

Câmpus  
Ipameri



Universidade  
Estadual de Goiás



**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE  
FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM RESPOSTA AO FERTILIZANTE  
MINERAL, BIOFERTILIZANTE E PÓ DE ROCHA**

**JÉSSICA RODRIGUES DE MELLO DUARTE**

**MESTRADO**

**Ipameri-GO  
2020**

JÉSSICA RODRIGUES DE MELLO DUARTE

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE  
SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM RESPOSTA  
AO FERTILIZANTE MINERAL, BIOFERTILIZANTE E PÓ DE  
ROCHA**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Mariana Pina da Silva Berti

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri  
2020

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MM527  
a

Mello Duarte, Jéssica Rodrigues de  
Avaliação da produtividade e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em resposta ao fertilizante mineral, biofertilizante e pó de rocha /  
Jéssica Rodrigues de Mello Duarte; orientador Mariana Pina da Silva Berti. --  
Ipameri, 2020.  
33 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em  
Produção Vegetal) -- Unidade de Ipameri, Universidade Estadual de Goiás,  
2020.

1. Fertilizantes. 2. Fisiológica. 3. Sustentabilidade. 4. Produção. 5. Feijoeiro. I.  
Berti, Mariana Pina da Silva, orient. II. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM RESPOSTA AO FERTILIZANTE MINERAL, BIOFERTILIZANTE E PÓ DE ROCHA"

AUTOR(A): Jéssica Rodrigues de Melo Duarte

ORIENTADOR(A): Mariana Pina da Silva Berti

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

*Mariana Pina da Silva Berti*

Prof.ª Dra. MARIANA PINA DA SILVA BERTI (Orientadora)  
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária de Ipameri-GO

*Marcus Vinicius Viegas Ramos*

Prof. Dr. MARCUS VINICIUS VIEGAS RAMOS  
Instituto Federal Goiano/Câmpus Unistal-GO

*Adelson Pella*

Prof. Dr. ADILSON PELA  
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária de Ipameri-GO

Registro de Declaração	
Número: 011	
Livro: R-01 Folhas: 1	
Data: 19/02/2020	
Assinatura: 	

Data da realização: 19 de Fevereiro de 2020

*Dedico a Deus, minha força.  
Dedico a Paula e Bertholdo, meus anjos.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Dey-mar e Fernando, por me ensinarem os três sentimentos mais importantes para um mundo melhor: amor, respeito e gratidão. Muito obrigada por todo carinho e educação que tiveram e têm comigo todos os dias, dando sempre o melhor de vocês e possibilitando-me conquistar tanto.

As minhas irmãs: Letícia e Manuella. Tenho orgulho em dizer que sou irmã de dois seres humanos tão incríveis, que sempre me ensinam muito e que me divertem ainda mais.

Aos meus avôs e avós: Maria Aparecida Pereira e Onício, Bertholdo (*in memoriam*) e Maria Aparecida Mello. Obrigada por tudo e por tanto, sei que tenho sempre o colo de vocês garantido.

Aos meus padrinhos e madrinhas: Sandra, Gilberto, Jussara e Carlos. Sou abençoada por ter tantos “pais e mães postiços” viu? Meus pais não poderiam ter feito escolha melhor.

Ao meu padrinho Ricardo, esse fui eu que escolhi depois de velha. Obrigada por todos os cafés no meio do tarde, quando ambos precisávamos conversar besteiras e espalhar e por todo o auxílio e parceria de sempre.

A toda minha família, que com todas suas peculiaridades e esquisitices, me faz diariamente encontrar motivos para sorrir e seguir em frente. Agradeço, em especial, à Caroline, a irmã postiça que minha querida tia Paula me deixou e à Vanessa, a primeira mestre da família. Tenho certeza de que a melhor família do mundo é a minha!

Aos meus afilhados Júlia, Manuella e Felipe, é uma honra ter sido escolhida por vocês e para estar com vocês, para sempre.

As minhas amigas Fabíola e Núbia, presentes mesmo com minha tão costumeira ausência. Agradeço à Maryelle, Natália e Scarlet, as amigas que o mestrado me trouxe, e me deram suporte, amor e carinho em todos os momentos. Agradeço a todos os meus amigos do PPGPV-UEG, juntos nas mesas de bar e também nas rodas de estudos e resumos.

Aos meus professores, mestres do conhecimento e da resiliência, guerreiros por enfrentar todos os dias as dificuldades e a falta de reconhecimento de um país que não entende que o futuro está nas mãos deles. A inspiração que cada um de vocês me trouxe,

é gás para que eu me junte a vocês e continue nessa luta. Agradeço também a todos os funcionários e colaboradores da Universidade Estadual de Ipameri.

À minha orientadora, Prof. Dra. Mariana Pina da Silva Berti, pelo auxílio e orientação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A Deus, que está presente em todos os momentos da minha vida e que muitas vezes colocou pessoas no meu caminho que me fizeram levantar a cabeça e continuar, através de um sorriso, um abraço ou um bom dia.

À Kim e Kira, minhas filhas de quatro patas, que diversas vezes viraram a noite dormindo em cima da mesa e me observando enquanto eu passava a madrugada estudando e escrevendo. Deus escolheu vocês para me ensinar sobre o amor incondicional.

Ao meu esposo José Paulo, meu maior incentivador. Muito obrigada, por muitas vezes, confiar mais no meu potencial do que eu mesma sou capaz, obrigada por me incentivar a correr atrás dos meus sonhos, obrigada por entender todas minhas ausências, viagens e mudanças de cidade.

Todos os dias, procuro ser uma pessoa melhor do que fui no dia anterior, e por fim, agradeço a todos que me incentivam e me ajudam a conquistar esse objetivo.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	4
2.1. Objetivo geral.....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	5
3.1. Preparo e local do experimento.....	5
3.2. Delineamento estatístico .....	6
3.3. Cultivar utilizada.....	7
3.4. Condução do experimento.....	7
3.5. Variáveis analisadas.....	8
3.5.1. Altura da parte aérea .....	8
3.5.2. Diâmetro do caule.....	8
3.5.3. Inserção da primeira folha .....	8
3.5.4. Número de vagens por planta .....	8
3.5.5. Número de grãos por planta.....	8
3.5.6. Massa de 100 grãos.....	8
3.5.7. Produtividade .....	9
3.5.8. Primeira contagem de germinação e vigor .....	9
3.5.9. Germinação total.....	9
3.5.10. Comprimento de plântulas .....	9
3.5.11. Massa seca de plântulas .....	9
3.5.12. Condutividade elétrica .....	9
3.6. Análises estatísticas .....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5. CONCLUSÕES.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20



## RESUMO

O feijão é um vegetal pertencente à família das leguminosas, considerado um alimento rico nutricionalmente e de relevante importância como fonte alimentar. Devido a sua notoriedade, há necessidade de estudos e pesquisas para o aumento da produção, incluindo o manejo da adubação e a qualidade das sementes, entre outros cuidados visando aumentar a produtividade e melhorar a rentabilidade da cultura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do fertilizante mineral, biofertilizante e pó de rocha e a interação entre as adubações sobre a produtividade e qualidade de sementes do feijoeiro. Os tratamentos utilizados foram T1 (testemunha); T2 (fertilizante mineral com dose de 15 kg de N e 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare); T3 (fertilizante pó de rocha com dose de quatro toneladas por hectare); T4 (biofertilizante com dose de 120 litros por hectare); T5 (fertilizante mineral com dose de 15 kg de N e 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare + biofertilizante com dose de 120 litros por hectare); T6 (fertilizante pó de rocha com dose de quatro toneladas por hectare + biofertilizante com dose de 120 litros por hectare); T7 (fertilizante mineral com dose de 15 kg de N e 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare + fertilizante pó de rocha com dose de quatro toneladas por hectare + biofertilizante com dose de 120 litros por hectare). Foram feitas as análises dos componentes da produção, produtividade e da qualidade da semente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados ao acaso com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por 15 m<sup>2</sup> e seis linhas de cinco metros, sendo somente as duas linhas centrais consideradas úteis. Foram sete tratamentos e cinco repetições, totalizando trinta e cinco parcelas e 525 m<sup>2</sup> de área experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Não foram observadas diferenças significativas nos componentes de produção e produtividade na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da aplicação de diferentes fontes de nutrientes. O comprimento de plântulas apresentou resultados inferiores com a aplicação somente do fertilizante pó de rocha e da associação entre fertilizante mineral e biofertilizante. As sementes dos tratamentos testemunha, com a utilização somente do fertilizante pó de rocha e da associação do pó de rocha e biofertilizante, apresentaram maior dificuldade no restabelecimento da integridade das membranas celulares, sendo então consideradas de menor vigor do que as dos demais tratamentos.

**Palavras-chave:** Fertilizantes; Fisiológica; Sustentabilidade; Produção; Feijoeiro.

## ABSTRACT

The bean is a vegetable belonging to the legume family, considered a nutritionally rich food and of relevant importance as a food source. Due to its notoriety, there is a need for studies and research to increase production, including fertilizer management and seed quality, among other precautions to increase productivity and improve crop profitability. The present work aimed to evaluate the influence of mineral fertilizer, biofertilizer and rock powder and the interaction between fertilizers on the productivity and quality of beans seeds. The treatments used were T1 (control); T2 (mineral fertilizer with a dose of 15 kg of N and 75 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare); T3 (rock powder fertilizer with a dose of four tons per hectare); T4 (biofertilizer with a dose of 120 liters per hectare); T5 (mineral fertilizer with a dose of 15 kg of N and 75 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare + biofertilizer with a dose of 120 liters per hectare); T6 (rock powder fertilizer with a dose of four tons per hectare + biofertilizer with a dose of 120 liters per hectare); T7 (mineral fertilizer with a dose of 15 kg of N and 75 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare + rock powder fertilizer with a dose of four tons per hectare + biofertilizer with a dose of 120 liters per hectare). The analysis of the components of production, productivity and seed quality were made. The experimental design used was randomized blocks with five replications. Each plot consisted of 15 m<sup>2</sup> and six lines of five meters, with only the two central lines considered useful. There were seven treatments and five repetitions, totaling thirty-five plots and 525 m<sup>2</sup> of experimental area. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means compared by the Scott-Knott test at 5% probability. No significant differences were observed in the components of production and productivity in the culture of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) due to the application of different sources of nutrients. The seedling length showed lower results with the application only of rock powder fertilizer and the association between mineral fertilizer and biofertilizer. The seeds of the control treatments, using only the rock powder fertilizer and the association of the rock powder and biofertilizer, showed greater difficulty in restoring the integrity of the cell membranes, being then considered of less vigor than those of the other treatments.

**Key-words:** Fertilizers; Physiological; Sustainability; Production; Common Bean.

## INTRODUÇÃO

O feijão é um vegetal pertencente à classe Dicotyledoneae, ordem Rosales e família Leguminosae (VIEIRA et al., 2006). As folhas do feijoeiro apresentam disposição alterna, são compostas e trifolioladas e a cor e a pilosidade variam de acordo com a cultivar, idade, posição na planta e ambiente (SILVA, 2005). No Brasil, é classificado em dois grupos comerciais: I (feijão-comum que pertence à espécie *Phaseolus vulgaris*) e II (feijão-caupi que pertence à espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e as demais espécies de feijão não recebem classificação (CHAVES e BASSINELLO, 2019).

Os hábitos de crescimento do feijoeiro são caracterizados em quatro tipos principais, sendo eles: tipo I com hábito de crescimento determinado, arbustivo e porte da planta ereto, tipo II com hábito de crescimento indeterminado, arbustivo, porte da planta ereto e caule pouco ramificado, tipo III com hábito de crescimento indeterminado, porte prostrado ou semi-prostrado, com ramificação bem desenvolvida e aberta e o tipo IV com hábito de crescimento indeterminado, porte trepador, com caule possuindo forte dominância apical e um número reduzido de ramos laterais, pouco desenvolvidos. Destaca-se também que podem ocorrer hábitos intermediários entre os hábitos indeterminados (SILVA, 2005).

É considerado um alimento rico nutricionalmente, fornecedor de carboidratos, nutrientes essenciais como proteínas ricas na concentração do aminoácido lisina, vitaminas principalmente as do complexo B, sais minerais como ferro, cálcio, potássio e fósforo e de fibras que ajudam no bom funcionamento do intestino e no controle dos níveis de colesterol e glicose do sangue (CHAVES e BASSINELLO, 2019; TURUKO e MOHAMMED, 2014).

A CONAB (2019) estima que na safra 18/19 foram plantados cerca de três milhões de hectares de feijão no Brasil. Isso representa uma baixa de aproximadamente 3% em comparação a safra passada e essa redução pode ser explicada pela baixa rentabilidade da cultura do feijão em relação à soja e ao milho e ao alto estoque remanescente de safras anteriores, fazendo com que o produtor optasse por outros cultivos. Porém, com a retração da área plantada e condições climáticas adversas foi estimulado um elevado aumento dos preços, visto que o feijão faz parte do dia a dia da mesa do brasileiro.

O manejo adequado da cultura do feijão traz benefícios tanto para o meio ambiente como para o rendimento da cultura, sendo essa uma cultura altamente exigente hidricamente e em termos nutricionais. Devido ao curto período do ciclo do feijão, a estiagem ou o excesso de água afetam severamente o crescimento do feijoeiro. A cultura necessita de, no mínimo,

300 a 500 mm de água acumulada durante o ciclo, que é de 60 a 120 dias, para manifestar seu potencial produtivo (MONTEIRO et al., 2010).

Ressaltados o valor da cultura do feijão e sua importância econômica, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas visando aumentar a produtividade e qualidade de sementes do feijão e sua rentabilidade. Os principais limitantes ao aumento da produtividade no cultivo do feijoeiro comum, em sistemas orgânicos e convencionais, incluem o manejo do solo e do fertilizante, principalmente no que diz respeito à má distribuição de nutrientes no perfil do solo, bem como ao desequilíbrio entre os mesmos (PEREIRA et al., 2015; SIMIDU et al., 2010; AIDAR e KLUTHCOUSKI, 2009).

O fósforo destaca-se como um dos nutrientes mais exigidos pelas culturas e que influencia diretamente a sua produtividade (VIANA et al., 2011). A deficiência deste nutriente resulta em uma diminuição da taxa de fotossíntese, relacionada diretamente com o aumento da concentração de amido na folha (OLIVEIRA et al., 2012). Já o potássio é o nutriente mais abundante no tecido vegetal de praticamente todas as espécies vegetais em maior concentração no floema, seguido do fósforo, magnésio e enxofre. Apresenta-se predominantemente na forma iônica  $K^+$  no tecido e seu retorno ao solo é muito rápido, ocorrendo logo após a senescência das plantas (NAIVERTH e SIMONETTI, 2015).

O nitrogênio é o macronutriente mais absorvido pelo feijoeiro, estando presente durante todo o ciclo da cultura, mas com maior exigência no florescimento e enchimento de grãos. O nutriente compõe a molécula de clorofila, sendo assim muito importante para a fotossíntese, transformando os nutrientes fotoassimilados em grãos e refletindo no aumento da produção (GUIMARÃES et al., 2017). Além disso, após a sua absorção através das raízes, o mesmo combina-se com compostos orgânicos para a formação de aminoácidos e esses dão origem às proteínas, que são acumuladas nos grãos (AMARAL et al., 2016).

Nos últimos anos, tem sido amplamente discutido sobre a viabilidade do uso de resíduos na agricultura e muitos estudos têm sido desenvolvidos para avaliar a utilização destes. Estudos de Medina et al. (2016) ressaltam que é possível fazer a substituição total ou parcial das fontes solúveis convencionais das formulações granuladas de NPK por agrominerais aplicados como a rochagem. Rochagem é o termo utilizado para indicar que houve a adição de determinados tipos de rocha ao solo, facilitando a recomposição de macro e micronutrientes. Além da vantagem nutricional, a utilização de rochas também apresenta uma solubilização mais lenta e a possibilidade de dar um fim sustentável para resíduos.

No intuito de melhorar a produtividade e rentabilidade do feijão, os biofertilizantes também têm sido incorporados no manejo de adubação das culturas, porque estes conferem ao solo e às plantas uma grande quantidade de nutrientes, o que promove um melhor

desenvolvimento da planta. O biofertilizante terá sua composição química variando de acordo com o método de preparo, material que o origina, tempo de decomposição, população de microorganismos, temperatura e pH do composto (MARROCOS et al., 2012). Estudos de Bellini et al. (2013) mostraram que o uso de biofertilizante contribuiu para a disponibilidade de fósforo na cultura do arroz e incrementou também na matéria orgânica do solo.

Além de uma boa nutrição, sementes de alta qualidade também são imprescindíveis para uma boa produtividade. Estas devem apresentar características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas adequadas, para assim expressar todo seu potencial e elevar o rendimento final da cultura (MAMBRIN et al., 2015; ZUCARELI et al., 2015). A qualidade de sementes do feijoeiro está intimamente ligada ao vigor das mesmas. O vigor é definido como a soma de todas as propriedades da semente que determinam o nível de atividade e o desempenho da semente durante a germinação e a emergência de plântulas, sendo assim, sementes que apresentam um bom desempenho são classificadas como vigorosas e as de baixo desempenho são chamadas de sementes de baixo vigor (OLIVEIRA et al., 2009).

Devido à importância da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) como fonte alimentar, há necessidade de estudos e pesquisas para o aumento da produção, incluindo melhoramento genético da cultivar, manejo do solo e dos tratamentos culturais, manejo da adubação, época de semeadura, qualidade das sementes, dentre outros cuidados, de modo a aumentar a produtividade e melhorar a rentabilidade da cultura do feijão.

## **OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo geral**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do fertilizante mineral, biofertilizante e pó de rocha e a interação entre as adubações sobre a produtividade e qualidade de sementes do feijoeiro.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito da aplicação de diferentes fontes de nutrientes sobre as características morfológicas e componentes de produção da cultura do feijão.
- Identificar o efeito da aplicação de diferentes fontes de nutrientes para a produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Preparo e local do experimento

O experimento foi desenvolvido em campo e nos laboratórios localizados na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, município de Ipameri-GO, coordenadas 17° 43' de latitude sul e 48° 22' de longitude oeste e altitude de 800m. O clima, segundo a classificação de Köppen é definido como Tropical Úmido (Aw), constando temperaturas elevadas com chuvas no verão e seca no inverno (CARDOSO et al., 2014).

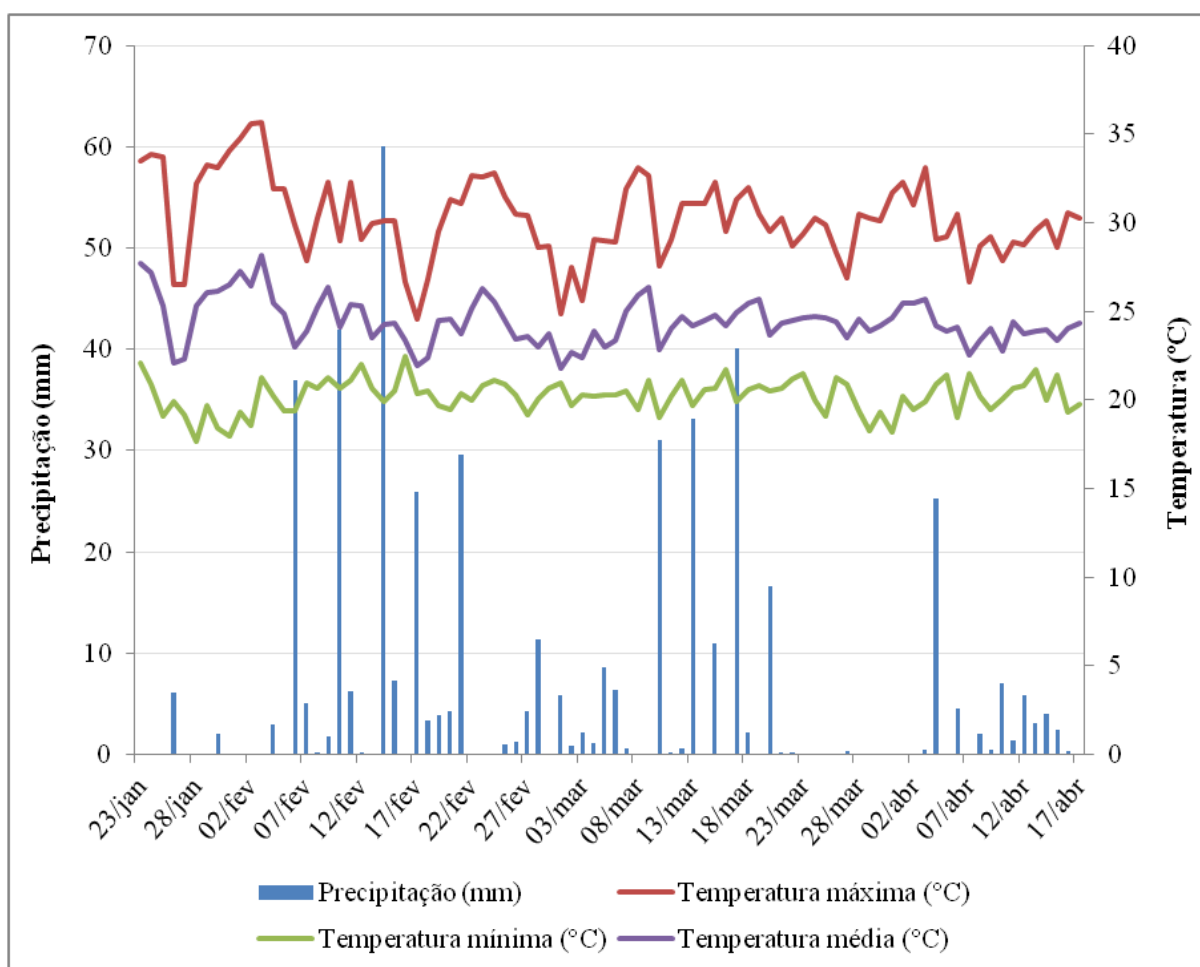
O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico de acordo com os critérios definidos em Santos et al. (2013). Os atributos químicos foram determinados antes da instalação do experimento, e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo, antes do experimento.

<b>pH</b>	<b>P Mehlich</b>	<b>K</b>	<b>Ca<sup>+3</sup></b>	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup></b>	<b>M.O.</b>
	mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
6,1	6,7	0,33	3,4	1,8	0,0	1,1	15,0
<b>V</b>	<b>CTC</b>	<b>Ca/CTC</b>	<b>Mg/CTC</b>	<b>K/CTC</b>	<b>H+Al/CTC</b>	<b>Zn</b>	<b>Carbono</b>
%				%		mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>
83,41	6,63	51,28	27,15	4,98	16,59	7,5	8,7

Extratores: P e K - Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup> - KCl 1 mol/L; H+Al - Acetado de cálcio 0,5 mol/L a pH 7.

A temperatura máxima registrada durante o período do experimento no campo foi de 35,7°C e a mínima de 17,7°C (Figura 1). A umidade relativa do ar variou de 47,5 a 90%. A precipitação total (Figura 2) durante o período experimental foi de 472,7 mm.



**Figura 1.** Temperatura (°C) e precipitação (mm) entre 23 de janeiro de 2019 e 18 de abril de 2019. Fonte: INMET, 2020.

### 3.2. Delineamento estatístico

O experimento consistiu na comparação de diferentes fontes de nutrientes, quanto à sua eficiência individual e a interação entre a associação destas, sendo um fertilizante mineral (Monoamônio fosfato - MAP 10-50-00), um fertilizante pó de rocha e um biofertilizante (produto: Microgeo® START, empresa: Microgeo).

Os tratamentos utilizados foram T1 (testemunha - controle); T2 (fertilizante mineral com dose de 15 kg de N e 75 kg de  $P_2O_5$  por hectare); T3 (fertilizante pó de rocha com dose de quatro toneladas por hectare); T4 (biofertilizante com dose de 120 litros por hectare); T5 (fertilizante mineral com dose de 15 kg de N e 75 kg de  $P_2O_5$  por hectare + biofertilizante com dose de 120 litros por hectare); T6 (fertilizante pó de rocha com dose de quatro toneladas por hectare + biofertilizante com dose de 120 litros por hectare); T7 (fertilizante mineral com dose de 15 kg de N e 75 kg de  $P_2O_5$  por hectare + fertilizante pó de rocha com dose de quatro toneladas por hectare + biofertilizante com dose de 120 litros por hectare).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados ao acaso com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por 15 m<sup>2</sup> e seis linhas de cinco metros, sendo



somente as duas linhas centrais consideradas úteis. Foram sete tratamentos e cinco repetições, totalizando trinta e cinco parcelas e 525 m<sup>2</sup> de área experimental.

### 3.3. Cultivar utilizada

A semente utilizada foi a BRS Estilo, uma cultivar de feijoeiro comum do grupo comercial carioca e apresenta arquitetura de planta ereta, alto potencial produtivo e estabilidade de produção. Seus grãos são mais claros e possui excelentes qualidades comerciais. A BRS Estilo é moderadamente resistente a antracnose e ferrugem. Em relação às doenças, a cultivar BRS Estilo apresenta resistência intermediária ao crestamento bacteriano comum e à ferrugem e é suscetível à mancha angular, mosaico dourado e murcha de *Fusarium* (EMBRAPA ARROZ e FEIJÃO, 2010).

### 3.4. Condução do experimento

A semeadura em campo foi realizada em uma área de 525 m<sup>2</sup> localizada na Universidade Estadual de Goiás. A adubação potássica foi aplicada de forma complementar, seguindo recomendação da cultura (SOUSA e LOBATO, 2004) e de análise de solo (Tabela 1). A semeadura ocorreu no dia 23 de janeiro de 2019, utilizando uma plantadora Tatu Marchesan, com a semeadura de 15 sementes por metro e distância de 0,5 metros entre linhas.

O fertilizante mineral (Monoamônio fosfato - MAP 10-50-00) na dose de 15 kg de N e 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e o fertilizante pó de rocha na dose de quatro toneladas por hectare foram aplicados a lanço, via adubação manual, na semeadura e o biofertilizante na dose de 120 litros por hectare foi aplicado em pós-emergência, via foliar, com auxílio de bomba costal, na fase reprodutiva (R6) do feijão, ou seja, no desenvolvimento dos primeiros ramos secundários e o surgimento dos primeiros botões florais.

Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade e recomendação da cultura. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual e aplicação de herbicidas via bomba costal, visto que a área experimental possuía um alto banco de sementes no solo. Quinze dias após a semeadura foi realizada a aplicação de 0,45 L/ha de Cletodim 240 g/L (produto comercial: Poquer®, empresa: Adama), 1 L/ha de Bentazona 600 g/L + Imazamoxi 28 g/L (produto comercial: Amplo®, empresa: Basf) e fertilizante foliar para melhor qualidade de aplicação (produto comercial: Alvo®, empresa: Microxisto) visando o controle de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas.

Vinte e um dias após a semeadura foi realizada capina manual e a aplicação de inseticidas, sendo 0,75 L/ha de Abamectina 18 g/L (produto comercial: Abamectin Nortox®, empresa: Nortox), 0,2 L/ha de Imidacloprido 480 g/L (produto comercial: Imidacloprid

Nortox®, empresa: Nortox) e 0,5 L/ha de Metomil 440 g/L + Novalurom 35 g/L (produto comercial: Voraz®, empresa: Adama). Setenta dias após a semeadura foi realizada capina manual com intuito de manter a cultura sem plantas daninhas e possibilitando uma colheita mais limpa. A área do estudo era infestada por formigas e para controle foram aplicadas semanalmente iscas granuladas formicidas a base de Fipronil 0,03 g/kg (produto comercial: Blitz®, empresa: Basf).

A colheita foi realizada no dia 18 de abril de 2019, oitenta e cinco dias após a semeadura. Posteriormente a colheita do experimento de campo, as plantas foram levadas para o laboratório localizado na Universidade Estadual de Goiás, onde foram abertas as vagens, retiradas e limpas as sementes e realizados testes para avaliação da qualidade das mesmas.

### **3.5. Variáveis analisadas**

Para avaliação do desenvolvimento das plantas e da produção de sementes foram analisados os seguintes componentes:

3.5.1. Altura da parte aérea (ALT): foram avaliadas tomando-se quatro plantas ao acaso da parcela útil e medindo com a ajuda de uma trena do colo da planta até o final da haste principal. A altura foi expressa em centímetros.

3.5.2. Diâmetro do caule (DC): foi medido o diâmetro da haste a cinco cm da superfície do solo em quatro plantas com auxílio de um paquímetro digital e expresso em milímetros.

3.5.3. Inserção da primeira folha (INS): realizada junto com a avaliação 3.4.1., medindo-se com régua graduada a distância do colo da planta até o ponto de inserção da primeira folha.

3.5.4. Número de vagens por planta (VAG): Coletou-se dez plantas ao acaso na área útil da parcela, sendo obtido pela contagem do número total de vagens e calculada a média.

3.5.5. Número de grãos por planta (GRAO): foram contados os grãos de dez plantas da parcela útil em campo.

3.5.6. Massa de 100 grãos (M100): foi realizada com cinco repetições de 100 sementes de cada parcela. Em seguida as sementes de cada repetição foram pesadas e os resultados foram expressos em gramas e posteriormente corrigido para 13% de umidade.

3.5.7. Produtividade (PROD): foi determinada com base na produção da área útil da parcela, com teor de água corrigido para 13% e está expressa em tonelada por hectare ( $t\ ha^{-1}$ ).

3.5.8. Primeira contagem de germinação e vigor (GER1): foram realizadas quatro repetições de cinquenta sementes para cada tratamento, em rolos de papel germiteste umedecidos com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, a 25°C. As avaliações foram realizadas no quinto dia após a instalação do teste. Os resultados estão expressos em percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.5.9. Germinação total (GER2): foi realizado concomitantemente com o teste de germinação descrito no item 3.4.8. A percentagem de plântulas normais foi observada no nono dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

3.5.10. Comprimento de plântulas (CMP): foi obtido pela média de 10 plântulas selecionadas ao acaso de cada subamostra, totalizando 40 plântulas por tratamento. Realizado ao final do teste de germinação, a medição do comprimento da parte aérea e das raízes foi obtido com auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em cm (NAKAGAWA, 1999).

3.5.11. Massa seca de plântulas (MSS): para determinar a massa seca foram utilizadas as mesmas plântulas do item anterior (3.4.10). As plantas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar, a 65°C durante 72 h. A massa foi obtida em uma balança digital com três casas decimais e o resultado foi expresso em gramas/plântula.

3.5.12. Condutividade elétrica (COE): foi conduzido no sistema de massa com quatro repetições de 25 sementes. Essas foram pesadas com precisão de duas casas decimais após a embebição, e em seguida, colocadas em copos plásticos descartáveis com 75 ml de água deionizada. Após 24 horas de embebição a temperatura de 25 °C, a condutividade elétrica foi determinada com auxílio de um condutímetro com resultados expressos em  $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ , de acordo com o método descrito por Oliveira e Novembre (2005).

### **3.6. Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os dados relativos a variável massa seca de

sementes (MSSEM) foram transformados por Box-Cox. As análises estatísticas foram processadas através o programa de análise estatística R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas altura de plantas (ALT), diâmetro (DC) e inserção da primeira folha (INS) não apresentaram diferenças significativas na aplicação de diferentes fontes de nutrientes (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias dos tratamentos para altura de plantas (ALT), diâmetro (DC) e inserção da primeira folha (INS) em função da aplicação de diferentes fontes de nutrientes.

TRATAMENTOS	ALT Cm	DC mm	INS cm
T1 (testemunha)	51,36 a	6,09 a	6,32 a
T2 (mineral)	51,56 a	6,18 a	7,60 a
T3 (pó de rocha)	50,74 a	6,01 a	7,44 a
T4 (biofertilizante)	47,92 a	6,19 a	7,42 a
T5 (mineral + biofertilizante)	50,88 a	6,57 a	6,90 a
T6 (pó de rocha + biofertilizante)	48,40 a	6,25 a	7,46 a
T7 (mineral + pó de rocha + biofertilizante)	45,90 a	6,72 a	6,62 a
Média	49,54	6,29	7,11
CV (%)	10,33	10,98	15,54

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os valores de altura de plantas encontrados nesse estudo estão dentro do padrão ideal da cultura, que é entre 40 e 55 centímetros e destaca-se ainda o fato de que plantas com comprimento da guia muito elevado podem interferir nas práticas de manipulação, dificultando a colheita do feijão (HIOLANDA et al., 2018). O diâmetro do colmo, apesar de não diferir significativamente entre os tratamentos, está acima da média encontrada por Hiolanda et al. (2018) que foi de 5,0 mm. Essa característica é de relevante importância para a arquitetura da planta, de forma que caules mais espessos e rígidos proporcionam maior sustentação e resistência ao acamamento, menos vagens estarão em contato com o solo diminuindo assim a incidência de doenças via solo-planta, aumentando a qualidade do produto e acarretando também menor perda na colheita (VALE et al., 2012).

Fancelli e Dourado Neto (2000) destacam que o diâmetro do colmo é uma característica geneticamente intrínseca ao cultivar, não sofrendo, portanto, muita influência de

fatores do meio. Ressalta-se ainda que diversos autores observaram que a ação gênica foi predominante em relação à dominância dos caracteres altura de inserção da primeira vagem, comprimento da haste principal e número e comprimento médio de entrenós na haste principal (MOURA et al., 2013; SANTOS e VENCOVSKY, 1986).

Blanco et al. (2011) não observaram efeitos significativos das doses de fósforo (0, 87,5, 175, 262,5 e 350 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na altura de plantas de feijão-caupi e milho, cultivadas em consórcio. Entretanto, Silva et al. (2010) em estudo com diferentes doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e formas de aplicação (a lanço, sulco simples e sulco duplo) de fósforo na cultura do feijão-caupi encontraram resultados contrários, sendo a altura foi influenciada pela dose e pela forma de aplicação do fósforo.

Não houveram efeitos significativos para as variáveis analisadas número de vagens por planta (VAG), número de grãos por planta (GRA), massa de 100 grãos (MGR) e produtividade (PRO) na aplicação de diferentes fontes de nutrientes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Médias dos tratamentos para número de vagens por planta (VAG), número de grãos por planta (GRA), massa de 100 grãos (MGR) e produtividade (PRO) em função da aplicação de diferentes fontes de nutrientes.

TRATAMENTOS	VAG	GRA	MGR G	PRO kg/ha <sup>-1</sup>
T1 (testemunha)	10,60 a	43,26 a	22,15 a	1951,49 a
T2 (mineral)	10,62 a	43,08 a	22,33 a	1806,53 a
T3 (pó de rocha)	9,34 a	35,16 a	23,59 a	1742,54 a
T4 (biofertilizante)	9,06 a	34,16 a	22,27 a	1476,14 a
T5 (mineral + biofertilizante)	12,28 a	49,46 a	20,83 a	1916,69 a
T6 (pó de rocha + biofertilizante)	11,20 a	45,80 a	21,67 a	2102,50 a
T7 (mineral + pó de rocha + biofertilizante)	10,80 a	42,76 a	23,19 a	1978,75 a
Média	10,56	41,95	22,29	1853,52
CV (%)	25,41	28,45	5,41	30,42

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Quando analisada a variável número de grãos por planta, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, porém o tratamento T5 (mineral + biofertilizante) apresentou, em média, um aumento de 31% no número de grãos quando comparado ao tratamento T4 (biofertilizante).

Os valores encontrados para número de vagens por planta, número de grãos por planta são superiores aos relatados por Hiolanda et al. (2018) em estudo com genótipos de feijão carioca no Cerrado Central do Brasil. No trabalho citado foram encontrados os valores médios de 6,2 vagens por planta e 21,6 grãos por planta da cultivar BRS Estilo, inferiores aos menores resultados encontrados nesse estudo, que são de 9,06 vagens por planta e 34,16 grãos por planta. Entretanto, o peso médio de cem grãos encontrados por Hiolanda et al. (2018) foi de 24,2 gramas, enquanto no presente estudo os valores variaram entre 20,8 e 23,6 gramas.

Silva et al. (2012) em estudo com o feijoeiro cultivar IPR Uirapuru e comparando adubação convencional com NPK, pó de basalto, esterco bovino, pó de granito e fosfato natural e a associação entre estes, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos testados para a produtividade e altura de plantas do feijoeiro, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo. A adubação fosfatada com 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aumentou o número de vagens/planta e o número de sementes/planta em estudo de Zucareli et al. (2006), entretanto os demais componentes de produção e a produtividade de sementes não foram alterados pela aplicação de fósforo.

Embora a produtividade encontrada entre os tratamentos não diferiu significativamente, a mesma ficou acima da produtividade média nacional. Segundo a CONAB (2019) na safra 18/19 a média nacional foi de 1.031 kg por hectare, entretanto, a média de produtividade em Goiás foi de 2.318 kg/ha. Sendo assim, todos os tratamentos avaliados apresentaram resultados superiores à média nacional, mas, inferiores a média encontrada no estado de Goiás.

Turuko e Mohammed (2014) recomendam que a investigação da recomendação real para o nível ideal de fertilizante com P seja feita de acordo com a localidade, visto que é importante conhecer profundamente o conteúdo mineral do solo, fator esse que muitas vezes pode dificultar a absorção de fósforo pela planta. Margaret et al. (2014) destaca que o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) desenvolveu várias estratégias para sobreviver sob baixos níveis de fósforo no solo, sendo os principais mecanismos de tolerância atribuídos a alta eficiência de aquisição e utilização do nutriente.

Alovisi et al. (2017) não observaram influência da adição de pó de basalto e de bioativo na produtividade das culturas de milho. Bertoldo et al. (2015) utilizando inoculação e complementação via sementes com extrato de alga, molibdênio e pó de rocha verificaram que o rendimento de grãos de feijão é mantido quando comparado ao método de cultivo convencional, porém com menor custo. Oliveira et al. (2011) não encontrou influência das diferentes doses de fósforo testadas (0, 70, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na massa de cem grãos

na cultura do feijão-caupi, entretanto observou que a produtividade foi significativamente alterada, sendo a dose de máxima eficiência econômica a de 89,45 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Estudos identificaram que existe variabilidade quanto à eficiência e resposta de diferentes cultivares na aplicação de fósforo nas culturas, dentre elas o feijão comum, sendo a eficiência definida como a produção relativa de um genótipo em solo deficiente em comparação com a produção no nível ótimo de nutriente (OLIVEIRA et al., 2012; FIDELIS et al., 2010). Sendo assim, a cultivar BRS Estilo, utilizada nesse trabalho, mostrou-se eficiente quanto à utilização do fósforo já existente no solo, porém, não se mostrou responsiva ao incremento do fósforo, visto que não apresentou resposta, nos parâmetros analisados, as diferentes fontes de nutrientes testadas.

As variáveis das sementes analisadas germinação 1ª contagem de germinação (GER1), teste de germinação (GER2) e massa seca de plântulas (MSS) não apresentaram diferenças significativas. O valor médio obtido no teste de germinação foi de 93,5%, acima do padrão exigido para produção e comercialização de sementes de feijão, visto que a porcentagem mínima deve ser de 70% para sementes básicas e 80% para as sementes certificadas (C1 e C2) ou não certificadas (S1 e S2) de primeira e de segunda geração (BRASIL, 2009).

**Tabela 4.** Médias dos tratamentos para germinação 1ª contagem de germinação (GER1), e teste de germinação (GER2) e massa seca de plântulas (MSS) em função da aplicação de diferentes fontes de nutrientes.

TRATAMENTOS	GER1 %	GER2 %	MSS g
T1 (testemunha)	94,5 a	94,5 a	1,522 a
T2 (mineral)	94,0 a	94,0 a	2,215 a
T3 (pó de rocha)	98,0 a	98,0 a	1,297 a
T4 (biofertilizante)	95,0 a	95,5 a	1,791 a
T5 (mineral + biofertilizante)	95,5 a	96,0 a	1,317 a
T6 (pó de rocha + biofertilizante)	93,5 a	94,0 a	1,694 a
T7 (mineral + pó de rocha + biofertilizante)	98,0 a	98,0 a	1,358 a
Média	95,5	95,7	1,599
CV (%)	4,73	4,59	47,67

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

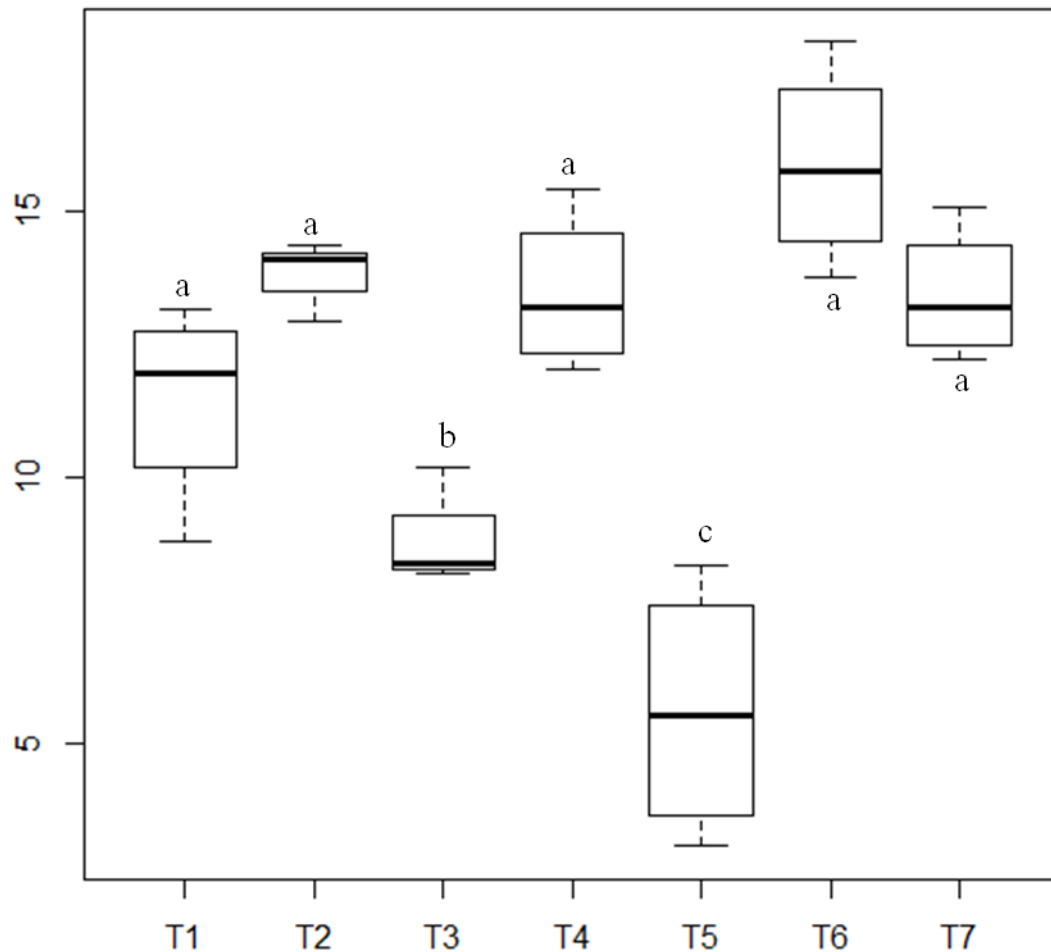


Os resultados são semelhantes aos encontrados por Zucareli et al. (2011), de modo que os autores avaliaram seis doses (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg) de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  aplicadas no sulco de semeadura na cultura do feijoeiro, e as mesmas não afetaram significativamente a massa seca de plântulas, primeira contagem e germinação total das sementes. O feijoeiro, cultivares Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã, também não teve sua primeira contagem e germinação total afetada em função da aplicação de 0, 90 e 150 kg de  $P_2O_5$  no sulco de semeadura, em estudo de Salum et al. (2008).

Oliveira et al. (2014) testaram a influência do fósforo em diferentes cultivares de feijão comum, e concluíram que o incremento de fósforo não resultou em melhoria na qualidade fisiológica das sementes produzidas da maior parte dos genótipos. Bassan et al. (2001) testaram a influência da aplicação de nitrogênio na qualidade fisiológica de sementes de feijão e o mesmo não afetou significativamente a germinação das sementes.

Zucarelli et al. (2006), avaliaram diferentes doses de fósforo (0, 30, 60, 90, 120 e 150kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) aplicadas no feijoeiro comum, e os resultados encontrados foram semelhantes aos desse estudo, não foram encontradas diferenças significativas quanto à testes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes, incluindo o tratamento sem fósforo, fato que pode ser explicado pelo fato de que a resposta típica de plantas em situações de baixa disponibilidade de nutrientes no solo é a redução na quantidade de sementes produzidas, sem prejudicar a viabilidade e o vigor das mesmas, estratégia essa adotada pela planta visando garantir descendentes.

A variável comprimento de plântulas mostrou diferenças significativas entre os tratamentos com diferentes fontes de nutrientes (Figura 2). Os tratamentos T1 (testemunha), T2 (mineral), T4 (biofertilizante), T6 (pó de rocha + biofertilizante) e T7 (mineral + pó de rocha + biofertilizante) obtiveram as melhores médias, enquanto o tratamento T5 (mineral + biofertilizante) mostrou as menores.



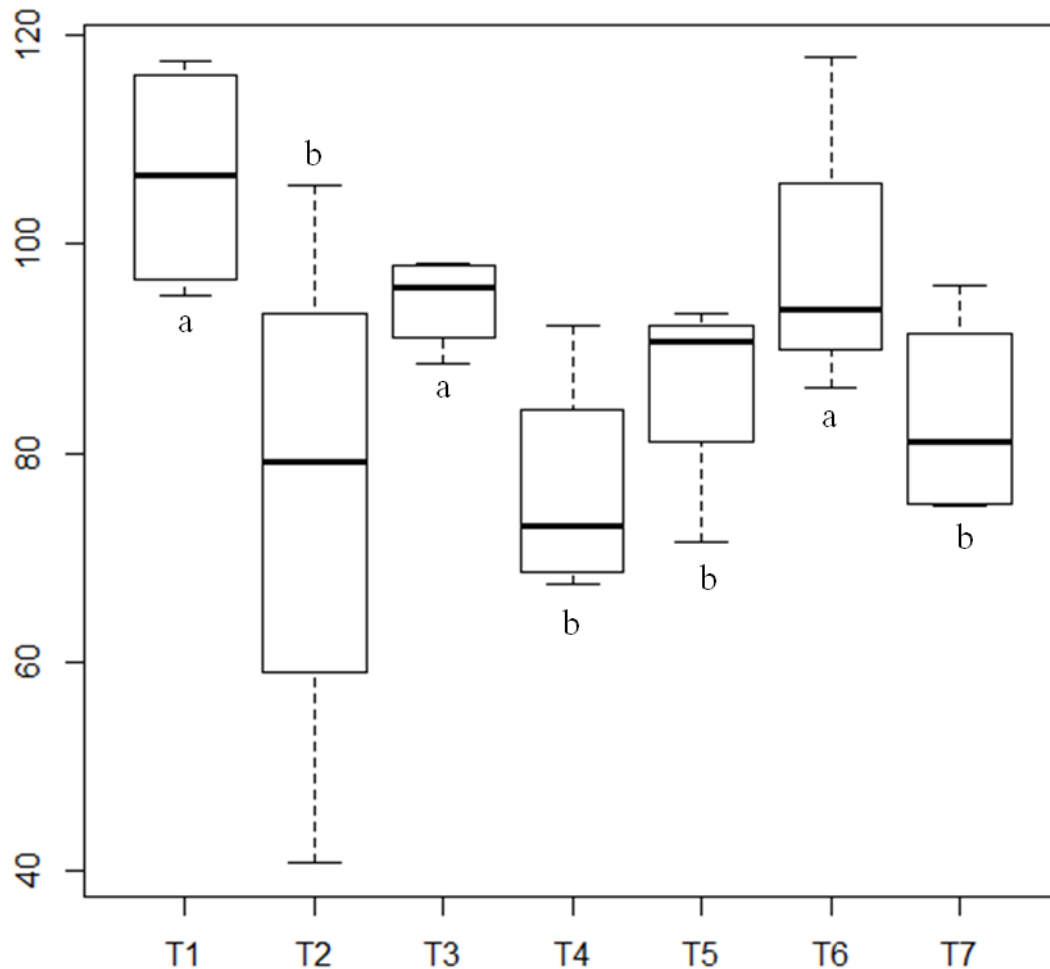
**Figura 2.** Comprimento de plântulas em função da aplicação de diferentes fontes de nutrientes.

Segundo Nakagawa (1999), a determinação do comprimento médio das plântulas normais é uma variável de extrema relevância, tendo em vista que as amostras que expressam os maiores valores são mais vigorosas. Esse fato acontece devido a sementes mais vigorosas originarem plântulas com maior taxa de crescimento, em função da maior translocação das reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário (DAN et al., 1987).

Toledo et al. (2011) verificaram influência do potássio na cultura da soja, ao constatarem efeito significativo da aplicação de diferentes fontes do nutriente (KCl - 58% de  $K_2O$ , fertilizante obtido de rochas alcalinas - 11% de  $K_2O$  e fonolito moído - 8,42% de  $K_2O$ ) em quatro doses crescentes (0, 25, 50 e 100  $kg\ ha^{-1}$ ) sobre a variável comprimento de plântulas, e os estudos revelaram efeito das doses de  $K_2O$  independentemente da fonte. Andrade et al. (1999) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijoeiro, pelos testes de comprimento da radícula e do hipocótilo.

A variável condutividade elétrica apresentou diferenças significativas com a

aplicação de diferentes fontes de nutrientes (Figura 3). Os tratamentos T1 (testemunha), T3 (pó de rocha) e T6 (pó de rocha + biofertilizante) não diferiram estatisticamente entre si, mas foram superiores aos demais tratamentos, sendo eles o tratamento T2 (mineral), T4 (biofertilizante), T5 (mineral + biofertilizante) e T7 (mineral + pó de rocha + biofertilizante). Ressalta-se que entre o tratamento T1 que possuiu a maior média e o T2, detentor do melhor resultado (menor média), há diferença de 28%.



**Figura 3.** Condutividade elétrica em função da aplicação de diferentes fontes de nutrientes.

O teste de condutividade elétrica baseia-se na premissa de que o vigor está diretamente relacionado com a integridade do sistema de membranas celulares. As sementes menos vigorosas apresentam maior dificuldade no restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a hidratação e por consequência, liberam maiores quantidades de solutos citoplasmáticos para o meio líquido (SILVA et al., 2014). Sendo assim, os resultados mostram que as sementes que receberam os tratamentos T2 (mineral), T4 (biofertilizante), T5 (mineral + biofertilizante) e T7 (mineral + pó de rocha + biofertilizante) obtiveram as menores médias e serão as que geraram plantas de maior vigor, pois quanto menor a

condutividade menor será a liberação de exsudatos no meio, em virtude do comprometimento da integridade das membranas e que está relacionada a sementes de qualidade superior.

A concentração e a acumulação de nutrientes na cultura do feijão mostram-se variáveis, sendo dependente da cultivar, idade da planta, nível de adubação, parte da planta analisada, fertilidade do solo e manejo empregado na cultura. Sendo assim, as interpretações de níveis críticos podem ser variáveis de acordo com a condição da planta. O fósforo é um nutriente móvel, de fácil translocação das folhas e talos para os drenos, resultando em um maior teor de P nos grãos (PESSOA et al., 1996).

Vieira et al. (1996) observou o efeito do genótipo sobre os resultados da condutividade elétrica das sementes, podendo esse ser variável de acordo com a cultivar utilizada. Teixeira et al. (2010) encontrou resultados semelhantes ao de Vieira et al. na cultura do feijão-caupi, sendo a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi influenciada pelas cultivares na região do Cerrado.

Salum et al. (2008) em estudo com aplicação de 0, 90 e 150 kg de  $P_2O_5$  no sulco de semeadura não encontrou diferenças significativas no valor de condutividade elétrica entre os tratamentos. O resultado encontrado neste estudo é semelhante aos obtidos por Zucareli et al. (2006), quando os autores testaram diferentes doses de fósforo (0, 30, 60, 90, 120 e 150kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ ) aplicadas no feijoeiro comum cultivar IAC Carioca e o menor valor de condutividade elétrica foi obtido na ausência de aplicação de P no solo.

## CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças significativas nos componentes de produção e produtividade na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da aplicação de diferentes fontes de nutrientes.

O comprimento de plântulas apresentou resultados inferiores com a aplicação somente do fertilizante pó de rocha e da associação entre fertilizante mineral e biofertilizante.

As sementes dos tratamentos testemunha, com a utilização somente do fertilizante pó de rocha e da associação do pó de rocha e biofertilizante, apresentaram maior dificuldade no restabelecimento da integridade das membranas celulares, sendo então consideradas de menor vigor do que as dos demais tratamentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Realidade versus sustentabilidade na produção do feijoeiro comum. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 23-33, 2009.
- ALOVISI, A. M. T., et al. Alterações nos atributos químicos do solo com aplicação de pó de basalto. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 5, p. 69-79, 2017.
- AMARAL, C. B., et al. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1602-1609, 2016.
- ANDRADE, W. E. B. et al. Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK. Niterói: Pesagro-Rio, 1999. (Comunicado técnico, 248).
- BASSAN, D. A. Z., et al. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 76-83, 2001.
- BELLINI, G.; SCHMIDT FILHO, E.; MORESKI, H. M. Influência da aplicação de um fertilizante biológico sobre alguns atributos físicos e químicos de solo de uma área cultivada com arroz (*Oriza sativa*). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 325-336, 2013.
- BERTOLDO, J. G., et al. Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de N-ureia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 3, p. 348-355, 2015.
- BLANCO, F. F., et al. Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 524-530, 2011.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análises de Sementes** / Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.
- CHAVES, M. O.; BASSINELLO, P. Z. **O feijão na alimentação humana: Embrapa**. 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123450/1/p15.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2019.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2018/2019: 5º levantamento**, fevereiro de 2019. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

DAN, E. L., et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **BRS Estilo Feijão Carioca**. Brasília DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FIDELIS, R. R., et al. Classificação de populações de milho quanto à eficiência e reposta ao uso de fósforo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p. 241-246, 2010.

GUIMARÃES, R. A. M., et al. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, p. 136-148, 2017.

HIOLANDA, R., et al. Desempenho de genótipos de feijão carioca no Cerrado Central do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 241-250, 2018.

INMET. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/form\\_mapas\\_mensal.php](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/form_mapas_mensal.php). Acesso em: 2 de jan. 2020.

MAMBRIN, R. B., et al. Seleção de linhagens de feijão com base no padrão e na qualidade de sementes. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 147-156, 2015.

MARGARET, N., et al. Development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production under low soil phosphorus and drought in Sub-Saharan Africa: a review. **Journal of Sustainable Development**, v. 7, n. 5, p. 128-139, 2014.

MARROCOS, S. T. P., et al. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempo de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MEDINA, G.; RIBEIRO, G. G.; BRASIL, E. M. Participação do capital brasileiro na cadeia produtiva da soja: lições para o futuro do agronegócio nacional. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 13, n. 1, 2 e 3, p. 3-38, 2016.

MONTEIRO, P. F. C.; ANGULO FILHO, R.; MONTEIRO, R. O. C. Efeitos da irrigação e da adubação nitrogenada sobre as variáveis agronômicas da cultura do feijão. **Irriga**, v. 15, n. 4, p. 386-400, 2010.

MOURA, M. M. et al. Potencial de caracteres na avaliação da arquitetura de plantas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 4, p. 417-425, 2013.

NAIVERTH, L. E.; SIMONETTI, A. P. M. M. Incidência de pragas e produtividade da cultura do feijão submetida a adubação foliar com silício. **Revista Thêma et Scientia**, v. 5, n. 1, p. 167-173, 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.

OLIVEIRA, A. C. S., et al. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 4, 2009.

OLIVEIRA, G. A., et al. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 872-882, 2011.

OLIVEIRA, S. R. S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Teste de condutividade elétrica para as sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 31-36, 2005.

OLIVEIRA, T. C., et al. Eficiência e resposta à aplicação de fósforo em feijão comum em solos de Cerrado. **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 16-24, 2012.

OLIVEIRA, T. C., et al. Influência do fósforo na qualidade fisiológica de sementes de feijão comum armazenadas sob condições naturais. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 303-310, 2014.

PEREIRA, L. B., et al. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 29-38, 2015.

PESSOA, A. C. S., et al. Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 69-74, 1996.

SALUM, J. D., et al. Características químicas e fisiológicas de sementes de feijão em função do teor de fósforo na semente e doses de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 140-149, 2008.

SANTOS, H. G., et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**; Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, J.B.; VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, p. 957-963, 1986.

SILVA, A., et al. Fertilidade do solo e desenvolvimento de feijão comum em resposta adubação com pó de basalto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 548-554, 2012.

SILVA, A. J., et al. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 31-36, 2010.

SILVA, H. T. Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 1 ed., 32p. 2005.

SILVA, V. N., et al. Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 206-213, 2014.

SIMIDU, H. M., et al. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.



SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa Informação Técnica. 2 ed., 416p. 2004.

TEIXEIRA, I. R., et al. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010.

TOLEDO, M. Z., et al. Physiological quality of soybean and wheat seeds produced with alternative potassium sources. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 363-371, 2011.

TURUKO, M.; MOHAMMED, A. Effect of different phosphorus fertilizer rates on growth, dry matter yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **World Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 3, p. 88-92, 2014.

VALE, M. N., et al. Avaliação para tolerância ao estresse hídrico em feijão. **Revista Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 135-144, 2012.

VIANA, T. O., et al. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. **Revista Ceres**, v. 58, n. 1, p. 115-120, 2011.

VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, R. J.; BORÉM, A. Feijão. Viçosa: Editora UFV. 2 ed., 600p. 2006.

VIEIRA, R. D., et al. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 2, p. 220-224, 1996.

ZUCARELI, C., et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v. 19, n. 8, p. 803-809, 2015.

ZUCARELI, C., et al. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.

ZUCARELI, C. et al. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 9-15, 2006.