



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA
CURSO BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

TÚLIO DE MENDONÇA PORTO

**Crescimento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)
variedade crioula Paulistinha sob restrição hídrica e fertilizado
com microrganismos eficientes**

LAGOA SECA

2023

TÚLIO DE MENDONÇA PORTO

Crescimento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) variedade crioula Paulistinha sob restrição hídrica e fertilizado com microrganismos eficientes

Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em agroecologia.

Área de concentração: Ciências Agrárias

Orientador: Prof. Dr. Mário Sérgio de Araújo

LAGOA SECA

2023

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma 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.

P853c Porto, Tulio de Mendonca.
Crescimento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) variedade crioula Paulistinha sob restrição hídrica e fertilizado com microrganismos eficientes [manuscrito] / Tulio de Mendonca Porto. - 2023.
36 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2023.
"Orientação : Prof. Dr. Mário Sérgio de Araújo ,
Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA."
1. *Vigna unguiculata* . 2. Irrigação. 3. Fertilização. 4. Bioestimulante. 5. Produção agrícola. I. Título

21. ed. CDD 630

TÚLIO DE MENDONÇA PORTO

Crescimento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) variedade crioula Paulistinha sob restrição hídrica e fertilizado com microrganismos eficientes

Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduado em agroecologia.

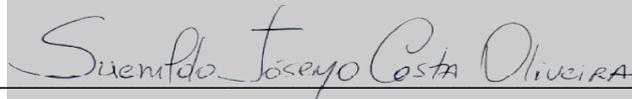
Área de concentração: Ciências Agrárias

Aprovada em: 01/12/2023

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Mário Sérgio de Araújo (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Suenildo Josémo Costa Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Renner Luciano de Souza Ferraz
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus familiares: a luz nos dias difíceis, o suporte nos desafios. Este trabalho é nosso, fruto do amor e apoio incondicional que me foi dado.

Onde estiver, seja lá como for, tenha fé porque até no lixão nasce flor.

Racionais Mc's

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Localização de Lagoa Seca-Paraíba.....	21
Figura 2 — Croqui da área experimental: T0= tratamento testemunha, T1= 25ml/L, T2= 50ml/L, T3= 75ml/L e T4= 100ml/L.....	22
Figura A — Correlação entre o Diâmetro do Caule (eixo y) e Variações nas Doses de Microrganismos Eficientes (eixo x), Avaliado em Duas Etapas Distintas do Diâmetro de caule das Plantas 15 dias após o plantio.....	23
Figura B — Correlação entre o Diâmetro do Caule (eixo y) e Variações nas Doses de Microrganismos Eficientes (eixo x), Avaliado em Duas Etapas Distintas do Diâmetro de caule das Plantas 30 dias após o plantio.....	23
Figura C — Correlação entre Área Foliar (eixo y) e Variações nas Doses de Microrganismos Eficientes (eixo x), Avaliado em Duas Etapas Distintas de área foliar 15 dias após o plantio.....	24
Figura D — Correlação entre Área Foliar (eixo y) e Variações nas Doses de Microrganismos Eficientes (eixo x), Avaliado em Duas Etapas Distintas de área foliar 30 dias após o plantio.....	24
Figura E — Correlação entre Altura de planta (eixo y) e Variações nas Doses de Microrganismos Eficientes (eixo x), Avaliado em Duas Etapas Distintas da altura das Plantas 15 dias após o plantio	24
Figura F — Correlação entre Altura de planta (eixo y) e Variações nas Doses de Microrganismos Eficientes (eixo x), Avaliado em Duas Etapas Distintas da altura das Plantas 30 dias após o plantio	24
Figura G — Análise da Taxa de Crescimento em Função da Altura das Plantas em Resposta a Diferentes Concentrações de Microrganismos Eficientes 30 Dias Após o Plantio.....	25
Figura H — Avaliação da Taxa de Crescimento em Correspondência ao Diâmetro do Caule em Diversas Concentrações de Microrganismos Eficientes Após 30 dias do plantio	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Captura dos Microrganismos Eficientes.	10
3.2 Instalação do estudo em campo	10
3.3 Variáveis avaliadas	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
REFERÊNCIAS	16

Crescimento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) variedade crioula Paulistinha sob restrição hídrica e fertilizado com microrganismos eficientes

Túlio de Mendonça Porto¹

RESUMO

O feijão-caupi possui uma grande importância socioeconômica principalmente nas regiões Norte/Nordeste, constituindo um dos principais componentes alimentares das suas populações, sendo um importante gerador de trabalho e renda para a população rural. Apresenta uma grande adaptação a diversas condições edafoclimáticas. Microrganismos multifuncionais são microrganismos benéficos que apresentam mecanismos diretos e indiretos na promoção de crescimento vegetal e demonstram um papel importante como uma tecnologia alternativa rumo à escala para uma agricultura sustentável. Desta forma, objetivou-se avaliar o comportamento do feijão-caupi sob restrição hídrica (lâmina de 50% de reposição da evapotranspiração de referência) e fertilizado com quatro doses de microrganismos eficientes (testemunha T0= 0 mL/L, T1= 25 mL/L, T2= 50mL/L, T3= 75 mL/L e T4 = 100mL/L), delineamento casualizado, com 5 repetições (blocos). Para tanto, foram avaliadas características de crescimento da planta: diâmetro de caule, altura de planta, área foliar e taxa de crescimento. A análise de variância foi realizada conforme a metodologia de Gomes (1985), de modo que os dados foram submetidos ao teste F, a 5% de probabilidade e as médias de doses foram submetidas à regressão linear. Os resultados indicam que a utilização de baixas concentrações de microrganismos eficientes apresenta-se como uma tecnologia promissora. No entanto, é imperativo conduzir investigações mais abrangentes e aprofundadas para elucidar de maneira integral os mecanismos subjacentes e os potenciais impactos dessa abordagem.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; irrigação; fertilização; bioestimulante; produção agrícola.

1

¹ Estudante de Bacharelado em Agroecologia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Growth of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Creole variety Paulistinha under water restriction and fertilized with efficient microorganisms.

ABSTRACT

Cowpea holds significant socioeconomic importance, especially in the North/Northeast regions, constituting a primary dietary component for their populations and serving as a crucial source of employment and income for rural communities. It exhibits remarkable adaptability to diverse edaphoclimatic conditions. Multifunctional microorganisms, as beneficial microorganisms, exert both direct and indirect mechanisms in promoting plant growth, playing a pivotal role as an alternative technology towards scaling sustainable agriculture. Thus, the objective was to evaluate the behavior of cowpea under water restriction (50% replacement of reference evapotranspiration) and fertilized with four doses of efficient microorganisms (control T0 = 0 mL/L, T1 = 25 mL/L, T2 = 50 mL/L, T3 = 75 mL/L, and T4 = 100 mL/L), in a randomized design with 5 repetitions (blocks). Plant growth characteristics, including stem diameter, plant height, leaf area, and growth rate, were evaluated. Analysis of variance was performed following Gomes' methodology (1985), with data subjected to the F-test at a 5% probability level, and dose means were subjected to linear regression. Results indicate that the use of low concentrations of efficient microorganisms appears to be a promising technology. However, it is imperative to conduct more comprehensive and in-depth investigations to fully elucidate the underlying mechanisms and potential impacts of this approach.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; irrigation; fertilization; bio-stimulant; agricultural production.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), espécie cultivada de destaque na região Nordeste do Brasil, conhecido por diversos nomes como feijão macassar, feijão-de-corda e 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 nutritivo, 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).

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 (Buchanan *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 bioinsumos são vistos como tecnologias sustentáveis que atuam de forma intrínseca e extrínseca sobre as plantas contribuindo para o incremento produtivo e a estabilidade do equilíbrio do agroecossistema. Os estudos mostram que os microrganismos eficientes apresentam promoção no crescimento das plantas, rentabilidade das culturas, qualidade 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. Portanto, o uso de microrganismos eficientes são uma opção viável ao produtor de alcançar 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 agricultura sustentável. O aumento da demanda pela produção agrícola com uma redução significativa do uso de fertilizantes e pesticidas sintéticos é um grande desafio na atualidade. O estudo desses microrganismos vem merecendo destaque nos últimos anos em razão da grande demanda por tecnologias sustentáveis, podendo reduzir os custos de produção, aumentando a produtividade e a rentabilidade da agricultura familiar. A aplicação de microrganismos eficientes através de mecanismos diretos e indiretos têm mostrado que é possível tornar as práticas de manejo das culturas ambientalmente mais sustentáveis. Os mecanismos dos microrganismos eficientes incluem a regulação do equilíbrio hormonal, a solubilização de nutrientes na solução do solo e a indução de resistência contra patógenos (Rezende *et al.*, 2021).

Com base no exposto, existe uma necessidade crescente de cultivar variedades 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 precocidade, 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 de microrganismos eficientes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Verificar o crescimento do feijão-caupi irrigado sob diferentes doses de microrganismos eficientes.

2.2. Objetivos específicos

- a) Constatar se existe influência dos microrganismos eficientes no desenvolvimento crescimento do feijão-caupi e a melhor dose;
- b) Avaliar o crescimento do genótipo crioulo Paulistinha de feijão-caupi sob condição de restrição hídrica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Captura dos Microrganismos Eficientes

A captura dos microrganismos eficientes foi conduzida no Campus II da Universidade Estadual da Paraíba, situado em Lagoa Seca, Paraíba. Esta área oferece diversidade ambiental e condições propícias para a coleta de microrganismos, considerando fatores como vegetação, umidade e variáveis climáticas. Para a captura dos microrganismos eficientes (M.E), seguimos a metodologia de Bonfim et al. (2011), utilizando armadilhas artesanais feitas de bambu. A escolha do bambu se deu devido à sua disponibilidade local, baixo impacto ambiental e propriedades porosas que facilitam a retenção dos microrganismos, já que ele oferece um substrato natural atrativo para a colonização microbiológica.

Inicialmente, foram preparados 700 g de arroz branco comum em água sem sal. Em seguida, inserimos duas armadilhas de bambu nas bordas da mata atlântica, cobrindo-as com serapilheira. Após 12 dias, as armadilhas foram retiradas e posteriormente o arroz foi separado de acordo com as cores (rosa, laranja e verde), descartando qualquer coloração escura na própria mata. Posteriormente, distribuimos o arroz em quatro garrafas PET de dois litros, preenchidas com água sem cloro e melaço de cana-de-açúcar. Por fim, colocamos as garrafas em local sombreado, realizando a retirada do gás a cada dois dias. Após 15 dias o preparado já não apresentava mais gás, sendo o indicativo para o uso do mesmo.

3.2 Instalação do estudo em campo

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II, localizado no município de Lagoa Seca – PB, nas coordenadas de Latitude 7 ° 09' S, Longitude 35 ° 52' W e altitude de 634 m. A cultivar de feijão-caupi utilizada no experimento foi a Paulistinha, oriunda do banco de sementes do Laboratório de ecofisiologia de plantas cultivadas (ECOLAB), localizado no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba na cidade de Campina Grande.

Os sulcos de plantio foram abertos manualmente até uma profundidade de 2 centímetros usando sachos. A semeadura foi feita manualmente, colocando três sementes em

cada sulco. Após sete dias do plantio, as plantas foram desbastadas, deixando apenas as plantas mais fortes.

O experimento foi realizado utilizando um delineamento em blocos casualizados com um esquema fatorial de 1 por 3 e quatro repetições para o grupo de controle. Foram aplicadas quatro doses diferentes de microrganismos eficientes diretamente no solo, sendo o tratamento testemunha T0= 0 mL/L, T1= 25 mL/L, T2= 50mL/L, T3= 75 mL/L e T4 = 100mL/L ao todo, foram aplicados quatro tratamentos diferentes. Cada parcela experimental consistiu em uma fileira de 1,5 metros de comprimento com espaços de 0,2 metros entre os sulcos. As parcelas foram dispostas em cinco fileiras, cada uma espaçada por um metrô, com um espaçamento de 0,5 m entre elas. A fileira foi considerada uma área útil para as avaliações de crescimento.

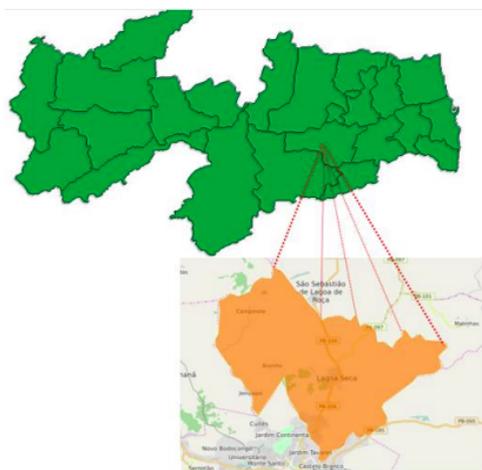


Figura 1: Localização de Lagoa Seca-Paraíba

O sistema de irrigação adotado foi o localizado, por fita gotejadoras constituídas de uma linha principal e secundária e 5 linhas laterais. A aplicação de água foi realizada por fita gotejadora com espessura da parede de 0,2 mm, diâmetro interno de 16 mm, com vazão de 2,1 L hora⁻¹, com pressão 1 bar, espaçados a cada 0,20 m entre emissores e 1 m entre linhas. O solo foi inicialmente irrigado até atingir a capacidade do campo, ajustada de acordo com a curva de retenção de água do solo. A água usada no estudo veio de um estudo no campus II da UEPB. Durante o experimento, o sistema de supervisão foi acionado manualmente a cada três dias para fornecer água a todas as parcelas. Na área experimental, as ervas espontâneas foram capinadas manualmente para evitar interferências e competição por nutrientes. Para auxiliar na retenção, a superfície do solo também foi coberta com palhada seca.

BLOCO 1	T3	T1	T2	T4	T0
BLOCO 2	T0	T4	T3	T2	T1
BLOCO 3	T4	T0	T1	T2	T3

Figura 2: Croqui da área experimental: T0= tratamento testemunha, T1= 25mL/L, T2= 50mL/L, T3= 75mL/L e T4= 100mL/L

A variedade utilizada no experimento foi a crioula Paulistinha originária de Juazeiro do Norte – CE que apresenta uma produtividade média de 1.070 kg/ha com proteína total de 29,200, já com relação ao teor de minerais presentes no grão podemos elencar: Fósforo (P) 5,306; Potássio (K) 5,306; Cálcio (Ca) 0,43; Magnésio (Mg) 1,15; Enxofre (S) 1,340; Cobre 5,25 (Cu); Ferro 63,75 (Fe); Manganês (Mn) 16,00 e Zinco (Zn) 50,25. Além disso, apresenta baixo teor de fitato comparado a outras variedades, sendo 6,763 mg g⁻¹ (Gonçalves, 2017). Segundo Nascimento, Carvalho e Silva (2013).

3.3 Variáveis avaliadas

Os dados coletados do período de crescimento da planta durante o ciclo de 30 dias. Para análise não destrutiva as variáveis analisadas foram: Área foliar (cm²), utilizando a metodologia de Lima *et al.* (2008), diâmetro do caule (mm²) com auxílio de paquímetro digital e altura de planta (cm) obtido com auxílio de régua graduada em centímetros. Para obtenção dos dados, foram feitas duas coletas, a primeira 15 dias após a semeadura e a segunda 30 dias após o plantio. A análise de variância foi realizada conforme a metodologia de Gomes (1985) e submetidos ao teste F, a 5% de probabilidade, as doses foram submetidas a uma regressão linear e quadrática ao acaso para análise quantitativa e modelo matemático. Para a interferência qualitativa utilizou-se o teste de medidas, optando pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O software estatístico utilizado foi SISVAR versão 5.6, Build 86.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observaram diferenças estatisticamente significativas na variável diâmetro do caule em relação aos tratamentos aplicados. No entanto, ao analisar os gráficos nas Figuras A e B, especialmente no que concerne ao diâmetro do caule, sugere-se que as doses mais baixas apresentam uma significância estatística superior quando comparadas às doses mais elevadas.

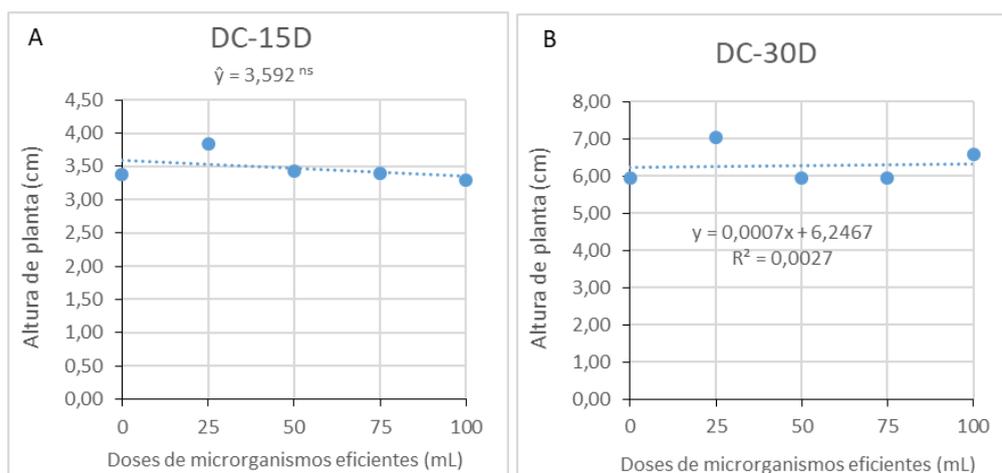


Figura A e B: Correlação entre o diâmetro do caule (eixo y) e variações nas doses de microrganismos eficientes (eixo x), avaliado em duas etapas distintas do diâmetro de caule das plantas (15 dias após o plantio - A; 30 dias após o plantio - B)

Quanto à área foliar, embora as diferenças estatísticas não tenham alcançado significância, foi notado um padrão consistente na resposta da planta às diferentes doses. Ao analisar os gráficos presentes das Figuras C e D, observou-se uma tendência similar de desempenho, indicando que as doses mais baixas e intermediárias resultaram em melhor performance em comparação com as doses mais altas. Apesar da falta de significância estatística, a consistência desse comportamento nas doses inferiores e intermediárias sugere uma possível relação entre a aplicação dessas doses e o aumento na área foliar da planta.

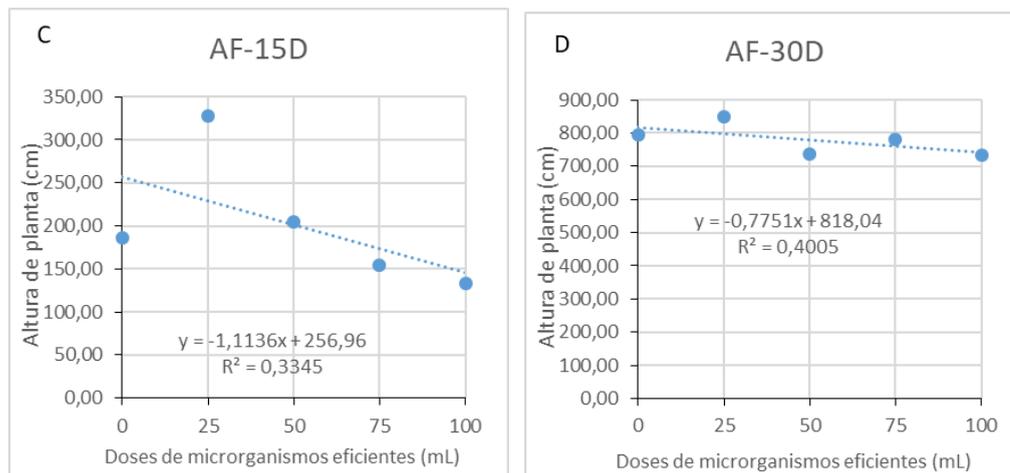


Figura C e D: Correlação entre área foliar (eixo y) e variações nas doses de microrganismos eficientes (eixo x), avaliado em duas etapas distintas de área foliar (15 dias após o plantio - C; 30 dias após o plantio - D)

No que diz respeito à altura da planta, uma análise mais aprofundada dos gráficos na Figura E e F revela que as plantas examinadas demonstraram um desempenho superior nas doses de 25 mL/L e 50 mL/L. Esses resultados assemelham-se às tendências observadas anteriormente nas variáveis de diâmetro do caule e área foliar. Portanto, há uma coerência nos padrões de resposta da planta, indicando que as doses de 25 mL/L e 50 mL/L podem influenciar positivamente o crescimento em altura das plantas, conforme observado nos gráficos específicos.

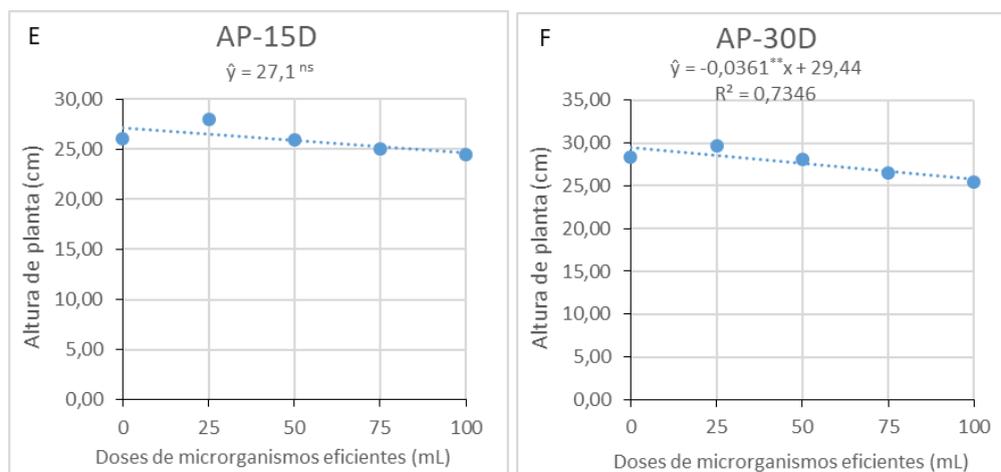


Figura E e F: Correlação entre a altura da planta e as variações nas doses de microrganismos eficientes, avaliada em duas etapas distintas da altura das plantas (E - 15 dias após o plantio; F - 30 dias após o plantio).

A análise da taxa de crescimento em relação à altura das plantas revelou uma tendência consistente, onde não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre as doses. Destaca-se que mesmo sem alcançar significância estatística, a dose mais baixa demonstrou uma eficiência notável no que diz respeito ao crescimento das plantas. Este comportamento sugere uma possível influência positiva da menor concentração de microrganismos eficientes na promoção do crescimento das plantas em comparação com as doses mais elevadas, como podemos observar no gráfico da Figura G.

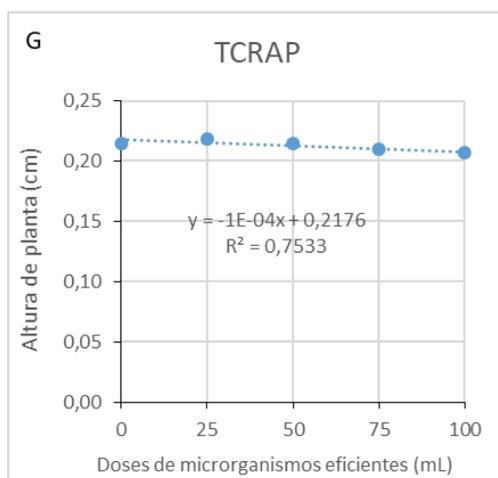


Figura G: Análise da taxa de crescimento em função da altura das plantas em resposta a diferentes concentrações de Microrganismos Eficientes 30 dias após o plantio.

Ao avaliar a taxa de crescimento em relação ao diâmetro do caule, destacou-se uma diferença expressiva, conforme evidenciado na Figura H, especialmente na dose de 20 mL/L. Este resultado reitera, mais uma vez, a eficácia da dose mais baixa, indicando um impacto significativo na promoção do crescimento das plantas em comparação com as doses mais elevadas. A concentração de 20 mL/L pareceu ser particularmente eficiente na influência positiva sobre o desenvolvimento do diâmetro do caule, sugerindo uma relação relevante entre essa dose específica de microrganismos eficientes e a resposta observada.

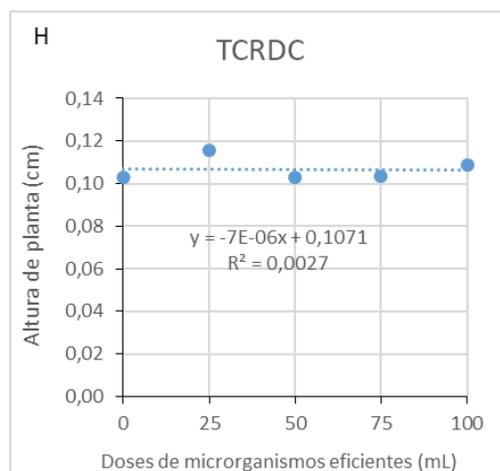


Figura H: Avaliação da taxa de crescimento em correspondência ao diâmetro do caule em diversas concentrações de Microrganismos Eficientes após 30 dias do plantio.

Estudos realizados por Ronzelli Júnior *et al.* (1998) na década de 90 nos anos de 1995/96 e 1996/97 revelaram tendências interessantes, mas sem consistências seguras, uma vez que, foi observado que as características morfológicas avaliadas (altura média das plantas; diâmetro médio do caule, número médio de folhas trifoliadas e número médio de nós) apenas o número médio de folhas trifoliadas apresentou diferença significativa entre os tratamentos adotados, porém, sem relações consistentes com as doses de microrganismos eficientes adotadas no estudo. Ainda de acordo com o estudo conduzido por Ronzelli Júnior *et al.* (1998), as doses mais altas adotadas no experimento não surtiram efeitos benéficos claros no rendimento das plantas, neste estudo em específico, diferindo de experimentos anteriores.

De forma semelhante aconteceu neste estudo com relação a altura da planta (cm) que embora não se evidencie significância estatística entre os tratamentos estudados, observou-se um potencial impacto no crescimento das plantas nas doses mais baixas. Os tratamentos T2, T3 e T4 demonstraram desempenho inferior em comparação ao tratamento controle e ao T1 (correspondente à dose de 25 ml/L) que apresentaram uma melhor performance de crescimento das plantas de feijão-caupi.

Já no experimento conduzido por Santos *et al.* (2020) as doses mais baixas não tiveram diferença estatística das doses mais altas na germinação de *Phaseolus vulgaris L.*, porém, a intermediária de 50% se mostrou promissora com relação às variáveis hipocótilo, raiz e no índice de velocidade de germinação (IVG). Porém, as doses mais altas 75% e 100% não demonstram consistência estatística com relação ao benefício ou malefício da aplicação delas nas sementes.

O presente estudo também apontou dados semelhantes ao de Santos *et al.* (2020), uma vez que, as doses mais baixas não foram significativas estatisticamente nas variáveis diâmetro de caule (mm) e área foliar (cm), já com relação a altura de planta (cm) as doses 50ml/l, 70ml/l e 100ml/l foram menos eficientes do que o tratamento testemunha e o T1 (25ml/l), demonstrando que dosagens mínimas não apresentam uma grande significância no genótipo avaliado.

Santiago *et al.* (2020) em seu estudo, sugeriu que em circunstâncias específicas determinadas concentrações de M.E oferecem uma resposta positiva em relação ao estresse hídrico e não apresenta um padrão necessariamente linear entre doses mais altas ou mais baixas.

Todos os estudos referidos apresentam semelhança com relação ao experimento apresentando neste trabalho, ou seja, a semelhança entre as variáveis analisadas com relação às doses adotadas, destacando uma diferença pouco significativa nas doses mais baixas. Enquanto as doses mais altas se mostram pouco eficientes ou atrapalham a desenvoltura da planta por fatores biológicos ainda desconhecidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medições do tratamento com controle de diâmetro e área foliar, com base nas condições edafoclimáticas e no tempo do experimento, mostraram-se não alteradas significativamente pelas doses aplicadas. No entanto, a variável altura da planta trouxe resultados promissores sobre a utilização de microrganismos eficientes no genótipo Paulistinha de feijão-caupi sob 50% Eto. Isso indica que doses mais baixas podem ter uma melhor eficiência neste fator. No entanto, novos estudos sobre dados de germinação e pós-colheita são necessários.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Francisco das Chagas Silva. **Atributos fisiológicos de sementes de cultivares de Feijão-caupi após armazenamento em câmara fria**. 2018. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/39732/1/2018_tcc_fcsalmeida.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

ANDRADE, Fernanda Maria Coutinho de. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM) instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 2020. Disponível em: <<https://vilavelha.ifes.edu.br/images/stories/biblioteca/sala-verde-virtual/agroecologia-per-macultura-e-educacao-alimentar/caderno-dos-microorganismos-eficientes-diagramado.pdf>> Acesso em: 11 de nov. 2023.

ANDRADE JUNIOR, Aderson Soares de *et al.* Evapotranspiração e coeficiente de cultura do feijão-caupi sob sistema de cultivo convencional e plantio direto. **Agrometeoros**, v. 26, n. 1, 2018.

ANDRADE JÚNIOR, Aderson Soares de; BASTOS, Edson Alves. **Irrigação**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/fejao-caupi/producao/irrigacao>. Acesso em: 11 nov. 2023.

AVILA, Giovani Mansani de Araújo et al. Use of efficient microorganisms in agriculture. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e40610817515-e40610817515, 2021.

BARROS, Bruno Gabriel Amorim et al. PROVEITO DO MELHORAMENTO GENÉTICO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 41-41, 2021.

BARROS, Samily Cristo Soares; CASTRO, Wayla Carolina Pimentel de. **Qualidade de sementes de feijão caupi (*vigna unguiculata (L.) walp.*) produzidas em Paragominas, Pará**. 2022. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, 2022. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2179/1/TCC%20Samily%20e%20Wayla.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2023.

BASTOS, Edson Barros *et al.* (Eds.). **Cultivo de feijão-caupi**. 2. ed. Brasília, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161199/1/SistemaProducaoCaupiCapituloIrrigacao.pdf> Acesso em: 11 nov. 2023.

BONFIM, F. P. G *et al.* **Caderno dos microrganismos eficientes (EM):** instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia, 32p, 2011. Disponível em: <https://estaticog1.globo.com/2014/04/16/caderno-dos-microrganismos-eficientes.pdf> Acesso em: 11 de nov. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Uso da água na agricultura de sequeiro**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-e-ibge-lancam-levantamento-sobre-uso-da-agua-na-agricultura-de-sequeiro-no-brasil-1/uso-da-agua-na-agricultura-de-sequeiro.pdf/view> Acesso em: 11 nov. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional do Semiárido (INSA). **Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro>. Acesso em: 11 nov. 2023.

Calero-Hurtado, A. *et al.* (2019). Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. **Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, 17 (1),25-33

COSTA, Antonio Félix da. **Feijão-caupi no Semiárido Brasileiro**. In: Cadernos do Semiárido Riquezas & Oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. – v. 17, n. 3 (2020). Recife: CREA-PE: Editora UFRPE, 2020.

DANTAS, José P. et al. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 425-430, 2002.

DAUALA, Gonçalves Albino. **Lâminas de irrigação no desenvolvimento e produção do feijão-caupi na região central do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/17369/DIS_PPGEA_2016_DAUALA_GONCALVES.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

DOURADO, Emuriela da Rocha. **Microrganismos eficientes (EM) no tratamento de sementes de milho**. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa. 2018.

EMBRAPA. **Cultivares de feijão-caupi (vigna) da Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cultivar/feijao-caupi-vigna>. Acesso em: 11 nov. 2023.

EMBRAPA. **História do Feijão-Caupi.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/meio-norte/historia-caupi>>. Acesso em: 11 de nov. 2023.

FEIJOO, María Andrea; REINALDO, José Ramón Mesa. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. **Revista Científica Agroecosistemas**, v. 4, n. 2, p. 31-40, 2016.

FREIRE FILHO F. R. *et al.* **Melhoramento genético de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região do Nordeste.** In: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, 30 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98249/1/LVcaupinordeste.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2023.

GOMES, João Paulo Andrade *et al.* **Uso de microrganismos eficientes como alternativa para agricultura sustentável:** um referencial teórico. 2021. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.org/articles/210604968.pdf>> Acesso em: 11 de nov. 2023.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental.** Ed. Nobel, 11° ed. Piracicaba. 1985. 466.pg

GONÇALVES, Fabiola Vieira. **Caracterização nutricional de genótipos comerciais de feijão-caupi.** 2017. 68 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/4386/2/2017%20-%20Fab%C3%ADola%20Vieira%20Goncalves.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2023.

GUZMÁN, Eduardo Sevilla. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre**, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2001.

HIGA, Teruo; PARR, James F. **Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles.** Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, v. 13, n. 2, p. 128-135, 2013.

KRUTMAN, S *et al.* **Variedades de feijão macássar *Vigna sinensis* L.: manual características e reconhecimento.** IPEANE,[1968?]. 46 p., 1968.

LIMA, C.J.G de S.; OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA; M. K. T. de; OLIVEIRA FILHO, A. F. de. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.21, n.1, p.120-127, janeiro/março de 2018.

MOURA, Jaqueline Zanon de *et al.* Nível de dano econômico para insetos desfolhadores em feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 239-246, 2014.

MOUSINHO, Francisco Edinaldo Pinto. **Viabilidade econômica da irrigação do feijão-caupi no estado do Piauí.** 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, Márcia Patrícia Paula; CARVALHO, LL de M.; SILVA, PHS. Atratividade de cultivares de feijão-caupi para alimentação de mosca-branca. In: **III CONAC, Congresso Nacional de Feijão-Caupi–Recife–PE**. 2013.

OLIVEIRA MGC *et al.* 2018. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 61p.

PAIVA, J. B. et al. Melhoramento, experimentação e fitossanidade com feijão (*Vigna simensis*), realizadas no estado do Ceará (1967/68). **Pesquisa Agropecuária do Nordeste**, v. 2, n. 2, p. 99-113, 1970.

PUGAS, A.S. *et al.* Efeito dos Microrganismos Eficientes na taxa de germinação e no crescimento da Abobrinha (*Curcubita Pepo L.*). **Cad. Agroecol.**, v.8, n.2, p.1-5. 2013.

SILVA, J. A. L. da .; NEVES, J. A. . Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 29-36, 2022. DOI: 10.5039/agraria.v6i1a748. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v6i1a748>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SIMIDU, Helena Masumi et al. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, p. 309-315, 2010.

SOUSA, Jaqueline Luz Moura. **Seleção de genótipos de feijão-caupi em condições de sequeiro e irrigado para o mercado de vagens e grãos verdes**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Piauí.

SOUSA, Diego Borges de. **Caracterização morfolométrica e fisiológica de sementes de feijão fava no município de Uruçuí - PI**. 2022. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Uruçuí, 2022. Disponível em: http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/1663/1/2023_tcc_dbsousa.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

SOUSA, Westefann dos Santos *et al.* Efficient Microorganisms in lettuce cultivation. **Revista Agrogeoambiental**, v. 12, n. 2, 2020.

SILVA, AC da. **Características agrônômicas e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, Bahia**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado)–Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 87p.

SILVA, Kaesel Jackson Damasceno e. **Pesquisa:** pulses desenvolvidas na embrapa meio-norte. [S.L.]: Embrapa, 2019. 48 slides, color. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/feijao/2019/42a-ro/app_42ro_feijao_pesquisa.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

SILVA, P. H. S.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **Guia prático de reconhecimento e controle das principais pragas do feijão-caupi**. Teresina: EMBRAPA MEIO NORTE, 2019. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1114699/1/Doc260GuiaPratic oPragasFeijaoCaupiAINFO1.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1114699/1/Doc260GuiaPratic%20PragasFeijaoCaupiAINFO1.pdf) Acesso em: 12 nov. 2023.

AGRADECIMENTOS

Neste momento de realização, é impossível não expressar minha profunda gratidão a todos que estiveram comigo para a conclusão deste trabalho. Cada pessoa que fez parte desta jornada desempenhou um papel vital e significativo, tornando este percurso mais significativo e recompensador.

Em primeiro lugar, quero expressar minha gratidão a Deus, fonte de força e inspiração, por guiar meus passos e me conceder sabedoria ao longo desta trajetória acadêmica.

À minha família, alicerces inabaláveis, agradeço por seu apoio constante, amor incondicional e pelos valores que me foram transmitidos. Cada membro da minha família é um pilar fundamental na minha vida, e este trabalho é dedicado a todos vocês.

Ao meu orientador, Professor Mário, agradeço pela orientação excepcional, paciência e expertise que foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho. Seu comprometimento com a excelência acadêmica e seu apoio contínuo foram fundamentais. Ao meu co-orientador, Thiago, obrigado pela parceria e dedicação ao longo deste projeto. Sua contribuição foi essencial para a qualidade deste trabalho.

À minha mãe, Maria Bernadete, cujo amor, apoio e encorajamento foram a luz nos momentos mais difíceis. Sua presença é uma inspiração por trás de minhas conquistas, e esse trabalho é uma expressão de gratidão pela mulher incrível que você é. Ao meu pai, Gilmar Porto, pelo apoio. Agradeço às minhas irmãs Tatiana e Thaise e ao meu irmão Tardelli por todo o apoio que me foi dado durante esse processo desafiador, sem vocês não seria possível.

Aos meus sobrinhos Thalles, João, Théo, Vinícius e Tom, pelo carinho. À minha tia Maria Elizabeth pela compreensão e apoio que me foi dado durante todos esses anos, como também, a Manoel e minhas primas Amanda, Andressa e Alana.

À minha namorada, Evelyn, agradeço por ser minha fonte de inspiração, paciência e compreensão. Sua presença tornou esta jornada mais rica, e sou grato por compartilhar este sucesso com você.

Aos meus colegas de turma, Matthaeus, Wesley, Leonardo, Ryan e Anderson, agradeço pela camaradagem, colaboração e apoio mútuo. Juntos, enfrentamos desafios e celebramos conquistas, criando laços que me levam para além destes dias acadêmicos

Este trabalho é o resultado de esforços coletivos e do apoio generoso de cada um de vocês. Obrigado por fazerem parte desta jornada!