

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DE MICRORGANISMOS BENÉFICOS NA
PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L.).**

MATHEUS LIMA SOARES

Goiânia

2022

MATHEUS LIMA SOARES

**INFLUÊNCIA DE MICRORGANISMOS BENÉFICOS NA
PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L.).**

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientador: Prof^ª Dr^ª. Martha Nascimento Castro

Goiânia

2022

MATHEUS LIMA SOARES

**INFLUÊNCIA DE MICRORGANISMOS BENÉFICOS NA
PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L.).**

BANCA EXAMINADORA

Martha Nascimento Castro

Profª Drª. Martha Nascimento Castro (Doutora em Agronomia)
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Roberta Paula de Jesus Sales

Profª Drª. Roberta Paula de Jesus (Doutora em Agronomia)
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Fábio José Gonçalves

Dr. Fábio José Gonçalves (Doutor em Agronomia)
Agrolab Laboratório Análise de Semente LTDA

Aprovada em 12/12/2022

Sumário

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. FEIJÃO CAUPI	4
3.2. MICRORGANISMOS	5
3.2.1. <i>Trichoderma asperellum</i>	6
3.2.2. <i>Bacillus subtilis</i>	7
3.2.3. <i>Serratia sp.</i>	7
3.2.4. <i>Trichoderma harzianum</i>	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	8
4.1. Descrição dos tratamentos e parcelas experimentais	9
4.3. Componentes de Produção	11
4.4. Análise estatística	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
6. CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS	16

INFLUÊNCIA DE MICRORGANISMOS BENÉFICOS NA PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L.).

INFLUENCE OF FUNCTIONAL MICROORGANISMS ON PRODUCTIVITY OF COWPEA (*Vigna unguiculata* L.).

Matheus Lima Soares

Pontifícia Universidade Católica De Goiás, Escola Politécnica, Goiânia, Go, Brasil.

RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), é um alimento rico em proteínas, vitaminas, minerais e representa uma importante fonte nutricional para os brasileiros. Devido sua baixa produtividade, a utilização de microrganismos para tratamento de sementes, e aplicação em diferentes estádios fenológicos e controle de doenças pode ser introduzido no manejo da cultura trazendo benefícios para os produtores. Este trabalho objetivou testar a influência de bioprodutos contendo microrganismos no desempenho agrônômico do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados (BIC) em esquema fatorial de 5 X 3, composto por cinco tratamentos, três épocas de aplicação dos bioprodutos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por: testemunha (T1 – testemunha: sem bioproducto), *Trichoderma asperellum* (T2), *Bacillus subtilis* (T3), *Serratia* sp. (T4), e um produto comercial, *Trichoderma harzianum* (T5). Nos resultados obtidos, observou que os tratamentos T2, T3 e T4 diferiram estatisticamente no aumento da produtividade do feijão-caupi, influenciado pelos bioprodutos. O tratamento T2, demonstrou ser o melhor na produção de vagem por planta e na produtividade de sementes enquanto o tratamento T3 mostrou melhor resultado para o peso de mil sementes. Diante do exposto, o tratamento T2 (*Trichoderma asperellum*) é o mais eficiente para aumentar a produção de feijão-caupi, independente da época de aplicação.

Palavras-chave: *Trichoderma asperellum*; *Bacillus subtilis*; *Serratia* sp.; bioprodutos.

ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata*) is a food rich in proteins, vitamins, minerals and represents an important nutritional source for brazilians. Due to its low productivity, the use of microorganisms for seed treatment, application at different phenological stages and control of plant diseases can be introduced in crop management, bringing benefits to producers. This work aimed to test the influence of bioproducts containing microorganisms on the agronomic performance of cowpea (*Vigna unguiculata*). The experiment was conducted in a Completely Randomized Design (CRD) in a 5 X 3 factorial design, consisting of five treatments, three times of application of the bioproducts and four replications. The treatments consisted of: control (T1 – control: without bioproduct), *Trichoderma asperellum* (T2), *Bacillus subtilis* (T3), *Serratia* sp. (T4), and a commercial product, *Trichoderma harzianum* (T5). In the obtained results, it was observed that the treatments T2, T3 and T4 significantly differed in the increase of the cowpea productivity, influenced by the bioproducts. The T2 treatment proved to be the best in pod production per plant and in seed productivity, while the T3 treatment showed the best result in the thousand seed weight. Given the above, the T2 treatment (*Trichoderma asperellum*) is the most efficient to increase cowpea production, regardless of the time of application.

Keywords: *Trichoderma asperellum*; *Bacillus subtilis*; *Serratia* sp.; bioproducts.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), também conhecido como feijão de praia, feijão-de-corda ou feijão-macassar, é um alimento rico em proteínas, vitaminas, minerais e representa uma importante fonte nutricional para a região dos trópicos, principalmente cultivada no nordeste do Brasil (FREIRE FILHO, 2011). Pode ser cultivado em diferentes métodos, como o plantio convencional, plantio mínimo e plantio direto. Dentre os fatores que interferem na produtividade, destacando-se; quantidades de sementes e adubo, uniformidade de plantio, profundidade de plantio, tipo de preparo do solo (CARDOSO, 2017). A utilização de microrganismos para tratamento de sementes e controle de doenças em plantas tem sido introduzido no manejo de culturas agrícolas trazendo benefícios para os produtores.

Para produção de sementes certificadas, recomenda-se utilizar baixas densidades de semeadura, de modo que cada planta resultante produza mais sementes. Os principais critérios para atribuição da qualidade das sementes incluem pureza física, umidade, danificações mecânicas, peso volumétrico, peso de mil sementes e aparência (FRANCO, 2012). Sendo o peso de mil sementes um dado importante que fornece um indicativo da qualidade das sementes a ser utilizada por hectare, bem como gerar informações para calcular a densidade de semeadura (DOUSSEAU, 2016).

Os microrganismos utilizados como inoculantes promovem crescimento das plantas por meio de mecanismos diretos e indiretos. (DOS SANTOS LOPES, 2021). Aliados a estes fatores, o uso de microrganismos tem sido utilizado a fim de aumentar a produtividade de algumas culturas agrícolas, porém pouco se sabe do efeito destes na cultura do feijão-caupi, sendo este, o objetivo deste trabalho.

2. OBJETIVO

Objetivou-se testar a influência de bioprodutos contendo microrganismos no desempenho agrônômico do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma das principais fontes de alimento da população brasileira, por séculos, é o feijão. Sendo cultivado, principalmente, em pequenas áreas pela agricultura familiar, em sistemas de policultivo ou em consórcio com outras culturas, com destaque para o milho, o cultivo dessa espécie tem sido passado de geração para geração (PELEGRINI, 2017).

No Brasil, a produção e o comércio de feijão podem ser divididos em dois grandes grupos, que são separados por suas espécies. O grupo 1 representado pelo feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) e o grupo 2 o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (WANDER, 2014). O segundo grupo era tradicionalmente cultivado apenas pela agricultura familiar. No entanto, esse padrão se alterou devido à realização de programas, pela Embrapa, de melhoramento para a obtenção de variedades com arquitetura moderna que possam ser colhidas de forma mecânica, tornado assim possível o plantio intensivo. O feijão-caupi vem sendo introduzido do Nordeste do Brasil para o Centro-Oeste pelas suas características de adaptação as condições tropicais e por apresentar baixo custo de produção, devido ao intenso trabalho de melhoramento realizado desde a década 1990 (FREIRE FILHO, 2011).

3.1. FEIJÃO CAUPI

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata*), é uma planta da família Fabaceae, apresenta-se como boa fonte de proteínas estimada em 23% a 25% na média, contendo todos os aminoácidos essenciais, e apresentando 62% em média de carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura variando em torno de 2%, e não conter colesterol. Sendo uma das principais fontes para a alimento básico da população de baixa renda do Nordeste brasileiro. Apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade. O feijão-caupi é cultivado

principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, para o consumo humano, in natura, na forma de conserva ou desidratado, também utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e, ainda, como adubação verde e proteção do solo (RIBEIRO, 2002).

Assim como em outras culturas, existem várias cultivares de feijão-caupi e uma delas é a BRS Guariba que apresenta produtividades média de 1.475 kg/ha a 2.098 kg/ha nas regiões de caatinga-cerrado e cerrado. Apresentando características fenológicas, agronômicas, hábito de crescimento indeterminado, sendo o porte semi-ereto, contendo folhas globosa, sua vagem tem o comprimento média de 17,8 cm, com 12 grãos por vagem, peso de 100 grãos de até 19,5 g, seu ciclo varia de 65-70 dias. Mesmo sendo de crescimento indeterminado, a cultivar BRS Guariba tem ramos relativamente curtos e apresenta resistência ao acamamento. Essa característica a torna adaptada à colheita mecânica (FREIRE FILHO et al., 2004).

Segundo dados da CONAB (2021) o feijão-caupi na safra de 2021/22 foi implantado em 1.352,5 mil/ha em todo Brasil, com a produção de 688 mil/t, com a produtividade média de 494 kg/ha. O Centro-Oeste foi a 2ª região que mais colaborou para essa produção, com um total de 174,5 mil/ha plantado com produção de 172,1 mil/t tendo sua produtividade média de 986 kg/ha. Essa produção ficou dividida em três estados, sendo o Mato Grosso como uma maior contribuição seguido por Goiás e o Distrito Federal. No estado do Goiás teve-se 13 mil/ha de área plantados, com produção de 15,6 mil/t e produtividade média de 1.200 kg/ha. O estado de Goiás obteve a segunda melhor produtividade por hectare de todo o Brasil, perdendo somente para o Distrito Federal com 1.240 kg/ha.

3.2. MICRORGANISMOS

Os microrganismos utilizados como inoculantes promovem crescimento das plantas por meio de mecanismos diretos e indiretos. Diretamente atuam como biofertilizantes por regular os fitormônios, aumentando a concentração de auxina, giberelina, citocinina, ácido abscísico etc. e também aumentando a

disponibilidade de elementos essenciais ao desenvolvimento vegetal, como N, P, Fe, S e K. indiretamente atuam como agentes de biocontrole, produzindo substâncias como ácidos, fitoalexinas, exopolissacarídeos, antioxidantes, bacteriocinas, enzimas e antibióticos, que induzem a resistência do hospedeiro a fitopatógenos (DOS SANTOS LOPES, 2021).

3.2.1. *Trichoderma asperellum*

Fungos do gênero *Trichoderma* tem sido utilizado em várias culturas, sendo uns dos principais microrganismos de importância para o aumento do crescimento vegetal, há alguns anos. Pode influenciar positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura, por estimular e produzir substâncias promotoras de crescimento e melhoria na nutrição das plantas, principalmente pela solubilização de fósforo (OLIVEIRA, et al., 2012). Estes fungos também atuam colonizando as raízes e aumentando o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente a produtividade da cultura, resistência a estresses abióticos e melhora o uso de nutrientes (RUBIO, et al., 2017).

Diferentes cepas de uma mesma espécie de microrganismos, incluindo o *Trichoderma*, podem atuar diferentemente quando associados às culturas, podendo ser mais ou menos eficientes para as características supracitadas. Segundo informações do fornecedor da cepa de *Trichoderma asperellum* a mesma é capaz de promover o crescimento foliar e radicular, aumentar da biomassa da planta, promover maior solubilização de nutrientes, controlar patógenos radiculares, aumentar a resistência a estresse hídricos, induzir a resistência a doenças, aumentar a produtividade, sendo indicado para todas as culturas.

3.2.2. *Bacillus subtilis*

O *Bacillus subtilis*, atua na síntese de fitohormônios, como ácido indolacético, ácido abscísico, giberelinas e citocininas, favorecendo o aumento do número de pelos radiculares e o crescimento do sistema radicular das plantas, bem como a absorção de água e nutrientes, possibilitando uma maior produção de grãos (BUCHELT, 2019).

Esta espécie de bactéria vem sendo estudada e utilizada na agricultura há alguns anos. Para exemplificar os autores Gaind & Gaur (1991), em uma área deficiente em fósforo, relataram que a inoculação com diversas estirpes de bactérias solubilizadoras de fosfato, com destaque para *Bacillus subtilis*, aumentou a disponibilidade de fósforo no solo, a absorção do nutriente, a produção de biomassa de raízes e parte aérea, bem como a produtividade de grãos de feijão.

Segundo informações do fornecedor da cepa, , estes microrganismos são capazes de realizar a promoção e crescimento radicular e foliar, aumentar a biomassa da planta, realizar a solubilização de nutrientes, estimular o perfilhamento e brotações quando for o caso, controlar os patógenos radiculares e vasculares, induzir a resistência a doenças, aumentar a produtividade, geralmente indicado para gramíneas.

3.2.3. *Serratia sp.*

O microrganismo multifuncional *Serratia sp.*, possui potencial para elevar a produção do grão de forma sustentável. O microrganismo pode trazer diversos benefícios para a planta, sendo eles o aumento da biomassa e da produtividade, maior absorção de nutrientes e a eficiência do aparato fotossintético, trazendo benefícios econômicos e ambientais, por reduzir o uso de insumos minerais sintéticos, proporcionando um menor custo de produção (NASCENTE, 2020).

Segundo informações do fornecedor da cepa, estes microrganismos são capazes de realizar a promoção de crescimento radicular, aumentar a biomassa da planta, o controle de patógenos radiculares, induzir a resistência a doenças foliares, aumentar da produtividade, com alta tecnologia para aplicação, sendo indicado para gramíneas, hortícolas, frutíferas e ornamentais.

3.2.4. *Trichoderma harzianum*

O *Trichoderma harzianum* é utilizado como biofungicida, com vários modos de ação no tratamento biológico de doenças, como a antibiose, a competição espacial e nutritiva (PATKOWSKA et al., 2018). Segundo Silva (2017) o *Trichoderma harzianum* proporcionou estímulo de proteínas relacionadas à patogenicidade (RP). Também promove o crescimento da planta sendo causado pela solubilização de fosfato e micronutrientes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o ano 2022 em um campo de produção de sementes localizado no município de Heitorai-GO, a 15°40'36.8" de latitude Sul e 49°46'13.1" de longitude Oeste, com altitude de 602 m. O tipo de solo do local é classificado como Franco-arenoso (SOLOS, 2013). O solo da área foi coletado e uma amostra encaminhada para análise química (realizado em laboratório de terceiros), (Tabela 3).

Tabela 1- caracterização dos atributos químicos do solo na profundidade de 0-0,20 m.

P mg/dm ⁻³	pH CaCl ₂	K mg/dm ⁻³	Ca cmol _c /dm ⁻³	Mg cmol _c /dm ⁻³	Al ⁺³ G	CTC g
7,5	4,5	12,0	1,7	0,3	0,1	7,3
	Argila g/Kg ⁻¹		Silte g/Kg ⁻¹		Areia g/Kg ⁻¹	
	120,0		120,0		760,0	

4.1. Descrição dos tratamentos e parcelas experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados (BIC) em esquema fatorial de 5 X 3, composto por cinco tratamentos, três épocas de aplicação dos bioprodutos e quatro repetições.

Os tratamentos foram constituídos por: testemunha (T1 – testemunha: sem bioproduto); e, da aplicação de produtos biológicos (em fase de registro no MAPA) desenvolvidos pela empresa Agrolab laboratório de análises de sementes LTDA. Estes produtos já foram testados para várias culturas (arroz, trigo, soja, milho, algodão, amendoim, girassol entre outras) gerando trabalhos, de conclusão de curso, dissertações, teses e artigos científicos. Neste trabalho, foi realizado o primeiro teste para *Vigna unguiculata*, O princípio ativo dos produtos são os microrganismos *Trichoderma asperellum* (T2), *Bacillus subtilis* (T3), *Serratia* sp. (T4), e um produto comercial, *Trichoderma harzianum* (T5).

As épocas de aplicações foram: aos 14 dias após a emergência das plantas (DAE) (AP1), 28 DAE (AP2) e, parcelas com aplicações aos 14 e 28 DAE (AP3). As diluições dos produtos para a obtenção da calda, bem como o volume aplicado foram realizados conforme as especificações do fabricante.

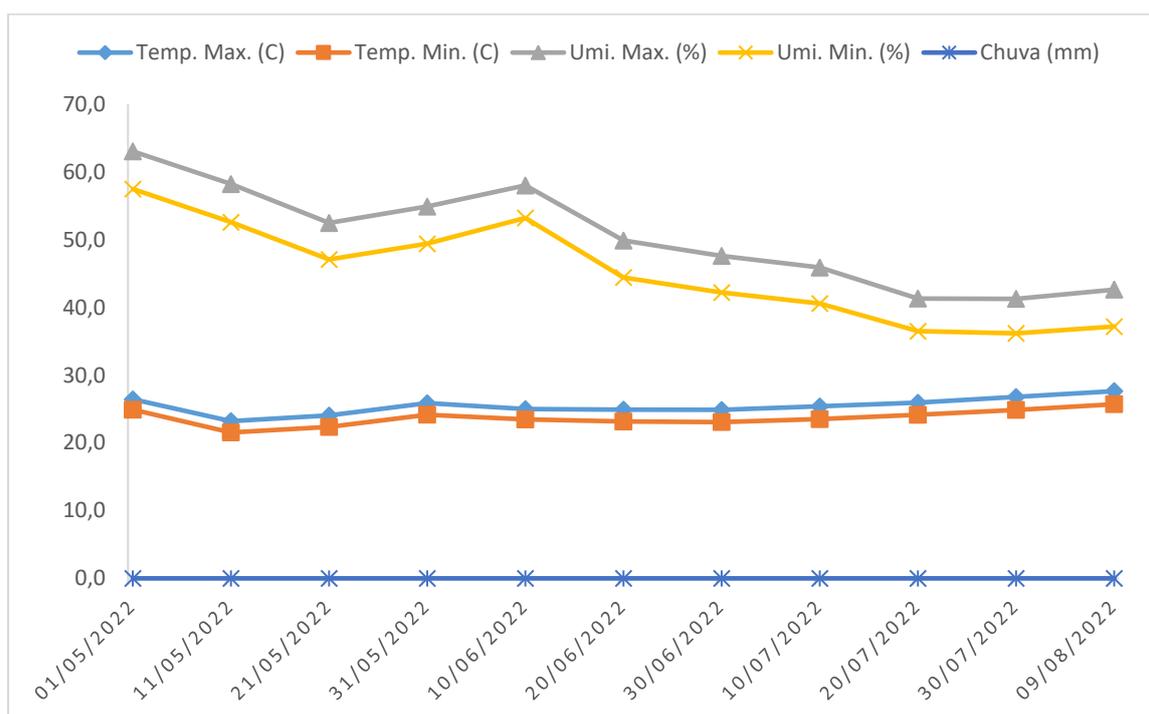
4.2. Instalação e condução do experimento

Os blocos foram compostos por quatro linhas, de quatro metros de comprimento cada, espaçamento de 50 cm entre linhas e semeadas 8 sementes da cultivar de BRS Guariba de *Vigna unguiculata* (feijão-caupi) por metro linear. A semeadura ocorreu no dia 01 de maio de 2022, sobre palhada de arroz, em sistema de plantio direto. No solo foi realizado a correção com calcário dolomítico, elevando o pH a 6,0. Para a fertilização de plantio foi usada a quantidade de 250 Kg ha⁻¹ de adubo MAP (fosfato monoamônico) e, na adubação de cobertura, a quantidade de 150 Kg ha⁻¹ de ureia (45% N) realizada aos 14 dias após o plantio (V4). Sendo esperado uma população de 160 mil plantas por hectare.

No decorrer do desenvolvimento da cultura foi realizado o controle de plantas daninhas e de pragas, sendo aplicado Basagram 480 (Bentazona) - 1,5 litros por hectare aos 20 dias após o plantio para o controle de daninhas e Bazuka Duo (bifentrina + metomil) - 1 litro por hectare aos 20 e 40 dias após o plantio para o controle de pragas (lagarta falsa medideira), não havendo necessidade de aplicação de fungicida.

O experimento ocorreu no período de estiagem de chuva na região (Figura 1), não sendo realizado o fornecimento de água, por se tratar de uma área de várzea onde anteriormente foi cultivado arroz no sistema irrigado por inundação e, a umidade do solo estava favorável ao cultivo.

Figura 1 - Variação da umidade relativa, precipitação pluvial e temperatura média no período de maio a agosto de 2022. Heitorai, GO, 2022



Fonte: INMET (2022)

A colheita foi realizada 100 DAE, sendo coletadas 32 plantas, das duas linhas centrais de cada bloco. As plantas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e encaminhado para o laboratório Agrolab laboratório de análises de sementes LTDA, situado na cidade de Goiânia-GO.

4.3. Componentes de Produção

Foram realizadas as análises dos componentes de produção: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 1000 sementes e a produtividade de grãos. As plantas coletadas, secas a temperatura ambiente, tiveram as vagens destacadas, e contadas o número de vagem por plantas. Em seguida as vagens foram trilhadas, e contado o número de sementes por vagem. Foi realizado o peso de 1000 sementes e calculando a produtividade (kg ha⁻¹).

4.4. Análise estatística

Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Skott Knott (5%).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as médias de número de vagens por planta obtidas a partir dos tratamentos.

Tabela 2 – Média do número de vagem por planta. T1 = sem bioproduto, T2 = *Trichoderma asperellum*, T3 = *Bacillus subtilis*, T4 = *Serratia* sp., T5 = *Trichoderma harzianum*. AP1 = Aplicação aos 14 dias após emergência (DAE), AP2 = 28 DAE, AP3 = 14 e 28 DAE.

Tratamentos	Aplicação		
	AP1	AP2	AP3
T1	10.25 a A	10.43 a A	11.43 a A
T2	15.56 d A	15.25 c A	15.75 c A
T3	12.00 b A	10.87 a A	10.43 a A
T4	13.75 c B	12.00 b A	13.31 b B
T5	10.62 a A	10.25 a A	10.00 a A
CV%	7,76		

Medias seguidas de letras (minúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de significância. Medias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de significância.

Fonte: Soares (2022)

Observou-se que para a média do número de vagem por planta na aplicação aos 14 dias após a emergência das plantas (AP1), houve diferença estatística para os tratamentos. Com exceção do T5 (*Trichoderma harzianum*)

que não diferiu de T1 (sem bioproduto), todos os outros tratamentos diferiram estatisticamente do controle (T1), conforme tabela 2. Dos três tratamentos, observou-se uma maior eficiência do tratamento T2 (*Trichoderma asperellum*) em comparação aos demais. Para esse tratamento o número médio de vagem foi de 15,56 enquanto para o tratamento controle o número médio de vagem foi de 10,25 (Tabela 2).

Quando a aplicação dos produtos foi realizada aos 28 dias após a emergência das plantas (AP2), somente dois tratamentos diferiram estatisticamente do T1, sendo eles o T2 e T4. Novamente, destacou-se T2 como o melhor tratamento. As plantas que receberam este produto apresentaram o número médio de vagem de 15,25, enquanto T4 apresentou média de 12,00 vagens por planta. Quando verificadas as médias de vagens para a aplicação aos 14 e 28 dias (AP3), este tratamento apresentou seus valores semelhantes a AP2 o que não os diferem estatisticamente.

Segundo Rocha et al. (2020) avaliando a resposta da cultivar BRS Guariba de feijão-caupi à inoculação de sementes com uma estirpe de rizóbio, em comparação à adubação mineral nitrogenada, verificaram um maior rendimento no enchimento das vagens e produção de grãos, quando submetidas a inoculação das sementes. Os autores observaram que plantas que tiveram sementes tratadas com o inoculante produziram mais vagens que a testemunha (4,8 e 2,8 respectivamente). Diante do exposto, os produtos utilizados no presente trabalho foram mais eficientes para o caráter número de vagem.

Oliveira (2020) avaliou a produtividade de grãos da cultura do feijão-caupi (cultivar BRS guariba) submetido a doses e fontes de adubação orgânica. Concluiu que a utilização do fertilizante orgânico, independentemente da fonte usada aumenta o número de vagens por planta quando comparada as plantas que não receberam adubação orgânica.

Quando analisado a comparação entre aplicação, todos os tratamentos demonstram ser estatisticamente semelhantes, menos o T4, que apresentou AP2 inferior a AP1 e AP3.

Para a variável peso de mil sementes foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos quando realizada a AP1, sendo T2, T3 e T4 diferentes estatisticamente de T1, exceto T5, que não diferiu de T1. Para essa

aplicação, destaca-se o T3 que diferiu de todos os demais. Para AP2, T4 foi inferior os demais tratamentos. Para essa aplicação, o destaque foi para T3 onde se obteve o maior peso de mil sementes. Quando realizada AP3 observou-se que houve diferença estatística significativa de todos os tratamentos quando comparados a T1, mas dessa vez, T5 obteve destaque. Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram melhores médias para o peso de mil sementes quando realizada a AP1. O tratamento T5 se destacou quando realizada a aplicação completa (AP3) sendo seguidos por T2 e T4, aprestados na Tabela 3.

Tabela 3 – Peso de mil sementes. T1 = sem bioproduto, T2 = *Trichoderma asperellum*, T3 = *Bacillus subtilis*, T4 = *Serratia* sp., T5 = *Trichoderma harzianum*. AP1 = Aplicação aos 14 dias após emergência (DAE), AP2 = 28 DAE, AP3 = 14 e 28 DAE.

TRATAMENTO	APLICAÇÃO		
	1	2	3
1	172,0 a B	168,9 b B	162,1 a A
2	180,5 b B	169,2 b A	177,9 c B
3	192,2 c B	179,4 c A	176,2 c A
4	178,7 b C	162,9 a A	171,7 b B
5	175,8 a B	171,1 b A	186,8 d C
CV%	2,67		

Medias seguidas de letras (minúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de significância. Medias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de significância.

Fonte: Soares (2022)

Para a produtividade de sementes (Tabela 4), na AP1 observou-se que os tratamentos tiveram diferença estatística significativa, com exceção do T5 que não diferiu de T1. Os tratamentos T2, T3 e T4 difeririam significativamente de T1 com destaque para T2 que demonstrou uma maior diferença, produzindo 51,5% a mais que o T1.

A AP2 apresentou pouca influência para produtividade, diferindo apenas o tratamento T2 com diferença estatística em comparação com os demais. O resultado obtido na AP3 demonstrou diferença significativa para os tratamentos T2 e T4 em comparação a T1, com destaque para T2 que teve 48,9% a mais que T1.

Para a variável aplicação, observou-se diferença estatística apenas na primeira AP1 para os tratamentos T3 e T4, que diferiram do tratamento T1.

Segundo Oliveira (2020) a produtividade de grãos de feijão-caupi mostrou-se melhor rendimento (613,95 kg ha⁻¹) com a utilização de 6,0 t ha⁻¹ de adubo orgânico, 37,34% a mais que a testemunha. Mostrando que os tratamentos realizados nesse trabalho obtiveram resultados melhores que a aplicação de adubo orgânico.

Tabela 4 – Produtividade de sementes de *Vigna unguiculata* em kg/ha. T1 = sem bioproduto, T2 = *Trichoderma asperellum*, T3 = *Bacillus subtilis*, T4 = *Serratia* sp., T5 = *Trichoderma harzianum*. AP1 = Aplicação aos 14 dias após emergência (DAE), AP2 = 28 DAE, AP3 = 14 e 28 DAE.

Tratamentos	Aplicação		
	AP1	AP2	AP3
T1	917.97 a A	936.74 a A	943.48 a A
T2	1391.05 c A	1299.34 b A	1404.66 c A
T3	1213.06 b B	1005.73 a A	994.57 a A
T4	1263.62 b B	1006.06 a A	1145.50 b A
T5	999.62 a A	946.62 a A	959.48 a A
CV%	8,69		

Medias seguidas de letras (minúsculas) diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de significância. Medias seguidas de letras (maiúsculas) diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de significância.

Fonte: Soares (2022)

6. CONCLUSÃO

Para produção de vagem por planta, o tratamento realizado com o produto a base de *Trichoderma asperellum* (T2), demonstrou ser o melhor, independente da sua época de aplicação. Ficando a critério do produtor a aplicação em apenas uma das épocas.

Para a produção de vagem por planta, T3 e T4 são eficientes quando a aplicação é realizada aos 14 dias após emergência das plantas (AP1).

Para o peso de mil sementes, o tratamento à base de *Bacillus subtilis* (T3) mostrou ser mais eficiente, sendo mais recomendado a sua aplicação os 14 dias após a emergência da planta.

Na produtividade de sementes os tratamentos T3 e T4 foram eficientes quando realizada a aplicação aos 14 dias após emergência (AP1).

Para a produtividade de sementes, o tratamento à base de *Trichoderma asperellum* (T2), foi o mais eficiente, independente da sua época de aplicação. Ficando a critério do produtor a aplicação em apenas uma das épocas.

O tratamento T2 é o melhor tratamento tanto para o aumento do número de vagens por planta quanto para a produtividade.

REFERÊNCIAS

BUHELDT, A. C. et al. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 4, p. 69-74, 2019.

CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de Feijão-Caupi**. 2017.

CONAB – Companhia Brasileira de Abastecimento. Primeiro levantamento de avaliação da safra 2021/22.

DOUSSEAU, S. et al. Obtenção de peso de mil sementes em genótipos de cacauero (*Theobroma cacao* L.). 2016.

DOS SANTOS L., M. J. et al. Biotecnologia microbiana: inoculação, mecanismos de ação e benefícios às plantas. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, p. e356101220585-e356101220585, 2021.

FRANCO, D. F. et al. Produção e avaliação da qualidade de sementes de arroz irrigado. Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E), 2012.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. 2011.

FREIRE FILHO, F. R. et al. BRS Guariba nova cultivar de feijão-caupi para a Região Meio-Norte. 2004.

GAIND S & GAUR AC (1991) Thermotolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mung bean. *Plant and Soil*, 133:141-149.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. 2022.

NASCENTE, A. S. et al. Microrganismo multifuncional *Serratia* sp. e doses de macronutrientes afetando o desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, n. 55, p. 20, 2020.

OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

OLIVEIRA, J. M. B. de. Produtividade de feijão-caupi sob doses e fontes de adubação orgânica no município de Chapadinha-MA. 2020.

PELEGRINI, D. F.; BEZERRA, L. M. C.; HASPARYK, Rebecca Gramiscelli. Dinâmica da produção de feijão no Brasil: progresso técnico e fragilidades. Informe Agropecuário, v. 38, n. 298, p. 84-91, 2017.

RIBEIRO, V. Q.; Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). 2002.

ROCHA, H. G. Da S.; CASTRO, H. De S.; FREITAS, J. R. B.; Resposta de feijão-caupi à inoculação com estirpe de rizóbio. Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias (ISSN: 2525-4790), v. 4, n. 2, 2020.

RUBIO, M. B.; Hermosa, R.; Vicente, R.; Gómez-Acosta, F. A.; Morcuende, R.; Monte, E. & Bettioli, W. (2017). 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*, 8, 294.

SILVA, F. F. da et al. Emergência e análise ultraestrutural de plântulas de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* sob efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum*. *Summa Phytopathologica*, v. 43, p. 41-45, 2017.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, v. 3, 2013.

WANDER, A. E.; DA SILVA, O. F.; Rentabilidade da produção de feijão no Brasil. Embrapa Arroz e Feijão-Capítulo em livro científico (ALICE), 2014.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa, com saúde e forças para chegar até o final.

Sou grato à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida.

A todos os meus amigos do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Agradeço aos professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

Também agradeço as empresas Labagron e Suprema sementes, pelo fornecimento da área e dos materiais para a realização deste trabalho.