

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM CARACTERES
AGRO-MORFOLÓGICOS E NOS TEORES DE NUTRIENTES
MINERAIS EM GRÃOS DE FEIJÃO**

RICHARDSON SALES ROCHA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2020**

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM CARACTERES
AGRO-MORFOLÓGICOS E NOS TEORES DE NUTRIENTES
MINERAIS EM GRÃOS DE FEIJÃO**

RICHARDSON SALES ROCHA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

R672 Rocha, Richardson Sales.

Influência da adubação orgânica em caracteres agro-morfológicos e nos teores de nutrientes minerais em grãos de feijão / Richardson Sales Rocha. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2020.

32 f.

Bibliografia: 24 - 32.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2020. Orientador: Geraldo de Amaral Gravina.

1. *Phaseolus vulgaris*. 2. Agricultura orgânica. 3. Nutrição de plantas. 4. Produtividade. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM CARACTERES
AGRO-MORFOLÓGICOS E NOS TEORES DE NUTRIENTES
MINERAIS EM GRÃOS DE FEIJÃO

RICHARDSON SALES ROCHA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Aprovada em 28 de fevereiro de 2020.

Comissão Examinadora



Prof. Rogério Figueiredo Daher (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Reynaldo Tancredo Amim (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Pós-doc. Geovana Cremonini Entringer (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) – UENF



Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UFV
(Orientador)

Aos professores de modo geral, que estimulam seus alunos a pensarem, em especial aos de ensino básico e médio e, também, aquelas pessoas que trabalham honestamente, sobretudo as de baixa renda, que contribuíram para a minha formação e o desenvolvimento desse trabalho, através do pagamento de seus impostos.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF e as Agências de fomento à pesquisa: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, pelo aporte de recurso e, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao setor de estatística e experimentação agropecuária, todos os colegas e professores e, também, aos técnicos de campo da Pesagro, pelo apoio na condução do experimento. Ao professor José Carlos Mendonça, pela disponibilização dos dados climatológicos da estação experimental da Pesagro.

Ao professor Eliemar Campostrini, pelo suporte e empréstimo de equipamentos de avaliação. A professora Marta Simone Mendonça Freitas e, sua equipe, pela parceria nas análises. Também a professora Luciana Aparecida Rodrigues pela coorientação no projeto. Ao professor Geraldo de Amaral Gravina pela orientação no mestrado e aos membros da banca pelas contribuições.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Aspectos gerais	3
2.2. Aspectos socioeconômicos	5
2.3. Exigências nutricionais	7
2.4. Adubação orgânica	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. Local do experimento	10
3.2. Preparo das compostagens.....	11
3.3. Características do solo	12
3.4. Recomendação de fertilizantes.....	12
3.5. Práticas culturais	13
3.6. Delineamento experimental	13
3.5. Características avaliadas	14
3.6. Análises estatísticas	14
4. RESULTADOS	16

4.1. Análise de variância.....	16
4.2. Comparação de médias	19
4.3. Análise de regressão	21
5. DISCUSSÃO	22
6. RESUMOS E CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

RESUMO

Rocha, Richardson Sales. M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; fevereiro de 2020. Influência da adubação orgânica em caracteres agro-morfológicos e nos teores de nutrientes minerais em grãos de feijão. Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina.

Os resíduos de origem vegetal como capins de alimentação animal e palhas de feijão são excelentes fontes de matéria prima para a produção de adubos orgânicos. À vista disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adubação orgânica sobre os aspectos agro-morfológicos e nutricionais em grãos de feijão. O experimento foi implantado no campo, em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema de parcela subdividida, com dois tipos de composto orgânico (capim-elefante enriquecido com esterco bovino) e (palha de feijão enriquecido com esterco bovino) aplicados em seis doses crescentes (0,0; 33,32; 66,65; 100,00; 133,32 e 166,65%) mais um tratamento testemunha (adubação mineral recomendada). Foi possível identificar interação entre tipo de composto e as doses aplicadas apenas para COMPV. Com produtividade de 2,8 t. ha⁻¹, a adubação mineral não diferiu do tratamento com 0,0% de adubo orgânico.

A dose de 166,65% de adubo orgânico proporcionou aumento na produtividade de grãos chegando a 3,8 t. ha⁻¹ comparativamente a 2,4 t. ha⁻¹ obtidas no tratamento com 0,0%. Além disso, esse tratamento aumentou o teor de K nos grãos. Já à aplicação de 133,32% de adubo orgânico pode ser indicada para o aumento no teor de Mg nos grãos.

ABSTRACT

Rocha, Richardson Sales. M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; fevereiro de 2020. Influence of organic fertilization on agromorphological characters and mineral nutrient contents in bean grains. Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina.

Plant residues such as animal feed weeds and bean straws are excellent sources of raw material for the production of organic fertilizers. In view of this, the objective of this work was to evaluate the effect of organic fertilization on the agromorphological and nutritional aspects in bean grains. The experiment was implemented in the field, in a randomized block design, with three replications, in a split plot scheme, with two types of organic compound (elephant grass enriched with cattle manure) and (bean straw enriched with cattle manure) applied in six increasing doses (0.0; 33.32; 66.65; 100.00; 133.32 and 166.65%) control treatment (recommended mineral fertilization). It was possible to identify interaction between the type of compound and the doses applied only to COMPV. With a yield of 2.8 t. ha⁻¹, mineral fertilization did not differ from treatment with 0.0% organic fertilizer. The dose of 166.65% organic fertilizer increased grain yield reaching 3.8 t. ha⁻¹

compared to 2.4 t. ha⁻¹ obtained in the treatment with 0.0%. In addition, this treatment increased the K content in the grains. On the other hand, the application of 133.32% of organic fertilizer can be indicated for the increase in mg content in the grains.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e o maior consumidor de feijão comum do mundo, com consumo per capita de 17 kg. ano⁻¹, o que corresponde a 3,52 milhões de toneladas ao ano, sendo que na safra de 18/19 o Brasil obteve uma produção de 3.104,3 mil toneladas, muito aquém do consumo nacional. O estado do Rio de Janeiro representa uma produção estimada de 1,4 mil toneladas, com uma área plantada de 1,4 mil ha e produtividade de 1.029 kg. ha⁻¹ (CONAB, 2019).

De acordo com Savary et al. (2014), a população mundial tende a aumentar de 7,6 bilhões para 9,6 bilhões numa estimativa para 2050, entretanto essa projeção causa preocupação para o setor agropecuário, tendo em vista que a demanda por cereais terá um aumento de 50 a 70%. Além disso, a demanda por fertilizantes químicos também irá aumentar, com uma estimativa de 69 milhões de toneladas para 2030, causando impactos ambientais e econômicos, como aumento da poluição e alto custo de produção de alimentos (Cordell et al., 2009).

Segundo Soratto et al. (2017), o cultivo do feijoeiro exige um aporte significativo de fertilizantes no solo, responsável pela reposição do volume extraído nos grãos por ocasião da colheita, mantendo assim, os níveis de fertilidade e a produtividade almejada. Nesse contexto, o uso da adubação orgânica representa

uma fonte alternativa na redução dos custos de produção, na melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (Rodrigues et al., 2013; Cavalcante et al., 2007).

Os resíduos de origem vegetal como capins destinados à alimentação animal e palhas de feijão são excelentes fontes de matéria prima para a produção de adubos orgânicos ricos em nutrientes e matéria orgânica, que além de contribuir para a nutrição das plantas, melhora também a fertilidade do solo (Nunes, 2009). Para Silva et al. (2015) e Leal et al. (2013), o uso desses materiais na forma de composto orgânico, supre as demandas nutricionais na cadeia produtiva da agropecuária e sua utilização na mesorregião Norte Fluminense, constitui-se num produto de valor agregado ofertado como insumos orgânicos na agricultura (Loureiro et al., 2007).

De acordo com Santos (2011), a procura por feijão produzido de forma orgânica tem aumentado, mesmo com preço de mercado cerca de 30 a 40% superior quando comparado ao cultivado convencionalmente. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adubação orgânica sobre os aspectos agro-morfológicos e teores de nutrientes minerais em grãos de feijão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais

Segundo Acosta-Gallegos et al. (2007), o feijão foi disseminado na América do Sul. Mas, Arantes et al. (2008) apontam que existem três principais centros de domesticação, que são: o centro do México e América Central; Colômbia e Andes. É considerada uma espécie anual, diploide ($2n = 2x = 22$) e autógama, com taxa de fecundação cruzada estimada entre 3% a 5% (Burle et al., 2010). O feijão pertence à família Fabaceae e à subfamília Faboideae e o gênero *Phaseolus* abrange todas as espécies de feijão (Mesquita et al., 2007).

O feijão comum é uma planta herbácea que apresenta hábito de crescimento determinado ou indeterminado (CIAT, 2002). O tipo I foi caracterizado por ter hábito de crescimento determinado e gemas terminais reprodutivas no caule principal e também nos ramos. Os demais tipos II, III e IV possuem hábito de crescimento indeterminado e gemas terminais vegetativas no caule principal e também nos ramos. A diferença básica que diferencia os três tipos é o porte da planta, em que o tipo II possui porte ereto, tipo III porte prostrado e tipo IV planta com grande capacidade trepadora.

Possui sistema radicular pivotante, cerca de 20 cm de comprimento, localizado em sua maior parte nos primeiros 10 cm da superfície do solo (Vieira 1967). Segundo Muñoz et al. (1993), o caule pode ser verde, rósea ou roxo, de variável intensidade. As folhas primárias do feijoeiro são caracterizadas como simples e opostas e as demais pecioladas, trifolioladas, alternas (Vilhordo et al., 1996). Os folíolos variam de verde claro até muito escuro (Yanrong et al., 2002).

De acordo com León (1968), as inflorescências são distribuídas em ráculos axilares com flores que apresentam uma bráctea e duas bractéolas, corola papilionada com uma quilha, originada da fusão de duas pétalas inferiores. Androceu apresenta anteras com deiscência longitudinal ou rimosa. Gineceu apresenta o ovário súpero, unicarpelar, unilocular, pluriovulados, com um estilete terminal e um estigma (Vieira, 1967).

As flores do feijão podem ser de cor branca, de cor rosa, e até violeta, uniforme para toda a corola, ou desuniforme com intensidade de cor diferente, variando para mais clara, ou mais escura (Muñoz et al., 1993; Vilhordo et al., 1996). Quanto ao tipo de semente, Puerta Romero (1961) afirma que possui várias formas: arredondada, elíptica, oblonga e achatada. Além disso, as sementes possuem ampla variabilidade de cores, desde preto, bege, roxo, vermelho, marrom, amarelo, branco e etc. (Vilhordo, 1978).

O fruto do feijão comum é considerado um legume denominado popularmente de vagem. Essas vagens podem ser retas ou ligeiramente curvas, achatadas ou arredondadas, contendo em geral de três a oito sementes (Vieira, 1967). A vagem, ou feijão-vagem, pertence a mesma espécie botânica do feijão comum, e suas vagens diferem apenas quanto às características de comprimento e teor de fibras, que normalmente o feijão comum possui vagens menores e maior teor de fibra (Peixoto, 2001).

O ciclo fenológico do feijoeiro varia de 61 a 110 dias sendo dividido entre: fase vegetativa que começa pela V0 – Germinação (iniciada a germinação da semente); V1 – Emergência (50% dos cotilédones se apresentam fora do solo); V2 – Folhas primárias (par de folhas primárias já expandidas); V3 – Primeira folha trifoliolada (com folíolos expandidos); V4 – Terceira folha trifoliolada (com folíolos expandidos) e fase reprodutiva começando na R5 – Prefloração (após a emissão do primeiro botão floral); R6 – Floração (quando se tem a primeira flor aberta); R7 – Legumes (primeira vagem com a corola despreendida); R8 – Enchimento de

legumes (início de inchamento das vagens) e R9 – Maturação (primeira vagem começa a descolorir ou secar) (Laing et al., 1984).

Na 1ª safra chamada de “safra das águas” a semeadura ocorre entre os meses de agosto e outubro, podendo se estender a novembro e dezembro, e a colheita poderá ocorrer a partir de novembro até o mês de março, com sua maior concentração no mês de dezembro. Já a 2ª safra ou “safra da seca” a semeadura ocorre entre os meses de janeiro e abril e a colheita é feita de abril-maio até junho-julho. Enquanto que a 3ª safra também conhecida como “safra de outono-inverno”, a semeadura acontece a partir de maio, com a colheita entre os meses de agosto e outubro (Posse et al., 2010).

2.2. Aspectos socioeconômicos

O feijão comum é considerado uma fonte barata de proteínas, ferro, cálcio, zinco, vitaminas do complexo B, carboidratos, fibras e lisina. Caracterizado como um dos alimentos mais importantes da dieta humana sobretudo em países subdesenvolvidos (Mesquita et al., 2007). O Brasil possui ampla diversidade e preferência dos consumidores quanto aos tipos de grãos, especialmente no que diz respeito à forma, tamanho, brilho e cores.

Nos estados da região Sul do país, Rio de Janeiro, zona da mata do estado de Minas Gerais e sul do estado do Espírito Santo, por exemplo, a preferência é pelo tipo comercial preto. No estado de São Paulo e em grande parte do estado de Minas Gerais predomina o consumo de grãos do tipo comercial carioca. No Nordeste, o consumo é do feijão-de-corda, também conhecido como feijão caupi, feijão fradinho (*Vigna unguiculata* L.) e quando se consome o feijão comum, a preferência é por feijão mulatinho (Silva, 2007). De acordo com Peloso et al. (2009), o tipo de grão de feijão mais consumido no país é o carioca, que representa 70% do mercado consumidor, seguido pelo tipo preto, com aproximadamente 20%. Os 10% restantes são distribuídos entre outros tipos de feijão, rosinha, roxo, rajado e etc.

O feijão é historicamente um dos alimentos mais consumidos no Brasil e no mundo, sobretudo nas classes mais carentes da população, por ser reconhecidamente uma excelente fonte proteica. Dentre os maiores consumidores

desse produto, estão as Américas (41,7%), seguindo-se a Ásia (34,2%), a África (18,6%), a Europa (3,8%) e a Oceania (0,1%) (FAO, 2018). Entre os continentes, a Ásia é o maior produtor mundial (44,5%), seguido das Américas (38,8%), da África (14,6%), da Europa (2,1%) e da Oceania (0,1%) (FAO, 2018).

O Brasil já foi o maior produtor mundial dessa leguminosa há menos de 10 anos, devido as quedas de produtividade e produção, perdeu espaço para os países asiáticos como a Índia e Mianmar (FAO, 2018). O feijão possui boa adaptação edafoclimática permitindo que seu cultivo se estenda por todo o ano, em quase todos os estados brasileiros, o que possibilita a sua produção em diversos ecossistemas tropicais e temperados, em monocultivo e/ou consorciado a várias outras culturas, o que favorece a diversificação na produção (Posse et al., 2010).

Dentre os maiores países produtores de feijão comum, destacam-se Mianmar, Índia, Brasil, EUA e Tanzânia. O Brasil é o terceiro maior produtor de feijão comum, com produção na safra 2017/18 de aproximadamente 3,37 milhões de toneladas do grão e uma área produzida de 3,23 milhões de hectares, segundo a CONAB (2018). Ainda de acordo com a CONAB (2018), os estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e São Paulo destacam-se no cenário da produção brasileira, respondendo por mais de 70% produção total de feijão comum no país, com participação de 2,52 milhões de toneladas, distribuídas em 1,76 milhões hectares e com produtividade média de 1.431 kg.ha⁻¹ na safra 2017/18.

Do total de feijão produzido na safra 2017/18, cerca de 61,6% (2.075,7 mil toneladas) foi de feijão de cores, que engloba todos os feijões comuns exceto o preto. Em relação ao feijão preto, a sua participação no cenário nacional foi de 14,8% (497 mil toneladas), produzido principalmente no estado do Paraná que nessa safra participou com 65,4% (325 mil toneladas) da produção nacional. O restante da produção, cerca de 23,6% (797 mil toneladas), refere-se à cultura do feijão caupi, muito consumido nas regiões Norte e Nordeste que nessa safra participou com 63,7% (507,8 mil toneladas) da produção desse feijão (CONAB, 2018).

O estado do Rio de Janeiro é considerado o 26º em valor de produção do feijoeiro no Brasil com 1.699 toneladas, na safra de 2017, e produtividade média de 1.078 kg.ha⁻¹, sendo produzido em 51,1% dos municípios fluminenses, com

destaque para o município de Macaé que produziu 22,2% de toda a produção do estado (IBGE, 2018).

2.3. Exigências nutricionais

Solos muito argilosos não são indicados para o cultivo do feijão. Sua produtividade depende, sobretudo, do tipo do solo, não compactados, de textura média, com boa fertilidade, e ricos em matéria orgânica. Boa drenagem e disponibilidade de água, também são fatores de suma importância durante o seu desenvolvimento (Oliveira Júnior, 2014). A faixa ideal do pH deve ser em torno de 5,6 a 6,8, tendo em vista que a Fabaceae não tolera acidez alta (Reis Filgueira, 2008).

Sabe-se que são 17 os nutrientes essenciais para o feijoeiro, classificados em dois grupos, macronutrientes e micronutrientes. Dentre os macronutrientes, tem-se: o carbono (C), o hidrogênio (H), o oxigênio (O), o nitrogênio (N), o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o enxofre (S), e, dentre os micronutrientes, tem-se: o boro (B), o cloro (Cl), o cobre (Cu), o ferro (Fe), o manganês (Mn), o molibdênio (Mo) o níquel (Ni) e o zinco (Zn) (Fageria et al., 2001). Além desses, no processo de fixação biológica de N, o Cobalto se faz necessário junto aos microrganismos fixadores (Vieira 1998).

A baixa fertilidade, e a presença de elementos tóxicos no solo, são fatores limitantes, estando intimamente ligada a baixa produtividade de feijão no Brasil (Souza et al., 2006). O excesso de Alumínio no solo tende a reduzir o crescimento das raízes das plantas (Miguel et al., 2010). A deficiência de Ca no solo tende a influenciar de forma negativa o desenvolvimento dos pelos radiculares das raízes, em função da ausência de nódulos, causado pela não aplicação desse nutriente no solo (Teixeira et al., 2002). De acordo com Souza & Lobato (2004), a absorção de água e nutrientes pelas raízes, está diretamente ligada ao desenvolvimento das raízes das plantas.

Diversos autores estabelecem doses críticas de nutrientes no solo para permitirem o desenvolvimento vegetal e produtividades rentáveis. Os dois estados produtores de feijão, Minas Gerais e Rio de Janeiro, possuem interpretação das doses de fertilidade e recomendações de fertilizantes para feijão por meio de

tabelas de fácil entendimento (Ribeiro et al., 1999; Freire et al., 2013). Chagas et al. (1999) orientam as recomendações de fertilizantes considerando-se os níveis de tecnologia correspondente à produtividade esperada para feijão.

2.4. Adubação orgânica

O emprego de práticas agroecológicas e orgânicas são opções para anexar valor ao grão (Pereira et al., 2015). Conforme Pereira et al. (2015), os produtos de origem animal, como esterco bovino, sofrem um processo de mineralização mais acelerado quando comparado aos de origem vegetal, considerando as mesmas condições de ambiente, temperatura e umidade do solo. Fertilizantes orgânicos têm aumentado a produtividade em feijão caupi (Pereira et al., 2013), feijão vagem (Alves et al., 2000) e feijão comum (Pereira et al., 2011).

No Distrito Federal, feijão produzido de forma orgânica teve produtividade comparável ao cultivado em sistema convencional de produção (Carvalho & Wanderley, 2007). Na região de Dourados (MS), Padovan et al. (2007) consolidaram a viabilidade do cultivo das variedades Carioca, Jalo, Diamante Negro, BRS Valente e Ouro, sob manejo orgânico de produção. Em plantas adubadas com vermicomposto, a massa seca das plantas; número de nódulos e rendimento de grãos foram superiores quando comparado à adubação química e suas variações de N em cobertura (Venturini et al., 2003).

Em experimento com duas cultivares de feijão comum, Valente (tipo preto) e Iraí (tipo carioca), em esquema fatorial 2 x 5, alternando-se as duas cultivares e cinco doses de composto orgânico, variando de 0 t. ha⁻¹ a 40 t. ha⁻¹, Corlett et al. (2018) concluíram que a dose de 30 t. ha⁻¹ proporcionou maior rendimento de grãos para a cultivar Valente, enquanto que, a cultivar Iraí, necessitou de 10 t. ha⁻¹, para produzir sua maior quantidade de grãos. Os autores afirmam que doses acima de 30 t. ha⁻¹ não são recomendadas.

Primavesi (2008) garante que o uso de composto orgânico tende a aumentar a diversidade de microrganismos no solo associado aos componentes minerais ali presentes, tornando-o mais grumoso e permeável. Utilizando-se solo, esterco bovino, caprino e cama de aviário, na proporção 2:1, mais um tratamento testemunha sem adição de adubo, Pinheiro et al. (2019) concluíram que tais tipos

de adubos podem ser difundidos aos agricultores, tendo em vista que melhoram as características da planta, aumentando-se a produtividade de grãos.

Com quatro doses de carvão vegetal 0, 8, 16 e 32 t. ha⁻¹, com e sem esterco bovino 8 t. ha⁻¹, Malta et al. (2017) afirmaram que a associação entre esterco bovino e carvão vegetal, tende a influenciar positivamente as variáveis de crescimento de feijão comum. Além disso, o esterco bovino aumenta o comprimento e largura de folhas, bem como o diâmetro do caule das plantas. Usando duas adubações de semeadura, orgânica e mineral, com 9 cultivares de feijoeiro, pertencentes aos grupos comerciais Carioca, Mulatinho e Preto, Nunes et al. (2017) observaram que as cultivares BRS Cometa, BRS Estilo e BRS Campeiro, foram as mais produtivas com adubação orgânica.

Um experimento com a cultura do feijão, foi realizado em estufa com e sem fertilizantes orgânicos e químicos, não inoculados ou inoculados com *Rhizobium* e fungos micorrízicos. Um dos resultados obtidos, foi que a inoculação aumentou significativamente o rendimento de vagens na fertilização orgânica. Sob condições fertilizadas, a nodulação, a colonização por FMA e a população de esporos, foram mais pronunciadas nas plantas orgânicas, duplamente inoculadas, do que nas plantas que receberam fertilizações químicas (Aryal et al., 2003).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2019 na PESAGRO, situada no município de Campos dos Goytacazes-RJ Figura 1. O local possui latitude de 21°44'47" e longitude de 41°18'24" e altitude de 11 m em relação ao nível do mar. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região Norte Fluminense, é classificado como Aw, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18 °C. A temperatura média anual situa-se em torno de 24 °C, com baixa amplitude térmica e a precipitação pluviométrica média anual está em torno de 1.053 mm (Mendonça et al., 2007).

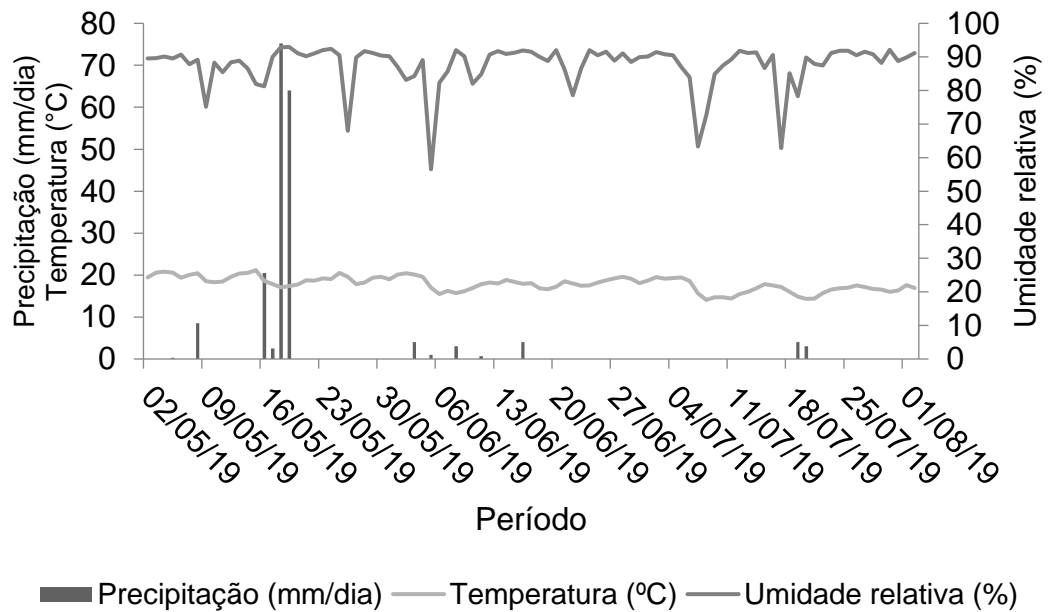


Figura 1 – Precipitação (mm/dia), Umidade relativa do AR (%) e Temperatura do AR (°C) durante o período de maio a agosto de 2019.

3.2. Preparo das compostagens

Foram formulados dois tipos de compostagem: a primeira a base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), acrescida de esterco bovino e a segunda, composta de palha de feijão com a adição de esterco bovino. Os materiais utilizados foram secos por cerca de 30 dias em sombra antes de serem utilizados nas composteiras. As leiras foram instaladas na PESAGRO-RIO nos meses de junho a setembro de 2018, em área plana protegida da chuva, sol e ventos fortes, com as dimensões de 1,5 m².

Cada leira foi constituída por camadas alternadas de 20 (cm) de altura do esterco bovino (cerca de 10 litros) com o capim ou com a palha do feijão. Durante o processo de produção dos compostos orgânicos, foi realizado o reviramento das leiras e o monitorado da temperatura e umidade, fatores determinantes para a produção de compostagem de qualidade (Nunes, 2009). Ao final do processo de compostagem (quatro meses) foi retirada uma amostra para a realização de análise química Tabela 1.

Tabela 1 – caracterização química dos compostos orgânicos

-----capim elefante e esterco-----												
pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	C	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
-----g. kg-----						-----mg. kg-----						
6,9	11,67	8,87	7,01	9,31	4,37	127,2	2,02	14436	26	276	480	37,95
-----palha de feijão e esterco-----												
7,5	12,32	9,57	9,53	15,77	4,7	148,8	1,19	14496	40	276	456	80,42

pH = acidez; N = nitrogênio; P₂O₅ = fósforo; K₂O = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; C = carbono; S = enxofre; Fe = ferro; Cu = cobre; Zn = zinco; Mn = manganês; B = boro.

3.3. Características do solo

O solo da área experimental possui topografia plana e é classificado como Neossolo flúvico Tb distrófico, segundo o sistema brasileiro de classificação de solo da (EMBRAPA, 1999). Foram coletadas 10 amostras simples de solo na PESAGRO - RIO, utilizando sonda inoxidável e profundidade de 0-20 (cm). Amostras compostas, originadas da homogeneização das amostras simples, foram encaminhadas para o laboratório da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Campos dos Goytacazes - RJ. Na Tabela 2, são apresentados os resultados da análise de solo do talhão experimental.

Tabela 2 – Atributos químicos do solo utilizado no experimento

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C	N	MO
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
--(g. dm ⁻³)--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
5,6	7	29	2,2	1,4	0,00	2,71	0,06	1,24	0,17	2,1
SB	T	t	m	V	Fe	Cu	Zn	Mn	S	B
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3,7	6,4	3,7	0,0	57,9	78	1,0	4,9	12,6	9,83	0,80

pH= medida da acidez e alcalinidade (água); P= fósforo (extrator Mehlich 1); K= potássio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; Al= alumínio; H+Al=Hidrogênio+alumínio; Na = sódio; C = carbono; N = nitrogênio; MO = matéria orgânica; SB = soma de bases; T = CTC = capacidade de troca de cátions; t = CTC efetiva; m = saturação por alumínio; V = saturação por bases; Fe = ferro; Cu = cobre; Zn = zinco; Mn = manganês; S = enxofre; B = boro.

3.4. Recomendação de fertilizantes

Para a recomendação de adubação mineral, nesse estudo, utilizou-se o nível tecnológico NT₂: calagem, adubação, sementes catadas, 200,000 plantas/ha⁻¹, e capinas com até 30 dias após a emergência DAE. Com base nesse pressuposto, Chagas et al. (1999) recomenda a aplicação de 44,44 kg. ha⁻¹ de Ureia no plantio junto com P₂O₅ e KCl; 66,66 kg. ha⁻¹ de Ureia em cobertura 25 DAE, com solo úmido; 444,5 kg. ha⁻¹ de superfosfato simples e 50 kg. ha⁻¹ de cloreto de

potássio, devendo ainda efetuar aplicação foliar com 111 g. ha⁻¹ de molibdato de amônio com 25 DAE. Não foi necessária a aplicação dos nutrientes: Mg, S, B e Zn. Para adubação orgânica, utilizou-se a dose máxima recomendada de 40 ton. ha⁻¹ de composto orgânico pouco humificado de acordo com Freire et al., (2013), sendo essa dose considerada como sendo 100% da recomendação.

3.5. Práticas culturais

A cultivar utilizada no experimento foi a BRS Esplendor. O controle de plantas daninhas foi por meio de capina manual. A irrigação foi diária no período sem chuva com auxílio de microaspersores. Não foi necessária a aplicação de praguicidas ou fungicidas.

3.6. Delineamento experimental

O experimento foi implantado no campo, em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema de parcela subdividida, com dois tipos de composto orgânico (capim enriquecido com esterco bovino) e (palha de feijão enriquecido de esterco bovino) aplicados em seis doses (0,0; 33,32; 66,65; 100,00; 133,32 e 166,65%) mais um tratamento testemunha (adubação mineral recomendada) de acordo com o modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \gamma_k + e_{ik} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + s_{ijk}$$

em que: y_{ijk} – é o valor observado no i – ésimo tratamento, k – ésimo bloco e j – ésima subparcela; μ – média geral; τ_i – é o efeito do i – ésimo fator A; γ_k – é o efeito do k – ésimo bloco; e_{ik} – é o resíduo (a) da parcela; β_j – é o efeito do j – ésimo fator B; $(\tau\beta)_{ij}$ – é a interação entre o i – ésimo fator A e o j – ésimo fator B; s_{ijk} – é o resíduo (b) da subparcela.

As unidades experimentais contiveram 3 linhas de plantio com 2 m linear cada, sendo considerado para avaliação, 1 m linear da linha central contendo 10 plantas. O espaçamento adotado foi de (50 cm entre linhas x 10 cm entre plantas) no cultivo de outono-inverno, caracterizado como período seco, de acordo com o preconizado por Vieira (1968) com uma densidade de 10 sementes por metro linear de sulco (Vieira 1998).

3.5. Características avaliadas

As variáveis avaliadas foram: número total de vagens (NTV); número total de grãos (NTG) e peso total de vagens (PTV) expresso em kg, obtido por meio de balança eletrônica de precisão, realizadas na área útil da parcela (10 plantas). As medidas das variáveis: altura de plantas (ALTP); comprimento de raiz (COMPR) e comprimento de vagem (COMPV) foram obtidas com o uso de uma régua graduada em cm. Para diâmetro de caule (DC) e largura de vagem (LARGV) foi utilizado um paquímetro digital mm.

As vagens foram retiradas manualmente das plantas durante a colheita e, no mesmo dia, foram pesadas. Permaneceu durante quatro dias à temperatura ambiente (25 a 30°C) facilitando a retirada dos grãos após a perda natural de umidade das vagens. Além disso, foi importante para evitar danos físicos aos grãos.

O índice de área foliar (IAF) foi obtido utilizando o equipamento medidor AccuPAR configurado em $m^2 m^{-2}$ (Tewolde et al., 2005). O número de nódulos nas raízes (NN) foi analisado através da observação e contagem. Todas essas variáveis foram obtidas na fase reprodutiva do feijoeiro no período da maturação fisiológica R9. Foi feita a produtividade estimada de grãos (PROD) expresso em $kg. ha^{-1}$ e peso de cem grãos (PS100), expresso em kg ambos após o processamento Pós-colheita.

Para as análises nutricionais dos grãos, utilizou-se uma estufa de circulação de ar forçada a 65°C para a secagem dos grãos. Em seguida, as amostras foram trituradas em micromoinho tipo Willey. Foram determinados os teores de P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Cu, Mn, Mo, Ni e Zn após digestão com HNO_3 (Peters, 2005). A leitura foi feita em aparelho de espectrometria de emissão atômica (ICPE-9000, Shimadzu).

3.6. Análises estatísticas

As variáveis foram submetidas inicialmente à análise de homogeneidade de variância (Teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors). Posteriormente foi realizada a análise de variância conjunta, considerando os efeitos de tipo de

composto, concentrações, e interação tipo de composto x concentrações. Para a realização das análises utilizou-se os recursos computacionais do programa Genes (Cruz, 2013).

4. RESULTADOS

4.1. Análise de variância

As características avaliadas atenderam aos pressupostos de normalidade da distribuição dos erros $p \leq 0,05$ pelo teste de Lilliefors e de homogeneidade de variâncias residuais $p \leq 0,05$ pelo teste de Bartlett. Esses resultados demonstram que, de modo geral, as pressuposições matemáticas requeridas para a realização da análise de variância e estudos posteriores foram atendidas como as de (Nascimento et al., 2018; Rocha et al., 2019).

O experimento apresentou boa precisão experimental para as características comprimento de vagens COMPV; peso de cem grãos PS100; largura de vagens LARGV; comprimento de raiz COMPR e altura de plantas ALTP com coeficiente de variação abaixo de 10%, enquanto para as demais características, o coeficiente de variação ficou entre 10,79 e 23,22% configurando, respectivamente, média e baixa precisão experimental Tabela 3. De modo geral, os tipos de compostos e as concentrações aplicadas influíram em algumas características $p \leq 0,05$. A interação entre eles teve resultado significativo apenas para a característica COMPV $p \leq 0,05$.

A análise de variância para os teores de nutrientes minerais em grãos, apresentou boa precisão experimental para os teores de Cu, Zn, K, P e S com coeficiente de variação abaixo de 10%, enquanto para as demais características, o coeficiente de variação ficou entre 13,20 e 70,54% configurando, respectivamente, média e baixa precisão experimental Tabela 4. O tipo de composto e as concentrações aplicadas, influíram estatisticamente em algumas características $p \leq 0,05$. A interação entre eles não teve resultado significativo para todas as características avaliadas $p \geq 0,05$.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância com quadrados médios (QM) dos caracteres agro-morfológicos de feijão-comum em resposta a adubação orgânica e tipo de composto orgânico e NPK+Micro

Fonte de variação	NTV	NTG	PTV	PROD	PS100	ALTP	COMPR	COMPV	DC	LARGV	IAF
	----- (und.) -----		----- (kg ⁻¹) -----			----- (cm) -----		----- (mm) -----		-- (m ² m ⁻²) --	
Composto	688,09 ^{NS}	34801,93*	0,65 ^{NS}	1113,94 ^{NS}	0,27 ^{NS}	6,01 ^{NS}	12,48 ^{NS}	0,17**	0,10 ^{NS}	0,22*	0,74 ^{NS}
Erro (A)	357,45	8043,50	0,29	4344,00	0,52	4,47	3,66	0,20	0,20	0,36	0,86
Doses	1327,33*	45161,66 ^{NS}	0,84**	1209,16*	0,42**	182,83**	19,06**	1,08**	1,72*	0,48**	0,53**
Doses x comp.	793,98 ^{NS}	28806,37 ^{NS}	0,23 ^{NS}	4524,09 ^{NS}	0,21 ^{NS}	12,24 ^{NS}	2,86 ^{NS}	0,27*	0,47 ^{NS}	0,53 ^{NS}	0,52 ^{NS}
Resíduo	544,84	19266,99	0,22	374449,2	0,10	16,40	1,74	0,95	0,48	0,92	0,99
Média Geral	123,33	730,93	0,21	3110,5	0,21	44,53	16,04	8,71	6,47	4,88	1,36
CV (%)	18,92	18,99	22,71	19,67	4,75	9,09	8,22	3,55	10,79	6,24	23,22

^{NS} = não significativo estatisticamente, pelo teste "F" ao nível de 5% de probabilidade. * = significativo estatisticamente, pelo teste "F" ao nível de 5% de probabilidade. ** = significativo estatisticamente, pelo teste "F" ao nível de 1% de probabilidade. NTV – número total de vagens; NTG – número total de grãos; PTV – peso total de vagens; PROD – produtividade de grãos; PS100 – peso de cem grãos; ALTP – altura de plantas; COMPR – comprimento de raiz; COMPV – comprimento de vagens; DC – diâmetro de caule; LARGV – largura de vagens; IAF – índice de área foliar.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância com quadrados médios (QM) para os teores de nutrientes minerais em grãos de feijão-comum em resposta a concentrações e tipos de adubo orgânico e NPK+Micro

Fonte de variação	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Zn	Ca	K	Mg	P	S
	----- (mg. kg ⁻¹) -----						----- (g. kg ⁻¹) -----					
Composto	0,70 ^{NS}	2,24 ^{NS}	498,52 ^{NS}	0,00*	37,65 ^{NS}	0,00*	3,14 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,00*	0,06*	0,32 ^{NS}	0,01 ^{NS}
Doses	3,99 ^{NS}	0,40 ^{NS}	1658,83 ^{NS}	2,03 ^{NS}	1134,71*	0,22 ^{NS}	6,05 ^{NS}	0,12 ^{NS}	8,32*	4,18*	0,27 ^{NS}	0,00 ^{NS}
Doses x comp.	1,95 ^{NS}	0,19 ^{NS}	2949,30 ^{NS}	3,57 ^{NS}	2,77 ^{NS}	0,57 ^{NS}	4,48 ^{NS}	0,34 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,86 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,00 ^{NS}
Erro	2,19	0,22	1068,64	4,86	25,12	0,44	9,54	0,04	1,04	1,14	0,12	0,00
Média	5,30	10,23	66,90	13,31	7,10	2,114	40,38	1,67	15,35	2,45	5,24	1,78
CV (%)	27,91	4,61	48,85	16,56	70,54	31,66	7,65	13,20	6,66	43,74	6,68	5,12

^{NS} = não significativo estatisticamente, pelo teste "F" ao nível de 5% de probabilidade. * = significativo estatisticamente, pelo teste "F" ao nível de 5% de probabilidade. ** = significativo estatisticamente, pelo teste "F" ao nível de 1% de probabilidade. B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Mo – molibdênio; Ni – níquel; Zn – zinco; Ca – cálcio; K – potássio; Mg – magnésio; P – fósforo; S – enxofre.

4.2. Comparação de médias

O composto orgânico a base de palha de feijão com adição de esterco bovino proporcionou médias superiores ao composto a base de capim e esterco nas doses de 66,65% e 133,32% com 8,95 e 9,51 cm respectivamente. Os dois compostos orgânicos não diferiram entre si para as demais doses aplicadas. Utilizando-se capim e esterco, a maior média obtida foi na dose de 166,65% com 9,08 cm, diferindo apenas da dose 0,0% com 7,93 cm. Já com palha de feijão e esterco na compostagem, a maior média foi obtida na dose 133,32% com 9,51 cm, diferindo das doses 0,0%, 33,32% e NPK+Micro com 7,86, 8,51 e 8,66 cm respectivamente.

Tabela 5 - Comparação de médias dos caracteres agro-morfológicos de feijão-comum em resposta as concentrações de adubação orgânica e NPK+Micro

Doses	-----Composto-----	
	Capim e esterco	Palha de feijão e esterco
-----COMPV (cm)-----		
0,0%	7,93bA	7,86cA
33,32%	8,50abA	8,51bcA
66,65%	8,30abB	8,95abA
100%	9,03aA	9,11abA
133,32%	8,73abB	9,51aA
166,65%	9,08aA	8,83abA
NPK+Micro	8,98aA	8,66bcA

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula, na coluna, ou maiúscula, na linha, não diferem entre si, estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As características número total de vagens NTV, peso total de vagens PTV e produtividade de grãos PROD foram superiores no tratamento de 166,65% de composto com médias de 148,83 und., 0,27 Kg e 3.873,33 kg. ha⁻¹ respectivamente, não diferindo do tratamento com NPK+Micro e com 33,32% de composto. O tratamento de 133,32% de adubação orgânica proporcionou maiores médias para as características diâmetro de caule DC, LARGV e COMPV com 7,38 mm; 5,20 mm e 9,12 cm respectivamente.

Já o índice de área foliar IAF, atinge seu máximo desempenho com a aplicação de 100% da dose recomendada pela literatura, com 1,72 m² m⁻². A adubação com NPK não demonstrou eficiência para as características NTV, PTV, PROD, ALTP, DC, LARGV e IAF uma vez que as médias foram similares ao

tratamento com 0,0% de adubação orgânica. A aplicação de 166,65% de composto orgânico proporcionou maior média de peso total de grãos PTG e PS100, com 0,19 e 0,0221 kg, diferindo significativamente apenas da testemunha 0,0% Tabela 6.

Tabela 6 - Comparação de médias dos caracteres agro-morfológicos de feijão-comum em resposta às concentrações de adubação orgânica e NPK+Micro

Doses	NTV	PTV	PROD	PS100	ALTP
	----(und.)---	-----(kg^{-1})-----			----(cm)----
0,0%	102,16b	0,15b	2446,66b	0,0201b	35,33d
33,32%	111,16ab	0,18ab	2893,33ab	0,0214ab	39,83cd
66,65%	122,16ab	0,21ab	3186,66ab	0,0221a	46,20abc
100%	130,66ab	0,22ab	3276,66ab	0,0207ab	48,40ab
133,32%	127,66ab	0,23ab	3270,00ab	0,0218ab	48,66ab
166,65%	148,83a	0,27a	3873,33a	0,0221a	50,66a
NPK+Micro	120,66ab	0,18ab	2826,66ab	0,0203ab	42,61bcd
Doses	COMPR	COMPV	DC	LARGV	IAF
	----- (cm) -----		----- (mm) -----	--($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$)--	
0,0%	13,20c	7,90c	5,73b	4,35b	0,95b
33,32%	14,35bc	8,50b	6,00b	4,71ab	1,38ab
66,65%	16,28ab	8,62ab	6,40ab	5,12a	1,67a
100%	16,36ab	9,07ab	6,52ab	4,95a	1,72a
133,32%	18,30a	9,12a	7,38a	5,20a	1,31ab
166,65%	17,73a	8,95ab	6,82ab	4,93a	0,99b
NPK+Micro	16,08ab	8,82ab	6,43ab	4,87ab	1,46ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NTV – número total de vagens; PTV – peso total de vagens; PROD – produtividade de grãos; PS100 – peso de cem grãos; ALTP – altura de plantas; COMPR – comprimento de raiz; COMPV – comprimento de vagens; DC – diâmetro de caule; LARGV – largura de vagens; IAF – índice de área foliar.

O teor de Mo nos grãos, foi superior no tratamento com aplicação de adubo mineral (NPK + micro) com 38,28 mg. kg^{-1} , 16 vezes maior, comparado à adição de 2/3 de adubo orgânico. As diferentes concentrações de adubo orgânico não diferiram entre si para o teor de Mo nos grãos, com média de 7,10 mg. kg^{-1} . Observa-se que o teor de K nos grãos foi influenciado pela adubação orgânica, onde a aplicação de 166,65% proporcionou a maior média com 16,71 g. kg^{-1} não diferindo da dose 0,0% e NPK+Micro. A adubação mineral não diferiu das menores concentrações de adubo orgânico 0,0; 33,32 e 66,65% respectivamente para o teor de K nos grãos.

Já o teor de Mg nos grãos, também foi influenciado pela adubação orgânica, onde a maior média foi obtida com a aplicação de 133,32% com 3,8 g. kg^{-1} , não diferindo da adubação mineral com 3,41 g. kg^{-1} e dos demais tratamentos

com adubação orgânica exceto para a dose recomendada de 100%. As médias gerais para K e Mg foram de 15,35 e 2,45 g. kg⁻¹ respectivamente.

Tabela 7 - Comparação entre médias dos teores de nutrientes minerais em grãos de feijão-comum em resposta às concentrações de adubo orgânico e NPK+Micro

Doses	Mo	K	Mg
	----- (mg. kg ⁻¹) -----	----- (g. kg ⁻¹) -----	
0,0%	1,65b	13,56c	2,16ab
33,32%	1,47b	14,88abc	1,9ab
66,65%	1,70b	15,53ab	2,2ab
100%	2,08b	16,25a	1,5b
133,32%	2,13b	16,31a	3,8a
166,65%	2,39b	16,71a	2,16ab
NPK+Micro	38,28a	14,21bc	3,41ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Mo – molibdênio; K – potássio; Mg – magnésio.

4.3. Análise de regressão

Apenas as características LARGV e IAF tiveram efeito quadrático em resposta às doses de adubo orgânico $p \leq 0,05$ Figura 2 A e B. Ambas as características tiveram $R^2 \geq 80\%$, porcentagem essa considerada ideal para que o modelo de regressão explique o desempenho da característica avaliada em resposta às doses de adubação orgânica. Para a característica LARGV o ponto extremo máximo foi de 5,14 mm e para a característica IAF o ponto extremo máximo foi de 1,68 m² m⁻².

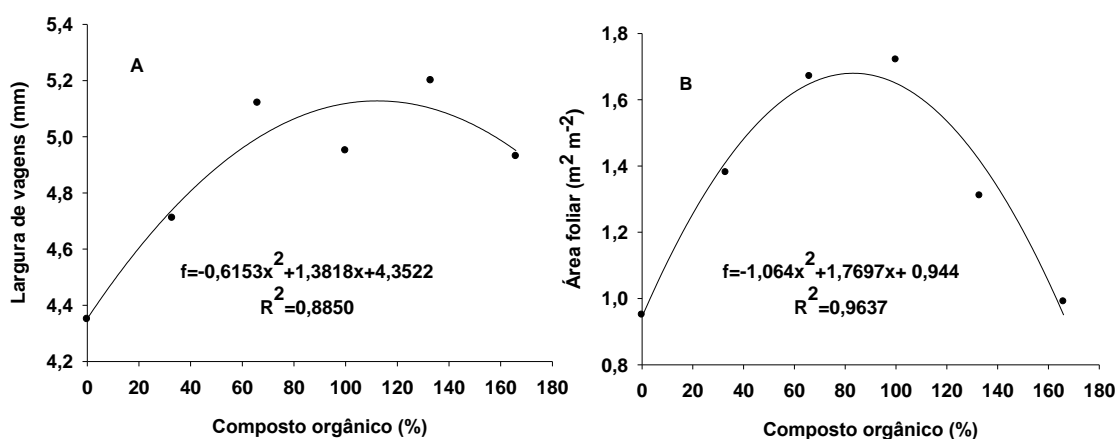


Figura 2 - Largura de vagens (A) e Área foliar (B) da cultura do feijão em função das doses de adubo orgânico aplicadas.

5. DISCUSSÃO

A menor disponibilidade de alguns macros e micronutrientes no composto orgânico a base de capim-elefante mais esterco, explica o maior desempenho da característica COMPV na dose de 166,65%. Em feijão-de-vagem, o valor máximo de comprimento de vagem foi de 14,47 cm aplicando 33,33 t. ha⁻¹ de esterco de galinha (Magalhães et al., 2017). Vagens pequenas não são indicadas tendo em vista que diminui o número de grãos no acúmulo de matéria seca (proteínas, carboidratos e lipídeos) o que contribui para a obtenção de grãos maiores. Grãos de maior peso, tem por consequência a redução no rendimento de grãos, e o número de legumes/planta é o caráter de maior contribuição para maior rendimento (Kurek et al., 2001).

Esterco de bovino, de caprino e de galinha também aumentou linearmente o comprimento de vagem (Santos et al., 2001). Em contrapartida, o maior desempenho de COMPV quando foi aplicado composto orgânico a base de palha de feijão mais esterco na dose de 133,32% acontece especialmente em função das maiores concentrações de macronutrientes no composto orgânico Tabela 6. Maiores COMPV indicam que maior será o número de grãos, possivelmente com menor espessura dentro das vagens, o que contribui para o aumento na produtividade.

Segundo Davari et al. (2012), a planta ao utilizar eficientemente os nutrientes disponíveis no solo pelo uso da adubação orgânica ou resíduos de culturas tende a contribuir na formação de vagens. O menor desempenho da característica LARGV com dose acima de 133,32%, é um indicativo de que grãos com menor espessura e diâmetro podem ser obtidos Figura 2A. Segundo Magalhães et al. (2017), a maior dose de esterco de galinha também aumentou linearmente o diâmetro de vagem para 10,29 mm.

Galbiatti et al. (2011) afirmam que o uso de biofertilizante na cultura do feijão proporcionou aumento na área foliar para 118.53 cm², enquanto que, a adubação mineral recomendada, no mesmo experimento, proporcionou área foliar de 116,11 cm². Esses resultados, permitem inferir que a queda de folhas na fase reprodutiva, depende sobretudo da oferta de fertilizante orgânico no solo, o que indica uma redução no ciclo da cultura. De acordo com Ribeiro et al. (2016) existe alta associação entre arquitetura e precocidade de produção de grãos. Carvalho et al. (2003) declaram haver associação entre concentração de clorofila, teor de N nas folhas e produtividade de grãos em feijão.

A produção de vagens é uma característica importante a ser considerada tendo em vista o rendimento de grãos, pois quanto maior o número de vagens, ou comprimento de vagens, maior será o número de grãos. Porém, estudos revelam que nem sempre isso acontece, uma vez que vários fatores como os ambientais, genéticos e nutricionais favorecem o menor desempenho de algum deles, ou de ambos. De acordo com Coelho et al. (2002), o número de vagens por planta apresentou alta correlação com a produção de grãos na estação de verão-outono. Segundo Dalla Corte et al. (2010), o maior rendimento de grãos foi obtido com sementes menores, por meio das correlações altas e negativas entre largura e espessura de sementes.

O uso de esterco bovino contribuiu para o teor de N na compostagem, tornando-o indispensável para o crescimento de microrganismos. Em experimentos futuros, será possível observar uma melhoria na estrutura do solo utilizado, além de promover alterações nas características da planta, sobretudo para o desenvolvimento de vagens e o enchimento de grãos. Outro aspecto indispensável é a umidade do solo no controle da abertura e fechamento dos estômatos, principalmente na fase de enchimento de grãos, evitando o abortamento de flores e vagens causado pela seca.

O aumento na produção tem relação com a variável peso de vagem, uma vez que, de acordo com Santos et al. (2014), ambos dependem da capacidade da planta em absorver água e nutrientes. Oliveira et al. (2000) encontraram maior rendimento de vagens na dose de 24 t. ha⁻¹ de esterco bovino. Santos et al. (2007) relatam que o número de grãos por vagem NGV e o peso de mil grãos PS1.000 não sofreram influência de diferentes doses de biofertilizante aplicado em feijão-caupi.

As condições do solo como textura, umidade, pH e nutrientes, além da disponibilidade de fotoassimilados são fatores que estão diretamente relacionados com o crescimento radicular (Peres & Kerbauy, 2000). As raízes se desenvolvem na direção em que se encontram os nutrientes no solo (Drew, 1975), o que explica o menor desempenho da característica COMPR quando não houve adubação

Tabela 6.

Os compostos orgânicos utilizados demonstraram ser eficientes, proporcionando os nutrientes necessários para absorção, fortalecendo o que foi observado por Oliveira et al. (2010) em que o esterco bovino, em quantidades adequadas, é capaz de suprir as necessidades das plantas com maior disponibilidade de NPK. Além disso, os compostos orgânicos podem fornecer os nutrientes necessários para as culturas e substituem os fertilizantes minerais (Leal et al., 2007).

A melhoria na porosidade, retenção e infiltração de água no solo é resultado do manejo de adubação orgânica (Rodrigues et al., 2013). Embora o COMPR tenha tido um bom desempenho com a adubação orgânica, foi observado que as plantas não apresentaram nódulos nas raízes. De acordo com Brito et al. (2011), a redução na fixação simbiótica de N em plantas de feijão comum e caupi está diretamente relacionada com o incremento na dose de N.

De acordo com Moura et al. (2012), o número de grãos por vagem correlaciona-se positivamente com rendimento de grãos, porém a correlação negativa entre número de grãos por vagem, teor de proteína e teor de ferro sugere que o aumento no número de grãos por vagem diminui a proteína e o conteúdo de ferro nos grãos.

O bom desempenho da característica PS100 é um sinal de que a planta está investindo no enchimento de grãos o que tende a contribuir para o teor de nutrientes. Segundo Coimbra et al. (2000), os caracteres número de legumes por

planta e massa de mil grãos evidenciaram grau de associação elevado com produtividade de grãos. De acordo com Correa et al. (2015), a massa de cinco vagens e o número de grãos por vagens são os componentes que mais contribuem para a produção de grãos em feijão-caupi, superando a massa de cem grãos.

6. RESUMOS E CONCLUSÕES

De modo geral, os resultados encontrados atenderam às expectativas para o primeiro ano de implantação. A adubação orgânica demonstra ser tão eficiente quanto a mineral, e pode ser recomendada para os agricultores da região. Estudos posteriores são necessários, afim de verificar o ganho de matéria orgânica no solo e a redução no custo de produção.

O composto à base de capim-elefante não diferiu do composto à base de palha de feijão, ambos acrescidos de esterco bovino na proporção 1:1. A adição de 2/3 da adubação orgânica recomendada proporcionou aumento de 58,31% na produtividade de grãos e de 23,23% no teor de K nos grãos comparativamente a dose 0,0%. A adição de 1/3 da adubação orgânica, pode ser indicada para o aumento no teor de Mg nos grãos, comparativamente a dose recomendada pela literatura 40 ton. ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Gallegos, J.; Kelly, J.D.; Gepts, P. (2007) Prebreeding in Common Bean and Use of Genetic Diversity from Wild Germplasm. *Crop Science, Madison*. 47(S3): 44-59.
- Alves, E. U., Oliveira, A. P., Bruno, R. L. A., Araújo, E., Silva, J. A. L., Gonçalves, E. P., & Costa, C. C. (2000). Produção de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. *Horticultura Brasileira*, 18(3): 215-221.
- Arantes L.O.; Ramalho, M.A.P.; Abreu, A.F.B. (2008) Controle genético da incompatibilidade do cruzamento entre cultivares andinas e mesoamericanas de feijoeiro comum. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. 32: 978-980.
- Aryal, U. K., Xu, H. L., & Fujita, M. (2003). Rhizobia and AM fungal inoculation improve growth and nutrient uptake of bean plants under organic fertilization. *Journal of Sustainable Agriculture*, 21(3), 27-39.
- Brito, M. D. M. P., Muraoka, T., & da Silva, E. C. (2011). Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. *Bragantia*, 70(1): 206-215.

- Burle ML, Fonseca JR, Kami JA, 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.
- Carvalho, M. D., Junior, E. F., Arf, O., Sá, M. D., Paulino, H. B., & Buzetti, S. (2003). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27(3): 445-450.
- Carvalho, W. P. D., & Wanderley, A. L. (2007). Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no Distrito Federal. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3): 605-611.
- Cavalcante, L. F., dos Santos, G. D., de Oliveira, F. A., Cavalcante, Í. H., Gondim, S. C., & Cavalcante, M. Z. (2007). Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2(1): 15-19.
- Chagas, J. M.; Braga, J. M. ; Vieira, C. ; Salgado, L. T. ; Junqueira Neto, A. (1999). Feijão. In: Antônio Carlos Ribeiro, Paulo Tarcito Gontijo Guimarães, V. H. A. V. (Org.). Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes - 5ª aproximação.
- CIAT. (2002). Bean production Systems. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Coelho, A. D. F., Cardoso, A. A., Cruz, C. D., Araújo, G. D. A., Furtado, M. R., & Amaral, C. L. F. (2002). Herdabilidades e correlações da produção do feijão e dos seus componentes primários, nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão-outono. *Ciência Rural*, 32(2): 211-216.
- Coimbra, J. L. M., Guidolin, A. F., de Carvalho, F. I. F., & de Azevedo, R. (2000). Correlações canônicas: II-Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. *Ciência Rural*, 30(1): 31-35.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2019). Acompanhamento da safra brasileira. Sétimo levantamento. Safra 2018/19. v.5.
- Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Acompanhamento da safra brasileira. Sétimo levantamento. Safra 2017/18. v.5.

- Cordell, D., Drangert, J. O., & White, S. (2009). The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global environmental change*, 19(2): 292-305.
- Corlett, F. M. F., Balbinotti, A. P. R., Dias, J. A. B., & Machado, A. N. (2018). Adubação orgânica e seu incremento na produtividade de sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cadernos de Agroecologia*, 13(1): 1-6.
- Correa, A. M., Ceccon, G., de Albuquerque Correa, C. M., & Delben, D. S. (2015). Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. *Ceres*, 59(1): 1-7.
- Cruz CD. (2013). GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy* 35: 271-276.
- Dalla Corte, A., Moda-Cirino, V., Arias, C. A. A., Toledo, J. F. F. D., & Destro, D. (2010). Genetic analysis of seed morphological traits and its correlations with grain yield in common bean. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(1): 27-34.
- Davari, M., Sharma, S. N., & Mirzakhani, M. (2012). Residual influence of organic materials, crop residues, and biofertilizers on performance of succeeding mung bean in an organic rice-based cropping system. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 1(1): 14.
- Drew, M. C. (1975). Comparison of the effects of a localised supply of phosphate, nitrate, ammonium and potassium on the growth of the seminal root system, and the shoot, in barley. *New Phytologist*, 75(3): 479-490.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1999). Sistema brasileiro de classificação de solos.
- Fageria, N. K. (2001). Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 36(11): 1419-1424.
- FAO. Faostat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: novembro de 2018.
- Freire, L. R. (2013). Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. *Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E)*.

- Galbiatti, J. A., Silva, F. G. D., Franco, C. F., & Caramelo, A. D. (2011). Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. *Engenharia Agrícola*, 31(1): 167-177.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: novembro de 2018.
- Kurek, A. J., Carvalho, F. D., Assmann, I. C., Marchioro, V. S., & Cruz, P. J. (2001). Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão: *Revista Brasileira de Agrociência*, 7(1): 29–32.
- Laing DR, Jones PG, Davis HG. (1984). Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Goldsworth RP, Fisher NM. *The physiology of tropical field crops*. New York: John Willey, p.305-351.
- Leal, M. A. de A., Guerra, J. G. M., Espindola, J. A. A., and Araújo, E. da S. (2013). Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N: *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17: 1195–1200.
- Leal, M. D. A., Guerra, J. G. M., Peixoto, R. T., & de Almeida, D. L. (2007). Utilização de composto orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. In *Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. *Horticultura Brasileira*, 25(3): 392-395.
- León, Jorge. (1968). Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales, Jorge León. *Textos y materiales de enseñanza*, v. 18.
- Loureiro, D. C., de Aquino, A. M., Zonta, E., & Lima, E. (2007). Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. *Embrapa Agrobiologia-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Magalhães, I.P.B., Sedyama, M.A.N., Silva, F.D.B., Vidigal, S.M., Pinto, C.L.O., Lopes, I. P. C. (2017). Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha: *Revista Ceres*, 64: 98-107.
- Malta, A. O., de Ataíde, E. B., de Almeida, D. J., de Oliveira, V. E. A., & da Silva Santos, A. (2017). Crescimento de feijoeiro sob influência de carvão vegetal e esterco bovino. *Revista Sítio Novo*, 1: 190-202.

- Mendonça, J. C., Sousa, E. F., Bernardo, S., Sugawara, M. T., Peçanha, A. L., & Gottardo, R. D. (2007). Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(5): 471-475.
- Mesquita RF, Corrêa D.A.; Abreu, P.M.C.; Lima, Z.A.R; Abreu, B.F.A. (2007). Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(2): 1114-1121.
- Miguel, P. S. B., Gomes, F. T., da Rocha, W. S. D., de Carvalho, C. A., & de Oliveira, A. V. (2010). Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. *CES Revista*, 24(1): 13-29.
- Moura, J. D. O., Rocha, M. D. M., Gomes, R. L. F., Freire Filho, F. R., Damasceno e Silva, K. J., & Ribeiro, V. Q. (2012). Path analysis of iron and zinc contents and others traits in cowpea. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12(4): 245-252.
- Muñoz, G.; Giraldo, G.; Fernández De Soto, J. (1993). Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali: CIAT. 169 p. (CIAT. Publicación, 177).
- Nascimento, M. R., Santos, P. R., Coelho, F. C., Jaeggi, M. E. P., Costa, K. D. S., & Souza, M. N. (2018). Biometric analysis in maize genotypes suitable for baby corn production in organic farming system. *Horticultura Brasileira*, 36(3): 419-425.
- Nunes, M. U. C. (2009). Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade. *Embrapa Tabuleiros Costeiros-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.
- Nunes, V., de Carvalho, M. A. C., Yamashita, O. M., Koga, P. S., & Celanti, H. F. (2017). Adubação orgânica e mineral na semeadura de cultivares de feijoeiro Organic and mineral fertilization on sowing of common bean cultivars. *AMBIÊNCIA*, 13(3): 629-641.
- Oliveira Júnior, J.C. Comparação de genótipos de feijão-de-vagem por meio de curvas de crescimento, utilizando identidade de modelos lineares de regressão. (2014). 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Curso

Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ.

- Oliveira, A. D., Alves, E. U., Bruno, R., & Bruno, G. B. (2000). Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(2): 102-108.
- Oliveira, A. P., Santos, J. F., Cavalcante, L. F., Pereira, W. E., Santos, M. D. C. C., Oliveira, A. N. P., & Silva, N. V. (2010). Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. *Horticultura Brasileira*, 28(3): 277-281.
- Padovan, M. P., Leonel, L. A. K., Cesar, M. N. Z., Otsubo, A. A., de Oliveira, F. L., Mariani, M. A., & Cavichioni, I. (2007). Potencial da cultura do feijoeiro, submetido a manejo orgânico, na região de Dourados-MS. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(1): 360-363.
- Peixoto, N., Moraes, E. A., Monteiro, J. D., & Thung, M. D. (2001). Seleção de linhagens de feijão-vagem de crescimento indeterminado para cultivo no Estado de Goiás. *Horticultura Brasileira*, 19(1), 85-88.
- Peloso, M. J., Melo, L. C., Pereira, H. S., Faria, L. C., Diaz, J. L. C., & Wendland, A. (2009). Cultivares de feijoeiro comum desenvolvidas pela Embrapa. *Feijão: Tópicos especiais de manejo*, 2: 23-40.
- Pereira, L. (2011). Aplicação de fertilizante orgânico em feijoeiro irrigado no período de inverno. In *congresso nacional de pesquisa de feijão* (Vol. 10).
- Pereira, L. B., Arf, O., dos Santos, N. C. B., de Oliveira, A. E. Z., & Komuro, L. K. (2015). Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)*, 45(1): 29-38.
- Pereira, R. F., de Lima, A. S., Maia Filho, F. D. C. F., Cavalcante, S. N., dos Santos, J. G. R., & Andrade, R. (2013). Produção de feijão vigna sob adubação orgânica em ambiente semiárido. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 9(2): 27-32.
- Peres, L. E. P., & Kerbauy, G. B. (2000). Controle hormonal do desenvolvimento das raízes. *Universa*, 8(1): 181-196.

- Peters, J. B. (2005). Wisconsin procedures for soil testing, plant analysis and feed & forage analysis: plant analysis. *Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison.*
- Pinheiro, R. A., Santos, D. R., Dos Santos Cabral, M. J., De Almeida Silva, R., & De Barros, R. P. (2019). Atributos biológicos do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., fabaceae) cultivado em vasos com diferentes fontes de adubação orgânica. *Revista Ambientale*, 11(3): 15-25.
- Posse, S. C. P., Riva-Souza, E. M., Silva, G. D., Fasolo, L. M., Silva, M. D., & Rocha, M. A. M. (2010). Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011. *Vitória: Incaper.*
- Primavesi, A.M. (2008). Agroecologia e manejo do solo. *Agriculturas*, 5(3): p.1-4.
- Puerta Romero, J. (1961). Variedades de judia cultivadas en España. *Ministerio de Agricultura, Madrid, Spain*, 798 p.
- Reis Filgueira, F. A. (2008). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: Editora UFV.
- Ribeiro, A. C. (1999). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação*. Comissão de Fertilidade do solo do estado de Minas Gerais.
- Ribeiro, H. L. C., Santos, C. A. F., Diniz, L. D. S., Nascimento, L. A. D., & Nunes, E. D. (2016). Phenotypic correlations and path analysis for plant architecture traits and grain production in three generations of cowpea. *Revista Ceres*, 63(1): 33-38.
- Rocha, R. S., Nascimento, M. R., Barroso Chagas, J. T., De Almeida, R. N., Dos Santos, P. R., Sanfim de Sant'Anna, C. Q. da S., Da Cruz, D. P., Da Silva Costa, K. D., Amaral Gravina, G. de, and Figueiredo Daher, R. (2019). Association among Agro-morphological Traits by Correlations and Path in Selection of Maize Genotypes. *Journal of Experimental Agriculture International*, 34: 1–12.
- Rodrigues, J. F.; Reis, J. M. R.; Reis, M. A. (2013). Utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete: *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, 7(2): 160–168.

- Santos, A., Ceccon, G., Davide, L. M. C., Correa, A. M., & Alves, V. B. (2014). Correlations and path analysis of yield components in cowpea. *Crop Breeding and Applied Biotechnology (online)*, 14(2): 82-87.
- Santos, G. M., Oliveira, A. P., Silva, J. A. L., Alves, E. U., & Costa, C. C. (2001). Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. *Horticultura Brasileira*, 19(1): 30-35.
- Santos, J. D., Lemos, J., Nóbrega, J. D., Grangeiro, J., Brito, L., & Oliveira, M. D. (2007). Produtividade de feijão caupi utilizando biofertilizante e uréia. *Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa*, 1(1): 25-29.
- Santos, N. C. B. (2011). Potencialidades de produção do feijão orgânico. *Pesquisa & Tecnologia*, 8(2): 1-6.
- Savary, S., Ficke, A., & Hollier, C. A. (2014). Impacts of global change on crop production and food security. *Global Environmental Change*, 1: 379-387.
- Silva, G. S. (2007). Controle genético do escurecimento precoce de grãos de feijão tipo carioca. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Lavras – MG. *Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras – UFLA*, 52p.
- Silva, V. M. D., Teixeira, A. F. R., Souza, J. L. D., Guimarães, G. P., Benassi, A. C., & Mendonça, E. D. S. (2015). Estoques de carbono e nitrogênio e densidade do solo em sistemas de adubação orgânica de café conilon. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(5): 1436-1444.
- Soratto, R. P., Catuchi, T. A., Souza, E. D. F. C. D., & Garcia, J. L. N. (2017). Plant density and nitrogen fertilization on common bean nutrition and yield. *Revista Caatinga*, 30(3): 670-678.
- Souza, D. D., & Lobato, E. (2004). Cerrado: correção do solo e adubação. *Planaltina: Embrapa Cerrados*.
- Souza, R. F. D., Faquin, V., Fernandes, L. A., & Avila, F. W. D. (2006). Nutrição fosfatada e rendimento do feijoeiro sob influência da calagem e adubação orgânica. *Ciência e Agrotecnologia*, 30(4): 656-664.
- Teixeira, F. G., Chaer, A. B., Lima, J. C. N., & Rezende, P. C. F. (2002). Nodulação, fixação de nitrogênio e produção de matéria seca de alfafa em resposta a

- doses de calcário, com diferentes relações cálcio: magnésio. *Ciência Rural*, 32(6): 925-930.
- Tewolde, H., Sistani, K. R., Rowe, D. E., Adeli, A., & Tsegaye, T. (2005). Estimating cotton leaf area index nondestructively with a light sensor. *Agronomy journal*, 97(4): 1158-1163.
- Yanrong, W., Jizhou, R., Jianhua, S., Ling, Y., Zhibiao, N., Chunjie, L., & Bin, N. (2002). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of new varieties of *Medicago sativa* and *M. varia* in China. *Cao ye ke xue= Pratacultural Science= Caoye Kexue*, 19(9): 16-23.
- Venturini, Saulo F., Antonioli, Zaida I., Giracca, Ecila M. N., Venturini, Evandro F., Giraldi, Caroline M. (2003). Uso de vermicomposto na cultura do feijoeiro. *Revista Brasileira Agrociência*, 9(1): 45-48.
- Vieira C. (1967). *O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento*. Viçosa: UFV, 220 p.
- Vieira, C. (1968). Efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. *Revista Ceres*, 15(83): 44–53.
- Vieira, C. (1998). *Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa.
- Vilhordo, B. W. (1978). *Caracterização botânica de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) pertencentes aos oito grupos comerciais*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Porto Alegre, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 227 f.
- Vilhordo, B. W., Mikusinski, O. M. F., Burin, M. E., & Gandolf, V. H. (1996). Morfologia. IN: Araújo, RS, Rava, CA, Stone, LF, Zimmermann, MJO. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*, 669-700.