UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II
CENTRO CIÊNCIAS AGRARIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS AGRARIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGROECOLOGIA

FRANCISCO RYAN VALENTINO BARBOSA

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp.) SOB CONDIÇÕES DE CULTIVO IRRIGADO E FERTILIZADO COM MICRORGANISMOS EFICIENTES

LAGOA SECA
2025

FRANCISCO RYAN VALENTINO BARBOSA

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp.) SOB CONDIÇÕES DE CULTIVO IRRIGADO E FERTILIZADO COM MICRORGANISMOS EFICIENTES

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a/ao Coordenação /Departamento do Curso Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de conclusão em Agroecologia
Área de concentração: irrigação e drenagem

Orientador: Prof. Dr. Mario Sergio de Araujo

LAGOA SECA
2025

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

B238d Barbosa, Francisco Ryan Valentino.
Desempenho agronômico do feijão -caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*) sob condições de cultivo irrigado e fertilizado com microrganismos eficientes [manuscrito] / Francisco Ryan Valentino Barbosa. - 2025.
33f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2025.

"Orientação : Prof. Dr. Mario Sergio de Araujo, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais".

1. Feijão -Caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.). 2. Fertirrigação. 3. Fisiologia vegetal. 4. Agricultura sustentável. I. Título

21. ed. CDD 635.652

Elaborada por Fernanda Mirelle de Almeida Silva - CRB - 15/483 BSC2

FRANCISCO RYAN VALENTINO BARBOSA

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJÃO-CAUPI (VIGNA UNGUICULATA L. WALP) SOB CONDIÇOES DE CULTIVO IRRIGADO FERTILIZADO COM MICRORGANISMOS EFICIENTES.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia

Aprovada em: 02/06/2025.

BANCA EXAMINADO

Documento assinado eletronicamente por:

- **Rener Luciano de Souza Ferraz** (***.943.014-**), em **18/06/2025 08:34:18** com chave **2bc4fc4c4c3811f0a1721a1c3150b54b**.
- **Leandro Oliveira de Andrade** (***.606.567-**), em **17/06/2025 23:45:31** com chave **4d29b4124bee11f090011a7cc27eb1f9**.
- **Mario Sergio de Araujo** (***.783.874-**), em **17/06/2025 21:18:23** com chave **bef01a424bd911f0b7361a1c3150b54b**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.
Tipo de Documento: Folha de Aprovação do Projeto Final
Data da Emissão: 18/06/2025
Código de Autenticação: fd900e

Ao meu pai, pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- teste de normalidade 21
Figura 2 - Número de flores aos 45 dias 22
Figura 3 - largura da folh..... 23
Figura 4 - diâmetro do caule 23
Figura 5 - comprimento da vagem 24
Figura 6- massa de 100 grãos 24
Figura 7 - biomassa da planta..... 25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CV	Comprimento das vagens
DC	Diâmetro do caule
LF	Largura da folha
MG	Massa de 100 grãos
MVDP	Massa vegetal da planta
NDFPP	Número de flores por planta

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem

Sumário

1 INTRODUÇÃO 10

2 OBJETIVOS 12

2.1 OBJETIVO GERAL 12

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 12

3 REVISÃO DE LITERATURA 13

3.1 FEIJÃO CAUPI (Vigna unguiculata (L.) Walp.) 13

3.2 BOTÂNICA 14

3.3 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS 15

3.4 MICRORGANISMOS NA AGRICULTURA 16

4 METODOLOGIA 18

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO 18

4.2 CAPTURA DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES 19

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 19

4.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO 19

4.5 APLICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS 20

4.6 AVALIAÇÃO 20

4.7 ANALISE ESTATÍSTICA 20

5 RESULTADOS 21

6 CONCLUSÃO 26

REFERÊNCIAS 27

AGRADECIMENTOS 33

DSEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp.) SOB CONDIÇÕES DE CULTIVO IRRIGADO E FERTILIZADO COM MICRORGANISMOS EFICIENTES

AGRONOMIC PERFORMANCE OF COWPEA (*VIGNA UNGUICULATA* L. WALP.) UNDER IRRIGATED CULTIVATION AND FERTILIZATION WITH EFFECTIVE MICROORGANISMS

Autor (Francisco Ryan Valentino Barbosa)*

RESUMO

O feijão-caupi possui relevante importância socioeconômica, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo um componente essencial na alimentação e uma fonte de renda para populações rurais. Sua adaptação a condições edafoclimáticas variadas o torna uma cultura estratégica. Nesse contexto, os microrganismos eficientes emergem como uma tecnologia sustentável, atuando na promoção do crescimento vegetal por mecanismos diretos e indiretos. Objetivou-se avaliar o desempenho agronômico do feijão-caupi sob irrigação por gotejamento (reposição hídrica de 100% da evapotranspiração de referência) e adubação com microrganismos eficientes em diferentes dosagens: T1 = 30%(v/v), T2 = 45% (v/v), T3 = 60% (v/v) e T4%= 0 (v/v). Foram analisados parâmetros de desenvolvimento e produção, submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o *software* Sisvar 5.6. Os resultados indicaram que o tratamento T3=60% (v/v) apresentou desempenho superior em comparação aos demais, inclusive ao controle, evidenciando efeitos positivos significativos. Conclui-se que a aplicação de ME potencializa o crescimento e a produtividade do feijão-caupi, reforçando seu papel como ferramenta biotecnológica a cadeia produtiva do feijão caupi.

Palavras-Chave: *Vigna unguiculata L. Walp*; Fertirrigação; Fisiologia vegetal; Agricultura sustentável.

Aluno de graduação em Agroecologia francisco.valentino@aluno.uepb.edu.br

Prof. Dr Mario Sergio de Araujo, Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (1986), mestrado em Engenharia Agrícola pela mesma instituição (1994) e doutorado na área pela Universidade Federal de Campina Grande (2014). É também graduado em Matemática (2004) e em Formação Pedagógica para Docentes (2002), ambos pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). araujomariosergiomario@gmail.com

ABSTRACT

Cowpea has significant socioeconomic importance, particularly in the North and Northeast regions of Brazil, serving as a staple food and a source of income for rural populations. Its adaptability to diverse edaphoclimatic conditions makes it a strategic crop. In this context, Effective Microorganisms (EM) emerge as a sustainable technology, enhancing plant growth through direct and indirect mechanisms. This study aimed to evaluate the agronomic performance of cowpea under drip irrigation (100% replacement of reference evapotranspiration) and fertilization with EM at different doses: T1 = 30% (v/v), T2 = 45% (v/v), T3 = 60% (v/v), and T4 = 0% (v/v). Growth and yield parameters were analyzed using ANOVA and Tukey's test ($p \leq 0.05$) in Sisvar 5.6 *software*. Results indicated that T3 (60% v/v) outperformed the other treatments, including the control, demonstrating significant positive effects. It is concluded that EM application enhances cowpea growth and productivity, reinforcing its role as a biotechnological tool in cowpea production.

Keywords: *Vigna unguiculata* L. Walp; Fertigation; Plant physiology; Sustainable agricultu

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Espécie cultivada de destaque na região Nordeste do Brasil, conhecido por diversos nomes como feijão macassar, fei- jão-de-corda, feijão fradinho é uma espécie de leguminosa dicotiledônea pertencente à família Fabaceae (MELO et al., 2018). A importância do feijão-caupi se dá por ser amplamente usado como fonte de emprego e renda, além de possuir alto valor nutri- tivo, sendo fonte de proteínas, fibras e demais nutrientes essenciais para o consumo humano, tanto na forma de grãos secos ou verdes (BASTOS et al., 2012).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) tem grande importância econômica e social para diversas famílias brasileiras, pois além de ser utilizado na alimentação dos pequenos e médios produtores, é grande gerador de emprego e renda direta e indiretamente à sua produção. Na safra 2020/21, a área plantada estimada até setem- bro de 2021 foi de 1.349.600 ha em todo o Brasil, obtendo um aumento de 3,2% em relação à área plantada na safra anterior (CONAB, 2021).

No entanto, ainda que seja uma cultura relativamente adaptada às condições adversas de clima, solo e umidade, o feijão-caupi quando plantado em ambientes sem a implementação da irrigação, não alcança seu máximo potencial produtivo (BUCHA- NAN et al., 2000).

O mundo enfrenta colapsos ambientais e o cenário mercadológico atual tende pela procura de alimentos produzidos de forma sustentável. E, nesse sentido, os bioinsu- mos são vistos como tecnologias sustentáveis que atuam de forma intrínseca e ex- trínseca sobre as plantas contribuindo para o incremento produtivo e a estabilidade do equilíbrio do agroecossistema. Os estudos mostram que microrganismo eficiente apresentam promoção no crescimento das plantas, rentabilidade das culturas, quali- dade fitossanitária e consequentemente melhoria na performance/produtividade de culturas leguminosas e não leguminosas, além de redução do uso de agrotóxicos e adubos sintéticos, contribuindo para a redução dos impactos no meio ambiente. Por- tanto, o uso de microrganismos eficiente são uma opção viável ao produtor de alcan- çar a rentabilidade das culturas através de uma modelo

sustentável (Rezende et al, 2021).

Microrganismos multifuncionais são microrganismos benéficos que apresentam mecanismos diretos e indiretos de promoção de crescimento vegetal e apresentam um papel importante como uma tecnologia alternativa rumo à escala para uma agri- cultura sustentável. O aumento da demanda pela produção agrícola com uma redução significativa do uso de fertilizantes e pesticidas sintéticos é um grande desafio na atu- alidade. O estudo desses microrganismos vem merecendo destaque nos últimos anos em razão da grande demanda por tecnologias sustentáveis, podendo reduzir os cus- tos de produção, aumentando a produtividade e a rentabilidade da agricultura familiar. A aplicação de microrganismos eficiente através de mecanismos diretos e indiretos tem mostrado que é possível tornar as práticas de manejo das culturas ambiental- mente mais sustentáveis. Os mecanismos dos microrganismos eficientes incluem a regulação do equilíbrio hormonal, solubilização de nutrientes na solução do solo e indução de resistência contra patógenos (Rezende, el al., 2021).

Com base no exposto, existe uma necessidade crescente de cultivar varieda- des mais adaptadas às condições variáveis de disponibilidade hídrica (HORN et al., 2018; MERWAD et al., 2018). A maneira mais eficiente de se avaliar possíveis novas variedades de feijão-caupi é através da utilização de descritores relacionados à pre- cocidade, hábito de crescimento, porte da planta e produtividade, são eles: floração inicial, hábito de crescimento, porte da planta, comprimento da vagem, número de vagens por planta, número de vagens por pedúnculo, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e produção de grãos (SOBRAL et al., 2005; TORRES et al., 2008; MACHADO et al., 2008; SANTOS et al., 2009). A utilização desses descritores ocorre principalmente pela busca de genótipos precoces, plantas eretas e produtivas, assim como a qualidade das sementes e a resistência à doenças com a utilização dos mi- crorganismos eficiente,

Desta forma, objetivou-se avaliar o comportamento do feijão-caupi em ambien- tes com reposição 100% da evapotranspiração de referência, através de irrigação por gotejo com a utilização de diferentes doses de microrganismo eficiente.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento e componentes de produção do feijão-caupi irrigado sob diferentes doses de microrganismo eficiente cultivo destinado a produção de grãos secos.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Selecionar a melhor dose de microrganismo eficiente que obteve a maior pro- dutividade de grãos secos;

- Avaliar o crescimento e desenvolvimento de genótipos de feijão-caupi sob con- dição de cultivo irrigado, aplicando-se diferentes doses de microrganismo efici- ente em campo;

- Determinar os componentes de produção de feijão-caupi submetido a diferen- tes doses de microrganismo eficiente em condições de campo;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

A cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é extremamente rústica, tolerante a altas temperaturas, à seca e com boas condições para adaptação e ex- pansão das áreas atualmente exploradas. Apesar de ser considerada uma cultura de subsistência, assume expressiva importância sócio econômica no cenário da agricul- tura no Norte e Nordeste, constituindo-se na principal fonte de proteína de baixo custo para a alimentação humana, apresentando grande variabilidade entre as cultivares (BERTINE et al., 2009). Historicamente, essa cultura apresenta baixa produtividade devido às condições de cultivos sem adoção de tecnologias avançadas (FREIRE et al., 2005)..

Segundo Kebede; Bekeko (2020), a espécie possui alta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico a partir da formação de nódulos radiculares em associação com rizóbios. Freitas; Silva; Sampaio (2012) observaram que 79% do nitrogênio acu- mulado em feijão-caupi cultivado no semiárido brasileiro foi proveniente fixação bioló- gica, que correspondeu a 45 kg ha-1 de N.

Alemu et al. (2016) destacaram que em muitos países a população consome as folhas, vagens frescas e os grãos do feijão-caupi. Os autores também reportaram que a cultura pode fornecer ração, forragem, feno e silagem para o gado e ser utilizada como adubo verde e cobertura vegetal visando a melhoria da produtividade dos solos. Adicionalmente, Kebede; Bekeko (2020) colocaram o feijão-caupi como opção de cul- tura que apresenta maturidade muito precoce, o que proporciona diminuir o período de produção em relação a muitas outras espécies cultivadas. Dakora; Belane (2019) observaram valores de proteína foliar em feijão-caupi variando de 23 a 40% entre diferentes genótipos e, nas sementes, teor de até 40% de proteína.

Segundo o IBGE (2024) Três safras compõem a produção brasileira de feijão, com destaque para a 2ª safra, que vem ganhando mais importância nos últimos anos,

em função da preferência dos produtores em cultivar a soja na safra de verão (1ª safra), por sua maior rentabilidade e liquidez no mercado. A estimativa para

a produ- ção de feijão, considerando-se essas três safras, deve alcançar 3,2 milhões de tone- ladas, declínio de 3,1% em relação a março e crescimento de 4,3% sobre a safra 2024. Essa produção deve atender ao consumo interno brasileiro, em 2025, não ha- vendo necessidade da importação do produto.

Freitas; Silva; Sampaio (2012) observaram produtividade de grãos entre 381 e 1147 kg-1 ha^{-1} em função da variedade utilizada no semiárido brasileiro. Souza et al. (2017) verificaram produtividade de 1396 kg ha^{-1} em cultivo de feijão-caupi irrigado na região norte do Brasil, enquanto no cultivo em sequeiro foi obtida produtividade de 817 kg ha^{-1} . Matoso et al. (2018) observaram produtividades de cultivares de feijão-caupi geralmente acima de 800 kg ha^{-1} quando semeadas entre fevereiro e março na região sudeste do Brasil, como cultura de segunda safra.

2.2 BOTÂNICA

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) pertence ao reino *Plantae*, à divisão *Angios- permae*, à classe *Dicotyledonae*, à ordem *Fabales*, à família Fabaceae, ao gênero *Vigna* e à espécie *Vigna unguiculata*. Fisiologicamente, a planta apresenta alta efici- ência no uso da água, característica atribuída ao sistema radicular profundo, que per- mite o acesso a camadas mais profundas do solo, além de proporcionar maior tole- rância à seca. Essa característica é fundamental para a sobrevivência da cultura em regiões áridas e semiáridas (FREIRE FILHO et al., 2011).

Morfológica e estruturalmente, o feijão-caupi possui caule rasteiro, semiereto ou trepador, com folhas trifoliadas compostas por folíolos lanceolados ou ovais. As flores são hermafroditas, de coloração que varia entre branca, amarela e roxa, e apre- sentam um sistema reprodutivo predominantemente autógamo, o que contribui para maior estabilidade genética. Os frutos são vagens lineares que podem atingir até 30 cm de comprimento, contendo de 8 a 20 sementes, cuja coloração, forma e tamanho variam entre as cultivares (EMBRAPA, 2022; GOMES, 2021).

Os estágios fenológicos do feijão-caupi são divididos em três fases

principais: vegetativa, reprodutiva e de maturação. Na fase vegetativa, ocorre a germinação, com

emergência das plântulas entre 3 e 7 dias após a semeadura, seguida pela formação de folhas trifoliadas e desenvolvimento do caule. A fase reprodutiva inicia-se com o aparecimento das primeiras flores, geralmente entre 30 e 40 dias após o plantio, e estende-se até a formação das vagens. Durante a maturação, que ocorre entre 70 e 90 dias após a emergência, as vagens atingem o ponto de colheita, com grãos que apresentam elevado teor de proteínas e são amplamente utilizados para consumo humano e animal (SILVA et al., 2020).

2.3 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

O feijão-caupi tem apresentado crescimento na produção e na comercialização, sobretudo em função de sua utilização diversificada na alimentação humana e animal. Além disso, a cultura desempenha um papel relevante na segurança alimentar de fa- mílias em situação de vulnerabilidade dado seu elevado teor proteico e facilidade de armazenamento (SILVA et al., 2020). De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022), o feijão-caupi representa uma parte significativa da produção nacional de leguminosas, com crescente exportação para mercados da Ásia e da África

O feijão-caupi tem uma grande importância, tanto como alimento quanto como gerador de emprego e renda. É rico em proteína, minerais e fibras e constitui um com- ponente alimentar básico das populações rurais e urbanas das regiões Norte e Nor- deste do Brasil. A produção de feijão-caupi no Brasil ocorre especialmente em pri- meira e segunda safra nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (EMBRAPA, 2016).

Um dos cultivos mais antigos do mundo, conhecido na Grécia e Egito antigos, o feijão é um dos principais itens da cozinha brasileira, principalmente da nordestina. Pertence a um grupo de mercado denominado de pulses, que inclui ervilha, grão-de- bico e fava, sendo importante fonte de proteína e

trazendo benefícios para a saúde. Os principais produtores mundiais de feijão são: Índia, Brasil, Mianmar, Tanzânia, China, México, Estados Unidos, Uganda, Argentina e Quênia, nessa ordem (Tabela 1). Os maiores importadores são Índia, China, Bangladesh, Estados Unidos e Egito (FAOSTAT, 2023).

A região Nordeste destaca-se como a maior produtora e consumidora de feijão- caupi no Brasil. O estado de Mato Grosso, embora não apresente a maior área colhida atinge a maior produção, devido a maior produtividade, resultado direto do emprego de tecnologias adequadas no sistema de produção da cultura. Em contraste, estados como Ceará e Piauí, maiores consumidores desta leguminosa no Brasil, alcançam baixíssimos 9 níveis de produtividade, em função do baixo emprego de tecnologia, irregularidades pluviométricas, etc (EMBRAPA, 2016)

A cultura do feijão-caupi apresenta custos relativamente baixos quando com- parada a outras culturas de grande expressão no Brasil, como milho e soja. Essa van- tagem é atribuída à resistência da planta a estresses hídricos e à capacidade de fixar nitrogênio no solo, reduzindo a necessidade de adubações nitrogenadas (FREIRE FI- LHO, 2011).

A demanda por feijão-caupi tem crescido tanto no mercado interno quanto no externo, impulsionada por mudanças nos hábitos alimentares e pela valorização de alimentos saudáveis e sustentáveis (SILVA et al., 2020). Estima-se que investimentos em pesquisa e extensão rural possam elevar significativamente a produtividade e a qualidade do produto, aumentando a competitividade do feijão-caupi no cenário global (FREIRE FILHO, 2011).

2.4 MICRORGANISMOS NA AGRICULTURA

Nas atividades agrícolas de base ecológica, busca-se utilizar de tecnologias que baseiam na agricultura natural, com máximo proveito da natureza, das ações do solo, dos organismos vivos, da energia solar e dos recursos hídricos. Os microrganis- mos que atuam de forma benéfica na

agricultura também são conhecidos como Mi- crorganismos Eficientes os quais são encontrados naturalmente no ambiente, mas que podem ser adicionados ao sistema visando o aumento da diversidade microbiana do mesmo (Caetano, 2014).

Diversos microrganismos quando associados à planta podem promover o seu crescimento e uma série de outros benefícios no seu desenvolvimento e são referidos

na literatura como microrganismos promotores do crescimento vegetal (Abhilash et al., 2016). Esses microrganismos podem ser considerados insumos tecnológicos no contexto da economia verde, pois reduzem o uso de insumos sintéticos na produção agrícola (Chagas et al., 2017), representando assim alternativa estratégica para a in- tensificação sustentável de sistemas agrícolas (Steffen et al., 2018).

De acordo com Bonfim et al. (2011), os microrganismos utilizam como fonte de recurso a matéria orgânica, desprendendo nutrientes, hormônios, e outros compostos úteis para a própria comunidade microbiana, animais e plantas, através dos processos metabólicos de decomposição. Ainda são capazes de liberar alguns compostos que promovem a resistência das plantas a ataques de insetos e doenças. Isso promove também a estruturação do solo, agregando melhor as partículas minerais, evitam com- pactação e aumentam a porosidade, e com isso provocam melhor infiltração de água, aumentam a disponibilidade de água para as plantas e a profundidade de enraiza- mento

Algumas espécies de fungos também apresentam potencial em promover cres- cimento em plantas (Cadore et al., 2018). O gênero Trichoderma sp., considerado como um dos mais explorados, é composto de fungos de vida livre e apresenta impor- tância devido ao seu grande potencial de aplicação do ponto de vista agrícola, indus- trial e biotecnológico (Chagas et al., 2017). Diante deste desafio de produzir de forma mais sustentável, a produção de produtos biológicos para controle de pragas e doen- ças agrícolas cresceu mais de 70% no último ano no Brasil, movimentando R$ 464,5 milhões. O resultado brasileiro é considerado o mais expressivo da história do setor e supera o percentual apresentado pelo mercado internacional (Brito, 2020).

Nos processos distintos de sistemas de produção agrícola, os MEs

podem con- tribuir de forma efetiva para a melhoria e aprimoramento das técnicas agrícolas de produção, reduzindo assim, os impactos ambientais negativos provocados pela agri- cultura possibilitando: a manutenção de sistemas limpos, a produção de alimentos saudáveis, assim como, equilibrados nutricionalmente e livres de resíduos químicos (Bonfim et al., 2011).

Vicentini et al. (2009) relataram que, ao adicionar os MEs no preparo da com- postagem, houve a diminuição da ocorrência de fortes odores no composto, aumen- tando a eficiência e maior rapidez no processo de fermentação, além de garantir uma maior concentração de nutrientes. Por isso, sua utilização na agricultura natural

objetiva a decomposição da matéria orgânica e a disponibilização dos nutrientes e minerais do solo às plantas de forma eficiente (Dourado, 2018).

Desse modo, a utilização de MEs traz a possibilidade de alcançar níveis econô- micos máximos e alta qualidade, maior retorno líquido, sem a aplicação de fertilizantes químicos, pesticidas e métodos agrícolas convencionais, conservando os recursos naturais e criando uma agricultura e meio ambiente mais sustentáveis (Higa & Paar, 2013).

3 METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi realizada no campo experimental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), no Centro de Ciências Agrárias e Ambiental (CCAA), Campus II, lo- calizado no município de Lagoa Seca – PB, nas coordenadas de Latitude 7 º 09’ S, Longitude 35 º 52’ W e altitude de 634 m e as análises morfoagronômicas serão rea- lizadas no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal de Plantas Cultivadas (ECOLAB) da UEPB, localizado no Complexo Integrado de Pesquisa Três Marias (Campus I), situ- ado em Campina Grande-PB, Brasil (07° 13' 50" de latitude, 35° 52' 52" de longitude e 551 m de altitude).

3.2 CAPTURA DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES

A captura foi realizada na reserva ambiental localizada no Campus II da Uni- versidade Estadual da Paraíba. Um quilograma de arroz foi cozido com água mineral e sem sal, depois distribuído em recipientes plásticos e coberto com uma tela, totali- zando cinco iscas. Essas iscas foram posicionadas em diferentes pontos da mata. Após um período de dez dias, os microrganismos foram coletados. Seguindo as dire- trizes do Ministério da Agricultura e Pecuária, selecionaram-se apenas aqueles com colorações claras (verde, amarelo ou laranja), descartando-se os de tonalidades es- curas. Em seguida, os microrganismos foram armazenados em garrafas plásticas e alimentados com açúcar mascavo, passando por um processo de fermentação que durou entre 15 e 20 dias.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. foram avaliadas três doses de microrganismo eficiente e uma testemunha com 0 (zero) ml, perfazendo os tratamentos, enquanto a parcela experimental será constituída por fileira única de 1,5 m de comprimento e berço espaçada 0,2 m na fileira, com cinco fileira espaçada de 1 m, o distanciamento entre parcela será de 0,5
m. Sendo a fileira considerada a área útil para as avaliações de crescimento e rendi- mento de grãos.

3.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

nicialmente, foram coletadas amostras de solo, as quais foram homogeneiza- das e secas para formar uma amostra representativa da área. Posteriormente, a amostra resultante foi encaminhada ao Laboratório de Análise Água Solo Planta (LAASP) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no Centro de Ciên- cias Agrárias e Ambientais, Campus II, Lagoa Seca – PB, para análise das caracte- rísticas químicas.

O sistema de irrigação utilizado foi composto por fitas gotejadoras, constituídas de uma linha principal, linhas secundárias e cinco linhas laterais. A

aplicação de água foi realizada por meio de fitas gotejadoras com espessura da parede de 0,2 mm, diâ- metro interno de 16 mm, vazão de 2,1 $L \cdot h^{-1}$, pressão de 1 bar, espaçamento de 0,20 m entre emissores e 1 m entre linhas.

Inicialmente, o solo foi irrigado até atingir a condição de capacidade de campo, ajustada com base na curva de retenção de água no solo. Em seguida, foi realizada a semeadura, utilizando-se três sementes por berço, em profundidade padrão de 3 cm. Após cinco dias da emergência, foi realizado o desbaste, mantendo-se uma planta por berço.

3.5 APLICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS

Os microrganismos foram diluídos em três concentrações distintas (30%, 45% e 60%) e aplicados às plantas utilizando uma bomba costal, até atingir o ponto de escorrimento (*ponto de pinga*). As aplicações foram realizadas em intervalos de 15 dias, abrangendo todo o período experimental.

3.6 AVALIAÇÃO

As avaliações foram realizadas seguindo os descritores propostos pela Biover- sity International (2007), com modificações (Andrade et al. 2010), sendo: Numero de flores por planta (NDFPP); comprimento das de vagens (CV); Massa vegetal da planta (MVDP); diâmetro do caule (DC); Largura da folha (LF); Massa de 100 grãos (MG).

3.7 ANALISE ESTATÍSTICA

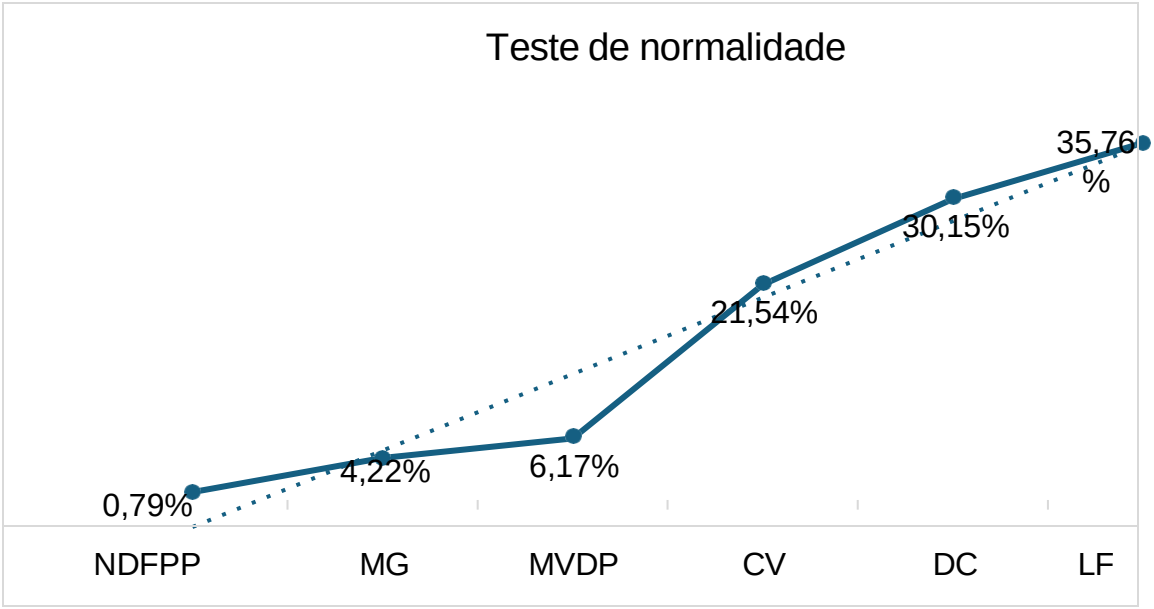
Os dados obtidos serão submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) e, quando necessário, transformados para a normalização da distribuição dos desvios. Atendidos os pressupostos de normalidade, os dados se- rão submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). E para o desdobramento dos graus de liberdade do genótipo será utilizado o teste de média de Tukey. Para realização das análises será utilizado o software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS

Nesta seção, são expostos os principais resultados da análise dos dados co- letados no estudo, organizados conforme os objetivos definidos. Para garantir cla- reza e precisão, os achados são ilustrados por meio de gráficos e descrições qualita- tivas, que destacam padrões relevantes e possíveis correlações entre as variáveis investigadas. Essa estrutura visa facilitar a interpretação dos dados.

A maioria das variáveis avaliadas apresentou distribuição normal, com exce- ção do número de flores por planta aos 45 dias e da massa de 100 grãos. Essas duas variáveis apresentaram valores de p inferiores a 5%, indicando que não se- guem o padrão de normalidade, conforme demonstrado na **Figura 1**.

Figura 1- teste de normalidade

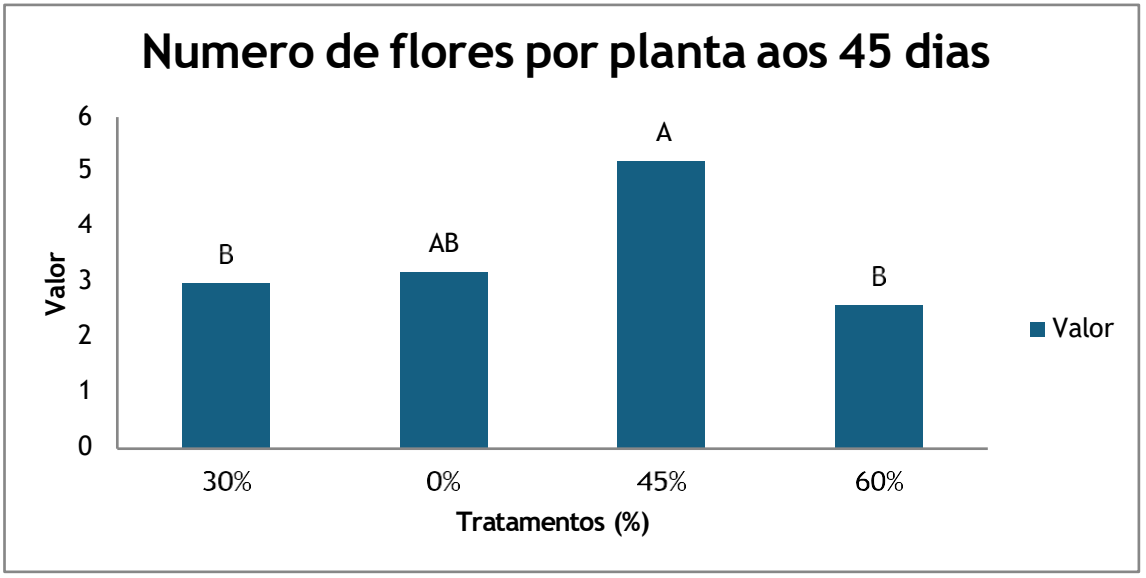


. os valores em “%” atendendo os padrões do teste de normalidade de Shapiro-Wilk

Conforme demonstrado na **Figura** 2, os tratamentos não apresentaram efeitos significativos, uma vez que a testemunha e o tratamento com a maior média não dife- riram estatisticamente entre si. Esse resultado pode estar

associado a diversos fato- res, como características da variedade utilizada no experimento.

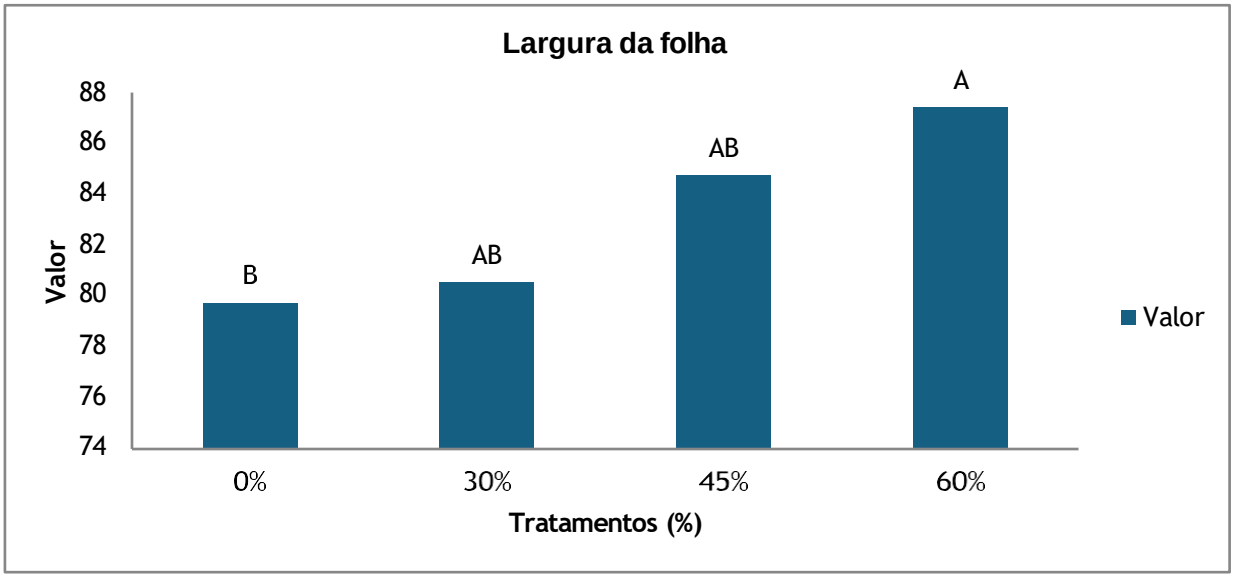
Figura 2 - Número de flores aos 45 dias



Médias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os tratamentos com 60%, 45% e 30% demonstraram resultados superiores em relação à testemunha para a variável analisada, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), conforme apresentado na **Figura 3**. Dentre estes, o trata- mento com 60% destacou-se como o mais eficiente

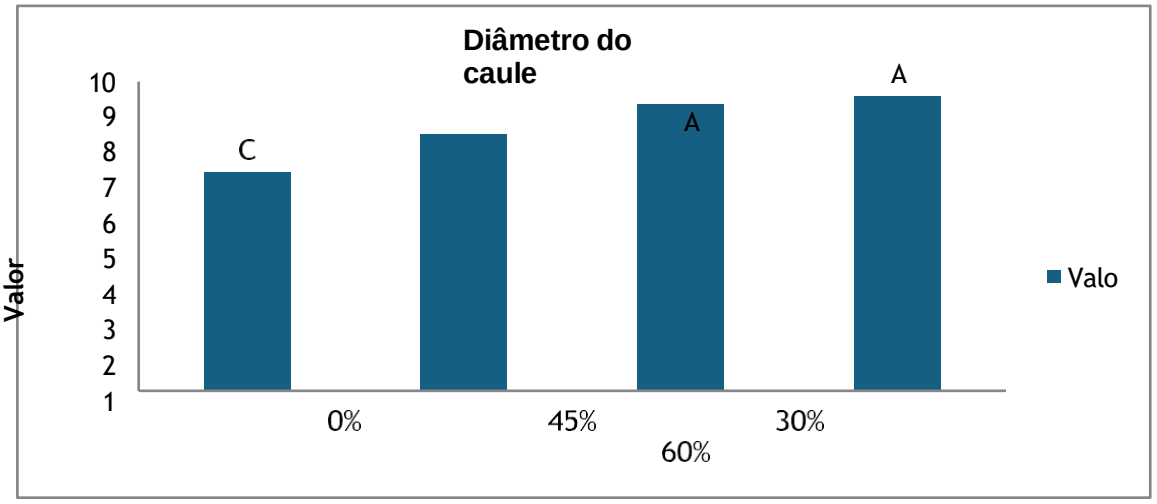
Figura 3 - largura da folha



Médias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os tratamentos com 30% e 60% promoveram aumento estatisticamente signi- ficativo ($p < 0,05$, teste de Tukey) no diâmetro do caule quando comparados à tes- temunha e ao tratamento com 45% (**Figura 4**), demonstrando a eficácia das doses aplicadas no crescimento do diâmetro.

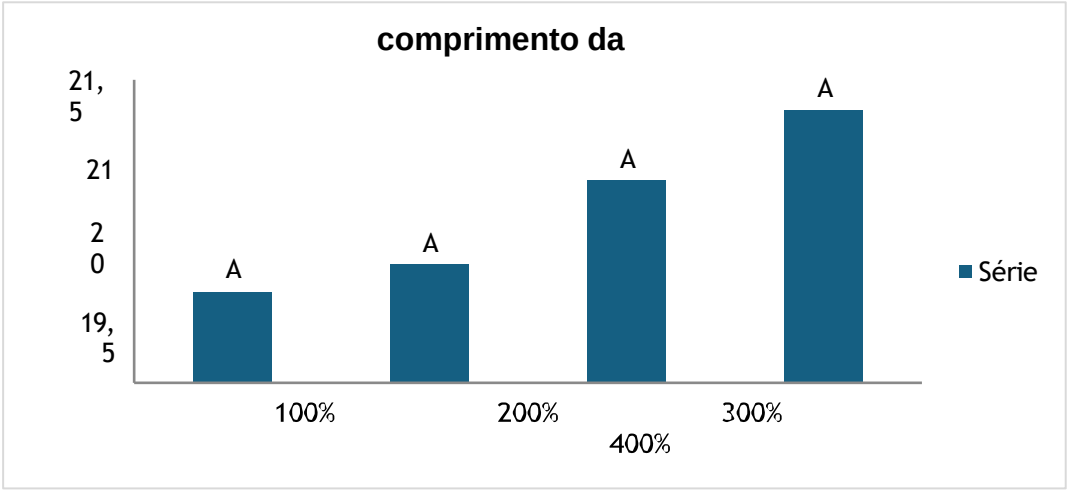
Figura 4 - diâmetro do caule



Médias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na variável comprimento da vagem não apresentou significância nos trata- mentos, um dos fatores que podem ter ocasionado nesses resultados são as carac- terísticas da própria variedade utilizada durante o experimento, assim como foi mos- trado na **figura 5**

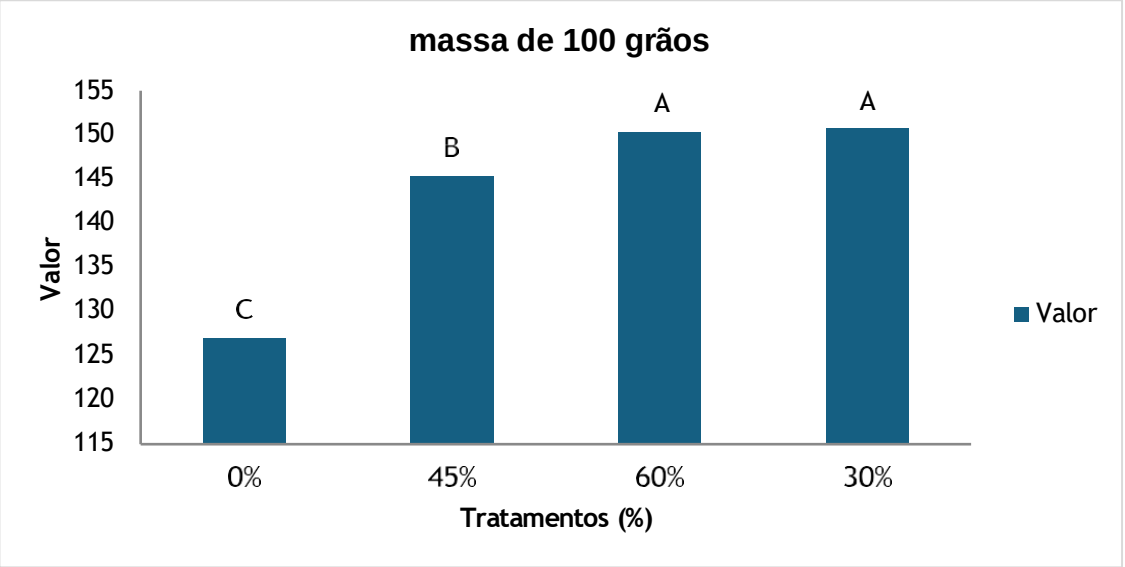
Figura 5 - comprimento da vagem



Médias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na **Figura 6** observa-se que os tratamentos de 60% e 30% não diferiram estatisticamente entre si (p > 0,05), porém ambos apresentaram valores superiores ao tratamento de 45%. Todos os tratamentos mostraram-se estatisticamente superiores à testemunha (p < 0,05), demonstrando sua efetividade estatisticamente superiores à testemunha (p < 0,05), demonstrando sua efetividade em relação a testemunha.

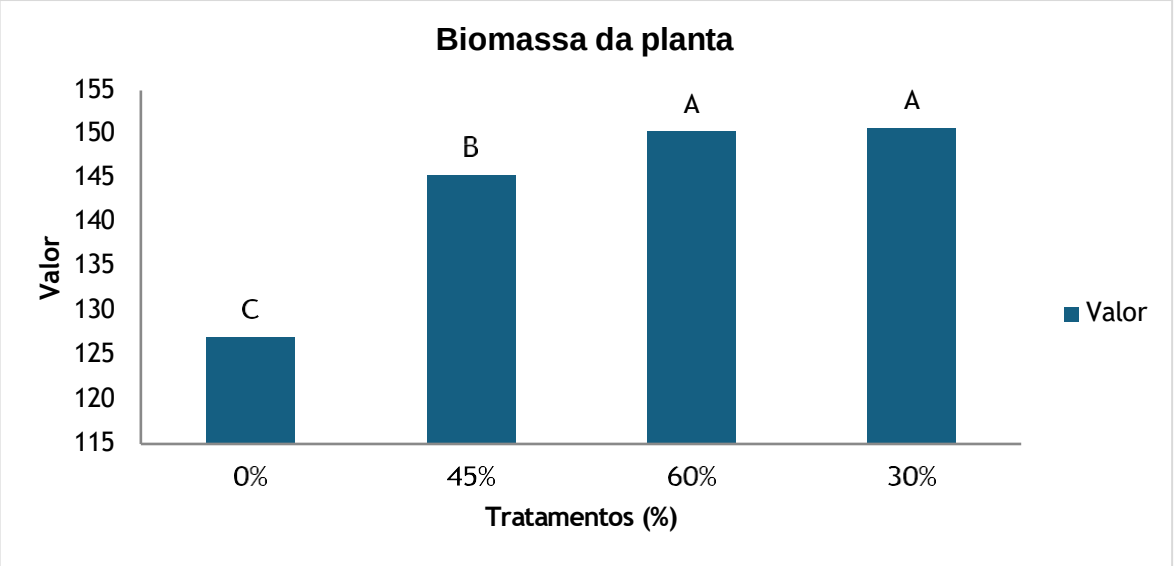
Figura 6- massa de 100 grãos



Médias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na variável biomassa da planta, os tratamentos com 60% e 30% apresentaram valores significativamente superiores em comparação aos demais, destacando-se tanto em relação ao tratamento com 45% quanto à testemunha. Entretanto, o trata- mento com 45% ainda demonstrou diferença estatística positiva frente ao controle, conforme ilustrado na **Figura 7.**

Figura 7 - biomassa da planta



Médias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Após a realização de todas as análises estatísticas, foi possível identificar que o tratamento 60% demonstrou desempenho significativamente superior não apenas em relação à testemunha, mas também aos demais tratamentos avaliados. Esse re- sultado foi consistente na maioria das variáveis analisadas, com destaque para as variáveis peso do grão, diâmetro do caule, diâmetro das folhas e o comprimento das vagens, que apresentaram um aumento significativo em comparação à testemunha.

Os tratamentos 45% e 30%, embora tenham apresentado resultados estatisti- camente semelhantes entre si, ainda se mostraram eficazes, superando a testemunha respectivamente, nas principais variáveis. No entanto, observou-se que a eficácia di- minuiu proporcionalmente à redução da concentração, sugerindo uma relação dose- dependente para o efeito do tratamento.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que o tratamento com 60% de microrga- nismos eficientes apresentou desempenho superior em comparação às demais dosa- gens testadas, destacando-se positivamente na maioria das variáveis morfológicas e produtivas analisadas. Essa concentração promoveu um aumento significativo no de- senvolvimento das plantas, refletido em características como massa de 100 grãos, biomassa total e diâmetro do caule, além de melhorias na qualidade dos grãos colhi- dos.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação de microrganismos eficientes tem efeito positivo sobre os parâmetros agronômicos do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), configurando-se como uma alternativa biotecnológica viável e sustentável para a agri- cultura no semiárido brasileiro.

A produção final da cultura foi considerada satisfatória, evidenciando que o uso de microrganismos eficientes contribui de maneira eficaz para o incremento da produ- tividade em sistemas de cultivo irrigado. Tais achados reforçam o potencial dos mi- crorganismos eficientes como ferramenta promissora na consolidação de práticas agroecológicas que aliam desempenho produtivo à sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ABHILASH, P. C.; DUBEY, R. K.; TRIPATHI, V.; GUPTA, V. K.; SINGH, H. B.Plant**Growth-Promoting Microorganisms for Environmental Sustainability.***Trends in Biotechnology*, v. 34, n. 11, p. 847-850, 2016.

ALEMU, M.; ASFAW, Z.; WOLDU, Z.; FENTA, B. A.; MEDVECKY, B**. Cowpea**(Vigna ***unguiculata*** **(L.) Walp.) (Fabaceae) landrace diversity in northern Ethiopia**.*Inter- national Journal of Biodiversity and Conservation*, v. 8, n. 11, p. 297-309, 2016.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. ***Cropevapotranspiration: gui- delines for computing crop water requirements***. Roma: FAO, 1998. 300 p. (Irriga- tion and Drainage Paper, 56).

ALVES, M. C. ***Teste t de Student***. Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: [inserir link]. Acesso em: 29 jun. 2021.

ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS,S. R. R. **Estimativa de parâmetros em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco**. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, p. 253–258, 2010.

BASTOS, E. A.; RAMOS, H. M. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; NASCIMENTO,F. N.;CARDOSO, M. J. **Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico**. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 1,n. 1, p. 31-37, 2012.

BERTINI, C. H. C. M.; TEÓFILO, E. M.; DIAS, F. T. C. **Divergência genética entre acessos de feijão caupi do banco de germoplasma da UFC**. Revista Ciência Agro- nômica, v. 40, n. 01, p. 99-105, 2009.

BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. J.; SOUZA, D. B.
Ca-derno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso eco- lógico e social do EM. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 2011. 32 p.

BRITO, D. ***Mercado de biodefensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano*****. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2020.

Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mercado-de-biodefensivos- cresce-em-mais-de-50-no-brasil. Acesso em: [data].

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. ***Biochemistry & molecular bio- logy of plants*. Rockville: American Society of Plant Physiologists**, 2000. 1408 p.

CAETANO, M. I. **Microorganismos eficientes (EM's) na compostagem de palha de cana-de-açúcar e esterco bovino**. 2014. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Gra- duação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

CADORE, L. S.; VEY, R. T.; FRESINGHELLI, J. C. F.; DOTTO, L.; ETHUR, L. Z.Evaluation of initial growth of soybean using *Trichoderma* formulations.*Enciclopédia Biosfera*, v. 15, n. 27, p. 170-179, 2018.

CARVALHO, M.; CASTRO, I.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; CORREIA, C.; EGEA- COR- TINES, M.; MATOS, M.; ROSA, E.; CARNIDE, V.; LINO-NETO, T**.**Evaluating stress**responses in cowpea under drought stress**. *Journal of Plant Physiology*, v. 241, p. e153001, 2019.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOARES, L. P.; FIDELIS, R. R.Tricho-***derma* na promoção do crescimento vegetal. *Revista de Agricultura Neotropical***,

v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017.

CONAB. ***Acompanhamento da safra brasileira: feijão-caupi*. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento**, 2021.

CONAB. ***Acompanhamento da safra brasileira: feijão-caupi*. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento**, 2022.

DAKORA, F. D.; BELANE, A. K. **Evaluation of protein and micronutrient levels in edible cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) leaves and seeds**. *Frontiers in Sustai- nable Food Systems*, v. 3, p. 1-10, 2019.

EMBRAPA. ***Feijão-caupi no Brasil: aspectos produtivos e econômicos.Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022.***

FERREIRA, D. F. SISVAR**: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FLEXAS, J. et al. **Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions.** *Functional Plant Biology*, Dordrecht: Kluwer, 2002. p. 461-471.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO.
FA-OSTAT Database. Disponível em: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6fa56152-c232-4bc6-8eee-7d413261ad64/contente.
Acesso em: 18 mar. 2022.

FREIRE FILHO, F. R. et al**. *Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento gené- tico, avanços e desafios*.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. et al. ***Produção e melhoramento genético do feijão-caupi***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A; RIBEIRA, A. **Feijão caupi: avanços tecnológicos.**Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 519 p.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. ***Feijão-caupi: avançostecno- lógicos e perspectivas de cultivo*.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREITAS, A. D. S.; SILVA, A. F.; SAMPAIO, E. V. D. S. B. **Yield and biological** nitro- gen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. *Biomass and Bioenergy*, v. 45, p. 109-114, 2012.

GOMES, R. **Novas cultivares de feijão-de-corda apresentam qualidade de grão superior às atuais**. EMBRAPA, 2021

HIGA, T.; PARR, J. F. ***Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles*.** Maryland (USA): Centro Internacional de Investiga- ción de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2013.

HORN, L.; SHIMELIS, H.; SARSU, F.; MWADZINGENI, L.; LAING, M. D. **Genotype-by environment interaction for grain yield among novel cowpea (*Vigna unguicu- lata* L.) selections derived by gamma irradiation. *The Crop Journal*, v. 6, n. 3, p. 306-313, 2018.**

IBGE**. Em abril, IBGE prevê safra de 328,4 milhões de toneladas para 2025.** Agên- cia IBGE Notícias, 2024. Disponível em:https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agen- cia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/43400-em-abril-ibge-preve- safra-de-328-4-milhoes-de-toneladas-para-2025. Acesso em: 17 abril de 2025 KEBEDE, E.; BEKEKO, Z. Expounding the production and importance of cowpea (*Vi- gna unguiculata* (L.) Walp.) in Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, v. 6, n. 1, p. 1-21, 2020.

MACHADO, C.; TEIXEIRA, N. J. P.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; GOMES,

R. L. F. **Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arqui- tetura da planta e produtividade de grãos**. *Revista Agronômica*, v. 39, n. 1, p. 114- 123, 2008.

MANTOVANI, E. C.; BERNADO, S.; PALARETTI, L. F. ***Irrigação: princípios e méto- dos*.** 6. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2006.

MELO, A. S.; SILVA, A. R. F.; DUTRA, A. F.; DUTRA, W. F.; SILVA SÁ, F. V.; MOURA,R. M. **Crescimento e pigmentos cloroplastídicos de genótipos de Feijão vigna sob déficit hídrico**. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, n. 3,
p. 2579, 2018.

MERWAD, A. R. M.; DESOKY, E. S. M.; RADY, M. M. **Response of water**

deficit- stressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. *Scientia Horticulturae*, v. 228, p. 132-144, 2018.

OSIPITAN, O. A.; FIELDS, J. S.; LO, S.; CUVACA, **I. Production Systems andPros- pects of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in the United States.***Agronomy*,v. 11, p. 1-10, 2021.

PEDROSA, K. M. et al. Local **Botanical Knowledge about *Sideroxylon obtusifo- lium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. in Rural Communities in the Semi-Arid Region of Brazil.** *Ethnobotany Research and Applications*, v. 14, p. 463-477, 2015.

REZENDE, C. C.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C. ***Uso de micror-ganismos multifuncionais na cultura do feijoeiro. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.***

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. **A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microrregião Cariri Paraibano. *Engenharia Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 214-222, 2009.**

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An Analysis of Variance Test for Normality (Com- plete Samples). *Biometrika Trust*,** v. 52, p. 591-609, 1965.

SILVA, J. A. et al. **Sistemas consorciados e sustentabilidade agrícola.*Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 8, n. 1, p**. 112-120, 2020.

SOBRAL, P. V. C. et al. ***Caracterização agronômica de variedades tradicionais de feijão-caupi do banco de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte*.** Teresina: Em- brapa Meio-Norte, 2006. Disponível em: [inserir link]. Acesso em: 22 jun. 2022.

SOUZA, P. J. O. P.; FARIAS, V. D. S.; LIMA, M. J. A.; RAMOS, T. F.; SOUSA, **A.**
Cow-pea leaf area, biomass production and productivity under different water regi- mes in Castanhal, Pará, Brazil. *Revista Caatinga*, v. 30, p. 748-759, 2017.

STEFFEN, G. P. K. et al. ***Trichoderma*** **controla fitonematóides e aumenta produ- tividade da soja.** ***Campos & Negócios***, 2018. Disponível em: https://revistacampoe- negocios.com.br/trichoderma-controla-fitonematoides-e-

TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; OLIVEIRA, R. C.; FERNANDES, J. B. **Produtivi- dade e morfologia de acessos de caupi, em Mossoró, RN.** ***Horticultura Brasileira*****,v. 26, n. 4, p. 537-539, 2008.**

VICENTINI, L. S.; CARVALHO, K.; RICHTER, A. S. **Utilização demicrorganismos eficazes no preparo da compostagem**. *Revista Brasil Agroecologia*, v. 4, n. 2, 2009.

VIDAL, M. C.; DIAS, R. P. **Bioinsumos a partir das contribuições da agroecologia**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 18, n. 1, p. 171-192, 2023.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, aos meus pais, Francisco Valentino de Souza Maranhão e Maria Aparecida Alves Barbosa, que, com seu esforço, apoio e amor, tornaram possível minha trajetória até este momento. Desde o início da minha vida, foram pais exemplares, sempre me mostrando que o caminho do bem e do es- forço, por mais difícil que seja, traz grandes recompensas.

Meu pai, meu herói, sempre lutou para me proporcionar qualidade de vida e educação, sendo um homem íntegro, um pai dedicado e um grande amigo. Minha mãe, uma mulher guerreira e forte, batalhou incansavelmente, me enchendo de amor e carinho. É uma mãe exemplar, que sempre me enche de orgulho. Sinto-me muito abençoado por tê-los como meus pais.

Agradeço também aos meus avós: Natalício Alves do Nascimento, que já não está entre nós, mas deixou um legado de amor e saudade, e Maria Jucileide Barbosa, que sempre me apoiou nessa jornada. Meu avô era um homem de grande respeito e disciplina, um exemplo que carrego comigo.

Durante toda a vida, ele fez o possível e o impossível para garantir o bem-estar de sua família. Minha avó, uma mulher forte e de caráter admirável, sempre me tratou com ternura e paciência, mesmo eu dando bastante trabalho.

Às minhas queridas tias, Jucelma Alves Barbosa e Ricleni Alves Barbosa, meu profundo agradecimento por todo o apoio e carinho. Minha tia Jucelma foi como uma segunda mãe para mim, especialmente na infância, sempre zelosa, organizada e dis- ciplinada – e ainda me presenteou com uma prima maravilhosa, a irmãzinha que sem- pre desejei. Minha tia Ricleni, uma mulher radiante, ilumina todos ao seu redor com sua alegria e carisma. Tenho orgulho de ser sobrinho de vocês.

Agradeço de coração a Fábio Roberto de Souza e toda a sua família por me acolherem como um de seus. Ele foi como um terceiro pai que a vida me deu, sempre me orientando, apoiando e compartilhando histórias que mostram que sempre há luz mesmo nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Mario Sergio de Araujo, expresso minha eterna gratidão. Desde o início do curso, ele foi mais que um professor – foi como um pai que a vida me presenteou, oferecendo conselhos sábios e momentos que me fizeram sorrir mesmo nos dias mais desafiadores. Tenho honra de tê-lo em minha vida.

Ao meu grande amigo Tiago Henrique, que se tornou uma das pessoas mais especiais da minha vida. Seu companheirismo e lealdade o tornam um dos melhores amigos que alguém poderia ter. Suas palavras sempre me lembraram que uma vida honesta, guiada pelo bem e pela fé, é a verdadeira riqueza.

Aos meus colegas de sala Fernanda Paiva, Kaique e Leonardo, que foram fun- damentais durante o curso, contribuindo significativamente para meu crescimento. Kaique foi como um irmão mais velho, sempre guiando pelo caminho certo com ma- turidade; Leonardo, como um irmão do meio, sempre capaz de arrancar-me sorrisos; e Fernanda, a irmã que sempre me apoia incondicionalmente. Todos têm um lugar especial em meu coração.

Agradeço também a Maria Valdeane, Fernando, Euro Barbosa, Maria Robeilsa, Felipe, Dimas, Andrezza, Heloisa Macedo, Rosangela Anderson, Ivanilson e Siderlan, que foram peças importantes nesta jornada, cada um contribuindo de forma única para minha vida

À Raphaela Lira, minha gratidão pela amizade e pelos serviços prestados com tanta eficiência e gentileza. Nossos debates enriquecedores foram fontes constantes de aprendizado.

Aos meus professores Elida, Leandro, Fábio Agra, Jessica Pachú, Deise, Rener Ferraz, Jorge, Valdeir, Mireli, Maria Vitória, Messias, Maisa, Luana, Camilla, Ana Jus- sara Antônio e Joseli, meus sinceros agradecimentos. Seus ensinamentos foram es- senciais para moldar o agroecólogo que sou hoje e que pretendo me tornar no futuro. A Adeildo, agradeço por ter me mostradodiversos caminhos e oportunidades,ampliando meus horizontes.

Quero agradecer à Charmênia pelo seu trabalho árduo e sua organização. Sou muito grato pelas conversas que tivemos durante esse período. Você é uma pessoa extremamente inteligente e sempre me alegra com seu sorriso.

Quero agradecer a meu amigo Erinaldo pelo seu trabalho, e sua disposição ao ajudar seus amigos, sendo uma pessoa de grande importância na minha vida.

Quero agradecer a Mércia pelo seu trabalho duro e nossas conversas, que sempre agregarão algo na minha vida.

Quero agradecer aos meus colegas do Jiu-jitsu, em especial a severino Olím- pio, pelo apoio e carinho dado, nas dificuldades e nos sorrisos que compartilhamos.

Por fim, a Cleudo, Marcos, André, Junior, Aparecida e Mônica, que durante mi- nha estadia no campus foram pilares de apoio e amizade.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação e crescimento, meu eterno reconhecimento. Esta conquista é também é de vocês.