

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA INSTITUTO
FEDERAL DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Ismael Rodrigues Silva

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E APLICAÇÃO DE DIFERENTES
BIOESTIMULANTES NO CULTIVO DE FEIJÃO CARIOCA (*Phaseolus vulgaris L.*)**

São João Evangelista

2021

ISMAEL RODRIGUES SILVA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E APLICAÇÃO DE DIFERENTES
BIOESTIMULANTES NO CULTIVO DE FEIJÃO CARIOCA (*Phaseolus vulgaris L*)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de
Minas Gerais - Campus São João
Evangelista como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em
agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. João Paulo Lemos

Coorientador: D. Sc Inorbert de Melo Lima

São João Evangelista

2021

S586a Silva, Ismael Rodrigues.

Adubação nitrogenada e aplicação de diferentes bioestimulantes no cultivo de Feijão Carioca (*Phaseolus vulgaris L.*) / Ismael Rodrigues Silva.– 2021.

40f.: il.

Orientador: Prof. D.Sc. João Paulo Lemos.

Coorientador: D. Sc. Inorbert de Melo Lima.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2021.

1. Biorreguladores. 2. Nitrogênio. 3. *Phaseolus vulgaris L.*
I. Silva, Ismael Rodrigues. III. Título.

CDD 635.652

Catálogo: Rejane Valéria Santos - CRB-6/2907

ISMAEL RODRIGUES SILVA

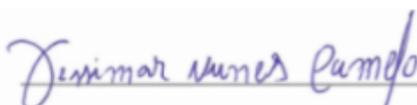
**ADUBAÇÃO NITROGENADA E APLICAÇÃO DE DIFERENTES
BIOESTIMULANTES NO CULTIVO DE FEIJÃO CARIOCA (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de
Minas Gerais - Campus São João
Evangelista como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em
agronomia

Aprovada em 13/07/2021 pela banca examinadora:



Prof. *D.Sc.* João Paulo Lemos – IFMG (Orientador)



Prof. *D.Sc.* Rafael Carlos dos Santos – IFMG



Prof. *D.Sc.* Gessimar Nunes Camelo - IFMT

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos e permitir que eu cumprisse mais esta etapa em minha vida.
Aos meus pais Itamar e Iraci por ter contribuído ativamente na execução desse trabalho, pelos
concelhos dados nos momentos difíceis da graduação e pelo incentivo e apoio desde do
princípio para realização desse trabalho.

Aos meus irmãos Mateus e Marina pela motivação e por ter participado ativamente desde do
início na realização desse trabalho.

Ao pesquisador Inorbert por aceitado ser meu coorientador, por todo apoio, prestatividade,
atenção, valorização, compartilhamento de ideias e saberes e ter acreditado no trabalho desde
do início, sua participação foi sem dúvida de suma importância para realização desse
trabalho.

Ao professor Dr. João Paulo Lemos, por ter aceitado ser meu orientador.

A Taine por ajudar-me a fazer o trabalho acontecer, contribuindo ativamente desde da escrita
à apresentação do mesmo, por ter ficado ao meu lado nos momentos de alegria e
comemorações, de angústia e desespero de certos momentos e que encaramos como um
grande ensinamento e serei eternamente grato a sua pessoa.

Aos amigos Etiene e Antônio pelo apoio, motivação e auxílio desde no princípio do
desenvolvimento deste.

Ao Ricardo e Lucas pela motivação e compartilhamento de ideias, que foram de suma
importância na execução deste trabalho desde do início.

Aos amigos Érica e Fábio pela companhia e por tudo que vivemos durante esses cinco anos de
graduação!

E a todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

Recebam o meu sincero, **MUITO OBRIGADO!**

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, estudar o efeito da aplicação de três bioestimulantes vegetais em associação com diferentes doses de nitrogênio (N) na cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). O intuito foi saber qual dos bioestimulantes proporcionaria condições fisiológicas que permitissem um melhor desenvolvimento do feijão carioca, associado ao melhor aproveitamento do uso do N pela cultura. Foi utilizado o delineamento em Blocos Casualizados (DBC), em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições, sendo cinco doses de N (0, 75, 112,5, 150 e 187,5 kg ha⁻¹) e três tipos de bioestimulantes (Stimulate[®], Seed +[®] e Expert Grow[®]). A aplicação dos produtos foram por via solo, os mesmos foram associados a cinco doses N. As análises foram realizadas em três estádios fenológicos diferentes da cultura; aos 27 dias após o plantio (DAP), os parâmetros analisados foram: diâmetro de coleto, teor relativo de clorofila, números de folhas, área foliar, volume de raízes e peso da massa seca dos órgãos caule, raiz e folha; aos 52 DAP foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro de caule, teor relativo de clorofila, número de folhas, massa seca do caule, raiz e folha e comprimento de raiz aos 77 dias após o plantio foram avaliados os seguintes parâmetros: quantidade de vagem por planta, quantidade de grãos por planta, número de grãos por vagens, massa total de grãos e passa de 100 grãos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa estatístico ASSISTAT. A aplicação dos bioestimulantes, (Stimulate[®], Seed +[®] e Expert Grow[®]) aplicados associados às doses de N não proporcionaram efeito à positivo ao crescimento e desenvolvimento do feijoeiro. Desta forma, não se justifica a recomendação destes aos produtores, uma vez que poderá acarretar em maiores custos de produção sem oferecer retorno

Palavra-chave: Biorreguladores. Nitrogênio. *Phaseolus vulgaris* L.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of the application of three plant biostimulants in association with different doses of nitrogen (N) in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. The aim was to know which of the biostimulants would provide physiological conditions that would allow a better development of carioca beans, associated with better use of N by the crop. A randomized block design (DBC) was used, in a 5 x 4 factorial scheme, with three replications, being five N doses (0, 75 , 112.5, 150 and 187.5 kg ha⁻¹) and three types of biostimulants (Stimulate[®], Seed +[®] and Expert Grow[®]). The application of the products was via the soil, they were associated with five N doses. The analyzes were carried out at three different phenological stages of the crop;. at 27 days after planting (DAP), the analyzed parameters were: stem diameter, relative chlorophyll content, number of leaves, leaf area, root volume and dry mass weight of stem, root and leaf organs; at 52 DAP the following variables were evaluated: stem diameter, relative chlorophyll content, number of leaves, dry mass of stem, root and leaf and root length at 77 days after planting the following parameters were evaluated: amount of pod per plant amount of grains per plant, number of grains per pod, total grain mass and passes 100 grains. The data obtained were submitted to analysis of variance (ANOVA) and compared by Tukey test at 5% probability in the ASSISTAT statistical program. The application of biostimulants (Stimulate[®] , , Seed +[®] and Expert Grow[®]) applied associated with N doses did not provide a positive effect on the growth and development of the bean plant. Thus, the recommendation of these to producers is not justified, as it may result in higher production costs without offering a return

Keyword: Development, Efficiency, Beans Carioca

Tabela 1 - Estádio fenológico do feijoeiro.....	8
Tabela 2 - Detalhamento de cada tratamento conforme a aplicação dos biestimulante juntamente com as diferentes doses de nitrogênio.....	14
Tabela 3- Recomendação para aplicação de cada bioestimulantes e determinação para aplicação em cada tratamento.....	15
Tabela 2- Resumo da análise de variância para os efeitos da Dose de Nitrogênio (DN), Bioestimulante (BE) e a sua interação (DN × BE) para as características alométricas do feijoeiro até 52 dias após o plantio (DAP).....	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -Retirada de solo de barranco para o experimento.	13
Figura 2 - Realização da Primeira adubação de cobertura.	15
Figura 3 - Determinação da área foliar no software IMAGEJ®.....	16
Figura 4 - Determinação do peso da massa seca de raízes em balança analítica.	17
Figura 5 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) do teor relativo de clorofila (TRC) , aos 27 dias após o plantio	20
Figura 6 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) do numero de folhas (NF) para o fator doses de N, aos 27 dias após o plantio	20
Figura 7 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) do teor relativo de clorofila para o fator doses de N, aos 52 dias após o plantio	21
Figura 8- Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) diâmetro de coleto (DC) , aos 52 dias após o plantio	22
Figura 9 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para numero de folhas (NF), aos 52 dias após o plantio	23
Figura 10 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para massa da matéria seca foliar (MSF), aos 52 dias após o plantio	23
Figura 11 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) comprimento de raiz (CR), aos 52 dias após o plantio	25
Figura 12 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para massa da matéria seca radicular (MSR) aos 52 dias após o plantio.....	25
Figura 13 - Gráfico com a linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,01$) o numero de vagens por planta com a aplicação das dose de N	26
Figura 14 - Grafico com a linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para média de grãos por planta com aplicação das doses de N	27
Figura 15 - Alocação de carbono no feijoeiro aos 27 DAP dias após o plantio em função da dose de N (Kg.ha^{-1})	28
Figura 16 - Alocação de carbono no feijoeiro aos 52 DAP dias após o plantio em função da dose de N (Kg.ha^{-1})	28
Figura 17- Alocação de carbono no feijoeiro aos 27 DAP em função do Bioestimulante	29
Figura 18 - Alocação de carbono no feijoeiro aos 52 DAP em função do Bioestimulante	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
---------------------------	----------

2	REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1.	Feijão	7
2.2.	Adubação nitrogenada	8
2.3.	Bioestimulante vegetal	9
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1	Caracterização da área experimental	11
3.2	Características dos bioestimulantes	11
3.3	Característica do adubo nitrogenado	12
3.4	Preparo do solo	12
3.5	Implantação do experimento em campo	13
3.6	Coleta e análise de dados	16
3.7	Análise estatística	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1	Partição da matéria seca do feijoeiro	27
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31
	APÊNDICE A	37
	ANEXO A	39
	ANEXO B	40

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é historicamente um dos principais alimentos consumidos no Brasil e no mundo e constitui-se em uma das mais importantes fontes proteicas na dieta humana em países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais.

Considerando todos os gêneros e espécies de feijão englobados nas estatísticas da FAO, publicadas em 2019, a produção mundial de feijão (124 países), situou-se em torno de 33,066 milhões de toneladas, ocupando uma área de 28,902 milhões de hectares. Nesse mesmo ano o Myanmar ocupou a primeira posição, com produção de 1,15 milhões de toneladas, em uma área de 15,2 milhões de hectares. Outros importantes produtores de feijão são: Brasil, China México e Estados Unidos (FAOSTAT, 2019)

No Brasil, o feijão carioca é cultivado em todo o território nacional, com diferentes épocas de plantio, dependendo do local. Estimativas da CONAB para a safra de 2019/20 indicam uma área plantada de 1,3 milhões de hectares e uma produção de 1,9 milhões de toneladas de feijão carioca, enquanto a produtividade é de, aproximadamente, 1,5 t ha⁻¹. Apesar da produtividade do feijão carioca ter sofrido um incremento nos últimos anos, a média nacional ainda é relativamente baixa, uma vez que, estudos comprovam que o feijão carioca pode alcançar até 4,5 t ha⁻¹ (SILVA, 2020).

Segundo Souza (2013), a produção desse grão mundial vem se ampliando, embora lentamente e exatamente pela falta de sementes melhoradas e de tecnologias adequadas de cultivo, como a irrigação. A produtividade média anual está, praticamente, estagnada há anos. Com o aumento constante da população mundial e, conseqüentemente, da demanda por alimentos, visa-se desenvolver novas tecnologias para o aumento de produtividade por área.

Objetivando o aumento da produtividade existe a necessidade de implementar técnicas e procedimentos desejando analisar as vantagens na resistência das plantas aos estresses ambientais e os possíveis acréscimos na produtividade do feijoeiro.

O feijoeiro comum está presente em distintos sistemas de produção do Brasil, abrangendo desde pequenos produtores até sistemas altamente tecnificados da agricultura empresarial. A espécie é capaz de se associar simbioticamente a diversas bactérias do grupo dos rizóbios, formando nódulos nas raízes onde ocorre o processo de transformação do N₂ atmosférico em NH₃ assimilável pelas plantas, realizando assim a fixação biológica de nitrogênio (STRALIOTTO *et al.*, 2002), todavia o seu potencial de se beneficiar de tal simbiose ainda é baixo, fazendo-se assim necessário a adubação mineral

O nitrogênio é o nutriente exigido em maiores quantidades pela cultura do feijão. A resposta à sua aplicação depende da dose aplicada e da época de sua aplicação. Por ser o nutriente mais absorvido e o mais exportado pelas plantas, o nitrogênio deve ser repostado (SILVA *et al.*, 2000). O desbalanceamento nutricional de uma planta pode afetar os níveis de certos hormônios nas plantas diminuindo a produtividade e afetando rotas bioquímicas tais como a síntese proteica e outras (TAIZ *et al.*, 2017).

Com o intuito de se elevarem os níveis de produtividade do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e testadas. Neste sentido, pesquisas com o uso de reguladores de crescimento, associados ou não a adubações, têm sido cada vez mais comuns (LANA *et al.* 2009), objetivando modificar o desenvolvimento das plantas, com reflexos na produtividade (DOURADO NETO *et al.*, 2004)

Segundo Castro *et al.*, (2004), o feijoeiro apresenta características que permitem estudos de controle do desenvolvimento vegetal e absorção de nutrientes. Sendo assim foram, realizados numerosos estudos visando-se os aspectos culturais, melhoramento genético, tratamento com defensivos e outros, podendo os reguladores vegetais contribuir para melhorar as características morfológicas e fisiológicas do feijoeiro.

Muito se tem discutido, acerca da alternativa do uso de diversos produtos utilizados na agricultura, com o fim de melhorar a eficiência produtiva das culturas, os quais se destacam o uso de reguladores de crescimento, que são definidos como substâncias sintéticas ou naturais, que podem ser aplicados no solo, nas plantas ou em sementes auxiliando no ganho de produção e melhoria da qualidade de sementes (ÁVILA *et al.*, 2008).

Os reguladores de crescimento influenciam o metabolismo proteico, podendo aumentar a taxa de síntese de enzimas envolvidas no processo de germinação das sementes (MCDONALD & KHAN, 1983) e ainda no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas. Portanto observa-se, a necessidade de informações acerca do uso de tecnologias alternativas, que vem sendo utilizadas e que apresentam resultados promissores, com aumentos comprovados em produtividade na cultura do milho (CASTRO & VIEIRA, 2001).

Existem vários trabalhos que mostram a eficiência dos biorreguladores vegetais para um melhor desenvolvimento de grandes culturas, principalmente quando se refere absorção de nutrientes. Todavia, esses resultados não são comumente explorados na cultura do feijoeiro. Embora haja uma riqueza de trabalhos que abordam as propriedades benéficas dos biorreguladores, são isentos de variáveis que correlacionam a sua ação à absorção específica de nitrogênio pelo feijoeiro.

Diante disso, o objetivo desse estudo foi o de avaliar a associação da adubação

nitrogenada com aplicação de bioestimulante em plantas de feijão e verificar se há alteração quanto a eficiência na absorção de nitrogênio pela planta e assim proporcionar a redução das doses de adubos nitrogenados indicadas atualmente para se obter grandes produtividades, e também garantir um melhor aproveitamento dos adubos em maiores doses.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Feijão

A cultura do feijão é de grande importância em países de clima tropical sendo originária do México. No Brasil, a cultura do feijão destaca-se principalmente na região centro-oeste do país, é um alimento de vários povos e um dos componentes básicos da dieta dos brasileiros, constituindo a sua principal fonte de proteína vegetal (POMPEU, 1987; WANDER, 2013).

De acordo com Maeda e Mendonça (1990), o cultivo em várias épocas do ano se deve ao fato de a cultura não apresentar sensibilidade ao fotoperíodo. Entretanto, é necessário que não ocorram limitações de temperatura e disponibilidade hídrica.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma espécie de cultivo anual da família *Fabaceae*, pertencente ao grupo de plantas eudicotiledôneas, ou seja, são plantas leguminosas (angiospermas) que possuem dois cotilédones na semente. O feijão apresenta metabolismo C3, sendo assim, realiza fotorrespiração e, portanto, a eficiência fotossintética é diminuída quando a mesma passa por algum fator extremo como, por exemplo, elevação da temperatura do ambiente (TAIZ *et al.*, 2017).

O feijoeiro comum é uma planta autógama, diploide ($2n=2x=22$ cromossomos), com taxa de fecundação cruzada estimada entre 3% e 5% (BURLE *et al.*, 2010). Em razão de ser cultivado em grande diversidade de ambientes e em muitos países, ela é uma das espécies com maior variabilidade de caracteres agronômicos, como hábito de crescimento, tamanho e cor de grãos e ciclo (SANTOS & GAVILANES, 2008).

Uma planta de feijão é composta de partes aparentemente distintas, os órgãos. Há um sistema radicular no solo e, acima deste um caule que porta folhas e ramos. Nas plantas mais velhas, pode-se ter uma visão detalhada das suas partes: raiz, caule ou haste principal, folhas e hastes axilares, inflorescência, fruto e semente (SANTOS e GAVILANES, 2006)

Durante o ciclo de uma planta de feijão ocorrem modificações morfológicas e fisiológicas a partir das quais podem ser identificados os estádios de desenvolvimento da planta.

A duração dos estádios é influenciada pelas cultivares e por fatores ambientais, com o ciclo variando de 65 a 100 dias (AIDAR, 2013) Assim, a utilização da escala de desenvolvimento da planta de feijão oferece maior segurança para orientar ações de manejo na cultura ao invés de basear-se apenas em escala de tempo, ou seja, número de dias (CTSBF, 2012).

Tabela 1 . Estádios fenológicos do feijoeiro.

Estádio ⁽¹⁾	Descrição ⁽²⁾
V0	Germinação: emissão da radícula e caulículo
V1	Emergência: os cotilédones aparecem ao nível do solo
V2	Folhas primárias expandidas
V3	Primeira folha trifoliolada
V4	Terceira folha trifoliolada
R5	Pré floração: aparecimento do primeiro botão floral e do primeiro ráculo
R6	Floração: abertura da primeira flor
R7	Formação das vagens: aparecimento da primeira vagem
R8	Enchimento das vagens: início do enchimento da primeira vagem
R9	Maturação: as vagens perdem sua pigmentação e começam a secar

(1) V = Vegetativa; R = Reprodutiva; (2) Cada estágio começa quando 50% das plantas apresentam as condições relativas ao estágio. Fonte: Adaptado de Fernández *et al.*, (1985).

A escala de desenvolvimento usual para a planta de feijão compreende dez estádios (Tabela 1). A identificação de cada estágio é feita com base em um código com uma letra e um número. A letra corresponde à fase à qual o estágio pertence, isto é, V = fase vegetativa e R = fase reprodutiva. Os números de zero a nove indicam, de forma crescente, a posição do estágio na escala (Fernández *et al.*, 1985)

2.2 Adubação nitrogenada

O nitrogênio é, depois do C, H e O é o elemento mais demandado pelos vegetais. Parte da quantidade de N requerido pelas culturas pode ser suprida pelo solo, no entanto, em muitas situações, o solo é incapaz de atender toda a demanda por N, tornando-se necessária a fertilização nitrogenada (TAIZ *et al.*, 2017)..

Segundo Braga (2010), o nitrogênio promove a formação de clorofila, que é um pigmento verde encontrado nas folhas importante para os processos fotossintéticos da planta. Além disso, o nitrogênio tem participação importante na síntese de proteínas uma vez que o mesmo é o principal elemento químico constituinte as moléculas de aminoácidos. O nitrogênio tem caráter essencial e constituem muitos dos componentes da célula vegetal, tais como aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas entre outros,

portanto, sua deficiência rapidamente inibe o crescimento vegetal (TAIZ *et al.*, 2017).

O feijoeiro comum é considerado uma planta exigente em nutrientes, devido ao pequeno e pouco profundo sistema radicular e ao ciclo curto, sendo fundamental que o nutriente seja colocado à disposição da planta em tempo e local adequados (VIEIRA, TSAI, TEXEIRA, 2005)

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelo feijoeiro (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2003), desempenhando diversas funções no metabolismo da planta, sendo que 50% do N foliar em plantas C3, como o feijoeiro comum, está contido na molécula de Ribulose-1,5-Bisfosfato Carboxilase/Oxigenase (Rubisco), enzima responsável pela assimilação do CO₂ (EPSTEIN; BLOOM, 2005; LONG *et al.*, 2006).

O nitrogênio é muito importante tanto no incremento da produção de grãos, como na elevação do teor proteico (FIDÉLIS *et al.*, 2007). A absorção do nitrogênio, nutriente de alta mobilidade no solo, ocorre tanto na forma de cátion NH₄⁺ como na de ânion NO₃⁻ (HUNGRIA; KASCHUK, 2014).

Entre os fertilizantes nitrogenados sólidos no mercado mundial, a uréia é a fonte mais utilizada, destacando-se pela facilidade de acesso, menor custo por unidade de N (45% de N), elevada solubilidade e compatibilidade para a mistura com outros fertilizantes e defensivos e alta taxa de absorção foliar (MALAVOLTA, 2006). Porém, o N é perdido com muita facilidade por lixiviação (lavagem no perfil do solo), denitrificação (transformação do NO₃⁻ em N₂ e NO₂⁻²), volatilização do NH₃, e imobilização microbiana (STRALIOTTO *et al.*, 2002; MALAVOLTA, 2006).

Os fertilizantes nitrogenados, embora representem a forma assimilada com maior rapidez pelas plantas, apresentam problemas como, custo elevado, poluição e emissão de gases de efeito estufa (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). O aproveitamento do nitrogênio do fertilizante é normalmente inferior a 50%, podendo, em determinadas situações, em solos arenosos, atingir entre 5 e 10% (DUQUE *et al.*, 1985). Considerando-se que os teores médios de N nos grãos de feijão são da ordem de 5%; conseqüentemente, para produzir 2000 kg de grãos ha⁻¹ são exportados, aproximadamente 100 kg N ha⁻¹, somente considerando o teor de N nos grãos (HUNGRIA; MENDES; MERCANTE, 2013a).

2.3 Bioestimulante vegetal

Os bioestimulantes são definidos, por muitos autores, como substâncias naturais ou sintéticas, oriundos da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras

substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), que podem ser aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (KLAHOLD *et al.*, 2006). Os mesmos podem ser disponibilizados às plantas, tanto por via de tratamentos das sementes,

Em alguns casos são também chamados de bioativadores, ou até mesmo de enraizadores, que são complexos que promovem o equilíbrio hormonal das plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (ONO *et al.*, 2008).

A aplicação de produtos em tratamento de sementes ou via foliar tem se tornado uma prática agrícola rotineira. Produtos como os biorreguladores podem ser usados na agricultura mostrando grande potencial no aumento da produtividade (VIEIRA & CASTRO, 2001).

Os controladores hormonais, ou reguladores de crescimento vegetal, têm despertado atenção cada vez maior, no agronegócio, à medida que as técnicas de cultivo evoluem, principalmente em culturas de grande importância econômica, como a soja, milho, algodão e feijão.

Segundo Floss *et al.* (2007), a utilização de bioestimulantes aumenta de importância na medida em que se busca atingir o potencial produtivo das culturas, principalmente na ausência de fatores limitantes de clima e solo. Os biestimulantes podem incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular e também a diferenciação e o alongamento celular. Esses efeitos dependem da concentração, da natureza e da produção de substâncias presentes nos produtos, podendo incrementar a absorção e utilização de água como também, dos nutrientes pelas plantas (CASTRO & VIEIRA, 2001).

Visando melhorias da produção de algumas culturas agrícolas, o uso desses bioestimulantes está sendo cada vez maior. Bondok (1996) estudou o papel do boro na regulação do crescimento, produção e balanço hormonal em beterraba (*Beta vulgaris*) e observou que a aplicação do mesmo reduziu o nível de auxina, mas aumentou os níveis de citocininas nas brotações e raízes. Os resultados obtidos por Silva *et al.* (2010) na aplicação de ethephon e cinetina, ácido giberelético, ácido indolbutírico (Stimulate[®]) em cana de açúcar, mostrou que o Stimulate[®] promoveu aumento na produtividade de colmos. Bertolin *et al.* (2010) testaram mesmo bioestimulante Stimulate[®] e observaram um incremento no número de vagens por planta e produtividade de grãos, tanto em aplicação via sementes, quanto via foliar na cultura da soja. Milléo e Zagonel (2002) trataram sementes de feijão com o Stimulate[®] e concluíram que a aplicação do bioestimulante promoveu maior absorção de potássio (K) e maior concentração de proteínas nos grãos. Porém em algumas culturas a interação entre a

aplicação de bioestimulantes e a aplicação de nutrientes não ocorre de forma significativa. Neste sentido, Lima *et al.* (2006a; 2006b) não verificaram interação entre doses de bioestimulante e nitrogênio (N) para o algodoeiro.

O bioestimulante incrementa o desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células; também aumenta a absorção e a utilização dos nutrientes e é especialmente eficaz quando aplicado com fertilizantes foliares, sendo também compatível com defensivos (CATO, 2006).

A aplicação do bioestimulante Stimulate[®], via foliar favorece os parâmetros de massa de matéria seca, no estádio V4, número de vagens por planta, número de entrenós, massa de 1000 sementes e produtividade (ALLEONI *et al.*, 2000).

Mesmo com trabalhos já realizados com uso de bioestimulantes em algumas culturas agrícolas, ainda há necessidades de estudos na cultura do feijoeiro que correlacionem o uso de estimulantes vegetais com alguns nutrientes, como o próprio nitrogênio, no desenvolvimento da cultura.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O Experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na propriedade Fazenda Mexerico (latitude: 18°44'17" S; longitude: 42°43'16" W e altitude: 769 situado a 25 km da cidade de Virgínois MG, Centro-Nordeste do Estado de Minas e 42 km do Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista (IFMG – SJE).

Segundo Köppen, o clima de Virgínois é caracterizado como quente e temperado, sendo que existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano, a classificação do clima é Cfa, tendo temperatura média anual de 20,2 °C com invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas elevadas. A precipitação média anual é de 1.422 mm, sendo agosto o mês mais seco, quando ocorrem apenas 13 mm. (CLIMATE, 2015).

3.2 Características dos bioestimulantes

O Stimulate[®] é um estimulante vegetal da Stoller Interprises Inc., contendo reguladores vegetais e traços de sais minerais quelatizados. Seus reguladores vegetais

constituintes são os seguintes: ácido indolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberilina) 0,005% (COBUCCI, 2008).

O Seed+[®], um produto classificado como órgão mineral a base de extratos de algas fabricado pela FMC agrícola

O Expert Grow[®] classificado como Orgânomineral formulado a base de extrato de algas marinhas *Ascophyllum nodosum* e hidróxido de potássio fabricado pela empresa ADAMA. Segundo a empresa ADAMA, o ExpertGrow[®] atua no metabolismo secundário da planta e na expressão de proteínas de resistência e crescimento, com efeito positivo na resistência a stress abióticos, na fotossíntese, no processo de florescimento, no metabolismo energético das plantas e em sua respiração.

3.3 Características do adubo nitrogenado

A Ureia é um tipo de fertilizante sólido muito utilizado para fazer a adubação de um grande número de plantas. Apresenta-se na forma de grânulos brancos que contém em sua composição 44% de N. É o fertilizante sólido de maior concentração de N. Ideal para cobertura na cultura do feijoeiro, muito utilizada nas formulações de NPK.

3.4 Preparo do solo

O substrato utilizado foi solo proveniente de barranco, a preferência por solo de barranco foi por não conter propágulos de patógenos, de sementes e plantas daninhas além de conter pouca matéria orgânica para não alterar uma das variáveis do experimento, doses de N (Figura 1).

Após a aquisição desse substrato, foi realizado a coleta de uma pequena amostra de solo para análise química no laboratório de solos do Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista (IFMG – SJE) para posteriores correções de macro e micronutrientes, potencial hidrogeniônico do solo (pH) e saturação por base de acordo com a recomendação para a cultura do feijoeiro da quinta aproximação (ALVARES *et al* 1999) (ANEXO A, B).

Figura 1 - Retirada de solo de barranco para o experimento



Fonte: Autor, 2020

Foram realizadas as devidas correções 30 dias antes do plantio para que os corretivos agissem no solo antes de ser colocado nos vasos. Para correção do solo foi utilizado o agrosilício com 36% de óxido de Ca, 9% de óxido de Mg, além de apresentar silicato na sua composição. Para a incorporação do corretivo ao solo foi medido o volume aproximado de um vaso de 25 L e então determinado a quantidade a ser utilizada do corretivo para cada vaso, após isso foi então separado o volume de solo de cada vaso adicionando o agro silício e realizada a incorporação com auxílio de uma enxada.

Houve a incorporação de fósforo (P) seguindo a recomendação para a cultura do feijão na quinta aproximação, a dose recomendada em função da análise de solo foi de 80 kg ha⁻¹ (ALVARES *et al* 1999). Foi utilizado o superfosfato simples da marca Agroadubo[®] (17% a 20% de P; 17% Cálcio (Ca); 11% Enxofre (S), o Ca e o S é apresentado em forma de sulfato de cálcio.

Após a realização das devidas correções o substrato foi adicionado aos vasos e os mesmos foram organizados em blocos dentro da estufa para facilitar a identificação. Foi instalado dentro da estufa um termo-higrômetro para o acompanhamento a temperatura máxima e mínima diária dentro e fora da estufa além da umidade relativa do ar dentro da estufa (Apêndice A).

3.5 Implantação do experimento em campo

O delineamento utilizado foi em Blocos Casualizados (DBC), em esquema fatorial

5 x 4, com três repetições, sendo o primeiro fator é as doses de nitrogênio e o segundo fator os tipos de bioestimulantes utilizados (Tabela 2. Na condução do experimento foi utilizado sementes de feijão carioca comercializada pela empresa Di solo®.

Tabela 02 - Detalhamento de cada tratamento conforme a aplicação dos bioestimulante juntamente com as diferentes doses de N

TRATAMENTOS		
T0	D1B0	D- DOSES; B - BIOESTIMULANTES 1,2,3
T1	D1B1	D0- DOSE 0 kg/ha
T2	D1B2	D1- DOSE 75 kg/ha
T3	D1B3	D2- DOSE 112,5 kg/ha
T4	D0B0	D3- DOSE 150 kg/ha
T5	D0B1	D4- DOSE 187,5 kg/ha
T6	D0B2	Unidades que receberam os tipos de bioestimulante
T7	D0B3	
T8	D2B0	B0 (T0 – T4- T8- T12- T16)- Sem bioestimulante
T9	D2B1	B1 (T1- T5- T9- T13- T17)- Bioestimulante Stimulate®
T10	D2B2	B2 (T2- T6- T10- T14- T18)- Bioestimulante ExpertGrow®
T11	D2B3	B3 (T3- T7- T11- T15 – T19) Bioestimulante Seed +®
T12	D3B0	
T13	D3B1	
T14	D3B2	
T15	D3B3	
T16	D4B0	
T17	D4B1	
T18	D4B2	
T19	D4B3	

Fonte: Autor

Antes do plantio, foi feito o preparo do volume de aplicação de cada biostimulante por via solo (TABELA 03). A aplicação foi realizada utilizando uma seringa. Posteriormente, foram realizadas cinco covas para o plantio com aproximadamente dois cm de profundidade, onde foram semeadas cinco sementes por vaso. No plantio, foi realizado a adubação potássica com cloreto de potássio em solução aquosa. Aos 7 DAP, realizou-se o desbaste, deixando apenas 2 plantas vaso⁻¹.

Tabela 03 - Recomendação para aplicação de cada bioestimulantes e determinação para aplicação em cada tratamento

Bioestimulantes	Recomendação/ bula	Volume / vaso	Recomendação bula/ diluição em água	Volume de calda / vaso	Volume total / 30 vasos
Stimulate ®	1500 ml. ha ⁻¹	0,0160 ml	100 L.ha ⁻¹	1 ml/vaso	30 ml
Seed + ®	500ml ml. ha ⁻¹	0,045 ml	01:10	0,5 ml/ vaso	15 ml
Expert Grow ®	500ml ml. ha ⁻¹	0,045ml	01:10	0,5 ml/ vaso	15 ml

Fonte: autor

Para o fornecimento de N no experimento foi utilizado a ureia. As doses de N foram definidas desde a dose zero (testemunha) até uma dose acima da recomendada para a cultura do feijão sendo trabalhado as seguintes doses: 0, 75, 112,5, 150 e 187,5 kg ha⁻¹. Foi realizado aplicação de 1/3 das doses no plantio e o parcelamento da adubação de cobertura foi realizado em dois momentos sendo uma aplicação aos 15 dias após o plantio e a outra parcela aos 30 dias após o plantio, para evitar possíveis problemas quanto a toxidez das plantas por excesso de ureia. O fornecimento de ureia no plantio e na cobertura foi feita em solução para facilitar aplicação e também para manter a precisão durante o processo (Figura 02).

Figura 02 : Realização da Primeira adubação de cobertura



Fonte: Autor,2021

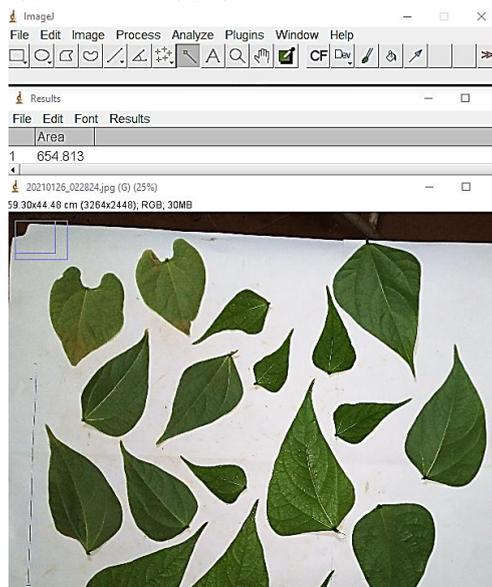
A irrigação foi feita de forma manual com uso de um regador, com volume aproximado de água 1 L planta⁻¹ Aos 15 dias após o plantio houve a necessidade de controle de pragas tais como vaquinha e lagarta falsa medideira, para isso, foi utilizado o inseticida DIAZITOP®, inseticida organofosforado a base de Diazinon.

3.6 Coleta e análise de dados

O trabalho foi conduzido até a colheita do feijoeiro, 77 dias após o plantio (DAP). As análises foram realizadas em três momentos no tempo durante a condução do experimento, a primeira análise destrutiva foi realizada aos 27 DAP (estádio V4) período ao qual as plantas de feijão apresentam a terceira folha trifoliada totalmente aberta. A segunda análise destrutiva foi realizada aos 52 DAP (estádio R7) momento ao qual inicia-se o processo de enchimento das vagens. A terceira análise foi realizada no final do ciclo do feijoeiro, 77 DAP.

Aos 27 DAP, foi observado os seguintes parâmetros: número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), teor relativo de clorofila (TRC), área foliar (AF), volume de raiz (VR) e massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca radicular (MSR) e massa da matéria seca foliar (MSF). Antes do desmanche de cada tratamento foi realizada a medição do diâmetro do caule com auxílio de um paquímetro, com uso do SPAD- 502 Plus Konica Minolta foi inferido o teor relativo de clorofila, para isso era feita a medição em folhas que se representa o terço médio da planta realizando três medições por planta. Com um estilete foi feita separação da parte aérea das plantas e então a retirada das folhas para contagem. Após isso era separado os folíolos retirando os pecíolos das folhas de cada planta e fotografadas sobre duas folhas brancas A3 para que pudesse ser realizada a medição da área foliar utilizando o software IMAGEJ® (figura 3)

Figura 3 - Determinação da área foliar no software IMAGEJ®

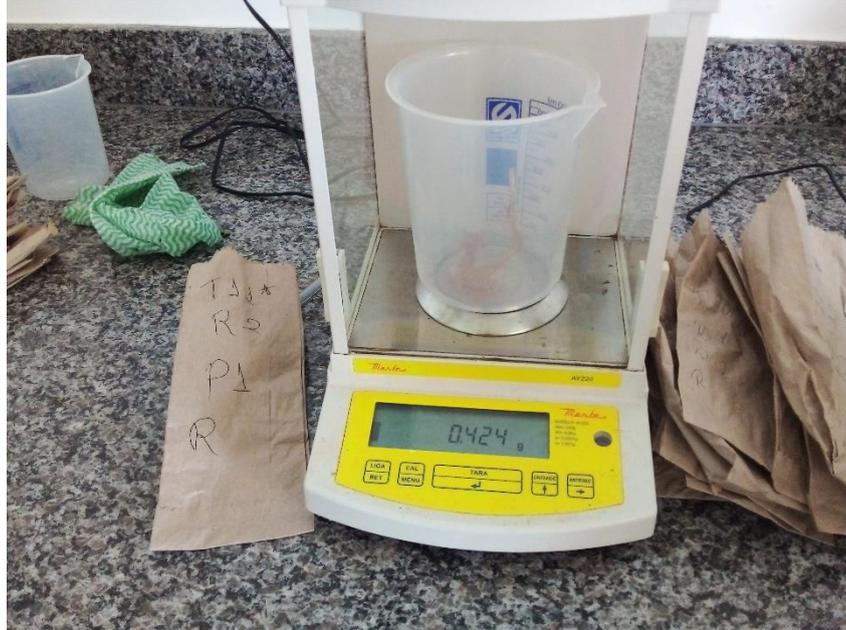


Fonte: Autor, 2021

Logo após a coleta desses dados, o material foi colocado em sacos de papel kraft separados em caule, raiz e dispostos em estufas de secagem de circulação de ar forçado a uma

temperatura de 65° C por 72 horas para a determinação do peso da massa seca de cada órgão das plantas de cada tratamento (Figura 4).

Figura 4 - Determinação do peso da massa seca de raízes em balança analítica



Fonte: Autor ,2021

As raízes antes de serem colocadas na estufa de secagem foram lavadas para retirada de solo e então passadas no escâner (for winRHIZO and Win SEEDLE (2017)) para determinar o volume de raízes das plantas de cada tratamento além de outras variáveis.

Aos 52 DAP (estádio R7) foi realizado a segunda análise destrutiva, nesse período foi coletado dados referente ao teor relativo de clorofila (TRC) com uso do Spad, diâmetro de caule (DC) com auxílio do paquímetro, número de folhas (NF), a comprimento de raiz (CR) após isso o material foi devidamente separado colocado em sacos de papel e colocado em estufa de secagem a 65°C por um período de 72 horas para determinação da massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca radicular (MSR) e massa da matéria seca foliar (MSF).

Aos 77 dias DAP foi realizada a terceira análise destrutiva, nesse período foi coletado dados referentes ao número de vagens por planta, quantidade total de grãos, massa total de grãos e massa de 100 grãos.

No momento quando mais de 70% das plantas já estavam no estágio R9 (maturação das vagens e senescência da planta) foi suspenso o fornecimento de água para as plantas de feijão para que o processo de maturação e secagem das vagens se uniformizasse.

A contagem de vagens foi realizada no momento da coleta da mesma, após isso as vagens eram colocadas em saquinhos de papel e levadas para estufa de secagem por 72 horas a

uma temperatura de 65 °C. Depois da secagem foi realizado a debulhagem retirando os grãos das vagens e logo após foi feito a contagem de grãos e ao mesmo tempo era realizado a pesagem dos grãos a cada 100 grãos contados.

3.7 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos e quando significativas, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e regressão. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos softwares Excel® e o programa ASSISTAT®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até a terceira avaliação (77 DAP) algumas variáveis deram resultados significativos para os fatores doses de N ou para fator bioestimulante. Na Tabela 04 é apresentado um resumo desses resultados significativos ($P \leq 0,05$).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para os efeitos da Dose de nitrogênio (DN), Bioestimulante (BE) e respectivas interações (DN x BE) para as características do feijoeiro até 77 dias após o plantio (DAP)

Variável	27 DAP (Estádio V4)			Cv (%)
	DN	BE	DN x BE	
Teor relativo de clorofila (TC)	*	ns	ns	7,48
Diâmetro Caule (DC) (mm)	ns	ns	ns	6,84
Número de folhas (NF)	*	ns	ns	11,94
Área foliar (AF)	ns	ns	ns	22,19
Massa da matéria seca foliar (MSF) (g)	ns	ns	ns	25,93
Massa da matéria seca de caule (MSC) (g)	ns	ns	ns	27,47
Massa da matéria seca radicular (MSR) (g)	ns	ns	ns	37,57
Volume de Raízes (VR) (cm ³)	ns	ns	ns	49,01
Variável	52 DAP			

	(Estádio R7)			
	DN	BE	DN x BE	Cv (%)
Teor relativo de clorofila (TRC)	*	ns	ns	4,41
Diâmetro Caule (DC) (mm)	**	ns	ns	6,22
Número de folhas planta ⁻¹ (NFP)	**	ns	ns	16,49
Massa da matéria seca foliar folha (MSF) (g)	**	ns	ns	19,01
Massa da matéria seca de caule (MSC) (g)	ns	ns	ns	24,84
Massa da matéria seca radicular (MSR) (g)	*	ns	ns	24,47
Comprimento radicular (CR) (cm)	*	ns	ns	16,80
Variável	77 DAP (Final do ciclo)			
	DN	BE	DN x BE	Cv (%)
Quantidade de vagens	**	ns	ns	17,27
Total de grãos	*	ns	ns	6,94
Quantidade de grãos por vagem	ns	ns	ns	13,46
Massa de grãos (g)	ns	ns	ns	23,78
Massa de 100 grãos (g)	ns	ns	ns	8,49

** significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro ($p < .01$), *significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro ($.01 \leq p < .05$) e ns não significativo ($p \geq .05$) para o teste F.

Fonte: Autor, 2021

Considerando apenas o efeito das doses de N, observou-se que no estágio V4, que corresponde aos 27 DAP, houve significância ($P \leq 0,05$) apenas nas variáveis teor relativo de clorofila (TC) e o número de folhas (NF) (Tabela 04). Para o efeito das doses de N sobre o TC, os dados se adequaram ao modelo linear positivo (Figura 5) em que, na medida em que se aumentou as doses de N, houve aumento do TC, dentro da faixa estudada.

Quanto ao NF, as médias obtidas apresaram o comportamento de forma quadrática negativa em resposta ao aumento das doses de N, com valor mínimo de 5,79 folhas plantas de feijoeiro com a aplicação da dose 112,5 kg ha⁻¹. Os tratamentos que receberam a maior dose de N (187,5 kg ha⁻¹) apresentaram maior número de folhas aos 27 DAP.

Não houve diferença significativa nos resultados obtidos na aplicação dos três bioestimulantes aos 27 DAP, apresentando homogeneidade nos resultados obtidos comparando com o tratamento que não recebeu nenhum bioestimulante, como também não houve interação significativa entre ambos os fatores trabalhados, aplicação das diferentes doses de nitrogênio e o uso dos diferentes bioestimulantes nos parâmetros avaliados (Tabela 05).

Figura 5- Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) do teor relativo de clorofila (TRC) , aos 27 dias após o plantio em experimento

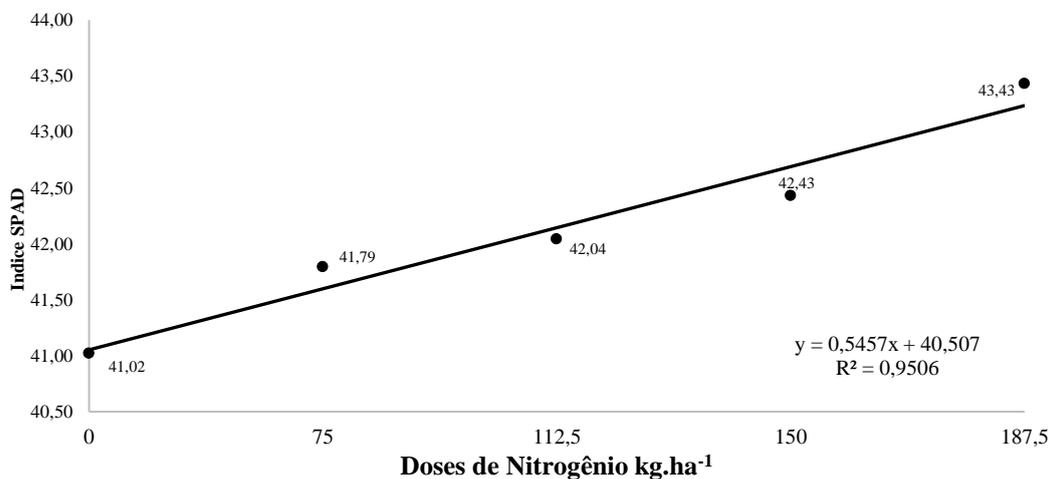
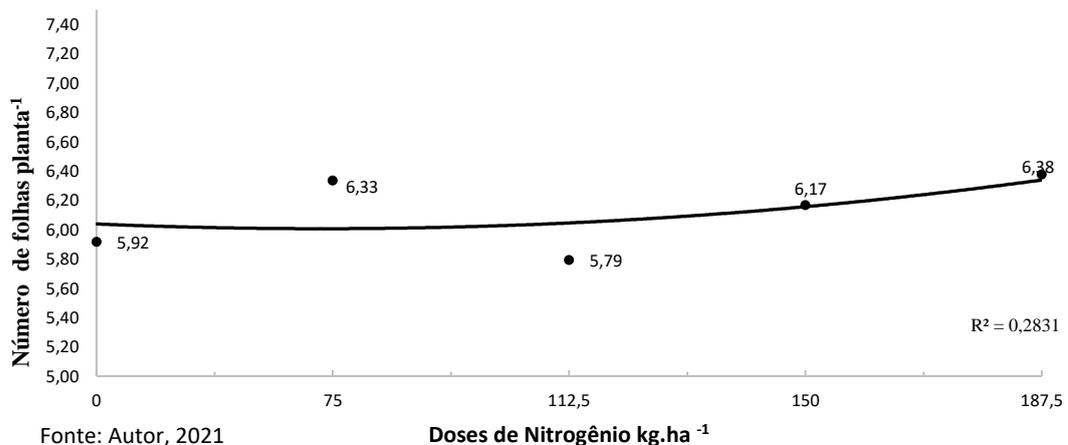


Figura 6 : Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) do numero de folhas (NF) para o fator doses de N, aos 27 dias após o plantio

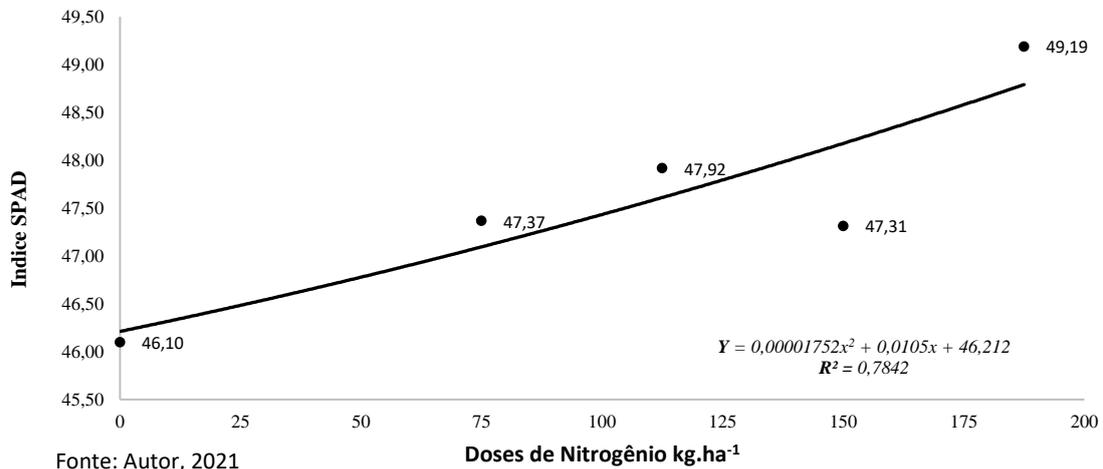


Fonte: Autor, 2021

Aos 52 DAP do feijoeiro (estádio R7), foram observadas que as variáveis teor relativo de clorofila (TRC), diâmetro de coleto (DC), número de folhas (NF), massa da matéria seca do sistema radicular (MSR), massa da matéria seca foliar (MSF) e comprimento de raiz

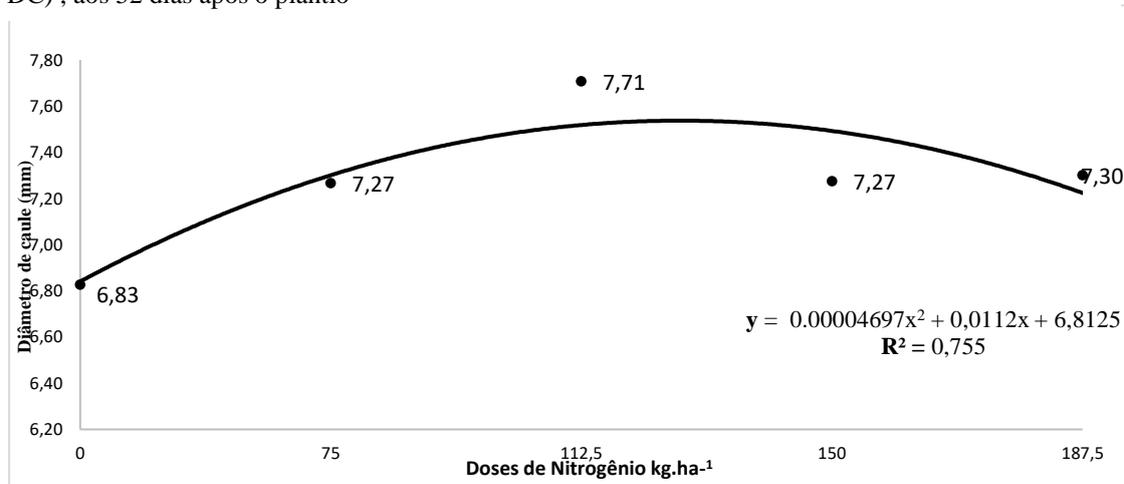
(CR), apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com as diferentes doses de nitrogênio (Tabela 05).

Figura 7 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) do teor relativo de clorofila para o fator doses de N, aos 52 dias após o plantio



Observou-se que aos 52 dias após o plantio (estádio R74) o TRC também apresentou uma resposta positiva com aplicação das doses de N (Figura 7). Conforme o aumento das doses de nitrogênio nos tratamentos também se notou um aumento no TRC de forma quadrática. Esse comportamento do TRC foi observado tanto aos 27 DAP (estádio V4) quanto aos 52 DAP (estádios R7), o que é justificado pelo fato desse elemento fazer parte da molécula de clorofila (Malavolta *et al.*, 1997). Pacheco *et al.* (2010) mencionam que o TRC atinge valor máximo com determinada dose de N, ou seja, não aumenta indefinidamente. Bernardes *et al.* (2014) verificaram que a influência positiva (ajuste linear) das doses crescente de N no índice relativo de clorofila partir dos 41 dias após emergência do feijoeiro. Godoy *et al.* (2008) também observaram que os índices relativos de clorofila em folhas de café variaram linear e positivamente com a dose de N aplicada.

Figura 8 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) diâmetro de coleto (DC), aos 52 dias após o plantio



No parâmetro diâmetro de caule (DC) foi observada diferença significativa ($p < 0,01$) quanto à aplicação das doses de N, apresentando o comportamento quadrático negativo.

Os valores das médias do DC aumentaram de acordo com as doses crescentes de N, apresentando maior diâmetro médio de caule (7,71 mm) na dose 112,5 kg.ha⁻¹, a partir da mesma houve um decréscimo nos valores do diâmetro de caule (Figura 8). Segundo Souza *et al.* (2006), o diâmetro do caule é uma variável fundamental para a avaliação do desenvolvimento de espécies cultivadas podendo expressar um grande potencial de crescimento e apresentam maior produção além de serem menos susceptíveis ao tombamento.

O caule não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente para a obtenção de alto rendimento de grãos, pois quanto maior o seu diâmetro, maior será a capacidade que a planta terá em armazenar fotoassimilados que contribuirão com o enchimento dos grãos (PENARIOL *et al.*, 2003).

Aos 52 DAP houve diferença significativa quanto ao número de folhas (NF) analisando apenas a aplicação das doses de N, o NF apresentou um comportamento linear positivo em relação às doses crescentes de N, obtendo um maior número de folhas as plantas de feijoeiro que receberam a maior dose de N (187,5 kg.ha⁻¹) como mostra na figura 9. Esse comportamento influenciou de forma positiva a MSF com o aumento das doses de N (figura 10).

Figura 9 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para número de folhas (NF), aos 52 dias após o plantio

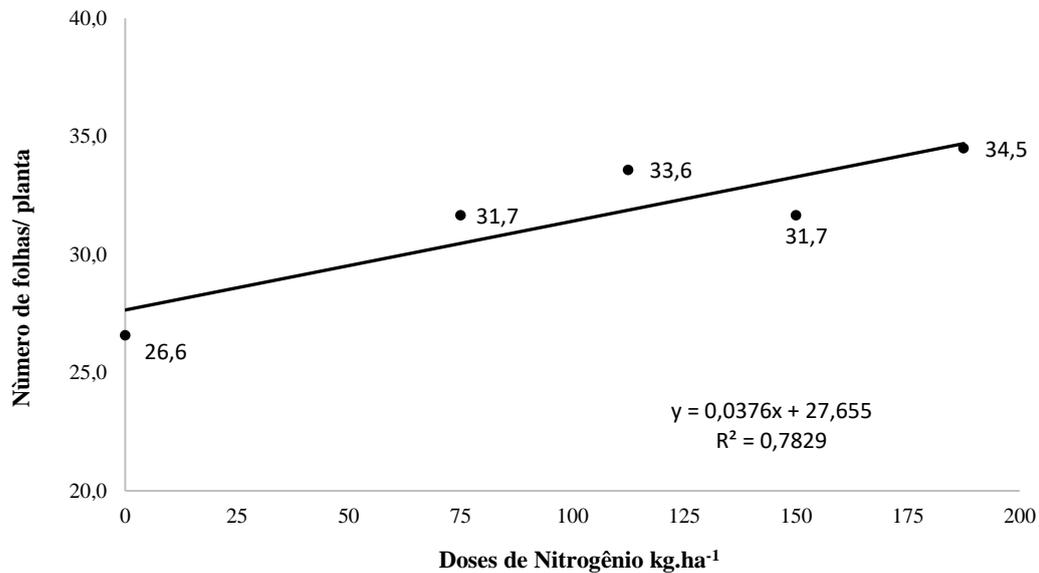
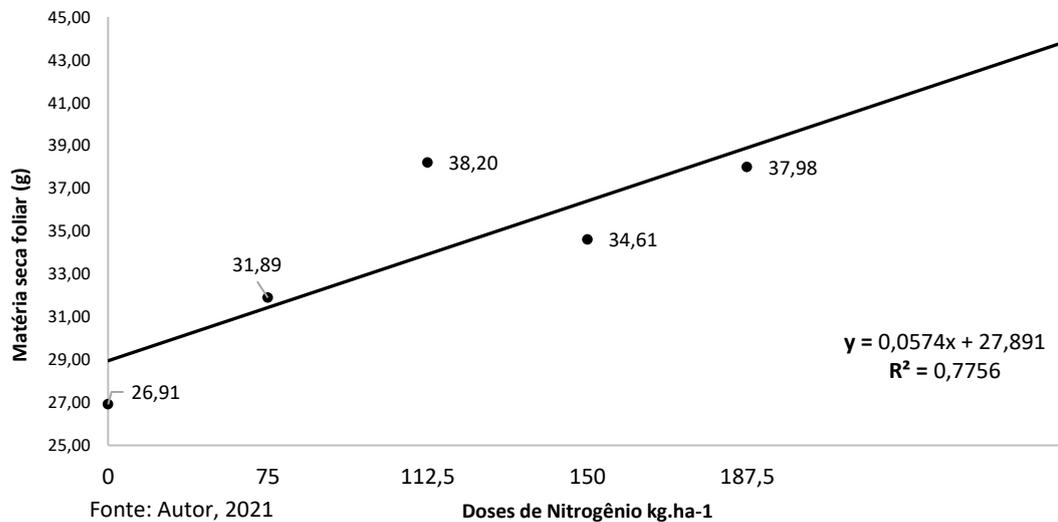


Figura 10 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para massa da matéria seca foliar (MSF), aos 52 dias após o plantio



Silveira e Damasceno (1993); Silva *et al.* (2004) também verificaram efeito positivo na massa seca com aplicação de N. Esse aumento é resultado da maior disponibilidade de N para a planta do feijão, ocorrendo assim um incremento na absorção do mesmo e, como consequência maior produção de massa seca.

Resultados que contrariam com os estudos realizados por ROCHA (2017), no qual, os tratamentos adubados com ureia não mostraram diferença significativa entre si para a variável massa seca da parte aérea no cultivo de feijão caupi.

Segundo estudos realizados por BERNARDES, T. G. *et al* (2014), doses crescente de N proporcionaram aumento significativo da MSPA do feijoeiro. Resultados semelhantes foram obtidos por Binotti *et al.* (2009) que verificaram aumento na MSPA do feijoeiro com aumento da dose de N aplicado em cobertura, obtendo máxima MSPA de 12 g. planta⁻¹, na dose de 154 kg.ha⁻¹.

O acréscimo na dose de N aplicado aumenta sua disponibilidade no solo e, conseqüentemente, incrementa a absorção deste nutriente pelas plantas, elevando assim a produção de massa de matéria seca, uma vez que o N tem influência direta na fotossíntese e crescimento da planta, sendo parte integrante da molécula de clorofila (BERNARDES, T. G. *et al.*,2014).

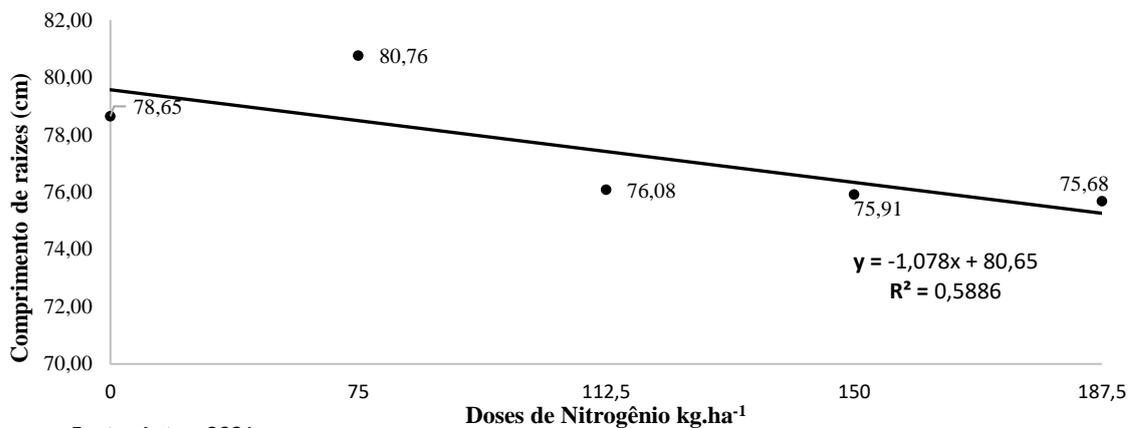
As variáveis comprimento de raiz (CR) e massa da matéria seca do sistema radicular (MSR) apresentaram diferenças significativas entre as doses de N aplicada. O CR apresentou relação linear negativa com a aplicação das doses crescente de N, essa variação no comprimento de raízes influenciou de forma significativa a MSR (figura 11 e 12). De forma geral com o aumento das doses de N ocorreu redução da MSR das plantas de feijoeiro, sendo que com aplicação da dose de N (187,5 kg. ha⁻¹) obteve plantas com a menor MSR.

Segundo Forde (2002) algumas das respostas ao N são locais, restritas apenas às raízes diretamente expostas ao sinal nutricional, enquanto outras são sistêmicas, implicando em intrincadas rotas de percepção e sinalização de N. De acordo com Carlos Neto *et al.* (2002), pode ter acontecido diminuição do pH ocasionando possível liberação de H⁺ produzido durante o processo de nitrificação da ureia aplicada ou ter motivado um desequilíbrio nutricional pelo excesso de N nas plantas.

O decréscimo do comprimento de raiz e também MSR em função das dose de N pode estar relacionado quanto a acidificação do solo. Trabalho realizado por Teixeira *et al* (2001) no cultivo de banana com aplicação de doses crescente de N observaram que acidificação foi proporcional à dose de N aplicada, numa relação quadrática. A saturação por bases (V) também foi afetada pela adubação nitrogenada. A capacidade de acidificar o solo de alguns fertilizantes nitrogenados é bastante conhecida e deriva de reações que produzem H⁺ (nitrificação) e da perda de cátions para camadas mais profundas, acompanhando o ânion NO₃⁻

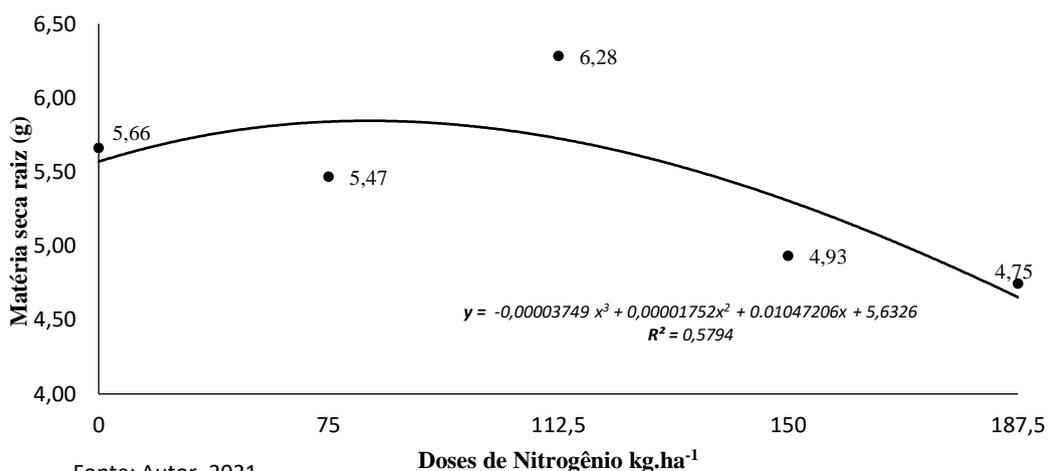
(Tisdale *et al.*, 1985). No entanto segundo SILVA *et al.* (2009), o maior aumento em número e comprimento de raízes laterais e pelos radiculares ocorre quando a raiz sob limitação encontra regiões do solo ricas em N. O aumento do alongamento e do número de raízes laterais e da densidade de pelos radiculares sob deficiência de N pode incrementar significativamente o peso seco de raízes, como observado por Anandacoomaraswamy *et al.* (2002) em plantas de chá (*Camellia sinenses*).raisz.

Figura 11 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) comprimento de raiz (CR), aos 52 dias após o plantio



Fonte: Autor, 2021

Figura 12 - Linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para massa da matéria seca radicular (MSR) aos 52 dias após o plantio

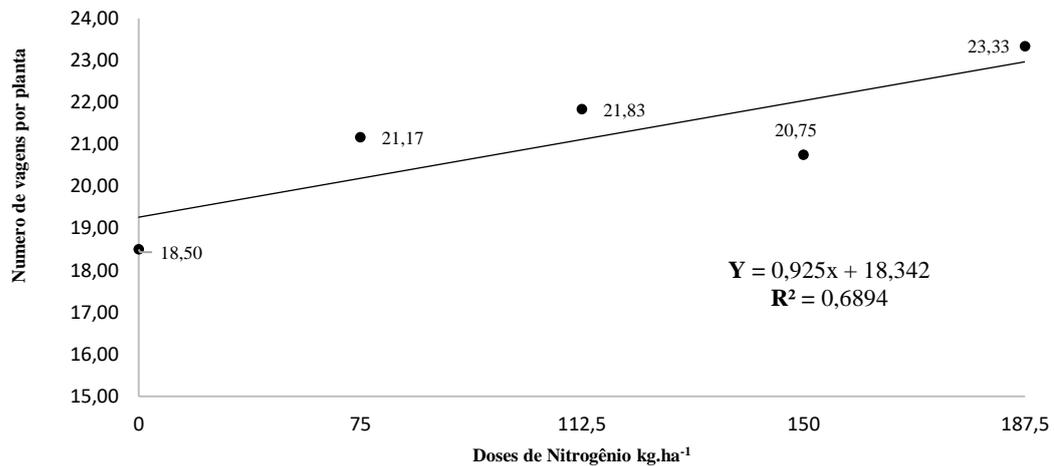


Fonte: Autor, 2021

No final do ciclo do feijoeiro, ao 77 DAP foi constatado que não houve significância quanto a interação entre as doses de N e a aplicação dos três biorreguladores, porém foi observado que apenas os parâmetros quantidade de vagens e número total de grãos por planta

apresentaram significância com 1% e 5% de probabilidade de erro respectivamente, observando apenas a aplicação das doses de N.

Figura 13 - Gráfico com a linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,01$) o número de vagens por planta com a aplicação das dose de N



Fonte: Autor, 2021

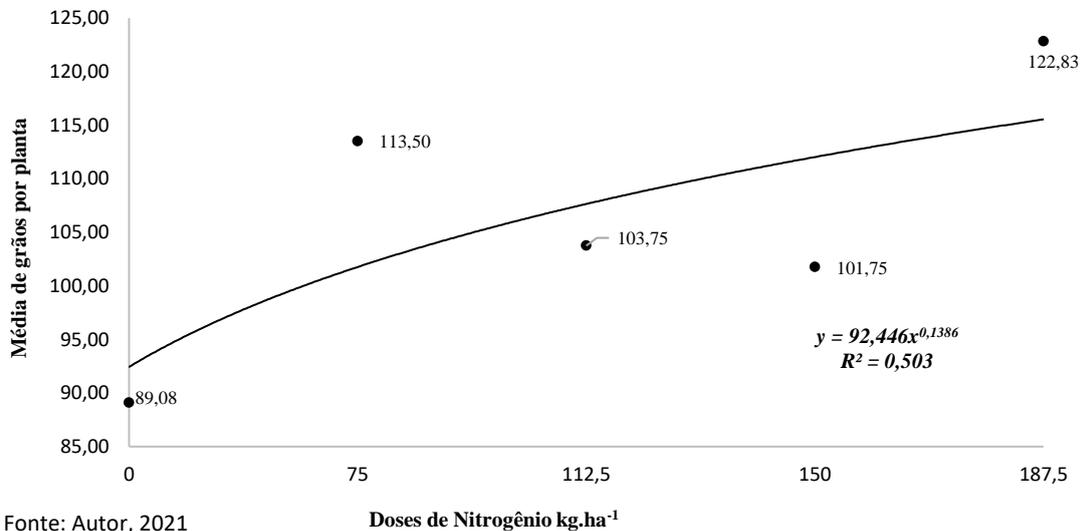
Com aplicação das doses crescente de N foi observado que houve influência positiva quando ao número total de vagens por planta. Com aumento das doses houve um crescimento linear positivo no número total de vagens como mostra a figura 13.

A quantidade de vagens por planta também influenciou positivamente o total de grãos por planta (figura 14). Pode-se considerar que o aumento das doses de N apresentou apenas incrementos para esta característica, semelhante aos resultados obtidos por Fornasieri Filho (2007) e Soratto *et al.* (2005) que indicaram aumento do número de vagens por planta com a adição de doses crescentes de N em semeadura. Arf *et al.* (2008) e Silva (2010) verificaram incremento linear para o número de vagens por planta quando se aumentou as doses de N em cobertura.

Conforme Silva *et al.* (2009) os acréscimos de vagens por planta com o incremento de doses de N, podem ocorrer como consequência da maior altura de plantas e da maior emissão de ramos reprodutivos.

O número de grãos por vagem não foi influenciado significativamente pelas doses de N, concordando com Binotti *et al.* (2009). Segundo estes autores, o número de grãos por vagem talvez esteja mais relacionado com cultivar, característica de herdabilidade genética, sofrendo pouca influência das práticas culturais utilizadas na cultura, sendo que estes valores normalmente estão por volta de 4 a 5 grãos por vagem.

Figura 14 - Gráfico com a linha de tendência correspondente a equação significativa ($P \leq 0,05$) para média de grãos por planta com aplicação das doses de N



A aplicação de doses crescentes de N não propiciou aumento significativo na massa de 100 grãos, resultado semelhante ao obtido por Maia (2011) que não obteve diferença significativa na massa de 100 grãos do feijoeiro, cv. Pérola, em diferentes manejos e doses de N. Meira *et al.* (2005) também não observaram efeito significativo das doses de N, 0, 40, 80, 120, 160 e 240 kg ha, no feijoeiro, cv. IAC Carioca, com relação à massa de 100 sementes.

4.1 Partição da matéria seca do feijoeiro

A alocação de recursos em plantas tem sido descrita através da distribuição preferencial de biomassa e nutrientes em seus diversos órgãos. Brouwer, (1962) considera que a distribuição desses recursos depende de vários fatores, como idade, crescimento, etc. No que se relaciona a plantas cultivadas, visa-se obter diferentes razões de alocação raiz: parte aérea, dependendo de seu hábito de crescimento nutrição, competição, relações hídricas, hábito de crescimento (SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2002).

A alocação de matéria seca das partes do feijoeiro (raiz, caule e folhas) não apresentou diferenças entre dose de N e bioestimulante considerando a mesma época avaliativa. No entanto, quando se considera o fator período avaliativo, ou seja, entre 27 e 52 DAP, observa claramente que com o desenvolvimento da planta a uma maior alocação da matéria seca no caule do feijoeiro. Essa maior alocação no caule foi observada tanto para quando se variou a dose de N (Figura 15 e 16), assim como quando se comparou o bioestimulante (Figura 17 e 18)

Considerando as diferentes doses de N kg/ha observa que aos 27 DAP os valores de matéria seca total (MST) variaram de 3,2 - 3,6g enquanto aos 56 DAP houve variação de 55,6g (sem N) – 73,7g (112,5 kg.ha⁻¹ de N). Segundo RADIN e BOYER (1982), sob condições de deficiência de nitrogênio, as plantas cultivadas, reduzem o potencial de turgescência necessário ao crescimento e induzem a menor expansão das folhas. PALMER *et al.*, (1996) corrobora as estas afirmações, afirmando que essa deficiência de N ocasiona a redução da extensibilidade plástica da parede celular

Figura 15 - Alocação de carbono no feijoeiro aos 27 DAP dias após o plantio em função da dose de N (Kg.ha⁻¹)

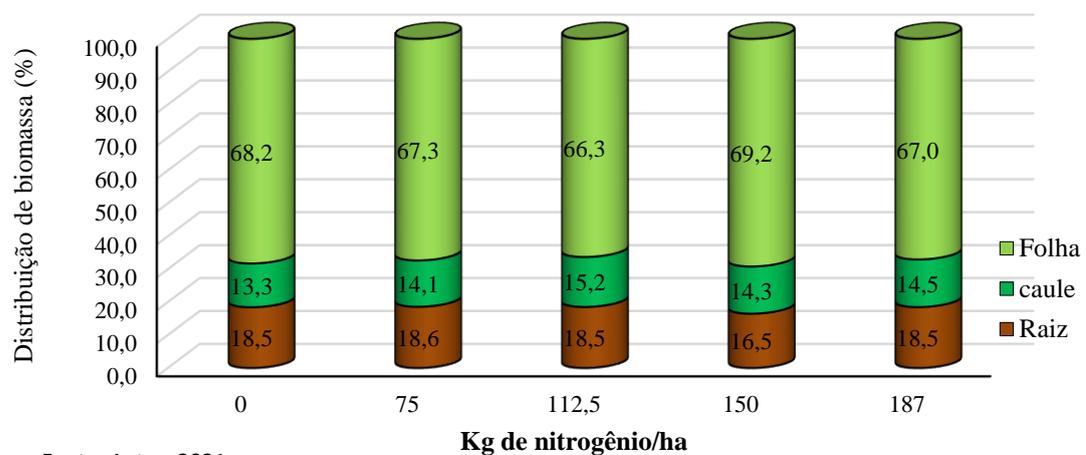
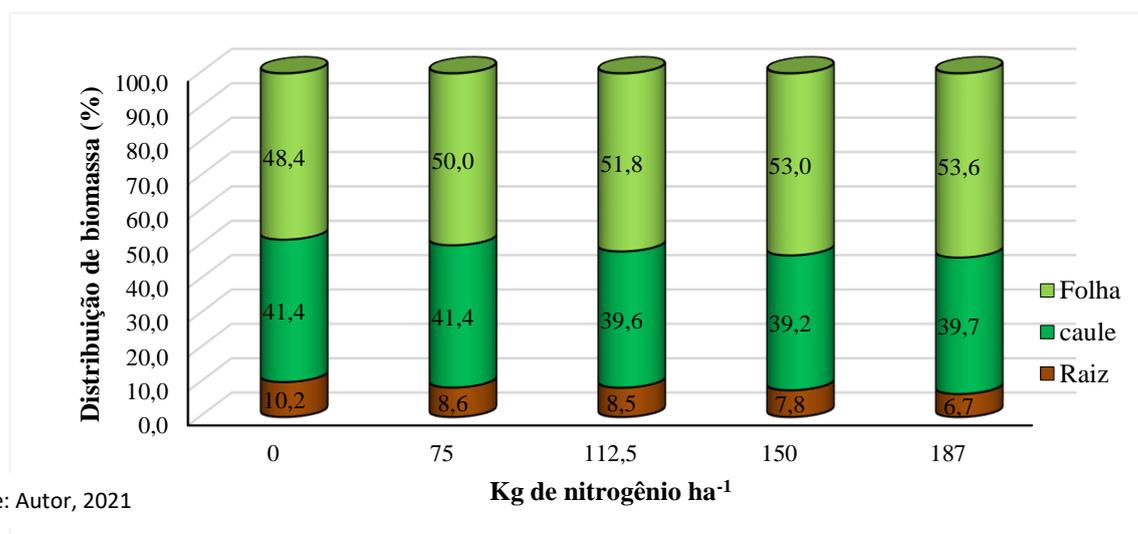


Figura 16 - Alocação de carbono no feijoeiro aos 52 DAP dias após o plantio em função da dose de N (Kg.ha⁻¹)

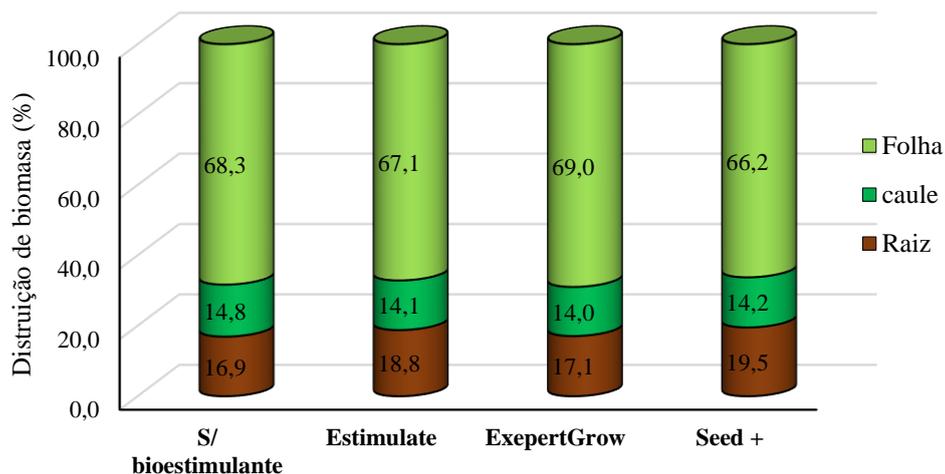


Os incrementos na massa da matéria seca do sistema radicular (MSR) e na massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), por unidade de massa total, foram os mesmos, independentemente da fertilização nitrogenada, considerando a mesma época de amostragem,

o que indica não ter ocorrido o ajustamento na partição de fotoassimilados entre esses órgãos da planta do feijoeiro. No entanto, apesar de não observar diferenças entre a proporção de MS dentro do mesmo período avaliativo, 27 ou 52 DAP, entre período avaliativo observou que houve redução da MSR e, em contrapartida incremento na MSPA do feijoeiro. Portanto verificou-se que a relação raiz:parte aérea foi alterada entre época de avaliação e passou de uma relação 2:8 (27 DAP) para uma relação de 0,8:9,2 (56 DAP).

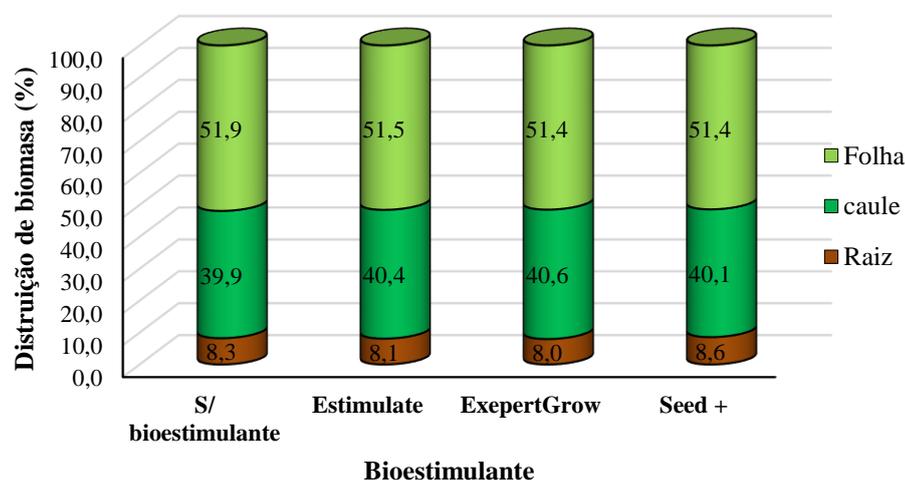
Segundo Fageria *et al* (2007) O aumento da massa da matéria seca da parte aérea com o aumento da idade da planta pode estar associado com o aumento na área foliar e o crescimento das raízes e da maior disponibilidade de N. O maior crescimento da parte aérea contribui para o aumento do tecido fotossintético e, futuramente maior acúmulo de carboidratos para as raízes, aumentando a produção final da cultura (PEREIRA *et al.*, 2012).

Figura 17 - Alocação de carbono no feijoeiro aos 27 DAP em função do Bioestimulante



Fonte: Autor, 2021

Figura 18 - Alocação de carbono no feijoeiro aos 52 DAP em função do Bioestimulante



5. CONCLUSÃO

Com os parâmetros avaliados no experimento durante todo o ciclo do feijoeiro não foi possível determinar qual dos bioestimulantes proporcionaria um melhor desempenho do feijoeiro associado a diferentes doses de nitrogênio.

No geral, a ausência de respostas às variáveis analisadas é um resultado relevante, indicando que esses produtos não afetaram de forma benéfica o desenvolvimento da planta de feijoeiro, especificamente nestas condições experimentais avaliadas (de aplicação no solo) o que não se justifica a indicação destes para produtores o que poderá até aumentar os custos de produção.

Deve-se realizar estudos no intuito de identificação das principais condições de utilização dessas substâncias proporcionando efeitos nas plantas. Além disso, o experimento foi conduzido em estufa o que oferece condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, o que não permitiu que os potenciais efeitos dos produtos (bioestimulantes) pudessem ser percebidos.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L. **Efeito de bioestimulante sobre a produtividade e qualidade fisiológica de dois cultivares de feijão cultivados no inverno**. 2008. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira.
- ABRANTES, F. L. *et al.* Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 148-54, 2011.
- ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. **Efeito dos reguladores vegetais Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 13p. 2000.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C; GONÇALVES, J.L.M; SPAROVEK, G. 2013. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, 22: 711-728, 2013
- ANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B. dos; SILVEIRA, P. M. da. **ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUTIVIDADE, LEITURA SPAD E TEOR DE NITROGÊNIO EM FOLHAS DE FEIJOEIRO**. Pesquisa Agropecuária Tropical, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 491–496, 2010. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/6320>. Acesso em: 20 maio. 2021.
- BACKES, C.; LIMA, C.P.; GODOY, L.J.G. *et al.* **Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em resposta à adubação nitrogenada**. Bragantia, 67:491-498, 2008.
- BARBOSA, F.R. & GONZAGA, A.C.O. 2012. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão. 247p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 272)
- Bernardes,T.G.;SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M.A.M.;CUNHA, P.C. **Resposta do feijoeiro de outono-inverno a fontes e doses de nitrogênio em cobertura**. Biosci.j., Uberlândia,v30,n.2p. 458-468,Mar./Apr. 2014
- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; JUNIOR, E. F.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. **Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes**. Bragantia, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.
- Bevilaqua, G. A. P., Peske, S. T., Santos Filho, B.G., & Santos, D. S. B. (1998). **Efeito do tratamento de sementes de cenoura com reguladores de crescimento**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33 (8), 1271-1280.
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, A. C.; KAMIMURA, K. M. **Fontes, doses e modo de aplicação de N em feijoeiro no sistema plantio direto**. Bragantia, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009.
- BONDOK, M. A. **The role of boron in regulating growth, yield and hormonal balance in sugar beet (Beta Vulgarisvar. vulgaris)**, Annals of agricultural science, v. 41, n 1, p15-33, 1996.
- BURLE, M.L.; FONSECA, J.R.; KAMI, J.A. & GEPTS, P. 2010. **Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity**. Theoretical and Applied Genetics. 121:801-813
- CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. **Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras**. Revista Biotemas, Florianópolis, v. 21, p. 53-

63, 2008.

CARDOSO, A. I. I., Hiraki, H. **Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete.** Horticultura Brasileira, p. 328-331, 2001.

CARLOS NETO, A.; SIQUEIRA, D. L.; PERREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H. **Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, p. 199-203, 2002.

CASTRO, P. R. C.; SILVA, G. P.; CATO, S. C.; **Ação de bioestimulantes em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* cv. IAC - Carioca Tybatã).** Revista de Agricultura, Piracicaba, v. 79, n. 2, p. 215-226, 2004.
CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Agropecuária, 2001. 131p.

CASTRO, P.R.C.; SANTOS, V. M.; STIPP, S.R.; **Nutrição vegetal e biorreguladores no desenvolvimento das plantas.** Informações agronômicas, Nº139, p. 10-11, 2012.

CATE, C. H. H.; BRETELER, H. **Effect of plant growth regulators on nitrate utilization by roots of nitrogen-depleted dwarf bean.** Journal Experimental Botany, Oxford, v. 33, n. 1, p. 37-46, 1982.

CATO, S.C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas.** 2006. 74p. (Tese) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CIRELLO, V; GUERRINI, I. A; BACKES, C. **Doses de nitrogênio no crescimento e nutrição de plantas de Guanadi.** CERNE. v. 20 n. 4, p. 653-660. 2014.

COBUCCI, T. *et al.* **Efeitos de reguladores vegetais aplicados em diferentes estágios de desenvolvimento do feijoeiro comum.** Documentos, IAC, Campinas, 85, 2008

CONAB. **Histórico mensal feijão, 2020.** Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-feijao>. Acesso em 10 de maio de 2020

CTSBF – COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. 2012. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira.** 2ª ed. Florianópolis: Epagri. 157p.

DOURADO NETO, D. *et al.* **Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho.** Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 93-102, 2004.

DUQUE, F. F.; NEVES, M. C. P.; FRANCO, A. A.; VICTORIA, R. L. BODDEY, R. M. **The response of field grown *Phaseolus vulgaris* to *Rhizobium* inoculation and quantification of N₂ fixation using ¹⁵N.** Plant and Soil, London, v.88, p.333-343, 1985.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná: safra 2000/2001.** Londrina: Embrapa, 2000. 255 p

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspective.** 2º ed. Sunderland, Sinauer Associates, 2005. 400 p.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United.** Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acessado em: 09/04/2021

- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P. & LÓPEZ, M. 1985. **Etapas de desarrollo em La planta de frijol**. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F. & SCHIINHOVEN, A. van. (eds.). Frijol: Investigación y producción. CIAT. Santiago de Cáli, Colômbia. p.61-78
- FIDÉLIS, R. R.; MRANDA, G. V.; SANTOS, I. C.; GALVÃO, J. C. C.; PELUZIO, J. M.; LIMA, S. O. **Fontes de Germoplasma de milho para Estresse de Baixo Nitrogênio**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 37, p. 147-153, 2007.
- FLOSS, E. L.; FLOSS, L. G. **Fertilizantes organo minerais de última geração: funções fisiológicas e uso na agricultura**. Revista Plantio Direto. 100 ed. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2007.
- FORDE, B. G. **Local and long-range signaling pathways regulating plant responses to nitrate**. Annual Review of Plant Biology, Palo Alto, v. 53, p. 203- 224, 2002.
- Fornasieri Filho, D. **Resposta de cultivares de feijoeiro comum à adubação nitrogenada em sistema de plantio direto**. Científica, v.35, p.115-121, 2007
- GODOY, L.J.G.; SANTOS, T.S.; VILLAS BÔAS, R.L. *et al.* **Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32: 217-226, 2008
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains**. Biology and Fertility of Soils, Florença, v. 39, p. 88-93, 2003.
- HUNGRIA, M.; KASCHUK, G. **Regulation of N₂ fixation and NO₃⁻ /NH₄⁺ assimilation in nodulated and N-fertilized *Phaseolus vulgaris* L. exposed to high**. Environmental and Experimental Botany, Oulu, v.98, p.32-39, 2014.
- HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **Tecnologia de fixação biológica do nitrogênio com o feijoeiro: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2013a, 30 p. (Embrapa soja. Documentos, 338).
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. & ARAUJO, R.S. **Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro**. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., eds. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina, Embrapa-CPAC, 1997. p.189-294
- KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. **Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante**. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006
- LANA, A. M. Q. *et al.* **Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009
- LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. **Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009
- LIMA, M. M.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS NETO, J.; GONÇALVES, C. B.; SANTOS, C. G. F. **Nitrogênio e promotor de crescimento: efeitos no crescimento e desenvolvimento do algodão colorido verde**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 624-628, 2006.
- MACEDO E SILVA. G. de; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. **Manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro ngado sob plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 32. n. 1, p. 1-5, 2002.

- MAIA, S. C. M. **Uso do clorofilômetro portátil na determinação da adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de feijoeiro**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- McDONALD, M. D.; KHAN, A. A. **Acid scarification and protein synthesis during seed germination**. *Agronomy Journal*, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983
- MEIRA, F. de A.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S., ARF, O. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 4, p. 383-388, 2005.
- MELO, R. A. **Caracterização morfo-agronômica e molecular, processamento mínimo e utilização de raios X em sementes de feijão-caupi [Vigna unguiculata (L.) Walp]**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo
- MILLÉO, M. V. R.; ZAGONEL, J. **Avaliação da eficácia agronômica de diferentes doses e formas de aplicação de Stimulate® na cultura do feijão**. Laudo técnico de praticidade e eficácia agronômica. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2002. 186 p.
- NANDACOOMARASWAMY, A. *et al.* **The physiological basis of increased biomass partitioning to roots upon nitrogen deprivation in young clonal tea (Camellia sinensis (L.) O. Kuntz)**. *Plant and Soil*, Netherlands, v. 238, n.1, p. 1-9, 2002.
- PALMER, S. J.; BERRIDGE, D.M.; McDONALD, A.J.S.; DAVIES, W.J. **Control of leaf expansion in sunflower (Helianthus annuus L.) by nitrogen nutrition**. *Journal of Experimental Botany*, London, v.47, p.359-368, 1996.
- Penariol, F.G. *et al.* (2003). **Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2(2):52-60.
- PEREIRA, G. A. M.; LEMOS, V. T.; SANTOS, J. B. dos; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, M. C. de; de MENEZES, C. W. G. **Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada**. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 716-722, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000500019>
- RADIN, J.W.; BOYER, J.S. **Control of leaf expansion by nitrogen nutrition in sunflower plants. Role of hydraulic conductivity and turgor**. *Plant Physiology*, Bethesda, v.69, p.771-775, 1982.
- RE O AFONSO, R. J. ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M. G.; BUZETTI, S. **Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto**. *Bragantia*, v. 67, n. 2. 306/2008
- RODRIGUES, J. D. **Biorreguladores, Aminoácidos e Extrato de algas: verdades e mitos**. *Informações Agrônomicas*, n. 122. UNESP – Botucatu, Junho, 2008. 4 p
- ROSOLEM, C. A. **Seja doutor do seu feijoeiro**. Potafos arquivos agrônomico. Disponível em: [http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/69CAB152E9EC329A83257AA0003BC0D4/\\$FILE/Seja%20Feijoeiro.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/69CAB152E9EC329A83257AA0003BC0D4/$FILE/Seja%20Feijoeiro.pdf). Acesso: 25 de novembro de 2019.

SANTOS, A.B. dos; FAGERIA, N.K. **Características fisiológicas do feijoeiro em várzeas tropicais afetadas por doses e manejo de nitrogênio.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.32, n.1, p.23-31, 2008.

SANTOS, J.B. & GAVILANES, M.L. 2008. **Botânica.** In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J. & BORÉM, A. (eds.). Feijão. 2ª ed. UFV. Viçosa. p.41-66. 4

SCHEFFER-BASSO, Simone Meredith; JACQUES, Aino Victor Ávila; DALL' AGNOL, Miguel. **Alocação da biomassa e correlações morfofisiológicas em leguminosas forrageiras com hábitos de crescimento contrastantes.** Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 629-634, Dec. 2002. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162002000400002&lng=en&nrm=iso>. access on 28 Mar. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000400002>

SILVA, E. F.; Marchetti, M. E.; Souza, L. C. F.; Mercante, F. M.; Rodrigues, E. T.; Vitorino, A.C.T. **Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada a exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio.** Bragantia, v.68, p.443-451, 2009.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. **The Assistat Software**

SILVA, M. A.; CATO, S. C.; COSTA, A. G. F. **Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 774-780, 2010.

SILVA, M. P. **Espaçamentos entrelinhas e doses de nitrogênio em dois cultivares de feijoeiro irrigado no sistema plantio direto.** 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

SILVA, T.R.B.; SORATTO, R.P.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno.** Cultura agrônômica, v.9, p.1-17, 2000.

Soratto, R. P.; Crusciol, C. A. C.; Silva, L. M.; Lemos, L. B. **Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto.** Bragantia, v.64, p.211-218, 2005

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M.G. & MERCANTE, F.M. **Fixação biológica de nitrogênio.** In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. & STONE, L.F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais.** Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.122-153

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2017). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** (6 ed., 888p). Artmed, Porto Alegre.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B. **Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco.** Bragantia, Campinas, v.64, n.1, p.83-88, 2005

Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 222- 228, 2001

VIEIRA, R. F.; TSAI, S. M.; TEXEIRA, M. A. **Nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio em feijoeiro com estirpes nativas de rizóbio, em solo tratado com lodo de esgoto.** Pesquisa Agropecuária

Brasileira, Brasília, v. 40, p. 1047-1050, 2005.

ZHANG, H. M.; FORDE, B. G. **An arabidopsis mads box gene that controls nutrient-induced changes in root architecture.** Science, v. 279, p. 407-409, 1998.

APÊNDICE A – DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE DIÁRIA DENTRO E FORA DA
ESTUFA

TEMPERATURA E UMIDADE DIÁRIA						
ESTÁDIO	DATA	DENTRO DA ESTUFA		FORA DA ESTUFA		UMIDADE
		MIN °C	MAX °C	MIN °C	MAX °C	MIN %
V0	30/12/2020	17,9	41,7	15,1	37,1	29,0
	31/12/2020	17,1	40,4	14,2	37,3	29,0
	01/01/2021	17,4	41,3	14,3	35,1	32,0
V1	02/01/2021	17,8	42,0	15,1	32,3	40,0
	03/01/2021	18,2	39,1	20,3	37,2	51,0
V2	04/01/2021	19,2	32,0	16,8	28,9	59,0
	05/01/2021	19,7	38,5	17,2	35,3	43,0
	06/01/2021	20,0	41,7	17,5	36,9	36,0
	07/01/2021	19,5	43,3	17,0	39,0	33,0
	08/01/2021	20,8	44,0	18,5	38,0	30,0
V3	09/01/2021	21,0	41,6	18,8	38,1	39,0
	10/01/2021	22,3	36,2	20,2	34,6	53,0
	11/01/2021	21,7	39,1	19,4	35,6	41,0
	12/01/2021	20,6	39,3	18,6	35,3	40,0
	13/01/2021	20,0	38,1	17,4	35,5	39,0
	14/01/2021	19,4	40,5	17,4	36,2	37,0
	15/01/2021	21,3	40,3	19,4	36,9	36,0
	16/01/2021	2,7	38,3	18,8	34,4	39,0
	17/01/2021	18,5	39,0	16,7	35,1	29,0
V4	18/01/2021	17,3	40,2	14,8	35,7	11,0
	19/01/2021	16,8	37,8	13,6	35,9	33,0
	20/01/2021	16,6	39,4	16,5	36,5	23,0
	21/01/2021	15,5	37,4	13,1	35,6	31,0
	22/01/2021	16,1	35,6	13,2	35,0	39,0
	23/01/2021	17,9	37,3	15,4	37,1	31,0
	24/01/2021	19,4	38,6	17,7	36,7	32,0
	25/01/2021	18,6	39,5	15,8	36,8	36,0
	26/01/2021	19,3	39,5	17,7	36,9	30,0
	27/01/2021	17,2	39,6	14,6	36,3	28,0
	28/01/2021	16,0	39,4	13,5	36,1	26,0
	29/01/2021	16,4	39,5	13,6	37,1	33,0
R5	30/01/2021	17,7	40,5	16,1	38,2	30,0
	31/01/2021	17,6	40,4	15,1	38,2	30,0
	01/02/2021	17,1	38,4	14,5	35,6	36,0
	02/02/2021	18,7	39,3	16,3	36,9	35,0

	03/02/2021	18,6	40,0	16,8	38,1	33,0
	04/02/2021	18,6	40,2	16,4	38,6	34
R6	05/02/2021	20,3	35	18,3	33,3	54
	06/02/2021	20,5	34,2	19	30,1	54
	07/02/2021	21,1	32,8	19,4	30,8	51
	08/02/2021	18,6	30,6	16,4	28,1	51
	09/02/2021	18,6	35,1	16,9	30,2	46
R7	10/02/2021	18,8	37,3	17,8	33,7	35
	11/02/2021	18,5	36,3	16,7	34,1	37
	12/02/2021	19,6	34	19,2	32,7	42
	13/02/2021	19,8	36,3	18,5	34,9	38
	14/02/2021	19,4	38,9	18	36,5	37
	15/02/2021	20,7	35,7	19,5	33,3	44
R8	16/02/2021	20,3	40,3	18,8	37	34
	17/02/2021	19,5	39,6	18,5	38,1	35
	18/02/2021	19,9	40,5	18,4	36,2	36
	19/02/2021	20	36,2	18,1	32,2	42
	20/02/2021	21	35,5	20,2	30,4	45
	21/02/2021	19,4	39,8	18,4	34,6	34
	22/02/2021	18,6	43,3	17,6	37,1	26
	23/02/2021	19	42,7	18,1	37	27
	24/02/2021	18,9	42,9	17,7	37,1	29
	25/02/2021	16,8	43,1	15,3	37,3	26
	26/02/2021	19,5	28,7	18,5	24,3	69
	27/02/2021	18,3	38,3	17,4	33,4	34
	28/02/2021	18	38,3	16,9	32,3	41
	01/03/2021	18,5	37,5	17,6	33,3	38
	02/03/2021	17,3	36,9	15,8	33	38
	03/03/2021	17,5	41,9	16,1	35	28
04/03/2021	16,4	43,5	14,9	36,2	22	
R9	05/03/2021	15,6	44	13,8	37,1	19
	06/03/2021	16,3	44	15	36,7	28
	07/03/2021	18,7	39,3	17,4	33,6	36
	08/03/2021	19,6	40,7	18,4	32,3	39
	09/03/2021	19,6	41,2	18	32,2	38
	10/03/2021	20	41,2	18,5	34,6	34
	11/03/2021	19,1	43	18,2	35,3	34
	12/03/2021	19,9	43,3	18,8	35,1	31
	13/03/2021	17,4	41,1	16,1	34,7	22
	14/03/2021	15,3	40,1	13,5	33,7	29
	15/03/2021	15,6	40,8	14,1	34,4	29
	16/03/2021	15,1	41,1	13,3	34,5	30
MÉDIA		18,41	39,14	16,89	35,02	35,69

ANEXO A- ANALISE QUÍMICA DO SOLO

04/11/2020

SISGEAS 2.0 BoletimGroups



LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

Campus São João Evangelista

Registro: 1109

Cidade: SÃO JOÃO EVANGELISTA

Data: 04/11/20

Cliente: Ismael Rodrigues Silva

CEP: 39705-000

Telefone: [REDACTED]

Endereço: Faz. Mexerico

Bairro: Zona Rural

Email: [REDACTED]

Nº	Ref.	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-Rem
		H ₂ O	mg/dm ³					cmol _c /dm ³					%	dag/kg	mg/L
5286	Feijão 0-20	5.58	3.17	35.3	0.24	0.19	0	1.8	0.52	0.52	2.32	22.45	0	0.55	5.03

pH em água - Relação 1:2,5

P - K - Extrator Mehlich 1

Ca - Mg - Al - Extrator: KCl 1N

H + Al - Extrator: SMP

SB = Soma de bases trocáveis

CTC (t) - Capacidade de troca catiônica efetiva

CTC (T) - Capacidade de troca catiônica a pH 7,0

V = Índice de saturação de bases

m = Índice de saturação de Alumínio

P-rem = Fósforo remanescente

Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO 10N

Página 1 de 1

Técnico responsável

Valdevino Pereira Silva
Coord. Laboratório de Solos
Norma IFMG-SJE n° 100/2015



ANEXO B - ANALISE FISICA DO SOLO

 INSTITUTO FEDERAL Minas Gerais Campus São João Evangelista		LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS	
Cliente: Ismael Rodrigues Silva		Data: 05/11/2020	
CPF:		Telefone: [REDACTED]	
E-mail: [REDACTED]			
Cidade:			
Endereço: Faz. Mexerico		Bairro: Zona Rural	

Protoc.	Referência	Textura			Densidade de partículas g.cm ⁻³
		Areia	Argila	Silte	
		dag.kg ⁻¹			
5286	Feijão 0-20	22,00	55,10	22,90	—

Observações:

Areia, Argila e Silte: Método da pipeta.

Densidade de partículas: Método do balão volumétrico.




 Ari Medeiros Braga Neto
 (Técnico responsável)