

# Adubação organomineral e mineral na disponibilização de fósforo em feijoeiro

*Organomineral and mineral fertilization in the availability of phosphorus in bean plants*

GABRIELA LOPES DA SILVA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: gabrielalopes0394@gmail.com

DIEGO HENRIQUE DA MOTA

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: diegoh@unipam.edu.br

---

**Resumo:** Para se obter alta produtividade de grãos, o uso da adubação fosfatada apresenta grande importância para o processo de retorno econômico na cultura do feijão. O objetivo do trabalho é avaliar a eficiência do uso de fertilizante organomineral e mineral sob diferentes aplicações de doses de  $P_2O_5$  na disponibilização de fósforo na cultura do feijão. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em esquema fatorial  $3 \times 4 + 1$ , sendo três fontes e quatro doses e mais uma testemunha. Foram avaliadas a quantidade de fósforo Mehlich<sup>-1</sup> disponível no solo em  $mg\ dm^{-3}$ , a altura de plantas, a massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz. As fontes estatisticamente foram iguais para disponibilidade de fósforo Mehlich<sup>-1</sup> e para altura de plantas, obtendo-se significância somente nas doses. A dose de  $150\ kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  foi a que proporcionou maior crescimento de plantas como também maior disponibilidade de fósforo Mehlich<sup>-1</sup>. Para massa seca de parte aérea e raiz, as fontes diferiram entre si do fertilizante convencional MAP e dos formulados organominerais, e as doses também diferiram entre si, podendo dizer que a dose de  $150\ kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  do fertilizante organomineral foi a que apresentou maior acúmulo de matéria seca tanto da parte aérea como da raiz. Pode-se concluir que a dose de  $150\ kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  foi a que apresentou maior desenvolvimento de plantas.

**Palavras-chave:** Produtividade. Eficiência. Fertilizantes.

**Abstract:** In order to obtain high grain productivity, the use of phosphate fertilizer is of great importance for the process of economic return in bean culture. The objective of the work is to evaluate the efficiency of the use of organomineral and mineral fertilizer under different applications of doses of  $P_2O_5$  in the availability of phosphorus in the bean culture. The experiment was carried out in a greenhouse, in a factorial scheme  $3 \times 4 + 1$ , with three sources and four doses and one control. The amount of Mehlich-1 phosphorus available in the soil in  $mg\ dm^3$  was evaluated, as well as plant height, shoot dry mass and root dry mass. The sources were statistically equal for availability of Mehlich-1 phosphorus and for plant height, obtaining significance only in doses. The dose of  $150\ kg\ ha^{-1}$  of  $P_2O_5$  provided greater plant growth as well as greater availability of Mehlich-1 phosphorus. For shoot and root dry mass, the sources differed from the conventional MAP fertilizer and from the formulated organomineral fertilizers, and the doses also differed from each other, which can be said that the dose of  $150\ kg\ ha^{-1}$  of  $P_2O_5$  of the organomineral fertilizer was the one that showed greater accumulation of dry matter both in the

aerial part and in the root. It can be concluded that the dose of 150 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was the one with the greatest plant development.

**Keywords:** Productivity. Efficiency. Fertilizers.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum *Phaseolus vulgaris* é uma das principais culturas produzidas e consumidas no Brasil. Apresenta grande importância no território nacional, principalmente por ser um alimento que é fonte de proteína, vitamina, ferro e sais minerais (ANJOS *et al.*, 2017). O feijoeiro é cultivado em todo território nacional, sendo que, na safra 2017/2018, foram cultivados 3,1 milhões de hectares com produção em torno de 3,3 milhões de toneladas e produtividade média de 1.043 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018).

Para se obter alta produtividade de grãos, o uso da adubação fosfatada apresenta grande importância para o processo de retorno econômico na cultura. Conhecer o efeito da adubação fosfatada auxilia no manejo desse nutriente no solo (SILVA *et al.*, 2003). Com o aumento da população nos países em desenvolvimento e, conseqüentemente, com a demanda pela elevação dos níveis de produtividade, novas tecnologias vão sendo desenvolvidas com o objetivo de estimular maior produtividade na cultura do feijoeiro. Dentre essas tecnologias, destaca-se o uso de fertilizantes (ABRANTES *et al.*, 2011).

O fósforo faz parte da constituição do ATP e de enzimas. Quando em baixa quantidade no solo, a planta tem seu crescimento reduzido (KIMANI; DERERA, 2009). Isso pode influenciar tanto na parte aérea como na raiz. Devido às alterações na arquitetura da raiz, ocorre a sinalização, ou seja, a planta percebe a falta do nutriente tanto na raiz como na parte aérea e envia sinais, gerando as modificações características com objetivo de aumentar a absorção (SANCHEZ CALDERON *et al.*, 2006).

Neste sentido, tem-se o fósforo (P), elemento essencial no metabolismo das plantas, pois contribui de forma significativa para o aumento do desenvolvimento radicular. Dessa forma, aumenta a absorção de nutrientes e água pela planta, fazendo explorar mais o solo e obtendo um melhor desenvolvimento de raiz, além de favorecer o aumento do número de vagens e da massa de grãos, o que resulta em incrementos positivos na produtividade de grãos (PELÁ *et al.*, 2009; ZUCARELLI *et al.*, 2010).

Para se elevarem os níveis de disponibilidade de fósforo nos solos e para se alcançarem altas produtividades, é necessária a aplicação de doses crescentes desse nutriente, maiores que aquelas exigidas pelas culturas, visando a compensar a capacidade dreno do solo, que é maior do que a da planta (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

A adubação orgânica favorece o aumento do teor de fósforo no solo e a disponibilidade desse nutriente para as plantas (TEIXEIRA, 2013). Os fertilizantes organominerais resultam na compostagem de fosfato, pouco solúvel, com vários resíduos orgânicos como torta de filtro, bagaço da cana-de-açúcar, e da adição de organismos selecionados para solubilizar o fósforo de baixa reatividade. Esses fertilizantes, dependendo da sua reatividade, podem apresentar maior eficiência no uso

de fósforo pelas plantas. A razão disso é que os ânions de ácidos orgânicos e de outros ligantes orgânicos bloqueiam os sítios de adsorção de P ou complexam  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  do solo (CARMO *et al.*, 2014).

As características sobre a solubilidade das fontes de P são de grande importância em relação a sua eficiência. Os fosfatos de maior solubilidade têm a liberação de nutrientes rápida e favorecem a adsorção e o aproveitamento de nutrientes, principalmente pelas culturas de ciclo curto, porém, nessa rápida liberação, pode ocorrer o processo de adsorção e precipitação por  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$ . No entanto, os fertilizantes de menor reatividade disponibilizam o P mais lentamente, reduzindo o processo de fixação (NOVAIS; SMYTH, 1999).

A crescente demanda por fósforo no Brasil e o elevado custo dos fertilizantes fosfatados exigem a adoção de estratégias de manejo em busca do aumento da eficiência agrônoma e econômica. Os solos brasileiros apresentam baixa disponibilidade natural de fósforo, e são utilizadas grandes quantidades de fertilizantes contendo esse nutriente. As características das fontes de fósforo podem influenciar a eficiência agrônoma da adubação, devido a esse nutriente sofrer elevada adsorção e precipitação, o que faz com que a eficiência dos fertilizantes seja baixa (WITHERS *et al.*, 2018).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho é avaliar a eficiência do uso de fertilizante organomineral e mineral, sob diferentes aplicações de doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na disponibilização de fósforo na cultura do feijão.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na cidade de Patos de Minas - Minas Gerais, com coordenadas geográficas  $18^{\circ}38'33,7''\text{S}$   $46^{\circ}24'51,1''\text{W}$ . O início do experimento foi realizado no dia 28 de março de 2020 e avaliado no dia 01 de junho de 2020. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento de blocos casualizados (DBC). Os tratamentos foram determinados em esquema fatorial  $3 \times 4 + 1$ , sendo três fontes de fósforo, fosfato monoamônico MAP 10% de N e 50% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , organomineral formulação 05-20-00, organomineral formulação 05-25-00 e quatro doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (40, 80, 120, 150  $\text{kg ha}^{-1}$ ) mais um tratamento controle (dose 0 de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), constituindo 13 tratamentos com quatro repetições.

As doses de nitrogênio foram equiparadas com a aplicação de ureia na semeadura para os tratamentos dos formulados organominerais 05-25-00 e 05-20-00, devido ao fertilizante MAP apresentar na sua formulação 10% de N, a fim de se obter a mesma quantidade de ureia para todos os tratamentos.

### 2.2 PREPARO DOS VASOS

O solo utilizado foi de um latossolo vermelho coletado no município de Patos de Minas. A profundidade de coleta para análise de solo foi realizada a 20 cm. Após a coleta, a amostra foi encaminhada ao Laboratório para se determinarem as características químicas e físicas do solo. A amostra de solo foi destorroada,

homogeneizada, seca em estufa a 105°C. Após o período de secagem, foi peneirada, em peneira de 2,0 mm, a fim de se obter a terra fina seca ao ar (TFSA). A tabela 1 mostra os resultados da análise de solo com textura de solo argilosa. A semeadura foi feita em vasos com capacidade de cinco litros preenchidos com solo, constituindo-se 5 plantas por vaso. Após quinze dias da semeadura, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas duas plantas em cada vaso. Os tratamentos foram organizados na estufa com quatro blocos, e dentro de cada bloco, constituíram-se 13 vasos, totalizando-se 52 vasos.

**Tabela 1:** Caracterização química de um Latossolo vermelho coletado na profundidade de 0-20 cm no município de Patos de Minas - MG

| <b>Resultados Analíticos: Solos</b>         |                 |
|---|-----------------|
| pH (água)                                   | 5,40            |
| P-rem (mg/L)                                | 5,69            |
| P (mg/dm <sup>3</sup> )                     | 25,35           |
| K (mg/dm <sup>3</sup> )                     | 56              |
| Ca <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )   | 1,11            |
| AL <sup>3+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )   | 0,15            |
| Mg <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )   | 0,62            |
| H+AL <sup>3+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> ) | 5,64            |
| SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )                 | 1,87            |
| CTC(t) (cmolc/dm <sup>3</sup> )             | 2,02            |
| CTC (T) (cmolc/dm <sup>3</sup> )            | 7,52            |
| Matéria Orgânica (dag/kg)                   | 4,22            |
| Carbônico orgânico total (dag/kg)           | 2,45            |
| M (%)                                       | 7,41            |
| V (%)                                       | 24,93           |
| B (mg/dm <sup>3</sup> )                     | 0,03            |
| Cu (mg/dm <sup>3</sup> )                    | 5,90            |
| Fe (mg/dm <sup>3</sup> )                    | 45,30           |
| Mn (mg/dm <sup>3</sup> )                    | 12,90           |
| Zn (mg/dm <sup>3</sup> )                    | 1,90            |
| S (mg/dm <sup>3</sup> )                     | 5,34            |
| Argila (dag/kg)                             | 438,00          |
| Silte (dag/kg)                              | 138,00          |
| Areia (dag/kg)                              | 424,00          |
| <b>Textura</b>                              | <b>Argiloso</b> |

P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich<sup>-1</sup>.

P-rem: Fósforo remanescente, concentração de P na solução de equilíbrio após agitar durante 1 hora a TSFA com solução de CaCl<sub>2</sub> 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P (1:10), P resina: Solução NH<sub>4</sub>CL 0,8 N em HClO, 2N, Ca, Mg, AL: Extrator KCL 1 mol/L, CTC (t): Capacidade de troca catiônica, CTC (T): Capacidade de troca catiônica a pH 7,0.

Textura: Método da pipeta, V: Saturação por bases, m: Saturação por alumínio, H+AL: Extrator: SMP, B: Extrator água quente, S: Extrator fosfato monocálcico em ácido acético, Matéria orgânica: Oxidação: NA<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N, Carbônico orgânico total: Oxidação: NA<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N.

Fonte: dados da pesquisa.

### 2.3 PLANTIO E CONDUÇÃO

Após a preparação dos vasos, foi realizada a adubação de plantio de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e, no dia seguinte, foi realizado o plantio. A prática da irrigação foi feita de forma manual, em todos os dias, com o uso de regador. Durante a condução do experimento, plantas daninhas foram retiradas do vaso, de forma manual.

### 2.4 AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas no estádio R8, na fase de enchimento das vagens. Estas foram cortadas ao nível do solo, e separadas a raiz e a parte aérea. As raízes foram lavadas com água corrente e levadas ao laboratório. A parte aérea das plantas e as raízes foram acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar, fechada, com temperatura a 65 °C, por 72 horas. Após esse período, a parte aérea e a raiz de cada planta foram pesadas em balança de precisão de 0,1 g para a obtenção da matéria seca da parte aérea e da raiz. Para a avaliação de altura de plantas, foi utilizada uma trena, medindo-se da base do caule até o final do caule.

As amostras de solo de cada vaso foram coletadas e armazenadas em saquinhos de plástico e encaminhadas ao laboratório para avaliação do teor de fósforo disponível, pelo método Mehlich<sup>-1</sup> (1984). O extrator utilizado pelo método de Mehlich<sup>-1</sup> é uma mistura de ácido sulfúrico mais ácido clorídrico. O processo de extração consistiu da adição da solução extratora ao solo, com posterior agitação de 5 minutos, seguida da decantação por 16 horas (TEDESCO *et al.*, 1995). Após o período de decantação, retirou-se uma alíquota do extrato para determinação da concentração de P. A determinação da concentração de fósforo foi realizada no equipamento espectrofotômetro de absorção molecular, com leitura em comprimento de onda de 882 nm, seguindo metodologia descrita por Murphy e Riley (1962).

Após a obtenção dos dados das avaliações, os resultados foram submetidos à análise de variância. Para as fontes, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de significância, e, para as doses, usou-se o ajuste de modelo de regressão a 5% de significância, utilizando-se o Software Sisvar.

## 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

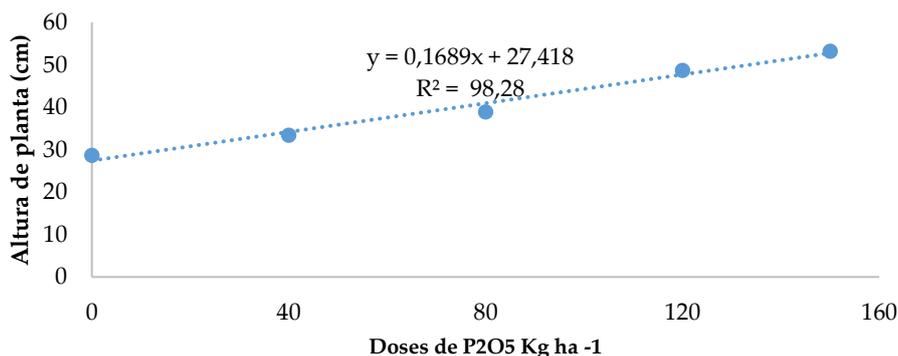
De acordo com os resultados observados na Tabela 2, verifica-se que, para a altura de plantas, a interação dos fatores fontes de fertilizante fosfatado mineral MAP e os formulados organominerais, 05-20-00 e 05-25-00, e as dose não foram significativas. No entanto, analisando-se as variáveis separadamente como a dose e a fonte, houve significância na dose, utilizando-se o ajuste de modelo de regressão a 5% de significância.

**Tabela 2:** Tabela da análise de variância da variável altura de plantas

| FV                     | GL         | SQ                  | QM           | Fc    | Pr>Fc  |
|------------------------|------------|---------------------|--------------|-------|--------|
| Fontes                 | 2          | 782,541667          | 391,270833   | 1,781 | 0,1843 |
| Dose                   | 3          | 2,837229167         | 945,743056   | 4,304 | 0,0114 |
| Fontes*Dose            | 6          | 711,458333          | 118,576389   | 0,540 | 0,7741 |
| Bloco                  | 3          | 366,729167          | 122,243056   | 0,556 | 0,6475 |
| Erro                   | 33         | 7,250520833         | 219,712753   |       |        |
| <b>Total corrigido</b> | <b>47</b>  | <b>11,948479167</b> |              |       |        |
| CV (%) =               | 34,29      |                     | Número de    |       |        |
| Média geral:           | 43,2291667 |                     | observações: |       | 48     |

Fonte: dados da pesquisa.

As plantas de feijão apresentaram maior crescimento com as doses de fósforo na forma de fertilizante organomineral e mineral, como mostra o gráfico 1. Conforme o aumento das doses, o porte das plantas obteve crescimento de forma linear, sendo a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a que promoveu maior crescimento de plantas.

**Gráfico 1:** Valores médios da altura de plantas em (cm) por planta com aplicação de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação à estatura das plantas, este parâmetro é um bom indicativo de maior produtividade, em que o maior porte das plantas possibilita o aumento no número de nós e ramos, aumentando assim o número de vagens por planta. Sousa e Lobato (2003) obtiveram efeito crescente no porte das plantas na safra de inverno ao variar os níveis de adubação e calagem em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico de baixa fertilidade.

Coutinho *et al.* (2014) observaram que menores doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> resultam em menores estaturas de plantas de feijão-caupi, evidenciando que o fósforo é um fator limitante para o crescimento em altura.

De acordo com Vieira *et al.* (2008), o crescimento do feijoeiro em altura é bastante influenciado pelas variáveis ambientais e condições de manejo. A maior disponibilidade de P interfere na fotossíntese pela maior captação da radiação solar e incremento na produção de fotoassimilados, pois o fósforo atua como agente formador da molécula de ATP, e, em condição de baixa produção de ATP, o crescimento das plantas é diretamente afetado (ROCHA, 2016).

De acordo com o resultado encontrado por Araújo, Santos e Camacho (2012), trabalhando com quatro genótipos de feijão-caupi, verificou-se diferença entre os genótipos quanto ao crescimento em altura de plantas e teor de P na parte aérea e a eficiência de transporte de fósforo por biomassa seca. Karikari, Arkorful e Addy (2015) verificaram aumento significativo do crescimento vegetativo de plantas de feijão-caupi em resposta à adubação fosfatada, em solos caracterizados pela baixa disponibilidade de fósforo.

Para o teor de fósforo Mehlich<sup>-1</sup> disponível no solo, conforme pode ser verificado na tabela 3, observa-se que apenas na dose houve significância pelo teste de Tukey a 5% de significância.

**Tabela 3:** Tabela da análise de variância de fósforo Mehlich<sup>-1</sup>

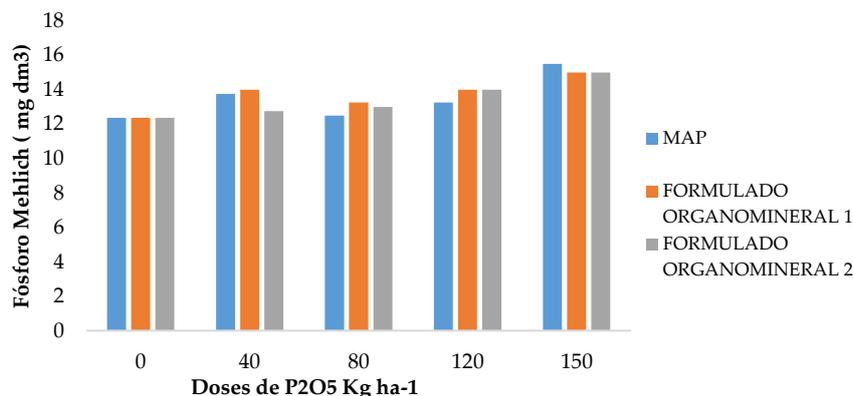
| FV                     | GL        | SQ                | QM          | Fc    | Pr>Fc  |
|------------------------|-----------|-------------------|-------------|-------|--------|
| Fontes                 | 2         | 1,291667          | 0,645833    | 0,313 | 0,7336 |
| Dose                   | 3         | 32,833333         | 10,944444   | 5,298 | 0,0043 |
| Fontes*Dose            | 6         | 5,541667          | 0,923611    | 0,447 | 0,8417 |
| Bloco                  | 3         | 0,833333          | 0,277778    | 0,134 | 0,9389 |
| Erro                   | 33        | 68,166667         | 2,065657    |       |        |
| <b>Total corrigido</b> | <b>47</b> | <b>108,666667</b> |             |       |        |
| CV (%) =               | 10,39     |                   | Número de   |       | 48     |
| Média geral:           | 13,83333  |                   | observações |       |        |

Fonte: dados da pesquisa.

Apesar de as fontes não diferirem entre si, verifica-se que, independentemente da fonte utilizada, houve efeito das doses aplicadas. A de 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apresentou um teor de fósforo disponível no solo superior em relação às outras doses utilizadas, ou seja, tanto a fonte convencional de MAP quanto os formulados organominerais 05-20-00 e 05-25-00 disponibilizaram fósforo para o meio.

Conforme os dados do gráfico 2, o uso de fertilizantes organominerais nas doses de 40 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> possibilitou um teor de fósforo disponível no solo um pouco mais elevado em relação ao fertilizante MAP, visto que esse fertilizante mineral é altamente solúvel no solo e sua liberação é rápida, podendo ocorrer o processo de adsorção desse nutriente, sendo que fontes organominerais, ao liberarem o nutriente de forma gradual, minimizam o processo de fixação desse nutriente no solo. No entanto, a melhor dose que disponibilizou um aumento de fósforo superior foi a de 150 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Gráfico 2:** Valores médios de fósforo Mehlich<sup>-1</sup> em mg/dm<sup>3</sup> com aplicação de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



Fonte: dados da pesquisa.

Dentre os fertilizantes fosfatados altamente solúveis, destacam-se o fosfato monoamônio (MAP), que contém 10% N, 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Outro aspecto bastante ressaltado em literatura é a fixação do fósforo que ocorre nos solos argilosos e ricos em ferro e alumínio, quando estes recebem adubações com fertilizantes contendo altas quantidades de fósforo solúvel (MALAVOLTA *et al.*, 1974; RAIJ, 1991).

Essa grande disponibilidade do fósforo na solução do solo pela fonte convencional pode favorecer a maior fixação desse elemento; diferentemente das fontes organominerais, em que a disponibilização gradual faz com que o fósforo seja disponibilizado ao longo do ciclo da cultura. Já a redução na disponibilização causada pelas fontes organominerais é o que se espera que resulte em aumento na eficiência do fósforo no solo, uma vez que, segundo Gonçalves (1988), mais de 90% do P, aplicado como fonte solúvel, é adsorvido ou precipitado na primeira hora de contato com o solo.

Em consequência dos baixos teores de P na solução do solo, é necessária a reposição desses teores pelo P lábil do solo, o qual se encontra ligado com baixa energia aos minerais do solo. Este P lábil apresenta maiores teores nos solos argilosos e baixos teores em solos arenosos. Os baixos teores do P em solução implicam maior necessidade de reposição desse nutriente para a manutenção dos vegetais. Essa reposição poderá ser superior a 1000 vezes ao teor de P encontrado na solução do solo, variando em função das características físicas e químicas de cada solo (Tidmore, 1930).

Observando-se, nas tabelas 4 e 5, os fatores fonte e dose, verifica-se que houve diferença significativa entre as fontes e as doses, na matéria seca tanto da parte aérea e quanto da raiz.

**Tabela 4:** Tabela da análise de variância da variável matéria seca da parte aérea

| FV                     | GL        | SQ                | QM        | Fc                     | Pr>Fc  |
|------------------------|-----------|-------------------|-----------|------------------------|--------|
| Fontes                 | 2         | 45,541667         | 22,770833 | 4,257                  | 0,0227 |
| Dose                   | 3         | 63,395833         | 21,131944 | 3,951                  | 0,0164 |
| Fontes*Dose            | 6         | 82,291667         | 13,715278 | 2,564                  | 0,0377 |
| Bloco                  | 3         | 8,729167          | 2,909722  | 0,544                  | 0,6556 |
| Erro                   | 33        | 176,520833        | 5,349116  |                        |        |
| <b>Total corrigido</b> | <b>47</b> | <b>376.479167</b> |           |                        |        |
| CV (%) =               | 48,48     |                   |           | Número de observações: | 48     |
| Média geral:           | 4,770833  |                   |           |                        |        |

Fonte: dados da pesquisa.

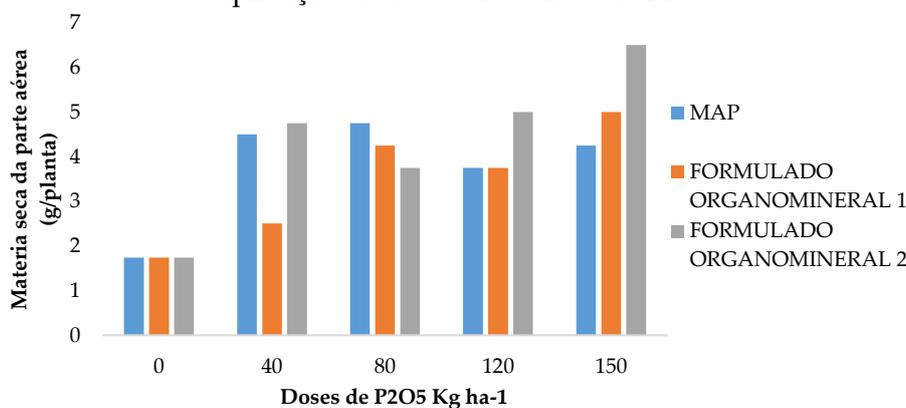
**Tabela 5:** Tabela da análise de variância da variável matéria seca da raiz

| FV                     | GL        | SQ               | QM        | Fc                    | Pr>Fc  |
|------------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------------|--------|
| Fontes                 | 2         | 21,291667        | 10,645833 | 11,702                | 0,0001 |
| Dose                   | 3         | 22,729167        | 7,576389  | 8,328                 | 0,0003 |
| Fontes*Dose            | 6         | 4,708333         | 0,784722  | 0,863                 | 0,5323 |
| Bloco                  | 3         | 4,229167         | 1,409722  | 1,55000               | 0,2201 |
| Erro                   | 33        | 30,020833        | 0,909722  |                       |        |
| <b>Total corrigido</b> | <b>47</b> | <b>82,979167</b> |           |                       |        |
| CV (%) =               | 40,52     |                  |           | Número de observações | 48     |
| Média geral:           | 2,354166  |                  |           |                       |        |

Fonte: dados da pesquisa.

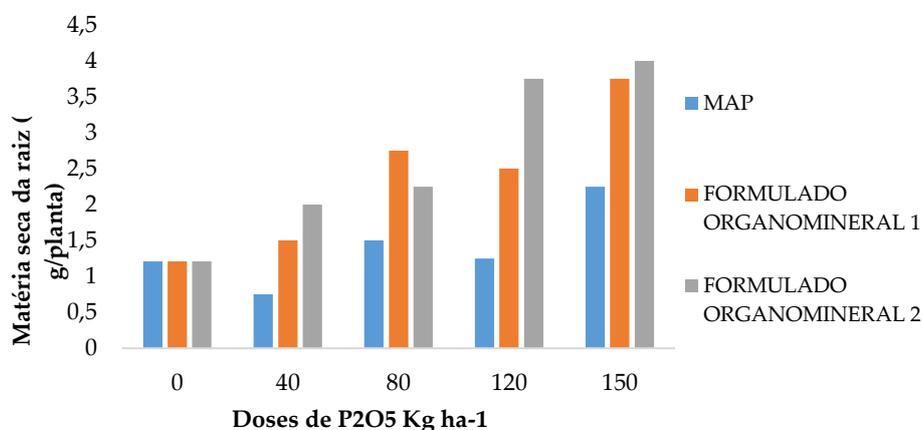
As fontes organominerais apresentaram significância das fontes MAP. Os formulados organominerais estatisticamente foram iguais, diferindo entre si somente da fonte convencional MAP para matéria seca tanto da parte aérea quanto da raiz. As fontes organominerais nas maiores doses de 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> apresentaram maior teor de massa seca da parte aérea e raiz, conforme mostra o gráfico 3 e 4.

Teixeira *et al.* (2011) verificaram que o fertilizante organomineral 5-15-5 obtido a partir de resíduo orgânico proporcionou 20% de aumento na produção de matéria seca do milho em relação à adubação mineral 10-30-10.

**Gráfico 3:** Valores médios da matéria seca da parte aérea em gramas por planta, com aplicação de doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Fonte: dados da pesquisa.

**Gráfico 4:** Valores médios da matéria seca da raiz em gramas por planta com aplicação de doses crescentes de  $P_2O_5$



Fonte: dados da pesquisa.

De forma semelhante, Scaramuzza, Chig e Casonatto (2011) verificaram que as maiores produtividades de matéria seca na cultura da soja foram obtidas com o uso de fertilizante organomineral à base de farinha de ossos quando comparado ao uso de superfosfato simples, superfosfato triplo e o formulado 0-20-20, com destaque em solo de textura argilosa.

As diferenças na produção de matéria seca da parte aérea e raiz podem estar relacionadas ao diferente comportamento das fontes em relação às características químicas e físicas, pois a disponibilidade de P pode ser influenciada pela textura, dose do fertilizante fosfatado e pelo tempo de contato com o solo. De maneira geral, quanto maior o teor de argila presente no solo, maior a adsorção do P e menor sua disponibilidade e, quanto maior o tempo que o P permanecer no solo, menor será sua disponibilidade (MACHADO *et al.*, 2011).

No trabalho desenvolvido por Silva (2010), com a cultivar BRS-Paraguaçu, os maiores valores de massa seca da parte aérea foram obtidos com a adubação de 70 e 80 kg/ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  nas formas de superfosfato simples e superfosfato triplo, respectivamente. Oliveira *et al.* (2011) também obtiveram efeito positivo do fósforo no acúmulo de biomassa seca da parte aérea do feijão-caupi. Enquanto Rebouças *et al.* (2010) encontraram 4,59 g e 8,44 g de massa seca da parte aérea no cultivo de feijão-caupi não adubado e adubado com NPK, respectivamente.

#### 4 CONCLUSÃO

Pôde-se concluir que a aplicação de doses crescentes na cultura do feijão contribuiu para o aumento da disponibilidade de fósforo em solos, como também para o desenvolvimento das plantas.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E. de; SOUZA, L. C. D. de; SILVA, M. P. da; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 148–154, 2011.
- ANJOS, D. D. N. *et al.* Avaliação do feijoeiro comum em função dos bioestimulantes, NPK e micronutrientes em Vitória da Conquista – BA. **Revista Agrarian, Dourados**, v. 10, n. 35, p. 1-9, 2017.
- ARAUJO, E. O., SANTOS, E. F., CAMACHO, M. A. Nutritional efficiency of cowpea varieties in the absorption of phosphorus. **Agronomía Colombiana**, n. 30, v. 3, p. 419-424, 2012.
- CARMO, D. L.; TAKAHASHI, H. Y. U.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Crescimento de mudas de cafeeiro recém-plantadas: efeito de fontes e doses de fósforo. **Coffee Science**, v. 9, p. 196-206, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos**: nono levantamento, junho 2018 – safra 2017/2018. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2018.
- COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA JÚNIOR, M. L. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. **Revista Agroambiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 66-73, 2014.
- GONÇALVES, J. L. M. **Cinética de transformação de fósforo lábil em não lábil em amostras de solos de cerrado**. 1988. 62 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.
- KARIKARI, B.; ARKORFUL, E.; ADDY, S. Growth, Nodulation and Yield Response of Cowpea to Phosphorus Fertilizer Application in Ghana. **Journal of Agronomy**, n. 14, v. 4, p. 234-240, 2015.
- KIMANI, J. M.; DERERA, J. Combining ability analysis across environments for some traits in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under low and high soil phosphorus conditions. **Euphytica**, v. 166, n. 1, p. 1-13, 2009.
- MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; ANDRADE, B. B.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas**. São Paulo: Livraria Pioneira E, 1974.

MURPHY, J., RILEY, J. P. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v. 27, p. 31-36, 1962.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007.

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

PELÁ, A.; RODRIGUES, M. S.; SANTANA, J. S.; TEIXEIRA, I. R. Fontes de fósforo para a adubação foliar na cultura do feijoeiro. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, p. 313-318, 2009.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991.

REBOUÇAS, J. R. L. *et al.* Crescimento de feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 97-102. 2010.

ROCHA, W. S. **Inoculação e doses de fósforo em feijão-caupi no sul do Estado do Tocantins**. 2016. 56 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2016.

SANCHEZ-CALDERON, L. *et al.* Phosphate starvation induces a determinate developmental program in the roots of *Arabidopsis thaliana*. **Plant and Cell Physiology**, v. 46, n. 1. p. 81-104, 2005.

SANCHEZ-CALDERON, L. *et al.* Characterization of low phosphorus insensitive mutants reveals a crosstalk between low phosphorus-induced determinate root development and the activation of genes involved in the adaptation of *Arabidopsis* to phosphorus deficiency. **Plant Physiology**, Rockville, v. 140, n. 3, p. 879-889, 2006.

SCARAMUZZA, J. F.; CHIG, L. A.; CASONATTO, R. Efeito de fertilizante organomineral comparado a diferentes fontes de fósforo em soja. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Resumos expandidos**, Uberlândia, 2011. CD.

SILVA, M. A. *et al.* Frações de fósforo em Latossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1197-1207, 2003.

SILVA, E. F. *et al.* Fixação biológica do N<sub>2</sub> em feijão-caupi sob diferentes doses e fontes de fósforo solúvel. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, p. 394-402, 2010.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147 p. (Boletim Técnico, 5).

TEIXEIRA, W.G. *et al.* Produção de matéria seca, teor e acúmulo de nutrientes em plantas de milho submetidas à adubação mineral e organomineral, *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 33., 2011, Uberlândia. **Resumos expandidos**, Uberlândia, 2011. CD.

TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio de fertilizantes mineral e organomineral**. 2012. 99 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

TIDMORE, J.W. The phosphorus content of the soil solution and its relation to plant growth. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 22, p. 481-488, 1930.

VIEIRA, N. M. B. *et al.* Altura de planta e acúmulo de matéria seca do feijoeiro cvs. BRS MG Talismã e Ouro Negro em plantio direto e convencional. **Ciência Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1687-1693, 2008.

WITHERS, P. J. A. *et al.* Transitions to sustainable management of phosphorus in Brazilian agriculture. **Scientific Reports**, London, v. 8, p. 1-13, 2018.

ZUCARELI, C. *et al.* Índices biométricos e fisiológicos em feijoeiro sob diferentes doses de adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, sup. 1.1, p. 1313-1324, 2010.