

## DESENVOLVIMENTO DE FEIJOEIRO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CONJUNTO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO<sup>1</sup>

### DEVELOPMENT OF BEAN SUBMITTED TO PHOSPHATE FERTILIZER IN CONJUNCTION WITH ORGAN FERTILIZER

Marcos Willians Campos de Almeida<sup>2</sup>

Orientador: Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho<sup>3</sup>

**RESUMO:** O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta exigente em nutrientes, no entanto, os solos das regiões tropicais possuem baixa disponibilidade de nutrientes e acidez elevada. O fósforo é um nutriente limitante para produção, além de ter uma baixa eficiência em sua adubação, dessa forma, associá-lo com uma fonte de matéria orgânica pode aumentar sua eficiência, melhorando seu aproveitamento. Objetivou-se, avaliar conjuntamente a utilização de diferentes doses de fósforo e concentrações de fertilizante orgânico no desenvolvimento do feijão. O delineamento experimental adotado, foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial (4x5), com três repetições, os tratamentos contaram com as seguintes doses de fósforo (20, 40, 80, 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e concentrações de Matéria Orgânica (0, 10, 20, 40, 80 % de MO). Quanto a Altura, NF e MFPA, houve efeito isolado das doses de fósforo, sendo que 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, apresentou melhor resultado para altura, 125,74 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para NF e 116,75 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para MFPA. As variáveis DC e AF, apresentaram interação entre os fatores, com as concentrações de 40 e 80% de MO diminuindo a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para 40 kg.ha<sup>-1</sup>. Recomenda-se uma dose de adubo com pelo menos 40% de matéria orgânica e 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para um maior desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: Disponibilidade de nutrientes, Adubação fosfatada, Matéria orgânica.

**ABSTRACT:** Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a nutrient demanding plant, however, soils in tropical regions have low nutrient availability and high acidity. Phosphorus is a limiting nutrient for production, in addition to having a low efficiency in its fertilization, therefore, associating it with a source of organic matter can increase its efficiency, improving its use. The objective was to jointly evaluate the use of different doses of phosphorus and concentrations of organic fertilizer in the development of beans. The experimental design adopted was the Completely Randomized Design (DIC), in a factorial scheme (4x5), with three replications, the treatments had the following doses of phosphorus (20, 40, 80, 160 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and Organic Matter concentrations (0, 10, 20, 40, 80% of OM). As for Height, NF and MFPA, there was an isolated effect of phosphorus doses, with 160 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> presenting a better result for height, 125.74 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> for NF and 116.75 kg.ha<sup>-1</sup> from P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> to MFPA. The DC and AF variables showed interaction between the factors, with concentrations of 40 and 80% of OM decreasing the P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dose to 40 kg.ha<sup>-1</sup>. A fertilizer dose with at least 40% of organic matter and 40 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> is recommended for a better development of the plants.

Keywords: Availability of nutrients, Phosphate fertilization, Organic matter.

<sup>1</sup> Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenadoria do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Ambiental: Marcos Willians Campos de Almeida, Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba. Email: marcoswillians1998@gmail.com

<sup>3</sup> Professor: Dr. Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho, Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba. Email: acarvalho@ifes.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de grãos do mundo, tendo atingido na safra 2021/22 cerca de 271,2 milhões de toneladas produzidas (BRASIL, 2022). Se tratando da cultura do feijão, o país se encontra na terceira posição mundial, sendo a agricultura familiar responsável por cerca de 42% do que é produzido (COÊLHO; XIMENES, 2020; IBGE, 2017).

O feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) é fonte de proteínas, fibras, carboidratos, vitaminas e micronutrientes, por isso é um dos principais componentes na alimentação da população Brasileira. É uma planta exigente em nutrientes, pois apresenta um ciclo produtivo curto, com raízes pouco desenvolvidas e de extensão superficial (CARVALHO; SILVEIRA, 2021).

De acordo com Bernardi, Machado e Silva (2002), os solos das regiões tropicais são altamente intemperizados, com uma baixa disponibilidade de nutrientes e acidez elevada. Além disso, uma parte significativa dos solos brasileiros encontram-se degradados, acarretados em parte pela agricultura familiar, que, por falta de investimentos e conhecimento, geralmente não utilizam-se das boas práticas conservacionistas do solo, conseqüentemente, levam a uma baixa produtividade das culturas de grãos (COSTA *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2016; PERUSI; AL ZAHER, 2012).

O manejo adequado, através da correção de acidez e adubação para suprimento dos nutrientes, visa a manutenção da fertilidade do solo, a fim de manter sempre uma maior produtividade. Se tratando do feijoeiro, o fósforo (P) é um dos fatores mais limitantes no seu desenvolvimento, interferindo no tamanho das raízes e no número de vagens e sementes, pois tem papel significativo na transferência de energia da célula, na respiração e fotossíntese da planta (ZUCARELI, 2011).

A adubação fosfatada possui baixa eficiência, já que a maior parte do P adicionado fica imobilizado, em razão da fixação em colóides minerais contendo óxidos de ferro e alumínio, que pode ser potencializada pela crescente acidez do solo (LOURENÇÃO, 2019). Uma forma de melhorar o aproveitamento da adubação, é uso de uma fonte de P juntamente com uma de matéria orgânica (MO).

Em solos com pH baixo, há a formação de ácidos orgânicos que competem pelos sítios de adsorção com o P na fase sólida, liberando-o para solução por meio da quelatização dos metais pesados, ficando assim disponível a planta. A MO também favorece a estrutura do solo, aumentando a retenção de água, diminuindo a variação de temperatura, ampliando a disponibilidade de nutrientes, estimulando a atividade biológica e ainda influi diretamente no metabolismo das plantas, melhorando a absorção de íons, incrementando a respiração e a velocidade das reações enzimáticas (CANELLAS *et al*, 2005).

Considerando a condição dos solos brasileiros e a não preparação visando o plantio por parte dos produtores, objetivou-se avaliar conjuntamente a utilização de diferentes doses de fósforo e concentrações de fertilizante orgânico no desenvolvimento do feijão.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi instalado no viveiro de mudas do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba. Com base na classificação climática de Köppen, a cidade de Ibatiba está classificada com o clima do tipo "Cwb", ou seja, clima temperado quente, com estação seca no inverno. Antes da instalação, realizou-se a coleta de solo do tipo latossolo vermelho distrófico no horizonte B, com baixo teor de P, conforme descrito abaixo na tabela 1 (SANTOS *et al*, 2018).

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado no experimento

M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B.	C.T.C.
dag/dm <sup>3</sup>	em H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sub>3</sub>	----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----					
0,5	4,9	3,0	27	0,6	0,2	0,1	1,7	0,87	2,57
V	S	B	Zn	Mn	Cu	Fe			
%	----- mg/dm <sup>3</sup> -----								
34	58	0,2	0,7	4,9	0,1	48			

Fonte: Autor (2022).

Adotou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial (4x5), com três repetições. Os fatores correspondem a diferentes doses de fósforo (20, 40, 80, 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e diferentes concentrações de Matéria Orgânica (0, 10, 20, 40, 80 % de MO) (Tabela 2). O plantio foi realizado em vasos de 2,8 litros.

Tabela 2. Doses de P e MO adicionados nas amostras de solo acondicionadas nos vasos de 2,8 litros

Tratamento	kg de P/ha	% M.O.	Formulação	Kg de adubo/ha	Dose por planta (g)
1	20	0	11-52-00	38,5	0,154
2	20	10	09-46-00	43,5	0,174
3	20	20	08-41-00	48,8	0,195
4	20	40	06-31-00	64,5	0,258
5	20	80	02-10-00	200,0	0,800
6	40	0	11-52-00	76,9	0,308
7	40	10	09-46-00	87,0	0,348
8	40	20	08-41-00	97,6	0,390
9	40	40	06-31-00	129,0	0,516
10	40	80	02-10-00	400,0	1,600
11	80	0	11-52-00	153,8	0,615
12	80	10	09-46-00	173,9	0,696
13	80	20	08-41-00	195,1	0,780
14	80	40	06-31-00	258,1	1,032
15	80	80	02-10-00	800,0	3,200
16	160	0	11-52-00	307,7	1,231
17	160	10	09-46-00	347,8	1,391
18	160	20	08-41-00	390,2	1,561
19	160	40	06-31-00	516,1	2,065
20	160	80	02-10-00	1600,0	6,400

Fonte: Autor (2022).

A fonte de fósforo usada, foi o fertilizante Fosfato Monoamônico (MAP) de fácil absorção, contendo 11% de nitrogênio (N) e 52% de pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) . Já

a Matéria Orgânica, foi fornecida pelo fertilizante orgânico Humifort Pleno da empresa Natufert, conforme especificações apresentadas na tabela 3.

Tabela 3. Ficha técnica do fertilizante orgânico Humifort Pleno

<b>N</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>COT</b>	<b>Umidade</b>	<b>CTC</b>	<b>pH</b>	<b>CTC/C</b>	<b>C/N</b>
Total (%)	----- % -----				mmol C/kg	-	-	-
0,85	7	1	17	25	200	8	11,7	20
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Estrutura física</b>	<b>Densidade</b>	<b>F.O</b>	<b>∑ micros</b>	
Sol. Ác. Cítico (%)	Total (%)	Sol. H <sub>2</sub> O	Total (%)	-	kg/L	----- % -----		
1,3	2	1,3	1,5	Farelado	0,7	100	0,4	

Fonte: Autor (2022).

A semeadura ocorreu no dia 12 de setembro de 2022, distribuindo quatro sementes do feijão carioca por vaso, na profundidade de 2 cm. Após a emergência, efetuou-se o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso. A irrigação se deu por meio de aspersores, sendo programada com o intuito de efetuar três irrigações por dia, com um tempo de 4 minutos cada, nos horários de 07h, 12h e 17h.

No dia 03 de outubro de 2022, realizou-se a adubação de cobertura, a fim de fornecer 50 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), tendo como fonte a ureia com 46% de N, e o fornecimento de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de potássio (K), através do cloreto de potássio (KCl) com 60% de K<sub>2</sub>O. No dia 13 de outubro, houve a necessidade da aplicação de um pesticida natural, valendo-se de uma solução de extrato de fumo, com a intenção de controlar as pragas que surgiram.

No dia 25 de outubro de 2022, 44 dias após o plantio (DAP), foram feitas as medições de altura da planta, diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca do sistema radicular (MSSR), comprimento da raiz (CR) e volume da raiz (VR).

Para a medição da altura, utilizou-se uma trena, partindo no solo até a gema apical; o DC foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, a uma altura de 1,5 cm; a

quantificação do NF, considerou apenas as folhas fotossinteticamente ativas; a determinação da AF foi estimada pelo modelo matemático proposto por Figueiredo, Santos e Garcia (2012), mediante a equação  $AF = \sum (0,575 \cdot C \times L)$ , em que (C) é o comprimento ao longo da nervura central, considerando-se a distância desde o ápice da folha até a inserção do limbo com o pecíolo, e (L) é a maior largura perpendicular ao alinhamento da nervura central, ambos em cm, utilizando-se uma régua graduada em milímetros.

Quanto às medições de MFPA e MFSR, ocorreu a colheita e a separação de ambas as partes do feijoeiro, e posteriormente sucedeu suas pesagens com o auxílio de uma balança semi analítica. Para medição do VR, usou-se uma proveta de 1000 ml, contendo 800 ml de água, de modo que a quantidade de líquido deslocado pela inserção do sistema radicular no líquido, refere-se ao VR. O CR foi medido através de uma trena, tomando a maior raiz por referência. Após essas aferições, a parte aérea e o sistema radicular foram colocados em sacos de papel e levados à estufa a 65°C, onde permaneceram por 65 horas. Posteriormente, foram feitas as pesagens da MSPA e MSSR na balança semi analítica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ), nos casos de significância, submetidos ao teste de média Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) e análises de regressão polinomial, utilizando o programa estatístico Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2011). Os gráficos foram confeccionados utilizando o programa Excel 2016.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Não constatou-se diferença estatística para as variáveis MSPA, MFSR, MSSR, VR e CR, tanto em relação ao efeito isolado de P, e do efeito da MO para as doses de fósforo aplicadas, quanto para a interação entre esses fatores. Em relação às variáveis Altura, NF e MFPA, houve efeito isolado das doses de fósforo, conforme pode ser observado na tabela 4. Para essas variáveis, também foi feita a análise de regressão, conforme ilustrado na figura 1.

Tabela 4. Altura das plantas de feijão, Número de folhas e Massa fresca da parte aérea das plantas de feijão em função das doses de fósforo

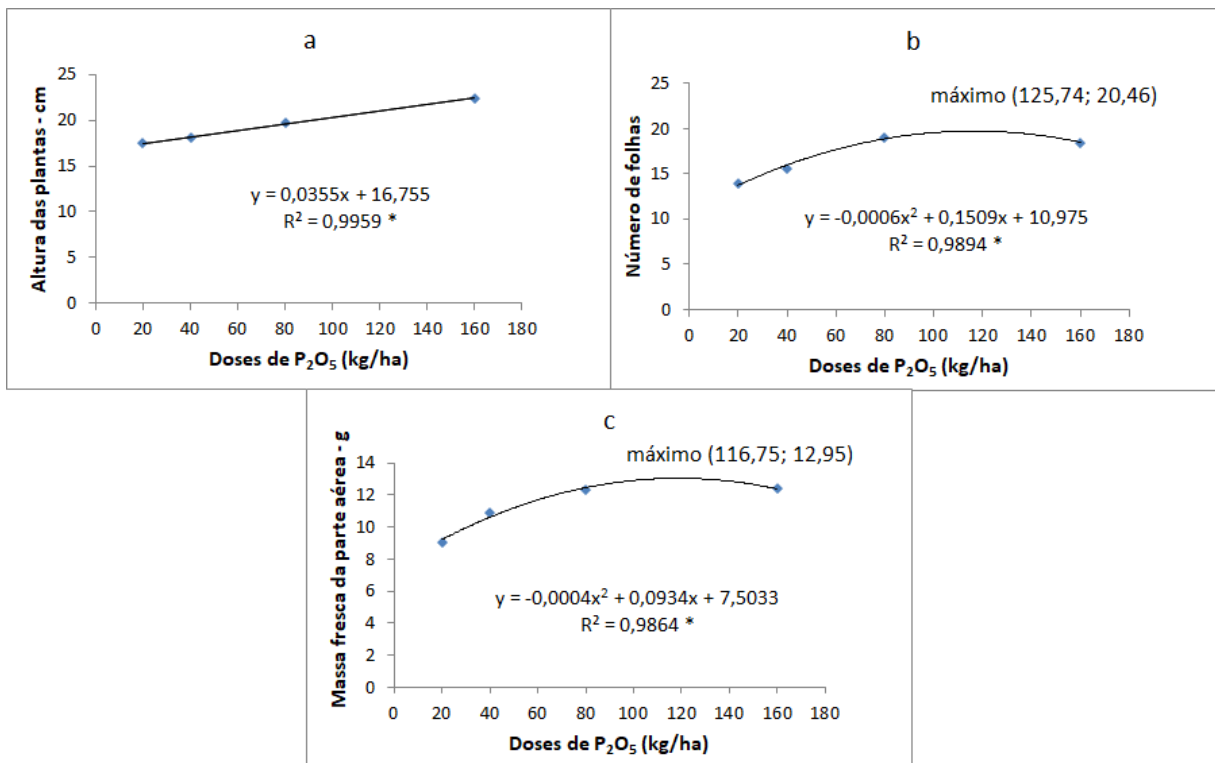
Variável	Doses de P (kg.ha <sup>-1</sup> )	Altura das plantas - cm	CV - %
<b>Altura das Plantas</b>	20	17,48 b	23,40
	40	18,03 b	
	80	19,78 b	
	160	22,37 a	
	<b>Média</b>	<b>19,42</b>	
<b>Número de folhas</b>	20	13,93 b	14,58
	40	15,63 b	
	80	19,07 a	
	160	18,50 a	
	<b>Média</b>	<b>16,78</b>	
<b>Massa fresca da parte aérea</b>	20	9,07 b	24,81
	40	10,86 a	
	80	12,33 a	
	160	12,39 a	
	<b>Média</b>	<b>11,16</b>	

Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ )  
 Fonte: Autor (2022).

No que se refere a altura da planta, a maior dosagem, com 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, apresentou melhor resultado em relação às demais, alcançado uma altura média de 22,37 cm. As demais, não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 4). Ainda a respeito da altura da planta, o modelo polinomial que melhor se ajustou a essa variável, foi o linear, portanto, a medida aumenta consoante o acréscimo da adubação fosfatada (Figura 1a).

Em estudo com feijão-caupi na região nordeste, Coutinho et al (2014), teve em sua pesquisa, uma altura máxima de plantas de 26,86 cm no período de maturação fisiológica da cultura, obtida com a dose de 200 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Almeida Júnior (2009), avaliou o desenvolvimento inicial de mamoneira, submetido a diferentes doses de adubação fosfatada e teve um ajuste quadrático para a altura, com o valor máximo, sendo com adubação de 8 g/planta, mostrando que há um limite para o crescimento em altura de uma cultura em função do P, porém, seu incremento influencia positivamente para essa variável.

Figura 1. Altura da planta (a), número de folhas (b) e massa fresca da parte aérea (c), 44 dias após o plantio em função das doses de fósforo



Fonte: Autor (2022).

Quanto ao número de folhas, as doses de  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e  $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , tiveram médias estatisticamente iguais e apresentaram melhor resultado em comparação às outras doses (Tabela 4). O ajuste quadrático foi o que melhor representou essa variável, tendo um valor máximo para dose de  $P_2O_5$  referente a  $125,74 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e produzindo um total de 20 folhas aproximadamente (Figura 1b). Coutinho et al (2014), teve igualmente uma representação quadrática para o número de folhas, tendo uma máxima eficiência técnica com uma dose de  $222,22 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ .

Para a variável massa fresca da parte aérea, a dose de  $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  foi inferior às demais, já as doses de  $40$ ,  $80$  e  $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  foram iguais estatisticamente pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4). Quanto à regressão, o modelo quadrático ajustou-se melhor a essa variável, com uma dose de  $116,75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de P, representando a máxima eficiência e produzindo uma massa de  $12,95 \text{ g}$  (Figura 1c). Duarte e Pinto (2019), também em pesquisa relacionada ao desenvolvimento do feijoeiro, averiguou que a medida em que se amplia a dose de fósforo, amplia também a altura e a MFPA, porém, isso eleva o custo de produção. Em se tratando da MFPA,



as melhores doses foram de 30, 60 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>, apresentando resultados próximos ao encontrado nesta pesquisa (DUARTE; PINTO, 2019).

De acordo com Fageria, Carvalho e Oliveira (2014), geralmente são recomendados doses de fósforo que variam de 50 kg.ha<sup>-1</sup> a 120 kg.ha<sup>-1</sup>, com base na análise do solo. Os valores de melhor rendimento para NF e MFPA, ficaram próximos ao máximo recomendado para lavouras de alto desempenho.

Um dos motivos que pode ter influenciado a alta demanda de P, é a sua precipitação, causada pela toxicidade da presença de ferro (Fe) no solo. No experimento, a quantidade de Fe foi de 48 mg.dm<sup>-3</sup> (Tabela 1), acima de 45 mg.dm<sup>-3</sup>, que é considerado um teor muito alto desse micronutriente (PREZOTTI; GUARÇONI M., 2013).

Outras razões que justificam a necessidade de uma dosagem maior de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, são a acidez e o tipo de solo do experimento. O pH foi de 4,9 (Tabela 1), e em solos ácidos, a disponibilidade de P é afetada, por aumentar sua retenção nas cargas dos colóides do solo, perdendo rendimento de até 70% da adubação desse nutriente quando o pH se encontra abaixo de 5 (SILVA *et al*, 2021). Rosa, Caponi e Zanão Júnior (2016), em estudo da disponibilidade de fósforo em latossolo vermelho distrófico em função do pH, com características semelhantes a esse trabalho, constataram que, em solos com baixa fertilidade e alto teor de argila, a elevação do pH aumenta a disponibilidade fósforo.

Para as variáveis DC e AF, ocorreu efeito significativo pelo teste F para a interação entre os fatores (Tabela 5).

Tabela 5. Diâmetro do caule e Área foliar de feijão em função da porcentagem de matéria orgânica e doses de fósforo

Variável	Porcentagem de MO	Doses de P (kg.ha <sup>-1</sup> )				Média	CV (%)
		20	40	80	160		
Diâmetro do caule	0	4,38 Aa	4,49 Aa	4,45 Ab	4,64 Aa	<b>4,49</b>	<b>7,64</b>
	10	4,66 Aa	4,57 Aa	4,56 Ab	4,63 Aa	<b>4,60</b>	
	20	4,08 Ba	4,59 Ba	5,13 Aa	4,41 Ba	<b>4,55</b>	
	40	4,13 Ba	4,17 Ba	4,42 Bb	5,13 Aa	<b>4,46</b>	
	80	4,17 Aa	4,68 Aa	4,29 Ab	4,64 Aa	<b>4,44</b>	
	<b>Média</b>		<b>4,29</b>	<b>4,50</b>	<b>4,57</b>	<b>4,69</b>	
Área foliar	0	278,28 Ba	284,64 Bb	426,46 Aa	412,73 Aa	<b>350,23</b>	<b>21,53</b>
	10	227,98 Ba	281,46 Bb	470,33 Aa	506,15 Aa	<b>371,48</b>	
	20	308,39 Ba	318,90 Bb	484,81 Aa	401,97 Aa	<b>378,52</b>	
	40	269,78 Ba	515,93 Aa	420,60 Aa	492,58 Aa	<b>424,72</b>	
	80	266,70 Ba	471,43 Aa	267,17 Bb	358,01 Ba	<b>340,83</b>	
	<b>Média</b>		<b>270,23</b>	<b>374,47</b>	<b>413,88</b>	<b>434,29</b>	

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knoot ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autor (2022).

No tocante a variável DC, tanto com 0% e 10 % de MO, todas as doses de fósforo tiveram desenvolvimento semelhantes. Com 20% de MO, somente com 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, teve maior DC. Para 40% de MO, o desenvolvimento do DC foi superior para a dose de 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por último, usando-se 80% de MO, não houve diferença entre as doses de P. Se tratando das doses de P no desenvolvimento do DC, para 20, 40 e 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não houve diferença na interação com o fertilizante orgânico em nenhuma de suas concentrações. Já pela dose de 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o melhor desempenho foi usando 20% de MO (Tabela 5).

Já referente a AF, 0, 10 e 20% de MO tiveram melhores resultados em conjunto com 80 ou 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Sendo assim, para essas concentrações, é mais rentável usar 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, pois terá um rendimento semelhante, mesmo que haja um acréscimo na fonte de fósforo. Para 40% de MO, somente 20 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> teve um resultado inferior, significando que a dose de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> atende ao desenvolvimento máximo do DC. Já na adubação com 80% de MO, o resultado foi superior somente para 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 7).

Relativo às doses de P na variável AF, para 20 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, todas as concentrações de MO tiveram resultados estatisticamente iguais. Quando usou-se 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as concentrações de 40 e 80% de MO tiveram resultados superiores. Em contrapartida, quando as doses de fósforo aumentaram, a concentração de MO não interferiu muito nos resultados, para 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a maior concentração de MO teve resultado inferior às demais, e com a adubação de 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não houve diferença na variação da MO.

Nota-se, que os valores de 40 e 80% de MO, apresentaram ótimos resultados no desenvolvimento do DC e AF do feijão para a AF, com base nisso, observa-se que a matéria orgânica interage de forma positiva com a adubação fosfatada. Para essas concentrações, a dosagem de P diminuiu, necessitando somente de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, estando bem abaixo do que geralmente é recomendado para essa cultura.

É importante ressaltar que, para a produção de adubos, as principais fontes de fósforo advém dos fertilizantes industriais, comumente utilizados para suprir a necessidade desse nutriente na agricultura. Para sua fabricação, é necessário a mineração das jazidas de rochas fosfáticas, acarretando em problemas socioambientais, como perda da vegetação, alteração da paisagem e o esgotamento dessas reservas (FADINI et. al. 2016; SOUZA, 2020). Os fertilizantes minerais, também são altamente solúveis, sendo mais adequados para o uso em regiões de clima temperado. Nas regiões tropicais, sofre com grande lixiviação, necessitando de uma maior frequência de aplicação e conseqüentemente na eutrofização de rios e lagos, que reduz o oxigênio dissolvido da água, prejudicando o abastecimento humano e toda biota aquática (SOUZA, 2020)

Outro ponto que desfavorece o uso do adubo mineral é seu alto valor agregado, suscitado pela necessidade de importação desse produto, já que no Brasil, as reservas são de menor qualidade e tem-se uma alta demanda na agricultura (SOUZA, 2020). Por esses motivos, o acréscimo da concentração de MO na produção de adubos fosfatados é uma solução sustentável, pois diminui o uso de nutrientes de fontes minerais, favorecendo sua disponibilidade à planta. Além, de ser uma forma de reaproveitamento de resíduo, como é o caso do fertilizante Humifort pleno, que é produzido através da decomposição do esterco e da cama de frango.

Diversos estudos estão sendo feitos analisando a interação entre MO e P. Eles têm mostrado que o aproveitamento de fósforo aumenta consideravelmente quando associado a uma fonte de MO. Pereira et al (2013), constatou que os adubos orgânicos, provenientes de esterco bovino, caprino e húmus de minhoca, aumentaram, linearmente, o DC em 12,44%, e a AF chegou a ter um acréscimo de 29,59% com esterco caprino. Duarte e Pinto (2019), concluíram que o uso de substância húmica em volta do Superfosfato Simples, favoreceu o desenvolvimento do feijoeiro, no que concerne a área foliar, massa fresca e seca, e ainda avaliou que usar substância húmica junto a uma fertilizante mineral, pode reduzir seu custo, pois melhora a eficiência e reduz a quantidade necessária para a adubação.

Nesse sentido, os fertilizantes organominerais, ou que contenham uma concentração de matéria orgânica na sua composição, representam uma alternativa promissora no ramo da indústria agrícola, tanto para a destinação segura dos resíduos animais, quanto para a obtenção de fertilizantes de alta eficiência, que melhoram a estrutura do solos, aumentam a absorção de nutriente e beneficiam o desempenho das culturas (PESSOA, 2020).

#### **4 CONCLUSÃO**

Nas condições em que o experimento foi desenvolvido, é possível concluir que a utilização de fertilizante orgânico com adubação fosfatada apresentou resultados isolados no que tange a altura, aumentando o tamanho conforme aumentou a dosagem até  $160 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; ao número de folhas, atingindo seu potencial máximo com  $125,74 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , e a massa fresca da parte aérea, que apresenta melhor desenvolvimento com  $116,75 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Recomenda-se uma dose de adubo com pelo menos 40% de matéria orgânica e  $40 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  para um maior desenvolvimento das plantas, podendo ser uma alternativa viável para o incremento na cultura do feijão .

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que é bom o tempo todo! Também ao Ifes pela oportunidade de estar realizando esse curso e por disponibilizar o local e equipamentos necessários para a instalação e desenvolvimento do projeto. Ao Otávio de Oliveira Araújo, por permitir minha participação nesta pesquisa e sua ajuda no desenvolvimento e coleta de dados, juntamente com o Pedro Henrique Steill de Oliveira. E ao professor Dr. Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho, pela orientação, confiança e todo auxílio dado, que foi imprescindível para conclusão desse trabalho. Em sua pessoa, estendo minha gratidão a todos aqueles professores que sempre me apoiaram nessa caminhada até aqui.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A.B. *et al.* Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoeira. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.22, n.1, p.217-221, janeiro/março de 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/981>. Acesso em: 18 nov. 20
- BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; SILVA, C. A. **Fertilidade do Solo e Demanda por Nutrientes no Brasil**. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. (Ed.). Uso agrícola dos solos brasileiros. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2002. cap. 6, p. 61-77. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1124243>. Acesso em: 17 nov. de 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção de grãos atinge recorde na safra 2021/22 e chega a 271,2 milhões de toneladas**. Brasília: MAPA, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-2022/producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20gr%C3%A3os,Nacional%20de%20Abastecimento%20\(Conab\)](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-2022/producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20gr%C3%A3os,Nacional%20de%20Abastecimento%20(Conab)). Acesso em: 09 nov. 2022.
- CANELLAS, L.P. *et al.* **Humosfera**, Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, 2005, 309 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/publicacoes-fertilizantes/humosfera.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2022.
- CARVALHO, M. C. S.; SILVEIRA, P. M. **Cultivo de feijão: Adubação**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/adubacao>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- COÊLHO, J.D.; XIMENES, L. F. Feijão: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**. Ano 5, n.143, 2020. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/429/1/2020\\_CDS\\_143.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/429/1/2020_CDS_143.pdf). Acesso em: 09 nov. 2022.
- COSTA, S. A. T. *et al.* Extensão rural para conservação do solo na agricultura familiar. **Revista Extensão em Foco**, nº 20, p. 18 - 30, Jan./Jul. 2020.
- COUTINHO, P. W. R. *et al.* Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 66-73, janeiro-abril, 2014. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/1310/0>. Acesso em: 18 nov. 2022.
- DUARTE, J. S.; DUARTE, I. N. **Diferentes doses de fósforo com e sem ácidos húmicos na cultura do feijão**. Uberlândia, MG: 2019. Disponível em: <http://repositorio.fucamp.com.br/handle/FUCAMP/450>. Acesso em: 18 nov. 2022.

FADINI, P. S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Química Nova**, Vol. 39, No. 6, 732-740, 2016. Disponível em: [http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=6442](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6442). Acesso em: 06 dez. 2022.

FAGERIA, N.K.; CARVALHO, M.C.S.; OLIVEIRA, I. P. **Calagem e adubação**. In: GONZAGA, A. C. O(Ed.). Feijão: O produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1015113/1/p59.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO, E. S.; SANTOS, M. E.; GARCIA, A. Modelo de determinação não destrutivo da área foliar do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Nucleus**, v.9, n.1, abr.2012. Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/749>. Acesso em: 17 nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/25786-em-11-anos-agricultura-familiar-perde-9-5-dos-estabelecimentos-e-2-2-milhoes-de-postos-de-trabalho.html#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20Lei,e%20ter%20gest%C3%A3o%20estritamente%20familiar>. Acesso em: 09 nov. 2022.

LIMA, L. C. M. *et al.* Práticas de manejo e conservação do solo: Percepção de agricultores da Região Semiárida pernambucana. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal PB, v. 11, n. 4, p. 148-153, 2016.

LOURENÇÃO, A. L. F. *et al.* **Tecnologia e produção**: Safra 2018/2019. Fundação MS, Maracaju-MS : Midiograf, 2019. 198 p. il.: Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Tecnologia-e-Producao-Soja-Safra-20182019.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

PEREIRA, R. F. *et al.* Crescimento e rendimento de feijão vigna submetido à adubação orgânica. **Revista Verde (Mossoró –RN -Brasil)**, v. 8, n. 3, p. 91-96, jul –set , 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2259/1744>. Acesso em: 18 nov. 2022.

PERUSI, M. C.; AL ZAHHER, C. Preparo conservacionista do solo no contexto da agricultura familiar, estudo de caso na microbacia do Córrego Fundo, município de Ourinhos/SP. UNESP, **Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 638-649, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/107847>. Acesso em: 14 nov. 2022.

PESSOA, T. N. **Por que fertilizantes organominerais são uma alternativa interessante para sua lavoura.** Aegro, 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/fertilizantes-organominerais/>. 18 nov. 2022.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI M. A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar.** Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/40/1/Guia-interpretacao-analise-solo.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

ROSA, A.; CAPONI, L. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A disponibilidade de fósforo em um Latossolo Vermelho em função do pH do solo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.5, Edição Especial “I seminário de Eng. De Energia na Agricultura”, p.108-115,. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/15975>. Acesso em: 06 dez. 2022.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SILVA, M. A. S. *et al.* **Correção da acidez do solo.** [S./]: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-irrigado-na-regiao-tropical/correcao-do-solo-e-adubacao/correcao-da-acidez-do-solo>. Acesso em: 18 nov. de 2022.

SOUZA, H. S. **Extração de fosfato e utilização da técnica de rochagem como alternativa para os pequenos e médios agricultores.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Católica do Salvador, Salvador - BA, 2020. Disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/handle/prefix/4585>. Acesso em: 06 dez. 2022.

ZUCARELI, C. *et al.* Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n.1, p.32-38, 2011. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/749>. Acesso em: 17 nov. 2022.



**MARCOS WILLIANS CAMPOS DE ALMEIDA**

**DESENVOLVIMENTO DE FEIJOEIRO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO FOSFATADA  
EM CONJUNTO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenadoria do Curso de Graduação em  
Engenharia Ambiental do Instituto Federal do  
Espírito Santo - Campus Ibatiba, como requisito  
parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Ambiental.

Aprovado em 28 de novembro de 2022

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho  
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba  
Orientador

Prof. Dr. Flávio Eymard da Rocha Pena  
Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba  
Membro Interno

Espec. Otávio de Oliveira Araújo  
Ecoseed Fertilizantes s/a  
Membro Externo