)		17,05	15,8	18,81	17,82	4,75	10,43	10,43
CV - B (%)		12,88	15,84	16,18	17,94	5,94	18,64	18,64
CV - T (%)		16,48	18,31	17,78	12,65	7,52	11,57	11,57

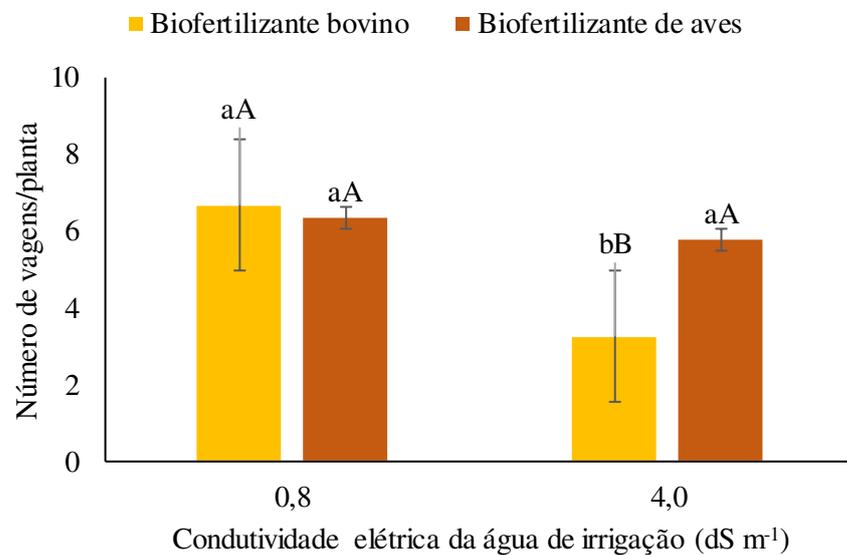
Fonte: Elaborado pelo autor.

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ns – não significativo; \*\* e \* – significativo a 0,01 e 0,05 pelo teste de Tukey, respectivamente.

Para o número de vagens por planta de feijão-caupi (Figura 14), observa-se que não houve diferença significativa entre os biofertilizantes utilizados quando irrigado com água

de menor salinidade. Entretanto, com o tratamento com água salobra e com uso de biofertilizante de aves observou-se maior valor, sendo superior estatisticamente ao com uso do biofertilizante bovino. Essa superioridade pode estar relacionada ao maior aporte de nutrientes e ao ajustamento osmótico, ou seja, maior acúmulo de solutos orgânicos pelas plantas (COVA et al., 2020), favorecendo a absorção de água e de nutrientes em ambiente salino (SILVA et al., 2022).

Figura 14 - Número de vagens por plantas de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e usos de biofertilizantes



Fonte: Elaborado pelo autor.

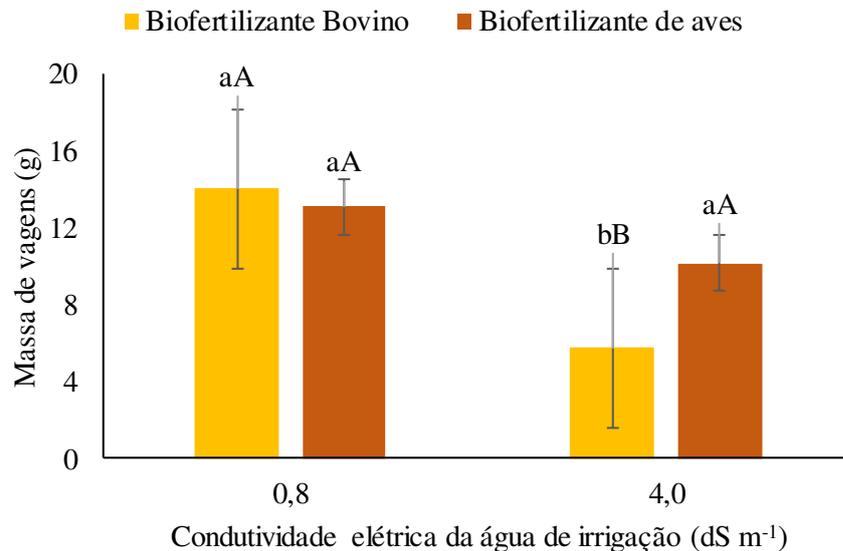
Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes em uma mesma condutividade elétrica e as minúsculas sob o mesmo biofertilizante entre condutividade elétrica diferentes pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Resultado semelhante ao do presente estudo foi verificado por Silva et al. (2013), não observaram efeitos mitigador do biofertilizante bovino para o estresse salino para o número de vagens por planta na cultura do feijão-de-corda. Sousa et al. (2023), ao aplicarem biofertilizante bovino como fonte orgânica na cultura do amendoim irrigada com água salobra, detectaram resultado similar ao deste estudo quanto ao número de vagens.

A massa de vagens (Figura 15) seguiu a mesma tendência do número de vagens, sendo que o biofertilizante de aves associado a água de maior salinidade foi superior estatisticamente a água de menor salinidade. Esse resultado reflete na informação de Oliveira

et al. (2015), onde no seu estudo concluíram que a irrigação com água de condutividade elétrica superior a  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  pode reduzir o efeito benéfico do bioestimulante ao feijão-caupi.

Figura 15 - Massa de vagens de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e usos de biofertilizantes



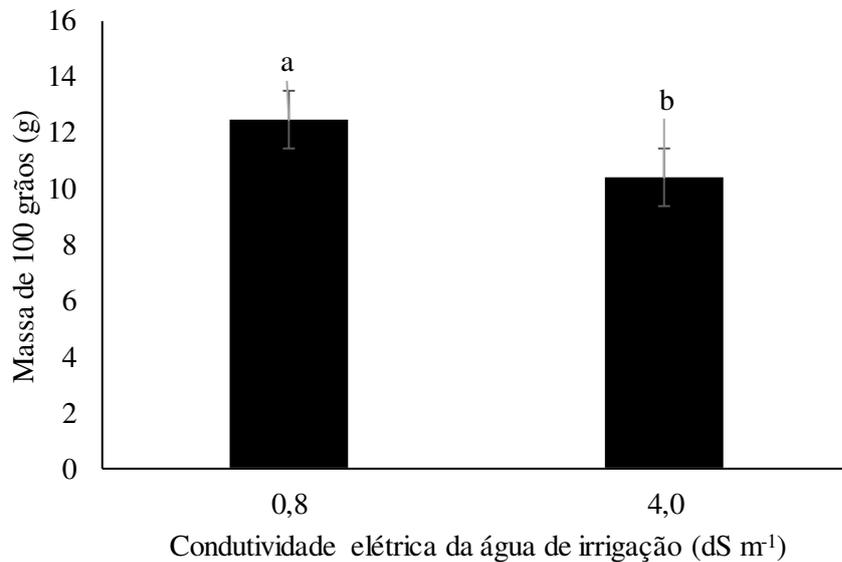
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes em uma mesma condutividade elétrica e as minúsculas sob o mesmo biofertilizante entre condutividade elétrica diferentes pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Estudo realizado por Sousa et al. (2023), na cultura do amendoim irrigada com água salobra e adubada com biofertilizante bovino, corroboram com os dados deste estudo. Os autores concluíram que o insumo orgânico atenuou o estresse salino e proporcionou maior massa de vagem. Prazeres et al. (2015) verificaram que a biomassa seca das vagens de amendoim apresentou valor máximo de  $2,84 \text{ g planta}^{-1}$ , reduzindo-se a partir do nível de  $2,2 \text{ dS m}^{-1}$  de salinidade.

A água de menor salinidade apresentou valores médios superiores estatisticamente em relação a água de maior salinidade para massa de 100 grãos (Figura 16). O estresse salino provoca aumento do período de fechamento estomático, reduzindo a assimilação de  $\text{CO}_2$  nas folhas e da taxa fotossintética, resultando numa menor produção de fotoassimilados que seriam transferidos e acumulados nos frutos, evidenciando frutos com menor massa (SILVA et al., 2019).

Figura 16 - Massa de cem grãos de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação



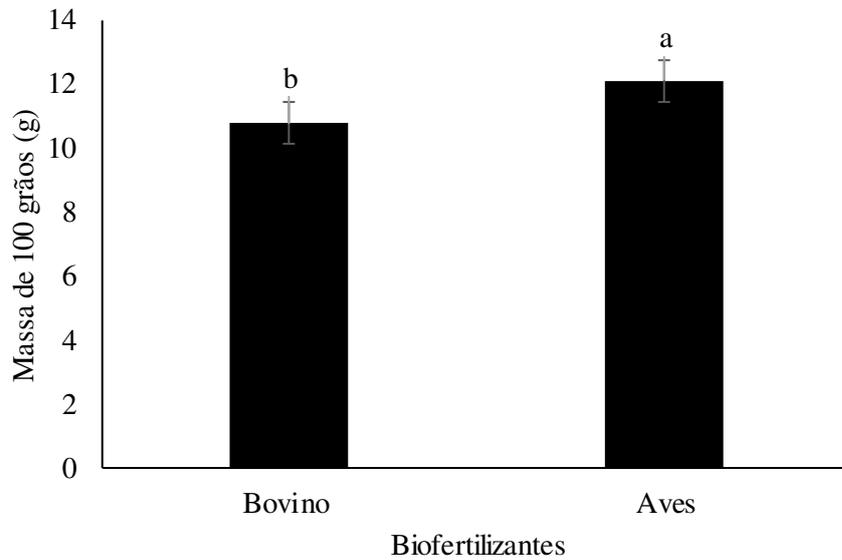
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras diferentes comparam as médias pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Alguns estudos apontaram resultados semelhantes ao do presente estudo, como descrito por Veras et al. (2018), ao observarem redução da massa de 100 grãos em plantas de feijão caupi submetidas a salinidade elevada ( $4 \text{ dS m}^{-1}$ ). Esse resultado de menor massa de 100 grãos pode ser justificado pelo estudo de Anjos et al. (2021), ao constatarem que o número de grãos por vagem tem relação negativa, ou seja, o estresse salino resultou em menor massa de 100 grãos para o feijão comum.

Em relação ao uso de biofertilizantes (Figura 17), o de aves proporcionou maior valores médios de massa de 100 grãos, diferindo estatisticamente do bovino. Esse resultado revela que esse insumo orgânico apresenta maiores teores de N e K (Tabela 2), essenciais para um maior desempenho produtivo da cultura do feijão cultivada em condições de campo.

Figura 17 - Massa de cem grãos de feijão sob usos de biofertilizantes



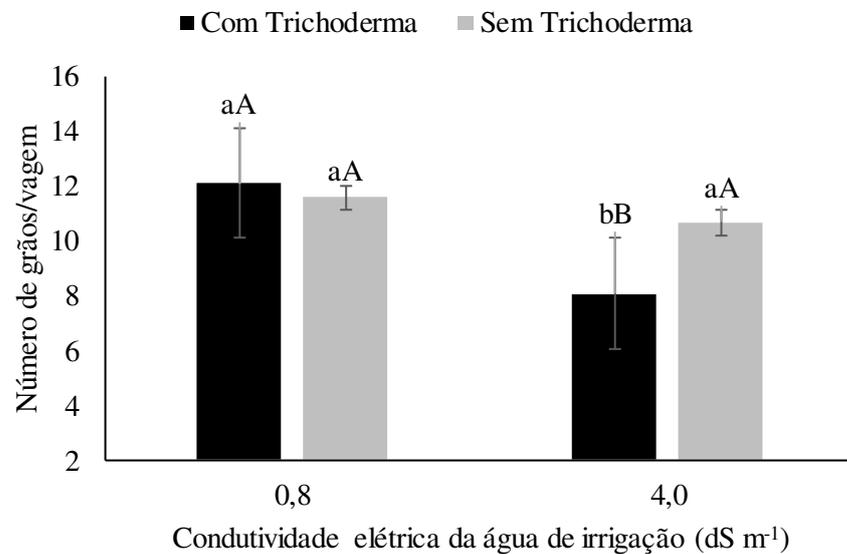
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras diferentes comparam as médias pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

De forma similar, Manoel et al., (2020) também verificaram redução na massa de 100 grãos da cultura do feijão-caupi adubada via foliar com biofertilizante a base de esterco bovino (vacas leiteiras) enriquecido com micronutrientes e fósforo naturais. Resultados distintos, foram demonstrados por Melo et al. (2021), onde a massa de 100 grãos do feijão-caupi foi beneficiada com média de 17 g, a partir da aplicação de esterco bovino.

Para a variável número de grãos por vagem (Figura 18), observou-se a interação entre diferentes condutividades elétricas da água na presença e na ausência de *Trichoderma harzianum* aplicado via solo. Na água de irrigação menor salinidade não houve diferença significativa, porém na água de maior salinidade, a ausência do *Trichoderma harzianum* apresentou maiores valores médios e diferiu estatisticamente do tratamento com *Trichoderma harzianum*. Essa diminuição do número de grãos se destacou pelo efeito deletério da salinidade da água ocasionado pelo desbalanceamento osmótico, dificultando absorção de água, e em decorrência do aumento de sais no solo que decresce o potencial hídrico externo (SOUSA et al., 2022). Porém, a participação do microrganismo aumentou esse efeito, podendo estar relacionado a uma possível maior imobilização de nitrogênio, importante no desempenho do número de grãos.

Figura 18 - Número de grãos por vagem em plantas de feijão sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e uso de *Trichoderma harzianum*



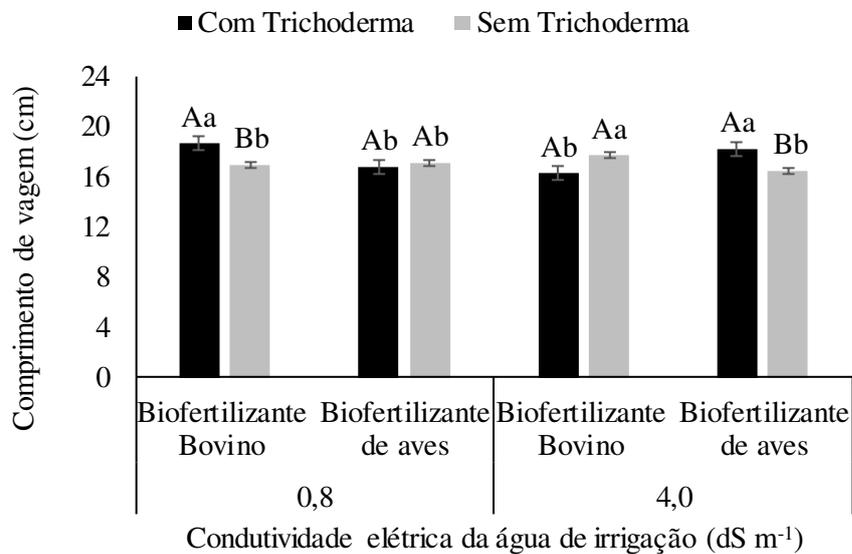
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias com e sem *Trichoderma harzianum* em uma mesma condutividade elétrica e as minúsculas sob com e sem *Trichoderma harzianum* entre condutividade elétrica diferentes pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Estudo sobre o comportamento de cultivares de feijão-comum sob estresses hídrico e salino e adubações observaram redução de 1,5 grãos por vagem com o aumento unitário da CEA de irrigação e que com o nível de 3,0 dS m<sup>-1</sup> ocorreu uma redução total de 65% (OLIVEIRA 2021). Resultados contrastantes ao presente estudo, foram verificados por Marques Filho et al. (2021), onde as plantas de feijão do tratamento testemunha apresentaram o maior número de grãos por vagem, em comparação aos que receberam biofertilizantes produzidos com quantidades e insumos distintos na composição.

O comprimento de vagens do feijão (Figura 19) foi influenciado positivamente pelo uso de biofertilizante bovino em condições de irrigação com baixo nível de salinidade com aplicação de *Trichoderma harzianum* (18,64 cm), no entanto nas mesmas condições o biofertilizante de aves não apresentou diferenças estatísticas, mas em condições com irrigação com condutividade elétrica elevada (4,0 dS m<sup>-1</sup>), o biofertilizante na presença do microrganismo, teve efeito significativo para a variável (18,18 cm), no entanto nos tratamentos com e sem *Trichoderma harzianum*, o biofertilizante bovino não diferenciou e apresentou valor reduzido em comparação a condição de menor salinidade.

Figura 19 - Comprimento de vagens de feijão sob níveis de condutividades elétricas da água de irrigação, usos de biofertilizantes, com e sem uso de *Trichoderma harzianum*



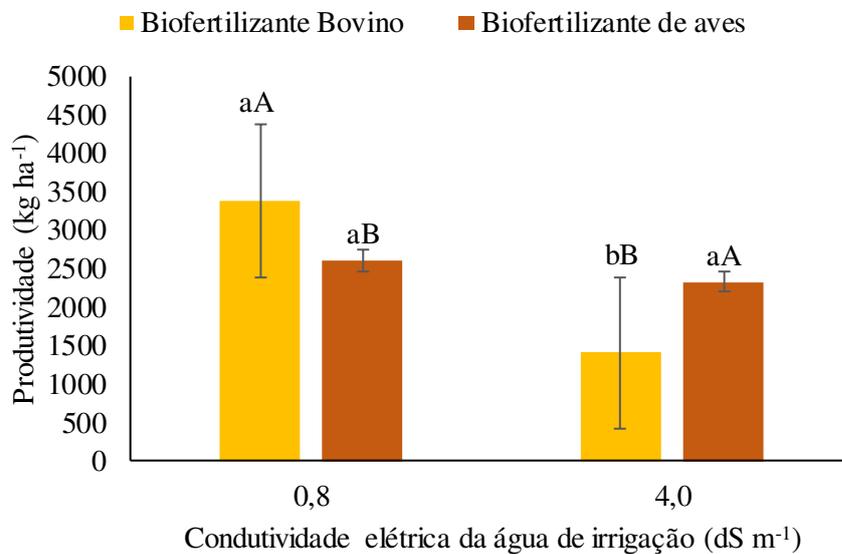
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam os valores médios entre plantas com e sem *Trichoderma harzianum* dentro de uma mesma condutividade elétrica e as letras minúsculas para os diferentes biofertilizante dentro de cada condutividade elétrica pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam o erro padrão ( $n=6$ ).

Estudo realizado por Sousa et al. (2023), sobre as características produtivas da cultura do amendoim, verificaram similaridade com esta pesquisa. Esses mesmos autores constataram redução no comprimento de vagens, porém com menor intensidade na presença do biofertilizante bovino. De forma semelhante, Freire et al. (2022) também registraram menor comprimento de espiga de milho com aumento dos sais na água de irrigação, porém com menor expressão na presença do biofertilizante de aves.

De acordo com a Figura 20, a água de menor salinidade associada ao uso de biofertilizante bovino proporcionou maior produtividade em relação ao biofertilizante de aves, no qual foi superior estatisticamente ao bovino na água de maior salinidade. Esse insumo orgânico pode apresentar substâncias húmicas durante a sua fermentação e liberar para a solução do solo e assim, atenuar o efeito dos sais.

Figura 20 - Produtividade de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e usos de biofertilizantes



Fonte: Elaborado pelo autor.

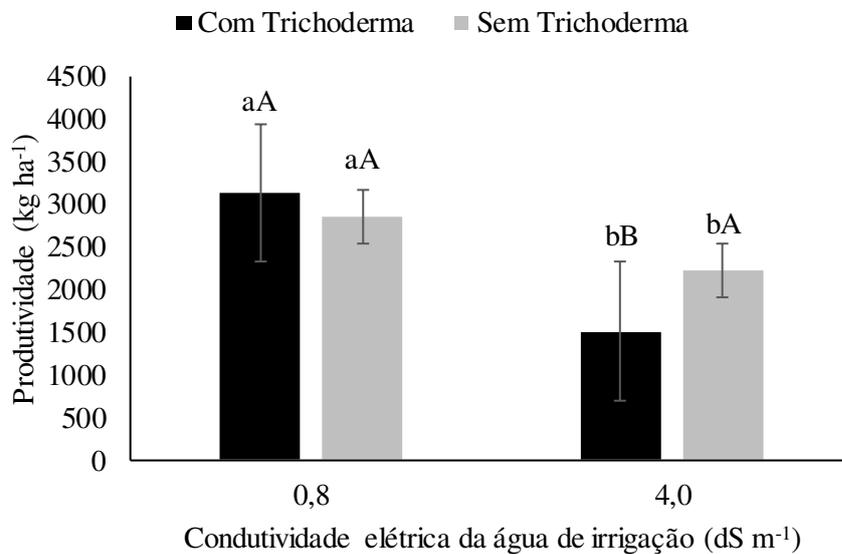
Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes em uma mesma condutividade elétrica e as minúsculas sob o mesmo biofertilizante entre condutividade elétrica diferentes pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Similarmente, Freire et al. (2022), avaliando o uso de biofertilizante de aves na cultura do milho cultivada em condições de campo sob estresse salino, também detectaram resultado mitigador do estresse salino para a produtividade. Quanto ao uso de biofertilizante associado a condições de alta salinidade na água de irrigação, Sousa et al. (2023) destacam que as maiores produtividades para genótipos de amendoim ao nível de 5 dS m<sup>-1</sup> foram obtidas com a aplicação de biofertilizante bovino, mantendo rendimento satisfatório.

Em estudos semelhantes com a cultura do amendoim, Sousa et al. (2023) também constataram diminuição significativa da produtividade a partir do aumento da CEa de irrigação de 0,8 para 4 dS m<sup>-1</sup> com redução média de 34%, mesmo utilizando a mesma fonte de adubação (biofertilizante de aves), que no presente estudo manteve a produtividade.

A água de baixa e maior salinidade associada ao uso do *Trichoderma harzianum*, proporcionaram maior produtividade em relação ao tratamento sem o microrganismo (Figura 21).

Figura 21 - Produtividade de feijão sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com e sem de *Trichoderma harzianum*



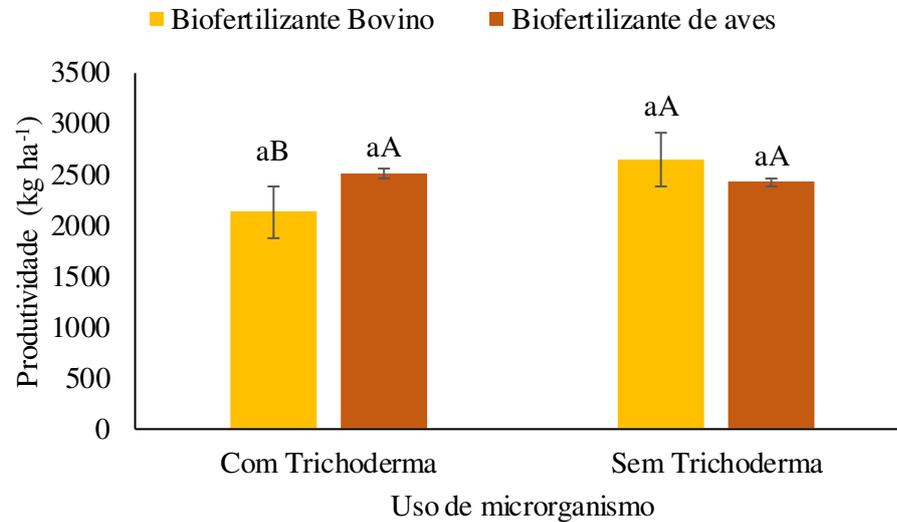
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias com e sem *Trichoderma harzianum* em uma mesma condutividade elétrica e as minúsculas, com e sem *Trichoderma harzianum* entre condutividade elétrica diferentes pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Este resultado pode estar atrelado aos íons presentes na água de irrigação, provocando desequilíbrio na microbiota do solo e as condições do tempo do local de estudo, marcado por temperaturas elevadas, portanto dificultando o desenvolvimento da ação do microrganismo. Semelhantemente ao resultado encontrado no presente estudo, Gonçalves et al. (2024) evidenciaram maior produtividade em plantas de feijão caupi irrigado com água de menor salinidade e inoculado com bactérias diazotróficas (MARTINS et al., 2024). Estudos realizado por Guimarães et al. (2023), também verificaram redução na produtividade de cultivares de feijão caupi com o aumento dos níveis de salinidade na água de irrigação em solo sem uso de micrororganismos.

A produtividade do feijão-caupi adubado com biofertilizantes não apresentou diferença estatística quanto ao fator ausência de *Trichoderma harzianum* (Figura 22) no entanto na condição da presença do microrganismo, a produtividade foi melhor com a adubação de biofertilizantes de aves. Este favorecimento a produtividade da cultura por parte do fertilizante orgânico a base esterco de aves, com composição química do mesmo com quantidade significativa de potássio, nutriente este tem grande participação nas culturas no aumento do peso e qualidade dos grãos, influenciando assim a produtividade do feijão-caupi (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

Figura 22 – Produtividade de feijão-caupi sob usos de biofertilizantes, com e sem uso de *Trichoderma harzianum*

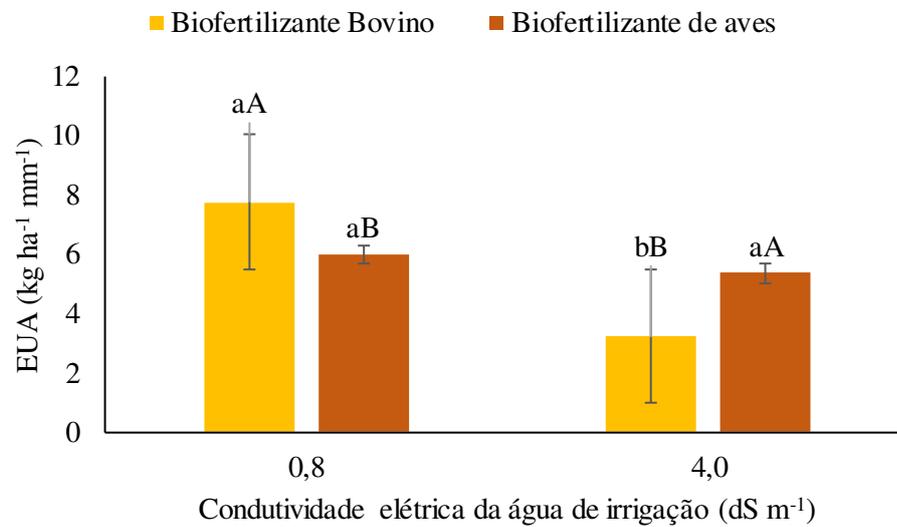


Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes, com e sem *Trichoderma harzianum* e minúsculas sob o mesmo biofertilizante com ou sem *Trichoderma harzianum*, difere pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

O valor da eficiência do uso da água do feijão-caupi apresentou superioridade com as plantas sob irrigação com água de menor salinidade ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) com o uso de biofertilizante bovino. Entretanto, não apresentou diferença significativa para o obtido com as plantas com o uso de biofertilizante de aves (Figura 23). Com o uso da água de maior salinidade, notou-se diferenças significativas quanto ao uso de biofertilizantes, sendo com o de aves menos afetado em relação ao de origem bovina. Este resultado decorre das possíveis alterações que são induzidas pelo estresse salino, como a restrição osmótica em associação a desequilíbrios relacionados a nutrição das plantas, que podem comprometer as trocas gasosas e o acúmulo de biomassa do feijão caupi. (Lima et al., 2017; Sá et al., 2019).

Figura 23 - Eficiência do uso da água de feijão sob níveis de condutividades elétricas da água de irrigação e usos de biofertilizantes

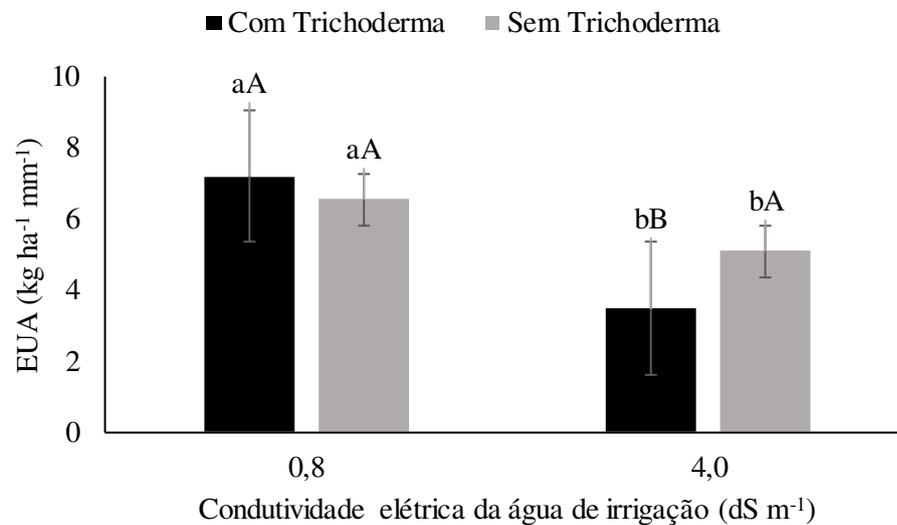


Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes em uma mesma condutividade elétrica e as minúsculas sob o mesmo biofertilizante entre condutividade elétrica diferentes pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Em condições de irrigação com água de alta condutividade elétrica, as plantas de feijão-caupi apresentaram melhor eficiência do uso da água sem a aplicação do microrganismo (Figura 24). Já para a irrigação com água de menor salinidade não foi observado diferença estatística para a EUA na presença ou na ausência do *Trichoderma harzianum*. Este resultado demonstrou que a maior concentração de sais na água prejudica o desempenho das plantas em associação aos microrganismos.

Figura 24 - Eficiência do uso da água de feijão sob níveis de condutividades elétricas da água de irrigação com e sem *Trichoderma harzianum*



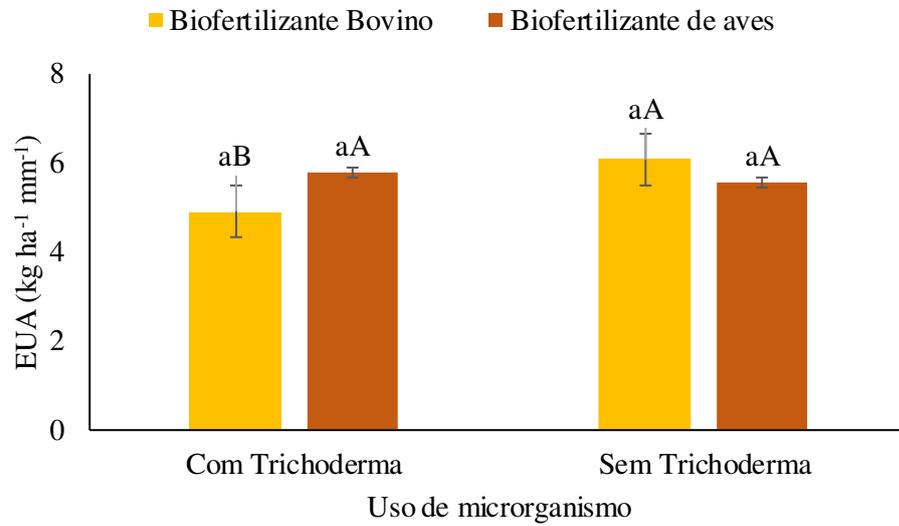
Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias do *Trichoderma harzianum* em uma mesma condutividade elétrica e as minúsculas na presença e ausência de *Trichoderma harzianum* entre condutividade elétrica difere pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); barras verticais representam erro padrão ( $n=6$ ).

Em estudos com estratégias de uso de cobertura vegetal para a cultura do amendoim, em níveis semelhantes aos estudados, Sousa (2020) destaca que a EUA diminuiu com o aumento da condutividade elétrica da água, em ambos os tratamentos aplicados. Isto leva-se a inferir que o estresse salino pode implicar severamente na eficiência de uma planta, mesmo com estratégias para se contornar situações adversas.

A eficiência do uso da água do feijão-caupi adubado com biofertilizantes apresentou diferença estatística na presença de *Trichoderma harzianum* (Figura 25), onde o biofertilizante de aves elevou a eficiência, no entanto na condição de ausência do microrganismo, o uso eficiente da água foi superior com a adubação de biofertilizante bovino. Este cenário da equivalência das eficiências no uso da água entre os tratamentos sem a aplicação do microrganismo, pode estar relacionado a presença da solução salina mais concentrada pela adubação dos biofertilizantes, propiciando a cultura a estrategicamente aumentar o uso eficiente da água, para reduzir concentrações de sal na área radicular da planta (FERNANDES et al., 2016).

Figura 25 – Eficiência do uso da água de feijão sob usos de biofertilizantes, com e sem uso de *Trichoderma harzianum*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Letras maiúsculas comparam médias entre biofertilizantes, com e sem *Trichoderma harzianum* e minúsculas sob o mesmo biofertilizante com ou sem *Trichoderma harzianum*, difere pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). barras verticais representam erro padrão (n=6).

## 7 CONCLUSÃO

- A irrigação com água de maior salinidade ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) afetou negativamente a fotossíntese, a transpiração, a condutância estomática e a concentração interna de  $\text{CO}_2$  do feijão-caupi.

- O biofertilizante de aves amenizou parcialmente os efeitos deletérios da salinidade nas variáveis número e massa de vagens, produtividade e eficiência do uso da água da cultura do feijão-caupi.

- O uso *Trichoderma harzianum* associado a adubação com biofertilizante de aves, foi mais eficiente para o comprimento de vagem sob estresse salino.

- A aplicação do *Trichoderma harzianum* atenuou o estresse salino e elevou a produtividade e eficiência do uso da água do feijão-caupi.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, L. M.; PFENNING, L. H. O gênero *Trichoderma*. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J.C. (Org). **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 163.
- AGROFIT: consulta aberta. Brasília, DF: Mapa, 2003. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 12 mar. 2023.
- ALMEIDA JÚNIOR, C.A. **Análise da inoculação e adubação nitrogenada em duas variedades de feijão-caupi**. 2018. 32 p. Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: [http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares\\_etal\\_2014.pdf](http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf). Acesso em: 23 jun. 2022.
- ANDRADE, J. R. DE; MAIA JÚNIOR, S. DE O.; SILVA, R. F. B. DA; BARBOSA, J. W. DA S.; NASCIMENTO, R. DO; ALENCAR, A. E. V. DE. Trocas gasosas em genótipos de feijão-caupi irrigados com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 2653-2660, 2018. Disponível em: <https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/829>. Acesso em: 23 fev. 2024. DOI:<https://doi.org/10.7127/rbai.v12n300829>.
- ANJOS, D. N.; ALVES, H. T.; AMARAL, C. L. F.; ARAUJO, V. C.; NETO, G. D. S. POLIFOSFATO DE AMÔNIO E SUPERFOSFATOSIMPLES EM CULTIVARES DE FEIJÃO COMUM. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 86-94, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/10156>. Acesso em: 16 out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.10156>.
- ARAÚJO, J. F. **Biofertilizantes líquidos**. Juazeiro: Universidade do Estado da Bahia UNEB, 2008. 95 p.
- ASAD, S. A.; TABASSUM, A.; HAMEED, A.; HASSAN, F. U.; AFZAL, A.; KHAN, S. A.; AHMED, R.; SHAHZAD, M. Determination of lytic enzyme actives of indigenous *Trichoderma* isolates from Pakistan. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 46, p.1053-1064, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/kNVxkX6PwzTytXLVQtYGZDs/?format=html&lang=en>. Acesso em: 12 abr. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-838246420140787>.
- ASHRAF, M.; SHAHZAD, S.M.; AKHTAR, N.; IMTIAZ, M.; ALI, A. Salinization/sodification of soil and physiological dynamics of sunflower irrigated with saline–sodic water amending by potassium and farm yard manure. **Journal of Water Reuse and Desalination**, [s. l.], v.7, p.476-487, 2017. Disponível em: <https://iwaponline.com/jwr/article/7/4/476/28192/Salinization-sodification-of-soil-and>. Acesso em: 02 out. 2023. DOI:10.2166/wrd.2016.053.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V., 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).

AZEVEDO, J.; VIANA, T. V. A.; GOMES, K. R., SOUSA, G. G., AZEVEDO, B. M., CHAGAS, K. L. Gas exchanges in the zucchini culture fertilized with biofertilizers in two types of soil. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 12, p. e3562-e3562, 2021. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3562>. Acesso em: 19 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v12.3562>.

AZEVEDO, J.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; GOMES, K. R.; CANJÁ, J. F.; AZEVEDO, B. M. Produção de biomassa e teores foliares de macronutrientes em abobrinha adubada com fertilizantes orgânicos em diferentes solos. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. e603974583-e603974583, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4583>. Acesso em: 07 nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4583>.

BASET-MIA, M. A.; SHAMSUDDIN, Z. H. Rhizobium as crop enhancer and biofertilizer for increased cereal production. **African Journal of Biotechnology**, [s. l.], v.9, n.3, p.6001-6009, 2010. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/92165>. Acesso em: 08 fev. 2023.

BITTENCOURT, P. P.; ALVES, A. F.; FERREIRA, M. B.; SILVA IRINEU, L. E. S.; PINTO, V. B.; OLIVARES, F. L. Mechanisms and applications of bacterial inoculants in plant drought stress tolerance. **Microorganisms**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 502, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/11/2/502>. Acesso em: 20 dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020502>.

BOTELHO, S.M.; RODRIGUES, J.E.L.; VELOSO, C.A.C.; FERREIRA, E.V.O. Fertilizantes orgânicos. *In*: BRASIL, E.C.; CRAVO, M.S. VIÉGAS, I.J.M. editores. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. 1ª ed. Belém; Embrapa Amazônia Oriental. p.93-104, 2020.

BOUKAR, O.; FATOKUN, C. A.; HUYNH, B. L.; ROBERTS, P. A.; CLOSE, T. J. GENOMIC TOOLS IN COWPEA BREEDING PROGRAMS: Status and Perspectives. **Frontiers In Plant Science**, [s. l.], v. 7, p.1-13, 3 jun. 2016. Frontiers Media SA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.00757>. Acesso em: 03 mai. 2020. DOI : <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00757>.

BUZZERIO, Nilceli Fernandes. **Ferrugem e mancha angular do feijoeiro**: efeitos de fungicidas no desenvolvimento do hospedeiro e no progresso das doenças. 2001. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

CAO, M.; NARAYANAN, M.; SHI, X.; CHEN, X.; LI, Z.; MA, Y. Optimistic contributions of plant growth-promoting bacteria for sustainable agriculture and climate stress alleviation. **Environmental Research**, [s. l.], v. 217, p. 1114924, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935122022514>. Acesso em: 20 dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114924>.

CARVALHO, D. D.; LOBO JUNIOR, M.; MARTINS, I.; INGLIS, P. W.; MELLO, S. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. phaseoli by *Trichoderma harzianum* and its use for common bean seed treatment. **Tropical Plant Pathology**, [s. l.], v. 39, n. 5, p. 384-391, 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/tpp/a/jWXtMTY9wJfMKL43MYpYC8G/?lang=en>. Acesso em: 25 set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762014000500005>.

CHAGAS JÚNIOR A. F., SOUSA, M. C., MARTINS, A. L. L., LIMA, C. F., SOUSA, K. A. O., SANTANA, P. A. A. C. P., LOPES, M. B., CHAGAS, L. F. B. Efficiency of *Trichoplus* (*Trichoderma asperellum*) as a plant growth promoter in soybean in the Cerrado field.

**Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. e16111527970, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27970>. Acesso em: 11 mar. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27970>.

CHAGAS JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, A. G.; SANTOS, G. R.; REIS, A. F. B.; CHAGAS, L. F. B. Promoção de crescimento em feijão-caupi inoculado com rizóbio e *Trichoderma* spp. no cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n.3, 190 – 199, 2014. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/2371/237132104022.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

CHAGAS JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, L. A. D.; OLIVEIRA, A. N. D. Caracterização fenotípica de rizóbio nativos isolados de solos da Amazônia e eficiência simbiótica em feijão caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, p. 161-169, 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/asagr/a/SYswZbdy4Hrw6DzgGsw5f5g/?lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2022. DOI: 10.4025/actasciagron.v32i1.900

CHAGAS, L. F. B.; JUNIOR, A. F. C.; FIDELIS, R. R.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O. *Trichoderma harzianum asperellum* efficiency in soybean yield

components. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 8, n. 1, p. 165-169, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6294764>. Acesso em: 13 jan. 2023. DOI: 10.14295/CS.v8i1.1754.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de Monitoramento Agrícola**.

Brasília, v. 12, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 10 Jan. 2023

COSTA, K. S. Q.; OLIVEIRA, C. F.; MELO, M. P.; LIMA, H. C.; FERREIRA, R. L. C.; MELO, N. C.; MORAES, F. K. C.; CRUZ, F. J. R.; SOUZA, L. C.; NASCIMENTO, V. R. Growth and production of cowpea beans under potassium doses in soil of cerrado in Amapá, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 83, p. e273777, 2023. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bjb/a/rfGcXQhdwh4RvXyVh5PB9JJ/?lang=en#>. Acesso em: 18 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.273777>.

COVA, A. M. W.; NETO, A. A.; SILVA, P. C. C.; MENEZES, R. V.; RIBAS, R. F.; GHEYI, H. R. Physiological and biochemical responses and fruit production of noni (*Morinda citrifolia*L.) plants irrigated with brackish water. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 260, 108852, 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819307381>. Acesso em: 17 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108852>.

DECHEN, A.R. and NACHTIGALL, G.R., 2007. Elementos requeridos à nutrição de plantas. *In: R.F. NOVAIS, V.H.A. VENEGAS, N.F. BARROS, R.L.F. FONTES, R.B. CANTARUTTI and J.C.L. NEVES (Org.). Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. pp. 92-132.

DONÇA, M. C. B. **Seleção precoce para caracteres dos grãos no melhoramento do feijão caupi**. 2012. 102p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2022): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2023. Disponível em: <https://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 23 out.2023.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

**Crops: cowpeas, dry**. 2018. Disponível em:

<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>. Acesso em: 07 ago. 2023.

FAO (2021). FAOSTAT. Crops, Cowpeas, dry. Disponível em:

[https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV\\_](https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV_). Acesso em: 24 out.2023.

FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. Halofitismo e agricultura bioessalina. *In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E(Org.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. Cap.15, p.35- 50.

FORTES, F. de; SILVA, A. C. F. da; ALMANÇA, M. A. K.; TEDESCO, S. B. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rarv/a/dvnw3hGpH6JRgdn46zjC9KB/>. Acesso em: 20 set. 2022. DOI: 10.1590/S0100-67622007000200004.

FREIRE FILHO, F. R. de. **Origem, evolução e domesticação do caupi**. Teresina:

EMBRAPA Meio-Norte, 1988. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/51601/1/LvCaupi260001.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519 p. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>. Acesso em: 28 nov. 2022.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. Produção e importância socioeconômica. *In: FREIRE FILHO, F. R. (Ed), Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios*. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2011. p. 18-29. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/916831/1/feijaocaupi.pdf>. Acesso em: 28 nov.2022.

FREIRE, M. H. C.; SOUSA, G. G.; CEITA, E. D. A. R.; BARBOSA, A. S.; GOES, G. F.; LACERDA, C. F. Trocas gasosas de variedades de fava sob condições de salinidade da água de irrigação. **Agrarian**, [s. l.], v. 14, n. 51, p. 61-70, 2021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/11958/7569>. Acesso em: 17 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i51.11958>.

FREIRE, M. H. C.; SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; LESSA, C. I. N.; COSTA, F. H. R. Soil chemical attributes under combinations of organic fertilizing and water salinity. **Pesquisa Agropecuaria Tropical (Online)**, Goiânia, v. 53, p. e75156, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/3ZRVQnQLg9pCF9SrsjXnjHf/>. Acesso em: 19 out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632023v5375156>.

FREIRE, M. H. C.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M.; SOUSA, H. C.; GOES, G. F.; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D. B. Organic fertilization and salt stress on the agronomic performance of maize crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 26, p. 848-854, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/3LvrrgKPssrbT8fv6jZPnQh/?lang=en>. Acesso em: 28 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n11p848-854>.

GAL-HEMED, I.; ATANASOVA, L.; KOMON-ZELAZOWSKA, M.; DRUZHININA, I. S.; VITERBO, A.; YARDEN, O. Marine isolates of *Trichoerma* spp. as potential halotolerant agents of biological control for arid-zone agriculture. **Applied Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 77, n. 15, p. 5100-5109, 2011. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/aem.00541-11>. Acesso em: 20 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.00541-11>.

GARCIA, G. D. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. dos. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, Arica v. 25, n. 3, p. 93-106, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292007000300010](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292007000300010). Acesso em: 25 jun. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292007000300010>.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. 504p. Disponível em: <https://ppgea.ufc.br/wpcontent/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 23 Out. 2023.

GHORBANPOUR, A.; SALIMI, A.; GHANBARY, M.; PIRDASHTI, H.; DEHESTANI, A. The effect of *Trichoderma harzanium* in mitigating low temperature stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. **Scientia Horticulture**, [s. l.], v. 230, n.2, p.134-141, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423817307082>. Acesso em: 25 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.028>.

GOES, G. F.; SOUSA, G. G.; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D. B.; LACERDA, C. F.; NOGUEIRA, R. S. Uso de cobertura morta e água salina na produtividade da cultura do milho. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 4, p.730-738, 2021b. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4432>. Acesso em: 09 out. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v1n4p730-738>.

GOES, G. F.; SOUSA, G. G.; SANTOS, S. O.; SILVA JÚNIOR, F. B.; CEITA, E. D. A. R.; LEITE, K.N. Produtividade da cultura do amendoim sob diferentes supressões da irrigação com água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 26, n. 2, p. 210-220, 2021a. Disponível em: <https://energia.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4336/2937>. Acesso em: 19 set. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v26n2p210-220>.

GOMES DO Ó, L. M.; SILVA, T.C.; SOUSA, G.G.; SARAIVA, K.R.; SOUZA, M.V.P. Crescimento e solutos orgânicos do feijão-caupi submetido a níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 7, p.1934- 1944, 2017. Disponível em: [https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/657/pdf\\_408](https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/657/pdf_408). Acesso em: 24 ago. 2023. DOI: 10.7127/rbai.v11n700657.

GONÇALVES, A. C. M.; SOUSA, C. S.; LIMA, A. S.; SILVA, T. I.; ALBUQUERQUE, J. D. A. A.; MESQUITA, E. F.; VILARINHO, A. A. Salicylic acid and antitranspirant polymer mitigate the effects of water stress on the growth and yield of cowpea. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 36, p. 1-9, 2024. Disponível em: <https://ejfa.pensoft.net/article/119548>. Acesso em: 30 mar. 2024. DOI: 10.3897/ejfa.2024.119548.

GONÇALVES, M.M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J.E. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica**. Pelotas, RS, Maio, 2009. Embrapa. Circular Técnica 78. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/747044/producao-e-uso-de-biofertilizantes-em-sistemas-de-producao-de-base-ecologica>. Acesso em: 15 ago. 2023.

GONDIM, A. R. de O.; SANTOS, J. L. G.; LIRA, R. de P.; BRITO, M. E. B.; PEREIRA, F. H. F. Atividade fotossintética da beterraba submetidas a adubação mineral e esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 10, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7304174>. Acesso em: 23 out. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3438>.

GUIMARÃES, D. G.; AMARAL, C. L. F., OLIVEIRA, L. M., GUEDES, M. O. Efeito da salinidade na água de irrigação em cultivares de feijão-caupi. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/10052>. Acesso em: 25 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n2e10052>.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. Trichoderma species-opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 43-46, 2004. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrmicro797>. Acesso em: 19 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. D.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. D.; SÁ, F. D. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Org.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 43-62.

HUYNH, B. L.; CLOSE, T. J.; ROBERTS, P. A.; HU, Z.; WANAMAKER, S.; LUCAS, M. R.; CHIULELE, R.; CISSÉ, N.; DAVID, A.; HEARNE, S.; FATOKUN, C.; DIOP, N.N.;

EHLERS, J. D. Gene pools and the genetic architecture of domesticated cowpea. **The Plant Genome**, [s. l.], v. 6, n. 3, plantgenome2013.03.0005, 2013. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3835/plantgenome2013.03.0005>. Acesso em: 20 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3835/plantgenome2013.03.0005>.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2017. **Perfil básico municipal de Redenção, CE**: Governo do Estado do Ceará, 2017. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Redencao\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Redencao_2017.pdf). Acesso em: 13 jan. 2024.

JI, S.; LIU, Z.; LIU, B.; WANG, Y.; WANG, J. The effect of Trichoderma biofertilizer on the quality of flowering Chinese cabbage and the soil environment. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 262, p. 109069, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819309550>. Acesso em: 18 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109069>.

JIANG, J.; HUO, Z.; FENG, S.; ZHANG, C. Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. **Field Crops Research**, [s. l.], v. 137, n. 1, p. 78-88, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429012002869>. Acesso em: 29 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.08.019>.

KAISER, I. S.; MACHADO, L. C.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G. Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. **Revista Ceres**, [s. l.], v. 63, n. 1, p. 039-045, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/p8yTF9m55wFStC8hxYmb64n/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663010006>.

KAMILOVA, F.; LAMERS, G.; LUGTENBERG, B. Biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* WCS365 inhibits germination of *Fusarium oxysporum* spores in tomato root exudate as well as subsequent formation of new spores. **Environmental Microbiology**, [s. l.], v.10, n. 9, p. 2455–2461, 2008. Disponível em: <https://enviromicro-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1462-2920.2008.01638.x>. Acesso em: 27 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2008.01638.x>.

KAPPEL, L.; KOSA, N.; GRUBER, S. The multilateral efficacy of chitosan and Trichoderma on sugar beet. **Journal of Fungi**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 137, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2309-608X/8/2/137>. Acesso em: 23 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8020137>.

KHOMARI, S.; DAVARI, M. Trichoderma-induced enhancement of soybean seedling performance in response to salt stress. **Journal of Plant Physiology and Breeding**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 27-39, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mahdi-Davari/publication/328346464\\_Trichoderma-Induced\\_Enhancement\\_of\\_Soybean\\_Seedling\\_Performance\\_in\\_Response\\_to\\_Salt\\_Stress/links/5bc7991ca6fdcc03c78ab00e/Trichoderma-Induced-Enhancement-of-Soybean-Seedling-Performance-in-Response-to-Salt-Stress.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mahdi-Davari/publication/328346464_Trichoderma-Induced_Enhancement_of_Soybean_Seedling_Performance_in_Response_to_Salt_Stress/links/5bc7991ca6fdcc03c78ab00e/Trichoderma-Induced-Enhancement-of-Soybean-Seedling-Performance-in-Response-to-Salt-Stress.pdf). Acesso em: 24 ago. 2023.

KUBICEK, C. P.; HERRERA-ESTRELLA, A.; SEIDL-SEIBOTH, V. Comparative genome sequence analysis underscores mycoparasitism as the ancestral life style of Trichoderma.

**Genome Biology**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. R40, 2011. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1186/gb-2011-12-4-r40>. Acesso em: 26 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/gb-2011-12-4-r40>.

LEITE, J. V. Q.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, W. D.; SOUZA, E. D.; SANTOS, D. D.; SANTOS, C. D. Efeito do estresse salino e da composição iônica da água de irrigação sobre variáveis morfofisiológicas do feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 6, p. 1825-1833, 2017. DOI: 10.7127/rbai.v11n600630. Disponível em: <https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/630>. Acesso em: 14 mai. 2023.

LIAO, Q.; DING, R.; DU, T.; KANG, S.; TONG, L.; LI, S. Stomatal conductance drives variations of yield and water use of maize under water and nitrogen stress. **Agricultural Water Management**, [s. l.], v. 268, p. 107651, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377422001986>. Acesso em: 25 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107651>.

LIMA, C. J. G. de S.; OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. de. Answer of the cowpea the salinity of the water of irrigation. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 79–86, 2007. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/49>. Acesso em: 11 mar. 2023. DOI: 10.18378/rvads.v2i2.49.

LIMA, G. S.; LACERDA, C. N.; SOARES, L. A.A.; GHEYI, H. R.; ARAÚJO, R. H. C. R. Production characteristics of sesame genotypes under different strategies of saline water application. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 1983-2125, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/RGVQMnkRskWxNcKSJgvVrLQ/?lang=en>. Acesso em: 25 out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n221rc>.

LIMA, Y. B. de; SÁ, F.V.D.S; FERREIRA, M; PAIVA, E.P.D; GHEYI, H.R. Accumulation of salts in the soil and growth of cowpea under salinity and phosphorus fertilization. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, p. 765-773, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/D99sH8cPs5SkMPPrjXvdtwtt/?format=html&lang=en>. Acesso em: 30 out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170089>.

LOPES, F. A. C.; STEINDORFF, A. S.; GERALDINE, A. M.; BRANDÃO, R. S.; MONTEIRO, V. N.; JÚNIOR, M. L.; SILVA, R. N. Biochemical and metabolic profiles of Trichoderma strains isolated from common bean crops in the Brazilian Cerrado, and potential antagonism against Sclerotinia sclerotiorum. **Fungal Biology**, [s. l.], v. 116, n. 7, p. 815-824, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878614612000864>. Acesso em: 21 out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2012.04.015>.

LOUZADA, G. A. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L. M. Potencial antagônico de Trichoderma spp. originários de diferentes agroecossistemas contra Sclerotinia sclerotiorum e Fusarium solani. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 9, p. 145-149, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/nPtqHsNB8Rb3ydQDYTk8WS/?lang=pt>. Acesso em: 22 out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000300014>.

- MACHADO, D. F. M.; TAVARES, A. P.; LOPES, S. J.; SILVA, A. C. F. Trichoderma spp. na emergência e crescimento de mudas de camará (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera). **Revista Árvore**, Viçosa, 39, 167-176, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/yXXqTnvk5ThC5phR5zQfTRK/>. Acesso em: 25 nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000100016>.
- MACHADO; D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. Trichoderma no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 35, n.1, p. 274-288, 2012. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/16182>. Acesso em 03 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16182>.
- MAGALHÃES, C. L.; SOUSA, G. G.; BARBOSA, A. S.; RIBEIRO, R. M. R.; SANTOS, M. F.; CRUZ FILHO, E. M. Irrigation with saline water and use of bovine biofertilizer in the growth and gas exchange of cowpea. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], v.16, p. 131-136, 2021. Disponível em: <https://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/7670>. Acesso em: 11 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v16i2.7670>.
- MANOEL, E.; DA SILVA, R. F.; MORILHA, M. E.; QUEVEDO, L. Avaliação do cultivo orgânico de feijão caupi com aplicação de diferentes doses de biofertilizante. In: XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 15, n. 2., 2020, São Cristóvão. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia** [Cadernos de Agroecologia]. Sergipe: UFS, 2020. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/6161>. Acesso em: 15 maio. 2023.
- MARQUES FILHO, F.; SARAIVA, K. R.; OLIVEIRA, J. R. FÉLIX, C. D. Aspectos produtivos e biomassa seca do feijão caupi agroecológico sob diferentes biofertilizantes. **Agrotropica**, Bahia, v. 33, p. 55-62. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/revista-agrotropica/artigos/2021/0103-3816-2021v33n1p55-62.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2023.
- MARTINS, J. T.; BUZO, F. D. S.; GARÉ, L. M.; GARCIA, N. F.; SALES, L. Z. D. S.; NASCIMENTO, M. V.; SANTOS, N. C. B.; SABBAG, O. J.; ARF, O. Diazotrophic bacteria increase yield and profitability in organic cultivation of common bean. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 28, n. 2, p. e272029, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/nYgs8QwjTRWZLN8FDvY6scL/?lang=en>. Acesso em: 30 mar. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v28n2e272029>.
- ARAÚJO, T. G. P.; MORAIS, F. T. L.; SANTOS, J. V. I.; LISBOA, A. C. C.; LIMA JÚNIOR, A. C.; ABREU, A. K. F.; ARRUDA, M. D.; MOURA, J. L. J.; FARIAS, B. J. P.; SILVA, R. A. V. Avaliação de protótipo biodigestor como alternativa de tratamento dos resíduos de origem animal. In: LIMA, F. S.; MELO NETO, B. A.; MELO, G. J. A.; CAVALCANTE, D. K.; SANTOS, T. R (Org.). **Agricultura e agroindústria no contexto do desenvolvimento rural sustentável**, [s. l.], Editora Científica Digital, 2021. v. 1, n. 1, p. 70-81. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/books/978-65-89826-97-2.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2023. DOI: [10.37885/978-65-89826-97-2](https://doi.org/10.37885/978-65-89826-97-2).

MEDEIROS, I. J. N.; MOREIRA, L. N. R.; LOIOLA, A. T.; OLIVEIRA, A. M.; DIAS, N.S.; LEMOS NETO, H. S.; SILVA JÚNIOR, C. C.; OLIVEIRA, A. M. P. Caracterização das fontes hídricas de estações de dessalinização e impactos do descarte do rejeito salino no solo: estudo de caso na Comunidade de Governador Dix-Sept Rosado, RN. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 6, p. 37868-37878, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11802>. Acesso em: 12 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-362>.

MEDEIROS, José Francimar. **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos**. 1992. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2896>. Acesso em: 13 jun. 2023.

MELO, D. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. da.; ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. de. A. A.; UCHÔA, S. C. P.; GONÇALVES, A. C. de. M. Cowpea subjected to organic fertilization and mangement of the natural vegetation of the savannah of Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 15, 2021. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/6997>. Acesso em: 19 out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v15i0.6997>.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J. **Feijão: Cultivo de feijão caupi: solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 9p. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161212/1/SistemaProducaoCaupiCapituloSolosAdubacao.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q. **Recomendação de adubação e calagem para o feijão-caupi na região meio-norte do brasil**. Teresina, 2018. 8p. (Comunicado Técnico, 249). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1101331/recomendacao-de-adubacao-e-calagem-para-o-feijao-caupi-na-regiao-meio-norte-do-brasil>. Acesso em: 13 jan. 2023.

MINHAS, P. S.; RAMOS, T. B. BEN-GAL, A.; PEREIRA, L. S. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. **Agricultural Water Management**, [s. l.], v. 227, p. 1-22, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377419309151>. Acesso em: 29 ago. 2023.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SAMPAIO, G. R.; SOARES, R. A. M.; SILVA, C. P.; ARAÚJO, M. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Identification and quantification of phenolic compounds and antioxidant activity in cowpeas of brs xiquexique cultivar. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 209-216, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/bPryWVgcHFpZxTNY3DKjdz/abstract/?lang=en>. Acesso em: 30 ago. 2023.

NEVES, A. L. R.; LACERDAL, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; PRISCO, F. B. J. T.; GHEYI, H. R. 2009. 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, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/fWXVMzsPbzVS5RdrxMyWzSq/?lang=pt>. Acesso em:

NG, N. Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin and germplasm. In: SINGH, S. **Cowpea research, production, and utilization**. [s. l.], John Wiley & Sons Incorporated, 1985, p. 11-21.

OLIVEIRA, A. W. F.; MARQUES, V. M.; SILVA JUNIOR, F. B.; GUILHERME, J. M. S.; BARBOSA, A. S.; SOUSA, G. G. Emergência e crescimento de plântulas de feijão-caupi em substratos irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 14, p. 3556-3567, 2019. Disponível em: [https://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/1081/pdf\\_568](https://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/1081/pdf_568). Acesso em: 13 jul. 2023. DOI: 10.7127/rbai.v13n4001081.

OLIVEIRA, A; GOMES-FILHO, E; ENÉAS-FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, [s. l.], v. 6, n. 11, 2010. Disponível: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4387>. Acesso em: 22 out. 2023.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n.11, p. 1049-1056, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/bYCzk7StfZTc9GhT8brRwdw/?lang=pt>. Acesso em: 04 set. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1049-1056>.

OLIVEIRA, L.M. **Cultivares de feijão-comum sob estresse hídrico, salino e adubações**. 2021. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia: área de concentração em fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2021. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2022/03/CULTIVARES-DE-FEIJ%C3%83O-COMUM-SOB-D%C3%89FICIT-H%C3%8DDRICO-ESTRESSE-SALINO-E-ADUBA%C3%87%C3%95ES-Oliveira-L.-M..pdf>. Acesso em: 22 maio. 2023.

OLIVEIRA, P. R. H.; LOPES, W. A. R.; SILVEIRA, F. P. M.; SANTOS, M. G.; SANTOS, G. L.; SILVA, S. F.; JÚNIOR, A. P. B. Agronomic performance of cowpea cultivars inoculated with rhizobia in the brazilian semiarid region. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 36, n. 4, p. 785-793, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/11984>. Acesso em: 07 nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n406rc>.

OLIVEIRA, R. S.; MARTINS, A.; MARTINS, A. L. L.; NUNES, H. V.; NUNES, B. H. N.; CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JÚNIOR, A. F. Biocontrol in vitro of *Trichoderma* spp. for pathogens *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, and *Curvularia luneta*. **Revista de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 44, n. 1, p. 58-67, 2021. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/21282>. Acesso em: 23 dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.21282>.

PASQUET, R. S. Morphological study of cultivated cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Importance of ovule number and definition of cv. gr *Melanophthalmus*. **Agronomie: Sciences des Productions Vegetales et de l' Environnement**, Paris, v. 18, p. 61-70, 1998.

PEREIRA FILHO, J. V.; MENDONÇA, A. de M.; SOUSA, G. G de., VIANA, T. V. de A.; RIBEIRO, R. M. R.; CANJÁ, J. F. Crescimento inicial da cultura da fava irrigada sob estresse salino e hídrico. **Revista brasileira de agricultura irrigada**, Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 4036-4046, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/346893660\\_Crescimento\\_inicial\\_da\\_cultura\\_da\\_fava\\_irrigada\\_sob\\_estresse\\_salino\\_e\\_hidrico](https://www.researchgate.net/publication/346893660_Crescimento_inicial_da_cultura_da_fava_irrigada_sob_estresse_salino_e_hidrico). Acesso em: 01 jun. 2023. DOI: 10.7127/RBAI.V14N101139.

PEREIRA FILHO, J. V.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, T. C.; PEREIRA, C. C. M. S. Crescimento vegetativo do feijão-caupi cultivado sob salinidade e déficit hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 8, p. 2217-2228, 2017. Disponível em: <https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/718>. Acesso em: 28 nov. 2022. DOI: 10.7127/rbai.v11n800718.

POMELLA, A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas—uma visão empresarial. *In*: BETTIOL, W; MORANDI, M. A. B (Org.). **Biocontrole de Doenças de Plantas: Uso e Perspectivas**, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 239-244. Disponível em: <https://ibeasa.org/wp-content/uploads/2021/01/Biocontrole-de-Doencas-de-Plantas-Uso-e-Perspectivas.pdf#page=235>. Acesso em: 11 mar. 2024.

PRAZERES, S.S.; LACERDA, C.F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L.F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.9, n.2, p. 111-118, 2015. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/agroambiente/article/view/2161>. Acesso em: 19 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2161>.

PRAZERES, Stella da Silva. **Respostas biométricas e fisiológicas de duas cultivares de feijão-de-corda sob irrigação com água salina e potássio no solo**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

RIBEIRO, R. M. R.; SOUSA, G. G.; BARBOSA, A. S.; LACERDA, C. F.; FREIRE, M. H. C.; MORAES, J. G. L. Irrigation strategies with saline water and phosphate fertilization in cowpea culture. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 17, n.3, e2572, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/363430106\\_Irrigation\\_strategies\\_with\\_saline\\_water\\_and\\_phosphate\\_fertilization\\_in\\_cowpea\\_culture](https://www.researchgate.net/publication/363430106_Irrigation_strategies_with_saline_water_and_phosphate_fertilization_in_cowpea_culture). Acesso em: 26 fev. 2023. DOI: 10.5039/agraria.v17i3a2572.

RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1954. 160p.

ROCHA, A. C.; GOMES, S. P.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; MATOS, D. M. Avaliação agronômica da cultura do milho adubado com biofertilizante bovino. *In*: XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 15, n. 2., 2020, São Cristóvão. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia** [Cadernos de Agroecologia]. Sergipe: UFS, 2020.

Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4352>. Acesso em: 23 jun. 2023.

ROCHA, D. F.; OLIVEIRA, G. M.; ALMEIDA, L. R. C.; PEREIRA, A. V. A.; SANTOS, G. V. S. Desempenho do feijão-caupi a densidades de plantas na região Norte da Bahia. **Agropecuária Técnica**, [s. l.], v.40, n. 3-4, p. 48-54, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/at/article/view/45554#:~:text=O%20aumento%20da%20densidade%20de,117%25%20no%20rendimento%20de%20gr%C3%A3os>. Acesso em 24 out. 2023.

ROCHA, H. G. S.; CASTRO, H. D. S.; FREITAS, J. R. B. Resposta de feijão-caupi à inoculação com estirpe de rizóbio. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, Paranaguá, v. 4, n. 2, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifpr.edu.br/index.php/MundiMAA/article/view/123-134>. Acesso em: 01 nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.21575/25254790rmmaa2019vol4n21103>.

ROCHA, H.G.S. **Desempenho de feijão-caupi inoculado com estirpes rizóbio**. 2017. 15 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, 2017.

RUBIO, M. B.; HERMOSA, R.; VICENTE, R.; GÓMEZ-ACOSTA, F. A.; MORCUENDE, R.; MONTE, E.; BETTIOL, W. The combination of trichoderma harzianum and chemical fertilization leads to the deregulation of phytohormone networking, preventing the adaptive responses of tomato plants to salt stress. **Frontiers In Plant Science**, [s. l.], v. 8, p. 294, 2017. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2017.00294/full>. Acesso em: 26 abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00294>.

SÁ, F. V. da S.; FERREIRA NETO, M.; LIMA, Y. B. de; PAIVA, E. P. de; PRATA, R. C.; LACERDA, C. F.; BRITO, M. E. B. Growth, gas exchange and photochemical efficiency of the cowpea bean under salt stress and phosphorus fertilization. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 668–679, 2019. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/2763>. Acesso em: 23 fev. 2024. DOI: 10.14295/cs.v9i4.2763.

SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; DIAS, A. S. Ecophysiology of west indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 211- 221, 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/41742>. Acesso em: 01 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n1a2019-41742>.

SALES, J. R. S.; SOUZA, M. V. P.; SOUSA, G. G.; MAGALHÃES, C. L.; COSTA, F. H. R.; VIANA, T. V. A. Crescimento e estado nutricional do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) submetido a adubação com biofertilizantes. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n.50, p. 198-207, 2020. Disponível: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/3206>. Acesso em: 06 maio. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2020v1n50p198-207>.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizantes líquidos**: o defensivo agrícola da natureza. 2. ed. Revista Niterói: EMATER – RIO, 162p. 1992.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2018. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 22 dez. 2023.

SILVA JUNIOR, J.F.; LOPES, M.C.; CRADOSO, S.S. Características biométricas em cultivares de feijão-caupi. **Holos Environment**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 75 - 81, 2015. Disponível em: <https://holos.emnuvens.com.br/holos/article/view/9077>. Acesso em: 22 jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v15i1.9077>.

SILVA, A. G.; ROCHA, L. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química, digestibilidade proteica e atividade antioxidante de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 591-598, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/49600193\\_Characterizacao\\_fisico\\_quimica\\_digestibilidade\\_proteica\\_e\\_atividade\\_antioxidante\\_de\\_feijao\\_comum\\_Phaseolus\\_vulgaris\\_L](https://www.researchgate.net/publication/49600193_Characterizacao_fisico_quimica_digestibilidade_proteica_e_atividade_antioxidante_de_feijao_comum_Phaseolus_vulgaris_L). Acesso em: 23 nov. 2022.

SILVA, C.; BRÍGIDA, A. I. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; PINTO, G. A. S. Uso do *Trichoderma* na cultura da banana. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J.C (Org.). **Trichoderma**: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 433. Disponível em: <https://embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1120485/uso-do-trichoderma-na-cultura-da-banana>. Acesso em: 25 out. 2022.

SILVA, E. B.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; SOUSA, J. T. M.; SANTOS, M. F.; AZEVEDO, B. M. Growth and nutrition of peanut crop subjected to saline stress and organomineral fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.26, n. 7, p. 495-501, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/GSQs78k8JWKD8HfhSW3rJMH/>. Acesso em: 05 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n7p495-501>.

SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; BARBOSA, J. L.; SOUZA, C. M. A. Morphology and production of west indian cherry irrigated with saline waters under combinations of nitrogen-potassium fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 1027-1037, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/4L8GnKTTR57NyZ3ZVJnFvdp/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 20 mar.2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n419rc>.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africal Journal of Agriculture Research**, [s. l.], v. 11, n. 39, p. 3733 - 3740, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/308842090\\_The\\_Assistat\\_Software\\_Version\\_77\\_and\\_its\\_use\\_in\\_the\\_analysis\\_of\\_experimental\\_data](https://www.researchgate.net/publication/308842090_The_Assistat_Software_Version_77_and_its_use_in_the_analysis_of_experimental_data). Acesso em: 13 mar. 2023. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

- SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. 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, 2013. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/544>. Acesso em: 22 jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n2p304>.
- SILVA, J. V. B.; GOMES, R. S. S.; CARVALHO, T. K. N.; LACERDA, A. V.; RODRIGUES, R. M.; MEDEIROS, J. G. F. Controle de patógenos em sementes de algodão com o uso de *Trichoderma harzianum*. **Nativa**, Sinop, v. 10, n. 2, p. 204-210, 2022. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/13563>. Acesso em: 11 jul. 2023. DOI: 10.31413/nativa.v10i2.13563.
- SILVA, L. V.; OLIVEIRA, S. B. R.; AZEVEDO, L. A.; RODRIGUES, A. C.; BONIFACIO, A. COINOCULATION WITH *Bradyrhizobium* AND *Trichoderma* RELIEVES THE EFFECTS OF SALINE STRESS IN COWPEA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 336-344, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/JbHs6XTbj6MpQgK5TZ6B3GD/?lang=en>. Acesso em: 14 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n206rc>.
- SOUSA, G. G. D.; RODRIGUES, V. S.; SOARES, S. C.; DAMASCENO, Í. N.; FIUSA, J. N.; SARAIVA, S. E. Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 9, p. 604-609, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/CNZ8jNLPWT3XY8Hbp399pqv/?lang=en>. Acesso em: 09 fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p604-609>.
- SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; BRAGA, E. S.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; BORGES, F. R. M. Fertirrigação com biofertilizante bovino: Efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 503-509, 2013. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v8i3a2288>. Acesso em: 07 jun. 2023.
- SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G.; CAMBISSA, P. B.; LESSA, C. I.; GOES, G. F.; SILVA, F. D. B.; ABREU, F. S.; VIANA, T. V. A. Gas exchange and growth of zucchini crop subjected to salt and water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 26, n. 11, p. 815-822, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/RxKqySg6RWVTjsbFtjpRtcF/?lang=en>. Acesso em: 28 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n11p815-822>.
- SOUSA, Henderson Castelo. **Manejo da irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com e sem cobertura morta vegetal nas fases fenológicas**. 2022. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- SOUSA, J. T. M.; SOUSA, G.G.; SILVA, E. B.; SILVA JUNIOR, F. B.; VIANA, T. V. A. Physiological responses of peanut crops to irrigation with brackish waters and application of organo-mineral fertilizers. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 3, p. 682-691, 2021.

Disponível: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/SZQZBQXCyZT8h3MtZGSLjkQ/?lang=en>. Acesso em: 30 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n320rc>.

SOUSA, J.T.M.; SOUSA, G. G.; SILVA, E. B.; VIANA, T. V. A.; FREIRE, M. H. C.; SIMPLÍCIO, A. Á. F. Desempenho agrônômico de genótipos de amendoim sob estresse salino e diferentes formas de adubação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 1-17, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/9707> . Acesso em: 12 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n2e9707>.

SOUZA, M. S. M.; BEZERRA, F. M. L.; TEÓFILO, E. M. Coeficientes de cultura do feijão caupi na região litorânea do Ceará. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 3, p.241-248, 2005. Disponível em: <https://actaarborea.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3199>. Acesso em: 29 nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2005v10n3p241-248>.

SOUZA, M. V. P. de.; SOUSA, G. G. de.; SALES, J. R. da. S.; FREIRE, M. H. da. C.; SILVA, G. L. da.; VIANA, T. V. de. A. Saline water and biofertilizer from bovine and goat manure in the Lima bean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 14, n.3, p. 1-8, 2019. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v14i3a5672>. Acesso em: 16 dez. 2023. DOI:10.5039/agraria.v14i3a5672.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TAIZ.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194786/1/>. Acesso em: 23 fev. 2023.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP; M. W. CHASE; M. J. M. CHRISTENHUSZ; M. F. FAY; J. W. BYNG; W. S. JUDD; D. E. SOLTIS; D. J. MABBERLEY; A. N. SENNIKOV; P. S. SOLTIS; P. F. STEVENS. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [s. l.], v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/boj.12385>. Acesso em: 27 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.

VALE, J.C. do; BERTINI, C.; BOREM, A. **Feijão-caupi: do plantio a colheita**. 1. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. 267 p.

VERAS, M. L. M.; MELO FILHO, J. S. de; ALVES, L. de S.; SOUZA, L. de M. C.; DIAS, T. J. Morphophysiological responses of cowpea to irrigation with saline water and application of bovine biofertilizer. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 509-518, 2018. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/2087>. Acesso em: 29 mar. 2023. DOI:<https://doi.org/10.14295/cs.v9i3.2087>.

VIANA, T. V. A.; SANTOS, A. P. G.; SOUSA, G. G.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com

biofertilizantes. **Agrária**, [s. l.], v.8, n.4, p. 595-601, 2013. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v8i4a3260>. Acesso em: 27 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i4a3260>.

WOO, S. L.; RUOCCO, M.; VINALE, F.; NIGRO, M.; MARRA, R.; LOMBARDI, N.; LORITO, M. Trichoderma-based products and their widespread use in agriculture. **The Open Mycology Journal**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 71-126, 2014. Disponível em: <https://benthamopen.com/ABSTRACT/TOMYCJ-8-71>. Acesso em: 28 fev. 2023. DOI: 10.2174/1874437001408010071.

WOO, S.L.; SCALA, F.; RUOCCO, M.; LORITO, M. The molecular biology of the interactions between Trichoderma spp., phytopathogenic fungi, and plants. **Phytopathology**, [s. l.], v. 96, n. 2, p.181-185, 2006. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO-96-0181>. Acesso em: 25 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0181>.

YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, A. K.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Effect of Trichoderma harzianum on microelement concentration and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, [s. l.], v.235, p.235-242, 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011990013955>. Acesso em: 14 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1011990013955>.

ZHANG, F.; WANG, Y.; LIU, C.; CHEN, F.; GE, H.; TIAN, F.; ZHANG, Y. Trichoderma harzianum mitigates salt stress in cucumber via multiple responses. **Ecotoxicology and environmental safety**, [s. l.], v. 170, p. 436-445, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651318312272>. Acesso em: 24 fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.084>.

ZHANG, Y.; YUAN, W.; HAN, L. Residue mulching alleviates coastal salt accumulation and stimulates post-fallow crop biomass under a fallow–maize (*Zea mays* L.) rotation system. **Agriculture**, [s. l.], v. 14, n. 4, e509, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/4/509>. Acesso em: 23 fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12040509>.