



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS
BACHARELADO EM AGROINDÚSTRIA**

MATHEUS PETRIC RIBEIRO DO NASCIMENTO

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR DE
FEIJÃO-CAUPI, BRS ARACÊ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO E APLICAÇÃO DE
BIOESTIMULANTES**

BANANEIRAS-PB

2024

MATHEUS PETRIC RIBEIRO DO NASCIMENTO

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR DE
FEIJÃO-CAUPI, BRS ARACÊ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO E APLICAÇÃO DE
BIOESTIMULANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Agroindústria, da Universidade Federal da
Paraíba, em atendimento às exigências para
obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.

Orientadora: Profa. Dra. Raunira da Costa Araújo

BANANEIRAS-PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N244c Nascimento, Matheus Petric Ribeiro do.

Componentes de produção e produtividade do feijão caupi, hrs aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes. / Matheus Petric Ribeiro do Nascimento. - Bananeiras, 2024.

34 f. : il.

Orientação: Raunira da Costa Araújo.

Coorientação: Leonardo Tals Lima Araújo.

TCC (Graduação) - UFPB/CHEA.

1. Ácidos Húmicos. 2. Auxinas. 3. Aminoácidos. 4. Vigna unguiculata. I. Araújo, Raunira da Costa. II. Araújo, Leonardo Tals Lima. III. Título.

UFPB/BSPJAT

CDU 635.65 (043)

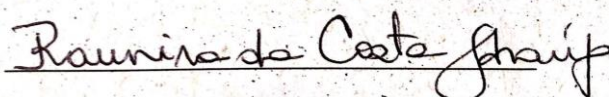
MATHEUS PETRIC RI7BEIRO DO NASCIMENTO

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR DE
FEIJÃO-CAUPI, BRS ARACÊ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO E APLICAÇÃO DE
BIOESTIMULANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroindústria, da Universidade Federal da Paraíba, em atendimento às exigências para obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.


RESULTADO: APROVADO

BANCA EXAMINADORA



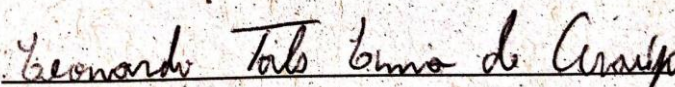
Profª Raunira da Costa Araújo

UFPB/CCHSA/ DA



Profº Lucas Borchardt Bandeira

UFPB/CCHSA/DCSA



MSc Leonardo Tals Lima de Araújo

UFPB/CCHSA/DA



Profª Gilvaneide Alves de Azeredo

UFPB/CCHSA/ DA

BANANEIRAS-PB

2024

DEDICATÓRIA

A Deus em primeiro lugar, aos meus avós, pais, e a minha filha Malu, fontes de inspiração e motivação em minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me dar força e motivação durante minha trajetória acadêmica, sem ele, nada seria possível.

Aos meus pais, Josemar do Nascimento Silva e Marcia Ribeiro da Silva, por acreditarem na minha capacidade, e me dar suporte durante todo o percurso, me incentivando e me apoiando em minhas decisões, sempre acreditaram que a educação é a chave essencial para grandes conquistas.

Aos meus avós, José Simplício e Maria Dulce, sempre acreditaram no meu potencial e não mediam esforços para que eu pudesse me manter no curso, e desta forma, concluir esta etapa.

A minha família, em nome de Débora e Malu, sempre foram minhas motivações, por todo esforço, compreensão, por muitas vezes abdicamos de momentos em família, além de outras situações, para que eu pudesse lograr êxito nesta etapa. E a todas as outras pessoas que fazem parte da minha família, foram essências neste processo.

A todos os professores que passaram em minha caminhada, grandes mestres, que dedicam suas vidas para levarem conhecimentos aos seus alunos, em especial a minha orientadora, Prof. Dra. Raunira da Costa Araújo, muito obrigado por me dar a oportunidade de conhecer a pesquisa e seus desafios, além de todas orientações nos momentos em que precisei, gostaria de agradecer também ao meu coorientador, Leonardo Tals, peça fundamental em minha caminhada.

A todos os funcionários desta instituição, fiz grandes amigos dentro desta universidade, sempre encontrei verdadeiros anjos, que ajudaram minha caminhada, meu muito obrigado.

Aos meus colegas de curso, grandes amizades que fiz durante esta etapa, dividimos os pesos da caminhada, tornando assim, menos dolorosa.

RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa estratégica no fornecimento de proteína vegetal, especialmente na África e nas regiões Nordeste e Norte do Brasil. Os bioestimulantes têm sido amplamente utilizados como reguladores vegetais sintéticos ou naturais, formados por compostos de natureza química, representados por aminoácidos, vitaminas, nutrientes e/ou microrganismos. Nesse contexto, objetivou-se com essa pesquisa, avaliar os efeitos da adubação e aplicação de bioestimulantes nos teores de clorofila, nas variáveis de crescimento e nos componentes de produção da cultivar de feijão-caupi, BRS Aracê. A pesquisa foi conduzida no setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha (T1), adubação química com base na recomendação para a cultura (T2), bioestimulante G-Active (T3), bioestimulante G Active + adubação química (T4), bioestimulante Booster (T5), bioestimulante Booster + adubação química (T6), bioestimulante Humi[K] (T7) e bioestimulante Humi[K] + adubação (T8). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para os dados dos teores foliares de nutrientes foi realizada uma análise de agrupamento e componentes principais (PCA), utilizando-se o pacote estatístico R. Os componentes de produção número de vagens por planta, massa de cem grãos e produtividade foram influenciados pelos tratamentos. A maior produtividade foi obtida no tratamento 8, composto pelo bioestimulante Humi[K] + adubação, com 446 kg ha⁻¹. Para os teores foliares de macronutrientes houve dissimilaridade entre os tratamentos, com os macronutrientes contribuindo com 82% da variância acumulada, com alta correlação entre Ca e Mg em relação aos tratamentos. Houve sinergia entre N, P, K e S, e alta relação do N com o tratamento G-Active. Para os teores foliares de micronutrientes a variância acumulada foi de 66,7%, com sinergia entre Cu, Zn e Mo; Fe e Mn, e antagonismo entre Mo e B. Os tratamentos G-Active, Booster + adubação e Humi[K] + adubação não apresentaram na PCA boas relações com os micronutrientes. A adubação e o uso de bioestimulantes não proporcionaram acréscimos significativos no diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e raiz da cultivar de feijão-caupi BRS Aracê.

Palavras-chave: Ácidos Húmicos; Auxinas; Aminoácidos; *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) is a strategic legume for supplying vegetable protein, especially in Africa and in the Northeast and North regions of Brazil. Biostimulants have been widely used as synthetic or natural plant regulators, formed by chemical compounds, represented by amino acids, vitamins, nutrients and/or microorganisms. In this context, the objective of this research was to evaluate the effects of fertilization and application of biostimulants on chlorophyll levels, growth variables and production components of the cowpea cultivar, BRS Aracê. The research was conducted in the Agriculture sector of the Center for Human, Social and Agrarian Sciences of the Federal University of Paraíba. The experimental design used was randomized blocks, with 8 treatments and 3 replications. The treatments consisted of a control (T1), chemical fertilization based on the crop recommendation (T2), G-Active biostimulant (T3), G Active biostimulant + chemical fertilization (T4), Booster biostimulant (T5), Booster biostimulant + chemical fertilization (T6), Humi[K] biostimulant (T7) and Humi[K] biostimulant + fertilization (T8). The data were subjected to analysis of variance and the means compared by Duncan's test at 5% probability. For the data on leaf nutrient contents, a grouping and principal components analysis (PCA) was performed using the R statistical package. The production components number of pods per plant, 100-grain weight and productivity were influenced by the treatments. The highest productivity was obtained in treatment 8, composed of the Humi[K] biostimulant + fertilization, with 446 kg ha⁻¹. For the foliar macronutrient contents, there was dissimilarity between treatments, with macronutrients contributing 82% of the accumulated variance, with a high correlation between Ca and Mg in relation to the treatments. There was synergy between N, P, K and S, and a high relationship between N and the G-Active treatment. For the foliar micronutrient contents, the accumulated variance was 66.7%, with synergy between Cu, Zn and Mo; Fe and Mn, and antagonism between Mo and B. The G-Active, Booster + fertilization and Humi[K] + fertilization treatments did not present good relationships with the micronutrients in the PCA. Fertilization and the use of biostimulants did not provide significant increases in the stem diameter, dry mass of the aerial part and root of the cowpea cultivar BRS Aracê.

Keywords: Humic Acids; Auxins; Amino Acids; *Vigna unguiculata*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Aparelho eletrônico cloroflog modelo Falker CFL 1030.....	21
Figura 2.	Altura das plantas (a) e processo de determinação da massa seca (b) das plantas de feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.....	22
Figura 3.	Número de vagens por planta (a), comprimento das vagens (b) e peso de cem grãos (c) das plantas de feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.....	23
Figura 4.	O <i>screepplot</i> dos autovalores dos componentes principais dos macronutrientes (a) e micronutrientes (b) foliares das plantas de feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes...	27
Figura 5.	<i>Loadings</i> para componentes principais dos teores foliares de macronutrientes em plantas de feijão-caupi, BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.....	27
Figura 6.	<i>Loadings</i> para componentes principais dos teores foliares de micronutrientes na cultivar de feijão-caupi, BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Resultados da análise química e de fertilidade do solo da área experimental.....	19
Tabela 2.	Médias da clorofila (a, b e total) das plantas do feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.....	24
Tabela 3.	Médias do diâmetro de caule e massa seca da parte aérea e raiz das plantas de feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.....	25
Tabela 4.	Componentes principais (CPs), autovalores (λ_i) e porcentagem da variância explicada e proporção acumulada (%) pelos componentes dos macros e micronutrientes foliares da cultivar de Feijão-caupi, BRS Aracê em função da adubação e bioestimulantes.....	26
Tabela 5.	Médias dos componentes de produção e produtividade da cultivar do Feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
	2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
	3.1 FEIJÃO CAUPI (<i>Vigna unguiculada</i> (L).Walp).....	15
	3.2 PRODUÇÃO DO FEIJÃO CAUPI	15
	3.3 BIOESTIMULANTES.....	16
	3.4 AÇÃO DOS BIOESTIMULANTES.....	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
	4.1 LOCAL.....	18
	4.2 SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
	4.3 PARCELAS EXPERIMENTAIS.....	19
	4.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
	4.6 VARÍAVEIS DE RESPOSTAS.....	20
	4.6.1 Clorofila	20
	4.6.2 Altura das plantas, diâmetro de caule, massa seca e teores foliares de nutrientes.	20
	4.6.3 Avaliação dos componentes de produção	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6	CONCLUSÕES	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O feijão caupi é uma leguminosa estratégica no fornecimento de proteína vegetal e de acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), 42 nações cultivam o produto. No Brasil, o Feijão-caupi é o segundo feijão mais cultivado, e se pode contabilizar 17 estados com produção expressiva, sendo as regiões Norte e Nordeste responsáveis por mais de 75% da produção nacional. No entanto, esta produção está muito alinhada ao hábito de consumo da população destas regiões. A média de produtividade do Feijão-caupi em 2022 foi de 702 kg ha⁻¹ com o DF com maior produtividade, cerca de 1.410 kg ha⁻¹, e o CE com menor produtividade, 289 kg ha⁻¹ (CHEMIM, 2022).

De acordo com Silva (2021), no Brasil, historicamente a produção do Feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste (1,2 milhão de hectares) e Norte (55,8 mil hectares), no entanto, a cultura vem ganhando espaço na região Centro-Oeste, em razão do desenvolvimento de cultivares com características que favorecem o cultivo mecanizado, contribuindo com 35,6% da área plantada e 15% da produção de feijão total do país. Na safra 2021/2022 a produção das três safras foi de 624,8 mil toneladas (Salvador *et al.*, 2021).

Na safra de 2022 e 2023, de acordo com a CONAB, o Brasil tinha uma área plantada de 867,1 mil hectares, com produtividade média de 1.147kg/ha, e uma produção de 994,2 mil toneladas. Neste cenário, o Nordeste plantou uma área de 425 mil hectares, com produtividade média de 473 kg/ha, e uma produção de 201,3 mil toneladas.

As mudanças climáticas e o rápido aumento da demanda por alimentos evidencia que existe um problema real para garantir a segurança alimentar. De acordo com o Department of Economic and Social Affairs - Populations Dynamics (UNITED NATIONS, 2019), a estimativa é que a população mundial alcance 9,6 bilhões de pessoas até o ano de 2050, o que representa um aumento de 18% da população atual. Diante deste cenário, faz-se necessário buscar alternativas mais sustentáveis de produção de alimentos, inserindo-se neste contexto, o uso de bioestimulantes.

Os bioestimulantes incluem um conjunto de substâncias e microrganismos e suas misturas que estimulam o crescimento vegetativo das plantas (Calvo *et al.*, 2014; Dias, 2020). Na literatura os bioestimulantes são definidos como substâncias advindas de algas e microrganismos, sintéticas ou naturais que incitam a absorção e eficiência dos nutrientes, sendo sua aplicação viável via semente, solo ou ainda foliar (Frasca *et al.*, 2020). Yakhin *et al.* (2017) propuseram o uso do termo bioestimulante para designar um produto formulado, de

origem biológica que melhora a produtividade devido as novas propriedades de constituintes complexos e não pela presença de nutrientes, reguladores de crescimento ou produtos com ação fitossanitária.

O uso dos bioestimulantes em várias culturas tem aumentado consideravelmente nos últimos anos e segundo Bertolini *et al.* (2010), foram verificados aumento na produtividade quando aplicado de maneira correta, por promover aumento do sistema radicular, aumento no número de vagens e no tamanho dos grãos e propiciar maior resistência a estresses ambientais nas culturas do feijão e da soja.

Frasca *et al.* (2020), pesquisando o uso de bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônômico do feijão-comum de ciclo super precoce, observaram que os produtos não promoveram acréscimos significativos nas trocas gasosas, largura foliar, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade, no entanto apresentaram resultados positivos no acúmulo de massa seca total, folhas e vagens com o uso de Micro + Ac. Fúlvicos e maior número de vagens por planta com a aplicação de Micro+ Ascophyllum.

Associando bioestimulante a indutor de resistência nos componentes de produção em feijoeiro, Bossolani *et al.* (2017) chegaram as conclusões que a combinação entre os produtos não afetou os componentes de produção do feijoeiro, no entanto, o efeito do bioestimulante se deu no aumento da produtividade, com dose ótima de 0,78 L/ha.

Brown e Saa (2015) e Stadnik, Astolfi e Freitas (2017) indicam que os bioestimulantes podem atuar diretamente na cascata de sinais das plantas ou por meio da estimulação de micro-organismos endofíticos, os quais por sua vez, produzem moléculas que beneficiam as plantas. Consideram ainda que o efeito benéfico dos bioestimulantes é resultante da redução nos assimilados desviados para o metabolismo de respostas ao estresse.

Considerando que estes produtos podem melhorar além do crescimento, o sistema de defesa da planta, o uso de bioestimuladores pode ser considerado uma estratégia importante na busca de uma agricultura sustentável (Stadnik; Astolfi; Freitas, 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos de diferentes bioestimulantes nos componentes de produção e produtividade do Feijão-caupi, nas condições do brejo paraibano.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os efeitos dos bioestimulantes sobre as características de crescimento da cultivar de Feijão-caupi, BRS Aracê;
- Estudar os efeitos dos bioestimulantes nos teores de clorofila e teores foliares de nutrientes na cultivar de Feijão-caupi, BRS Aracê.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS GERAIS DO FEIJÃO CAUPI [*Vigna unguiculada* (L.)Walp]

Originário da África Ocidental, o Feijão-caupi é uma das mais importantes leguminosas cultivadas no trópico da Ásia, sudeste europeu, América Central e do Sul, especialmente por sua capacidade de desenvolvimento e produção em regiões com temperaturas elevadas e precipitações irregulares (Akibode e Maredia, 2012).

Foram os colonizadores portugueses, no século XVI, que introduziram o Feijão-caupi no Brasil, especificamente na Bahia, ocupando primeiramente a região Nordeste e Norte, e em seguida para as regiões Centro-Oeste e Sul; inicialmente para consumo e posteriormente através da identificação da demanda de mercado (Freire Filho *et al.*, 2011).

Segundo Freire Filho (2011), o Feijão-caupi é um alimento básico para as populações de vários países das regiões tropicais e subtropicais, com grande importância nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, com tradição em seu cultivo, consumo e comércio.

O Feijão-caupi é uma excelente fonte de proteínas (23-25% em média) e contém todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média) vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média). Assim, exerce efetiva participação na dieta alimentar da população, por constituir-se em excelente fonte de proteínas e carboidratos de baixo custo (Silva, 1993; IBGE, 1996).

3.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO FEIJÃO-CAUPI

A área ocupada com Feijão-caupi, no mundo, está em torno de 12,5 milhões de ha, com 8 milhões (64% da área mundial) na parte oeste e central da África. A outra parte da área está localizada na América do Sul, América Central, e Ásia, com pequenas áreas espalhadas pelo sudoeste da Europa, sudoeste do Estados Unidos e Oceania. Entre todos os países, os principais produtores mundiais são Nigéria, Niger e Brasil (Quin, 1997). No Brasil, o Feijão-caupi é cultivado predominantemente no sertão semiárido da região Nordeste e em pequenas áreas na Amazônia. Representa 95% a 100% do total das áreas plantadas com Feijão-caupi nos Estados do Amazonas, Maranhão, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (Maia, 1996).

No Brasil, existe uma dificuldade de se obter dados mais consistentes sobre a produção do Feijão-caupi porque, muitas vezes, são misturados aos dados do feijão-comum.

Na safra 2022/2023, de acordo com a CONAB, o Brasil tinha uma área plantada de 867,1 mil hectares, com produtividade média de 1.147 kg/ha e uma produção de 994,2 mil toneladas. Neste cenário, o Nordeste plantou uma área de 425 mil hectares, com produtividade média de 473 kg/ha e uma produção de 201,3 mil toneladas. O estado da Paraíba neste período plantou uma área de 73,4 mil hectares, uma produtividade média de 336 kg/ha e uma produção de 24,7 mil toneladas (CONAB, 2022).

Compilando os dados da safra de 2022/2023 disponibilizados pela CONAB, se observa que a produção dos Estados do Maranhão (32,3 mil toneladas), Paraíba (73,4 mil toneladas), Ceará (382,3 mil toneladas), Pernambuco (95,3 mil toneladas), Bahia (50,0 mil toneladas) e Rio Grande do Norte (48,1 mil toneladas), somaram 681,4 mil toneladas. Durante muito tempo o cultivo do Feijão-caupi ficou restrito ao semiárido brasileiro, especialmente a região Nordeste e parte da região Norte, no entanto, pelos interesses internacionais no grão, a cultura ganhou expressão nas regiões do agronegócio, especialmente na região Centro-Oeste, em um modelo de produção com aportes tecnológicos, sementes melhoradas e plantio em mais de uma safra que contribuem para maiores produções, condições bastante diferentes do sistema de plantio nas regiões Norte-Nordeste, em que o sistema de cultivo adotado por pequenos e médios produtores apresenta poucas tecnologias de cultivo, uso de cultivares tradicionais com baixo potencial produtivo e à baixa disponibilidade de nutrientes no solo (Cavalcante *et al.*, 2017), aliada a falta de uma recomendação de adubação adequada, a escassez de água e a incidência de pragas e doenças, fatores que contribuem com a baixa produtividade na região.

3.3 BIOESTIMULANTES

Lançado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em maio de 2020, o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) conceitua bioestimulantes como: “produto que contém substância natural com diferentes composições, concentrações e proporções, que pode ser aplicado diretamente nas plantas, nas sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade das sementes, estimular o desenvolvimento radicular, favorecer o equilíbrio hormonal da planta e a germinação mais rápida e uniforme, interferir no desenvolvimento vegetal, estimular a divisão, a diferenciação e o alongamento celular, incluídos os processos e as tecnologias derivados do bioestimulante”

Os bioestimulantes são definidos como uma mistura de reguladores de crescimento, compostos por hormônios vegetais ou hormônios sintéticos que, quando aplicados na planta,

agem diretamente na fisiologia do vegetal, potencializando o seu desenvolvimento (Calvo *et al.*, 2014). Esses produtos também podem ser definidos como promotores de crescimento vegetal não nutritivos, sendo seu efeito baseado no estímulo à absorção de nutrientes e formação de quelatos orgânicos e na promoção do equilíbrio hormonal da planta (Elliott *et al.*, 1996). São aplicados exogenamente em pequenas quantidades via foliar, solo ou semente e possuem ações similares a grupos de hormônios vegetais conhecidos (Du Annin *et al.*, 2012) Klahold *et al.*, (2006).

Em condições de campo as culturas estão sujeitas a vários estresses, e neste sentido, de acordo com Ecco *et al.*, (2019), uma técnica de manejo que pode contribuir para maior competição da planta com estes fatores adversos e contribuir para o aumento de produtividade, é o uso de bioestimulantes. Ecco *et al.*, (2019), estudando doses do bioestimulante Stimulate®, aplicado no período vegetativo na produção de soja, observaram que houve resposta linear crescente até a dose de 800 mL/ha para a maioria das variáveis, no entanto não foi similar para o comprimento da raiz principal e produtividade, sinalizando que a dose de 340 mL/ha é economicamente mais viável ao produtor para obter alta produtividade.

Pesquisando os efeitos de diferentes bioestimulantes na cultura do feijoeiro comum, Pavezi, Favarão e Korte (2017), observaram que todos os bioestimulantes testados promoveram maior número de vagens e comprimento radicular, indicando que para altura de plantas e produtividade, os bioestimulantes Nobrico Star®, Top MR® e CropZin® apresentaram melhores respostas.

Associando bioestimulante a indutor de resistência nos componentes de produção em feijoeiro, Bossolani *et al.* (2017) chegaram as conclusões que a combinação entre os produtos não afetou os componentes de produção do feijoeiro, no entanto, o efeito do bioestimulante se deu no aumento de produtividade, com dose ótima de 0,78 L/ha.

3.4 AÇÃO DOS BIOESTIMULANTES

Existe na literatura uma dificuldade de entendimento de como agem os bioestimulantes e neste sentido, Nardi *et al.* (2016) explicam considerando o fato que os bioestimulantes são derivados de um conjunto diverso de materiais orgânicos e inorgânicos, incluindo fermentações microbiológicas de substratos animal, vegetal, micro-organismos, macro e microalgas, hidrolisados proteicos, substâncias fúlvicas e húmicas, dentre outros, preparados por processos industriais distintos.

Brown e Saa (2015) apud Stadnik, Astolfi e Freitas (2017) indicam que os bioestimulantes podem atuar diretamente na cascata de sinais das plantas ou por meio da estimulação de micro-organismos endofíticos, os quais por sua vez, produzem moléculas que beneficiam as plantas. Consideram ainda que o efeito benéfico dos bioestimulantes é resultante da redução nos assimilados desviados para o metabolismo de respostas ao estresse.

Os efeitos dos bioestimulantes podem ser influenciados por fatores ambientais como evidencia Oliveira *et al.* (2013) com o uso de estresse salino e de acordo com Cunha *et al.* (2016), para se obter maior eficiência do bioestimulante na produção agrícola, é fundamental o desenvolvimento de pesquisas sob diferentes condições ambientais de cultivo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba, no município de Bananeiras.

O município de Bananeiras-PB, localiza-se na mesorregião do Agreste e microrregião do Brejo Paraibano, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 6° 46' S, longitude de 35° 38' W e altitude aproximada de 552,0 metros, distando 94,12 km da capital João Pessoa. O clima classificado por Koppen é do tipo As sendo Tropical Chuvoso, com verão seco e distribuição pluviométrica anual irregular (1.174,7 mm).

4.2 SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo Distrófico (Embrapa, 2013) de textura argilo-arenosa. Antes da implantação do experimento foi realizada uma amostragem do solo, à profundidade de 0-20 cm, e encaminhada ao Laboratório de Solos do CCHSA.

Os resultados da análise encontram-se na Tabela 1 e serviu de base para fazer a recomendação da adubação química com base na recomendação de adubação para o estado de Pernambuco (2008).

Tabela 1: Resultados da análise química e de fertilidade do solo da área experimental.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	V	M.O.	K ⁺	C. Org.
H ₂ O (1:2,5)		mg/d m ³				cmol _c /dm ³				%	g/kg	cmol /dm ³	g/kg
6,28	317,3	80,45	0,14	2,97	0,05	4,80	1,60	6,75	9,72	69,44	33,46	0,21	19,41

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha (T1), adubação química, utilizando-se super fosfato simples (SSP), e cloreto de potássio (KCl), com base na recomendação para a cultura do Estado de Pernambuco (T2), bioestimulante G-Active (T3), bioestimulante G-Active + adubação química (T4), bioestimulante Booster (T5), bioestimulante Booster + adubação química (T6), bioestimulante Humi[K] (T7) e bioestimulante Humi[K] + adubação (T8). A área experimental foi constituída por 24 parcelas, com 4 m² de área. O bioestimulante G-Active tem em sua composição cálcio e boro. O Booster contém molibdênio e zinco e o Humi[K], contém ácidos húmicos, potássio e algas marinhas.

4.4 PARCELAS EXPERIMENTAIS

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de plantio, com espaçamento entre elas de 60 cm, e 10 cm das fileiras laterais até a borda da parcela. As linhas de plantio constaram de oito plantas por metro linear, totalizando 16 plantas por fileira, com 64 plantas por parcela experimental. Foram consideradas como área útil de cada parcela, as duas fileiras centrais. Para o preparo da área, foi realizada uma capina para eliminar as plantas espontâneas e em seguida, a camada superficial do solo foi descompactada utilizando-se de um micro trator.

4.5 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O plantio foi realizado utilizando-se três sementes por berço da cultivar de feijão-caupi, BRS Aracê. Com 15 dias após o plantio foi feito o desbaste das plantas em cada parcela, ficando apenas uma planta por berço. O critério usado no desbaste foi o de se deixar sempre o indivíduo mais vigoroso.

Os tratos culturais como capinas e controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com a necessidade da cultura durante a condução do experimento. As plantas foram irrigadas por um sistema de micro aspersão, usando-se um micro aspersor em cada parcela. O cálculo da lâmina d'água necessária foi feito seguindo a equação da evapotranspiração em que:

$$ET_c = ET_o \times K_c.$$

Para: ET_c : evapotranspiração da cultura; ET_o : evapotranspiração de referência; K_c : coeficiente da cultura.

A aplicação dos bioestimulantes foi realizada nos estágios vegetativos V3 (surgimento da primeira folha composta formada por três menores (trifoliada) que se exibem completamente abertas e planas; e no estágio V4 (terceira folha trifoliada encontra-se completamente aberta e plana, ocorrendo o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários da cultura), seguindo-se as recomendações de uso dos fabricantes, com um total de duas aplicações.

Durante a condução do experimento ocorreram ataques de vaquinhas e algumas doenças fúngicas, controlando-se apenas a praga.

4.6 VARIÁVEIS DE RESPOSTAS

4.6.1 CLOROFILA

A medição da clorofila a, b e total (CL a, CL b e CL TL) foi determinada no estágio R5 (ocorre o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários e o surgimento dos primeiros botões florais) com o aparelho eletrônico portátil ClorofiLOG®, modelo Falker CFL 1030 (Figura 1). As aferições foram realizadas no período da manhã, tomando-se como critério a terceira folha expandida do ramo principal. Para cada parcela foram escolhidas quatro plantas aleatoriamente, fazendo-se apenas uma leitura no folíolo central, evitando-se as nervuras.

Figura 1: Aparelho eletrônico clorofilog modelo Falker CFL 1030



Fonte: Autor

4.6.2 DIÂMETRO DO CAULE, MASSA SECA E TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES

No período de pré-florescimento, foram escolhidas ao acaso quatro plantas por parcela para determinação do diâmetro do caule, massa seca de raiz e parte aérea. As plantas foram encaminhadas para o laboratório, separadas em raiz, caule e folhas. As raízes foram lavadas para retirada do excesso de solo com auxílio de uma peneira, enxugadas e pesadas. Determinada a massa fresca de cada parte, foram acondicionadas em sacos de papel identificados, e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 60-70°C até atingir peso constante (Figura 2).

Para determinação dos teores foliares de nutrientes, foram coletadas, no início da floração, a terceira ou quarta folha a partir do folíolo central de três plantas/parcela, ao acaso. Após a coleta, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório, lavadas com água deionizada e postas para secar naturalmente na bancada. Em seguida, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de 65 °C, até atingir peso constante. Depois de secas, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e armazenadas. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório Plant Soil na cidade de Petrolina-PE.

Figura 2. Altura das plantas (a) e processo de determinação da massa seca (b) das plantas de feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes



Fonte: Autor.

4.6.3 AVALIAÇÕES DOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO

Foram coletadas aleatoriamente da área útil seis plantas das linhas centrais de cada parcela para determinação dos componentes de produção e produtividade, avaliando-se:

- Número de Vagens por Planta (NVP): obtido pela média do número total de vagens colhidas (Figura 3a).
- Número de Grãos por Vagem (NGV): determinado pela contagem em quatro plantas da parcela útil de cada tratamento.
- Peso de Cem Grãos (PCG): determinado pela contagem de 100 grãos/parcela ao acaso, e posteriormente pesados (g). (Figura 3c).
- Produtividade (PRODUT): estimada em função do rendimento da área útil de cada parcela experimental e transformada de g. parcela-1 para kg. Há-1.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Para os dados dos teores foliares de nutrientes foi realizada uma análise de agrupamento e componentes principais. A análise de componentes principais (ACP) foi realizada para diferentes grupos de variáveis e baseada na matriz de correlação dessas variáveis, com o uso do programa estatístico R, versão 3.4.1 (R Core Team, 2017).

Figura 3. Número de vagens por planta (a), comprimento das vagens (b) e peso de cem grãos (c) das plantas de feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes



Fonte: Autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CLOROFILA

Na Tabela 2, para os índices de clorofila **a b** e total, não foram observadas diferenças significativas. Silva *et al.* (2016), trabalhando na morfologia e produção do feijoeiro comum em função da aplicação de bioestimulantes, também não encontraram resultados significativos, e acreditam, que possivelmente a adubação nitrogenada de base e em cobertura foram suficientes para suprir a necessidade de nitrogênio para formação de clorofila.

Nascimento (2009) preconiza que o índice de clorofila é uma característica muito importante de ser avaliada, pois por meio dela determina-se a eficiência da planta na absorção da radiação solar pelas folhas. Quanto maior a eficiência, maior a taxa fotossintética, resultando em maior produtividade de grãos.

Tabela 2. Médias da clorofila (a, b e total) das plantas do feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes

Tratamentos	Clorofila A (IFC)	Clorofila B (IFC)	Total (IFC)
Testemunha (T1)	34,63 a	14,63 a	49,26 a
Adubação (T2)	36,76 a	15,96 a	52,70 a
G-Active (T3)	35,53 a	14,50 a	50,03 a
G-Active+ Adb (T4)	39,13 a	17,93 a	57,03 a
Booster (T5)	34,33 a	13,66 a	47,90 a
Booster + Adb (T6)	34,20 a	13,70 a	47,86 a
Humi[K] (T7)	34,63 a	13,53 a	48,10 a
Humi[K]+Adb (T8)	36,70 a	16,76 a	53,43 a
CV	7,89 %	17,38 %	10,41 %

IFC: Índice de Clorofila Falker.

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

5.2 DIÂMETRO DE CAULE, MASSA SECA E TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES.

Na Tabela 3 estão as médias das variáveis de altura, diâmetro de caule e massa seca das plantas do Feijão-Caupi BRS Aracê.

Tabela 3. Médias do diâmetro de caule e massa seca da parte aérea e raiz das plantas de feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes

Tratamentos	Diâmetro (mm)	Massa seca raiz (g)	Massa seca parte aérea (g)
Testemunha (T1)	8,63 a	1,54 a	26,7 a
Adubação (T2)	9,96 a	1,48 a	24,0 a
G-Active (T3)	8,53 a	0,84 a	17,2 a
G-Active + Adb (T4)	10,53 a	1,35 a	22,2 a
Booster (T5)	8,50 a	1,17 a	24,6 a
Booster + Adb (T6)	9,06 a	1,09 a	24,2 a
Humi[K] (T7)	8,90 a	1,01 a	21,4 a
Humi[K] + Adb (T8)	9,53 a	1,38 a	25,5 a
CV	11,45 %	20,40 %	16,77 %

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

Na variável de diâmetro de caule, os tratamentos com os bioestimulantes e a adubação química não exerceram efeitos significativos.

Na variável matéria seca da raiz e da parte aérea também não houve diferença significativa entre os tratamentos aos 53 dias após o plantio. Existem processos como a realocação de assimilados na fase vegetativa para a fase reprodutiva na planta, tendo assim, perdas de massa, as vagens e grãos se tornam drenos na fase reprodutiva da planta. Almeida e Soratto (2014) observaram que a aplicação de bioestimulantes no feijoeiro, não influenciou a massa de matéria seca em nenhum estágio estudado (V4, R5 e R6), tais resultados indicam que apesar da ação dos reguladores de crescimento, a produção de matéria seca de qualquer cultura é fortemente ligada pela interceptação da luz e capacidade de conversão desta em biomassa, que depende diretamente dos fatores ambientais. Em relação à parte aérea, Santos *et*

al., (2013) observaram comportamentos de crescimento linear em todos os tratamentos com bioestimulantes no milho, não havendo diferenças, comprovando o efeito positivo das substâncias contidas no bioestimulante utilizado. Conforme os autores, os reguladores de crescimento exercem importância na síntese de substâncias de reserva, e aumentam a absorção e utilização de nutrientes.

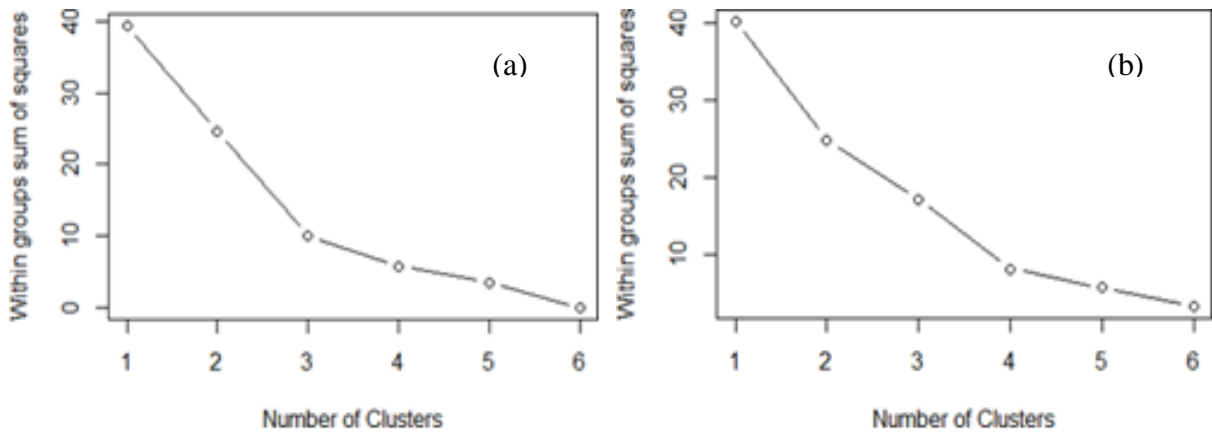
Com base nos resultados obtidos pela técnica dos componentes principais, os respectivos autovalores e porcentagens da variância explicada por cada um estão apresentados na Tabela 4. Os dois primeiros componentes principais (CPs) foram responsáveis por 81,95 e 66,77% da variação total, sobre a caracterização dos macros e micronutrientes foliares, respectivamente, em que o PC1 foi responsável por 48,45 e 38,75% e o segundo, PC2, por 20,02% das variações dos dados.

Tabela 4. Componentes principais (CPs), autovalores (λ_i) e porcentagem da variância explicada e proporção acumulada (%) pelos componentes dos macros e micronutrientes foliares da cultivar de Feijão-caupi, BRS Aracê em função da adubação e bioestimulantes

Componentes principais	Autovalores	Proporção	Proporção acumulada
	(λ_i)	(%)	
Macronutrientes			
1	2,907	48,45	48,45
2	2,010	33,50	81,95
3	0,770	12,83	94,78
4	0,260	4,34	99,12
5	0,046	0,77	99,89
6	0,007	0,12	100,00
Micronutrientes			
1	2,325	38,75	38,75
2	1,681	20,02	66,77
3	1,028	17,24	83,91
4	0,631	10,52	94,42
5	0,227	3,79	98,21
6	0,107	1,79	100,00

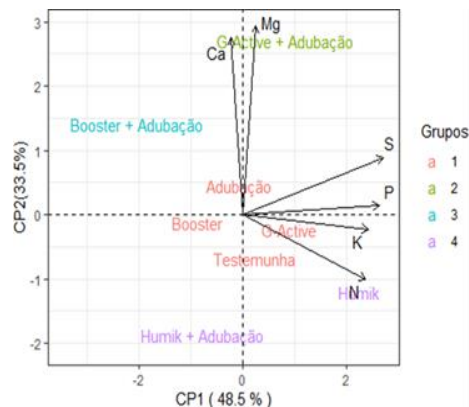
Para a determinação do número de componentes principais, verificou-se que os dois primeiros CPs gerados a partir desta análise tem autovalores >1 ($\lambda_i > 1$) (Fraga, *et al.*, 2015);(Kaiser, 1958); e foi responsável por 81,95 e 66,77% da variância total no conjunto de dados, com os dois CPs retidos, com o auxílio do screeplot (Figura 4ª a, b). Portanto, dois primeiros componentes principais resumem efetivamente a variância amostral total e podem ser utilizados para o estudo do conjunto de dados.

Figura 4. O *screeplot* dos autovalores dos componentes principais dos macronutrientes (a) e micronutrientes (b) foliares das plantas de feijão-Caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes



A variância explicada pelos dois componentes principais (PCs) foi de 81,95% para os teores foliares (macronutrientes). As variáveis que mais contribuíram no componente principal 1 (PC1) foram S, P, K e N e no CP2 as variáveis que mais contribuíram foram Mg e Ca, correspondendo àquelas de maior módulo nos respectivos eixos do gráfico da Figura 5.

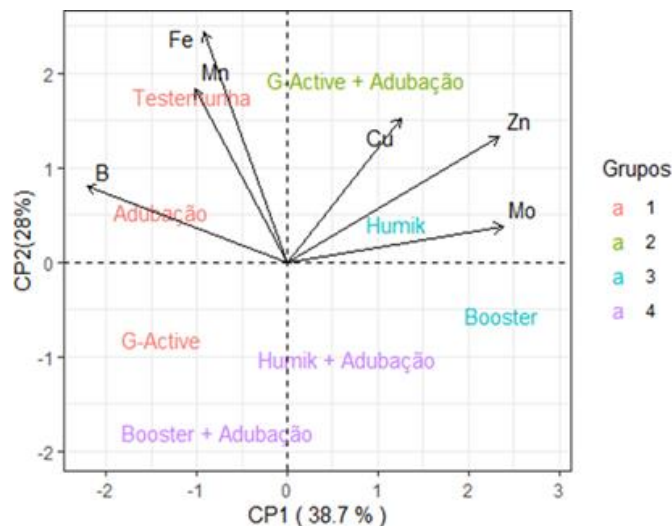
Figura 5. *Loadings* para componentes principais dos teores foliares de macronutrientes em plantas de feijão-caupi, BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes.



No correspondente gráfico das amostras, pode ser observada a clara separação das amostras dos teores foliares correspondentes à Humik das demais na CP1 e G-Active + Adubação na CP2, respectivamente. A separação das amostras nos CPs pode ser explicada pela contribuição relativa das variáveis originais no cálculo de cada CP e pelo gráfico de peso (*loadings*).

A variância explicada pelos dois componentes principais (PCs) foi de 66,77% para os teores foliares dos micronutrientes. As variáveis que mais contribuíram no componente principal 1 (PC1) foram Mo, Zn e B e no CP2 as variáveis que mais contribuíram foram Fe, Mn e Cu, correspondendo àquelas de maior módulo nos respectivos eixos do gráfico da Figura 6.

Figura 6. *Loadings* para componentes principais dos teores foliares de micronutrientes na cultivar de feijão-caupi, BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes



No correspondente gráfico das amostras, pode ser observada a clara separação dos teores foliares correspondentes à Humik e Booster das demais no CP1 e testemunha, adubação e G-Active + adubação das demais no CP2, respectivamente. A separação das amostras nos CPs pode ser explicada pela contribuição relativa das variáveis originais no cálculo de cada CP e pelo gráfico de peso (*loadings*). Os teores foliares obtidos nestas análises estão dentro da faixa adequada encontrada na literatura para as plantas de feijoeiro.

5.3 AVALIAÇÕES DOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO

Na Tabela 5 estão as médias dos componentes de produção e produtividade da cultivar do Feijão-Caupi BRS Aracê. Os tratamentos com o uso dos bioestimulantes, assim como a adubação química recomendada, não tiveram diferenças significativas para a variável de N° de grãos por vagens.

Tabela 5. Médias dos componentes de produção e produtividade da cultivar do Feijão-caupi BRS Aracê em função da adubação e aplicação de bioestimulantes

Tratamentos	N ° Grãos/vagens	N ° Vagens/planta	Massa de cem grãos	Produtividade kg ha -1
Testemunha (T1)	10,03 a	5,8 bc	13,1 ab	313,2 ab
Adubação (T2)	9,40 a	9,5 ab	15,6 a	438,0 a
G-Active (T3)	9,13 a	6,2 bc	14,7 a	245,5 b
G-Active + Adb (T4)	8,16 a	10,4 a	15,6 a	427,9 a
Booster (T5)	8,50 a	5,3 c	13,8 ab	295,3 ab
Booster + Adb (T6)	9,30 a	9,3 ab	14,1 ab	438,0 a
Humi[K] (T7)	10,43 a	8,2 abc	11,7 b	312,3 ab
Humi[K] + Adb (T8)	8,80 a	8,1 abc	15,1 a	446,8 a
CV	9,91 %	24,31 %	9,33 %	22,17 %

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

Os tratamentos com o uso dos bioestimulantes, assim como a adubação química recomendada não exerceram efeitos significativos para a variável número de grãos por vagem. Guerra et.al. (2020) pesquisando a produtividade de grãos e de biomassa da parte aérea de cultivares de feijão-caupi, observaram um número de grãos/vagem de 13,4, superior aos valores médios encontrados nesse experimento, provavelmente em função das condições de cultivo.

Na literatura são encontrados trabalhos nos quais os resultados se assemelham aos encontrados nesta pesquisa, como Dourado Neto *et al.* (2014), trabalhando com bioestimulantes no feijoeiro comum não encontraram resultados significativos para a variável de n° de grãos por vagens, e no número de vagens por planta. Os bioestimulantes utilizados

nesta pesquisa tem em sua composição cálcio, magnésio, fósforo, potássio, entre outras substâncias, substâncias essas que são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, cada uma com uma função específica, como por exemplo, o cálcio, que atua diretamente no fortalecimento das raízes, além de ajudar na divisão celular e na formação de novas células radiculares, assim como na prevenção de invasões de determinados fungos e bactérias.

Para a variável de N° de vagens por plantas, houve diferença entre os tratamentos, destacando-se o tratamento composto pelo bioestimulante G-Active + Adubação química, com média de 10,4 vagens por planta. Os resultados encontrados corroboram com os encontrados por Abrantes et al. (2011), que obteve resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. O bioestimulante G-Active tem em sua composição os minerais cálcio e boro, elementos essenciais para o feijoeiro. Segundo Fageria et al. (2015), dentre os micronutrientes, o B merece atenção especial na nutrição do feijão-comum, devido ao seu papel fundamental em processos fisiológicos na planta, os quais impactam diretamente na produtividade, tais como: germinação dos grãos de pólen e o crescimento do tubo polínico; a formação da parede celular; translocação de carboidratos, que são essenciais para a produção de grãos. Além disso, o B pode afetar o nível de Ca^{2+} no citosol e o processo de estabilização de proteínas (González-Fontes *et al.*, 2014).

A massa de cem grãos foi influenciada pelos tratamentos, com maior incremento dessa variável nos tratamentos (T2) e (T4), compostos pela adubação química e o bioestimulante G-Active + Adubação, respectivamente. Dourado Neto *et al.* (2014) trabalhando com aplicação do fitorregulador na cultura do feijão, observaram que devido ao efeito dos bioestimulantes ser variável em função do estágio fenológico da planta, sua ação é mais efetiva na emergência das plântulas e no desenvolvimento inicial, e não encontrou incrementos na massa de cem grãos em seu trabalho.

Para a produtividade do feijão-caupi-BRS Aracê, em função da aplicação de bioestimulantes e adubação química, os tratamentos exerceram efeitos significativos, destacando-se com maior produção o tratamento 8 (T8), composto pelo bioestimulante Humi[K] + Adubação, com média de 446,8 kg ha⁻¹. A média da produtividade do feijão-caupi nas condições de Bananeiras-PB, no brejo Paraibano foi de 364,6 kg há⁻¹, abaixo da média de produtividade (1.246 kg ha⁻¹) encontrada por Freire Filho *et al.* (2009) e Vilarinho et al. (2010), com 985 kg há⁻¹, no entanto, a média da produtividade do feijão-caupi em 2022 foi de 702 kg há⁻¹, destacando-se como maior produtor o Distrito Federal, com 1.1410 kg há⁻¹ (CONAB, 2022)

6 CONCLUSÕES

A adubação e o uso de bioestimulantes não proporcionaram acréscimos significativos no diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e raiz da cultivar de feijão-caupi BRS Aracê.

O número de vagens por planta, massa de cem grãos e a produtividade do feijão-caupi foram influenciados positivamente com a utilização da adubação e os bioestimulantes.

Os teores foliares de macronutrientes na cultivar de feijão-caupi BRS Aracê foram influenciados pela adubação e aplicação de bioestimulantes com alta relação dos teores de N com o bioestimulante G-Active.

Os bioestimulantes G-Active, Booster e Humi[K] não apresentaram boas relações com os teores foliares de micronutrientes na cultivar de feijão-caupi, BRS Aracê.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L.; SÁ M. E. de; DOUZA, L. C. D. de; et al. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 41, n.2, p. 148-154, abr/jun. 2011.
- AKIBODE, S.; MAREDIA, M. Global and regional trends in production, trade and consumption of food legume crops. department of agricultural, **Food and Resource Economics**: Michigan State University, p. 1–83, 2012. Disponível: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.136293>. Acesso: 07/10/2024.
- BOSSOLANI, J. W.; SÁ, M. E. de; MERLOTI, L. F.; BETTIOL, J. V. T.; OLIVEIRA, G. R. de; PEREIRA, D. dos S. Bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos componentes da produção do feijoeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n.4, p.307-314, 2017.
- CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M. T.; BERTINO, A. M. P. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista Ciências Agrárias**, 60, 1, 38-44.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra de grãos**, n. 12, v.6, safra 2018/2019, setembro 2019.
- CUNHA, R. C.; OLIVEIRA, F.de A. de; SOUZA, M. W. de L.; MEDEIROS, J. F. de; LIMA, L. A.; OLIVEIRA, M. K. T. de. Ação de bioestimulante no desenvolvimento inicial do milho doce submetido ao estresse salino. **Irriga**, Botucatu, p.191-204, 2016.
- DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3-14, 2015.
- ECCO, M.; MORAIS, W. G.; REUTER, R. J.; POTTKER, V. L.; LENHARDT, V. L.; VANZELLA, T. Uso de diferentes tratamentos de bioestímulo vegetal na cultura da soja. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, v.21, nº2, p.269-286, 2019.
- FAO, IFAD, WFP. **The state of food insecurity in the world** [Internet]. Rome: FAO; 2015 [cited 2019 Jun 28]. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf> (Acesso em 30/04/2020).

Chamim, F. **Cenário brasileiro do Feijão-caupi**. 30 de novembro de 2022. Disponível em: <https://www.ibrafe.org/artigo/cenario-brasileiro-do-feijao-caupi>. Acesso em 29 de julho de 2024.

FRASCA, L. L. de M.; NASCENTE, A. S.; LANNA, A. C.; CARVALHO, M. C. S, COSTA, G. G. Bioestimulantes no crescimento e desempenho agrônômico do feijão-comum de ciclo superprecoce. **Revista Agrarian**, v.13, n.47, p.27-41. 2020.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. IV Reunião de Biofortificação. Teresina, PI. 2011. 21p.

ANTÔNIO CARLOS REIS DE FREITAS, A. C. R.. **Importância socioeconômica**. Embrapa Cocais. 20/12/2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao-caupi/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 30 de julho de 2024.

GOMES, DO N. ASCIMENTO, F. elipe; ANJOS, D. anilo N. oqueira dos. **Influência de Bioestimulantes sobre a qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho**. Pesquisa Agropecuária brasileira, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 72–85, 2023. DOI: 10.33912/pagro.v7i1.791. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/agro/article/view/791>. Acesso em: 16 set. 2024.

HAWRYLAT-NOWAK, B.; HASANUZZAMAN, M.; WÓJCIK, M. Bioestimulation and biofortification of crop plants- new challenges for modern agriculture. **Acta agrobotanica**, v.2 , n.2, p. 1777-1781.

LIRA, V. anessa de A. raújo. **Fenologia de leguminosas graníferas e efeito de ácido húmico na produtividade de leguminosas inoculadas com Bradyrhizobium no Maranhão**. 2023. p. 1-76. f. Tese (Doutorado em Programa de Pós-graduação em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2023. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/jspui/handle/123456789/2926>. Acesso em 16/09/2024.

MACHADO, B. árbara de A. raujo. **Potencial agrônômico do uso de bioestimulante associado ao óleo de nim no cultivo de feijão rajado**. 2023. p. 1-31. f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/38288>. Acesso em: 16/09/2024.

MARÇAL, A. F. A. - **Efeito dos bioestimulantes Ficosagro® e Cystium-K® na produtividade do tomate em estufa na região do Oeste**. Lisboa: ISA, 2021, 55 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/23597>. Acesso em: 16/09/2024.

MÓGOR, A. F. Interfaces entre legislação, pesquisa científica e mercado de bioestimulantes. In: **Anais do I Simpósio Latino-Americano Sobre Bioestimulantes na Agricultura**. Florianópolis –SC, p.24-27, 2017.

NARDI S.; PIZZEGHELLO D.; SCHIAVON M.; ERTANI A. Plant biostimulants: physiological. PETRI, J. L.; FENILI, C. L.; SEZERINO, A. A. Perspectivas e uso de bioestimulantes na fruticultura. In: **Anais do I Simpósio Latino-Americano Sobre Bioestimulantes na Agricultura**. Florianópolis –SC, p.32-34, 2017.

OLIVEIRA, F. de A. *et al.* Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17 n. 5, p. 466-471, 2013. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/>. Acesso em: 16/09/2024.

SILVA, R. I. A. *et al.* Morfologia e produção de feijão comum em função da aplicação de bioestimulante. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 12, n. 10, 2016. DOI: 10.14808/sci.plena.2016.100201. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/3178>. Acesso em: 16 set. 2024.

SILVEIRA, P. M. *et al.* Teores foliares de cálcio e boro no feijoeiro influenciados pelo tempo de molhamento da água de irrigação por pivô-central. **Global Science and Technology**, v. 13, n. 3, p.36-40, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222429/1/gst-v13-2020.pdf>. Acesso em 16/09/2024.

STADNIK, M. J.; ASTOLFI, P.; FREITAS, M. B. Bioestimulantes: uma perspectiva global e desafios para América Latina. In: **Anais do I Simpósio Latino-Americano Sobre Bioestimulantes na Agricultura**. Florianópolis –SC, p.18-23, 2017.

TAVARES, Natanael de oliveira.; MORAIS, S.ylvia De S.ouza. **Bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos promovem o aumento do crescimento de plântulas de milho**. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164200/1/Bioestimulantes-base.pdf>. Acesso em: 30 de julho de 2024.

VIEIRA E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de estimulante no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Piracicaba: Departamento de Ciências Biológicas, 2002.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill)**. São Paulo: Stoller do Brasil, 2004. 47 p.

GUERRA, A. M. N. DE M. et al. Produtividade de grãos e de biomassa da parte aérea de cultivares de Feijão-caupi. **Revista Agraria Acadêmica**, v. 3, n. 3, p. 40-48, 1 de maio de 2020.