

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JUSSIGUELLI MARCONDES MARANHO

**EFICIÊNCIA DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHO E FEIJÃO**

ORIENTADORA: Dra. REGINA MARIA QUINTÃO LANA

UBERLÂNDIA
2019

JUSSIGUELLI MARCONDES MARANHO

**EFICIÊNCIA DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHO E FEIJÃO**

Dissertação de mestrado apresentada à
Universidade Federal de Uberlândia - UFU,
como requisito obrigatório para a obtenção do
Mestrado em Fitotecnia, orientada pela
professora Dra. Regina Maria Quintão Lana.

UBERLÂNDIA
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

M311e
2019 Maranhão, Jussiguelli Marcondes, 1978
 Eficiência de fertilizantes organominerais no desenvolvimento
 inicial de milho e feijão [recurso eletrônico] / Jussiguelli Marcondes
 Maranhão. - 2019.

 Orientadora: Regina Maria Quintão Lana.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

 Modo de acesso: Internet.

 Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2019.1369>

 Inclui bibliografia.

 Inclui ilustrações.

 1. Agronomia. 2. Feijão - Nutrição. 3. Milho - Nutrição. 4. Adubos e
 fertilizantes. I. Lana, Regina Maria Quintão, 1958, (Orient.) II.
 Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
 Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia
 Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 2512-6715/6716 - www.ppga.iclag.ufu.br - posagro@ufu.br



ATA

Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de Mestrado, 012/2019, PPGAG

Data: 25 de fevereiro de 2019.

Discente: JUSSIGUELLI MARCONDES MARANHO

Matrícula: 11712AGR014

Título do Trabalho: "Eficiência de fertilizantes organominerais no desenvolvimento inicial de milho e feijão".

Área de concentração: Solos

Linha de pesquisa: Uso e Recuperação de Solos e Resíduos na Agricultura.

Às 14:00 horas do dia vinte e cinco de fevereiro do ano de 2019, no anfiteatro do bloco 1B - Campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Prof. Dr. José Geraldo Mageste - UFU, Prof.ª Dr.ª Adriane de Andrade Silva - UFU, Prof. Dr. Luiz Augusto Domingues - IFTM e Prof.ª Dr.ª Regina Maria Quintão Lana - UFU - orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Prof.ª Dr.ª Regina Maria Quintão Lana - UFU apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao(a) discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa. A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o conceito final (**B**).

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o(a) candidato(a) (**A**) provado, sugerindo (se for o caso) o novo título para o trabalho:

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHO E FEIJÃO COM USO DE FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

Esta defesa de Dissertação de Mestrado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, legislação e regulamentação internas da UFU, em especial do artigo 55 da resolução 12/2008 do Conselho de Pós-graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos às (17 50h) horas. Foi lavrada a presente ata que após lida e em conformidade foi assinada pela Banca Examinadora.

Prof. Dr. José Geraldo Mageste	UFU	(85)
Prof.ª Dr.ª Adriane de Andrade Silva	UFU	(80)
Prof. Dr. Luiz Augusto Domingues	IFTM	(75)
Prof.ª Dr.ª Regina Maria Quintão Lana	UFU	(85)

Orientadora

https://www.sei.ufu.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOGgUQFzRouBJ5VnVL5b74JrE... 1/2

12/03/2019

SEI/UFU - 1019843 - Ata



Documento assinado eletronicamente por **Regina Maria Quintão Lana, Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/02/2019, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriane de Andrade Silva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/02/2019, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Geraldo Mageste da Silva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/02/2019, às 17:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1019843** e o código CRC **83CD966A**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais. Gratidão pela vida.

Dedico também aos meus alunos, que me motivam também a seguir este propósito de vida, que é de me tornar melhor a cada dia, neste processo de evolução.

AGRADECIMENTOS

Deus, Senhor da luz, criador do Universo, origem de tudo e de todos, muito agradecida sempre.

Gratidão à minha orientadora, Dra. Regina, pela compreensão, motivação, conhecimento e auxílio nesta caminhada.

Gratidão ao Miguel (Geociclo) e ao Vinícius (VigorFert), pelo conhecimento, orientações e apoio nestes experimentos.

Gratidão aos meus alunos e amigos, especialmente a Patrícia, Rodrigo, Mariana, Marco, Henrique, Guilherme, Lucas, e tantos outros, que me auxiliaram nestes experimentos.

Gratidão aos meus colegas Vanderlei, Isabel, Fernanda, Paula, Ingrid, Aurilene, Gabriela, Evander, Roxana, Luciana, que estiveram ao meu lado.

Gratidão aos membros da banca, pela melhoria contínua.

Gratidão por tudo!

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo no sulco de plantio de plantas de feijoeiro, para as variáveis A: diâmetro (mm); B: altura (mm), C: massa fresca (g); e D: massa seca (g).	29
Figura 2 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável clorofila B.	43
Figura 3 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável altura de planta (cm), aos 30 DAS.	45
Figura 4 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável altura de planta (cm), aos 60 DAS.	45
Figura 5 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável diâmetro de colmo (cm), aos 30 DAS.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média da porcentagem de plântulas emergidas de feijão aos 15 DAS e da classificação do vigor de plântulas normais aos 30 DAS, no estágio V4/R5, Uberlândia, MG, 2018.....	25
Tabela 2 - Média do Diâmetro (mm), Altura (cm), Massa fresca (g) e Massa seca (g) de plantas de feijão, aos 30 DAS, no estágio V4/R5, Uberlândia, MG, 2018.	27
Tabela 1 - Média dos resultados de Clorofila A e B de plantas de milho aos 30 e 60 DAS, Uberlândia, MG, 2018.	43
Tabela 2 - Média dos resultados de Altura de planta (cm) e Diâmetro de colmo (mm) de plantas de milho aos 30 e 60 DAS, Uberlândia, MG, 2018.	44
Tabela 3 – Parâmetros químicos do solo, fósforo, saturação por bases e por alumínio, aos 60 DAS, Uberlândia, MG, 2018.....	48

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: Feijão	10
1. INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	13
2.1 Fertilizantes Organominerais.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO.....	30
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 2: Milho	34
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	38
2.1 Milho (<i>Zea mays</i> L.)	38
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5 CONCLUSÃO.....	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

CAPÍTULO 1: Feijão

RESUMO

O feijoeiro é uma das principais culturas de importância econômica no Brasil, sendo uma planta considerada exigente em fertilidade e qualidade do solo, devido ao ciclo curto e ao sistema radicular superficial e pouco desenvolvido. Por isso, é importante que os nutrientes estejam prontamente disponíveis para as plantas de acordo com a demanda durante o ciclo. Fertilizantes organominerais são fontes sustentáveis de disponibilização de nutrientes às plantas, à medida que elas necessitam, reduzindo o impacto ambiental, sendo uma alternativa viável para os produtores. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais na semeadura do feijoeiro cv. Carioca, nos estádios V4/R5. O experimento foi realizado em área do Centro Universitário do Triângulo- UNITRI, localizada no município de Uberlândia-MG. A variedade escolhida foi o feijão Carioca, tipo indeterminado, com ciclo de 90 dias. O delineamento experimental foi DBC, em 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 3 metros, espaçadas por 0,5 metros, e largura de parcela de 5 metros, com parcela individual total de 15 m², e parcela útil constituída pelas 2 linhas centrais. Os tratamentos foram constituídos de: T1 – testemunha (sem adubação); T2 – FM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T3 – FOM 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T4 – FOM 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T5 – FOM 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T6 – FM 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Aos 15 DAS foi realizada a avaliação da emergência de plântulas; e aos 30 DAS foram mensuradas as variáveis diâmetro, altura, massa fresca e massa seca de 10 plantas da parcela útil. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão para as doses de organomineral, e Dunnet para comparar às fontes mineral e organomineral. A adubação com fertilizante organomineral aplicado em semeadura incrementou o crescimento inicial do feijoeiro, para as variáveis diâmetro, altura, massa fresca e seca. Concluiu-se que a adubação com fertilizante organomineral a base de torta de filtro tem eficiência superior à adubação mineral como fonte de fósforo. A dose do fertilizante organomineral que resultou maior crescimento inicial do feijoeiro foi a de 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Palavras-chave: fósforo, crescimento, nutrição.

ABSTRACT

Bean plant is one of the main crops of economic importance in Brazil, being a plant considered demanding in fertility and soil quality, due to the short cycle and the superficial root system and little developed. Therefore, it is important that the nutrients are readily available to plants, according to demand during the cycle. Organomineral fertilizers are sustainable sources of plant nutrients, as they are needed, reducing environmental impact and being a viable alternative for producers. The objective of this work was to evaluate the agronomic efficiency of organomineral fertilizers in the sowing of common bean cv. Carioca, in the V4 / R5 stages. The experiment was carried out in the area of the University Center of Triângulo-UNITRI, located in the city of Uberlândia-MG. The variety chosen was the Carioca bean, indeterminate type, with a cycle of 90 days. The experimental design was DBC in 4 replications. The plots consisted of 6 lines of 3 meters spaced by 0.5 meters and 5 meters plot width, with a total plot of 15 m² and a useful plot of 2 central lines. The treatments were: T1 - control (without fertilization); T2 - FM 90 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T3 - FOM 150 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T4 - FOM 180 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T5 - FOM 360 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T6 - FM 180 kg ha⁻¹ of P₂O₅. At 15 DAS the seedling emergence evaluation was carried out; and at 30 DAS were measured the variables diameter, height, fresh mass and dry mass of 10 plants of the useful plot. The results were submitted to analysis of variance and regression for the doses of organomineral, and Dunnet to compare the mineral and organomineral sources. The fertilization with organomineral fertilizer applied at sowing increased the initial growth of the bean, for variables diameter, height, fresh and dry mass. It was concluded that the fertilization with organomineral fertilizer based on filter cake has superior efficiency to the mineral fertilization as source of phosphorus. The dose of organomineral fertilizer that resulted in the highest initial growth of bean was 360 kg ha⁻¹ of P₂O₅.

Key words: phosphorus, growth, nutrition.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro é uma das principais culturas de importância econômica no Brasil, sendo fonte de proteínas, vitaminas do complexo B, ferro, cálcio e fósforo. O feijoeiro, por ser uma planta de ciclo curto, é muito utilizado no sistema de rotação de culturas (FERREIRA et al., 2017).

O feijão é um dos alimentos básicos da cultura brasileira, sendo sua comercialização instável devido aos riscos climáticos que afetam a cultura. Assim, a agregação de valor ao grão pode ser alcançada com a utilização de um sistema de produção sustentável, com adubação que potencialize a expressão máxima de rendimento da cultura (PEREIRA et. al., 2015).

O mercado de feijão é dinâmico, e por esse motivo apresenta uma expressiva oscilação de preços atribuída basicamente aos fatores climáticos. Na safra 2017/2018, mesmo com uma produção menor agravada pelas precipitações pluviométricas em excesso no mês de Janeiro, em plena concentração da colheita, os preços não reagiram, muito pelo contrário, estão em baixa (CONAB, 2018).

O feijão terceira safra é regulador da safra brasileira, pois sua produção é determinada pelo comportamento da primeira e segunda safras, e é ofertado na entressafra ou inverno. A cultura é irrigada na Região Centro-Sul e cultivada em regime de sequeiro na Região Norte/Nordeste (OLIVEIRA, 2018).

Em algumas regiões do Brasil há cultivos intensos da cultura de feijão solteiro, da cv. Carioca, conduzidos segundo as técnicas mais avançadas, com uso de mecanização e o emprego de herbicidas em pré-plantio com incorporação ou a lanço após a semeadura e antes da emergência de daninhas (DEUBER et al., 1979).

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma planta anual herbácea, leguminosa da família das Fabáceas, com origem na América do Sul, que pode ser cultivado em 3 épocas. A cultura do feijão é muito sensível ao condicionamento ambiental e a produtividade potencial é restringida na medida em que os solos apresentem características intrínsecas limitantes ao cultivo do feijoeiro, ou em caso de o solo ser manejado incorretamente, o que favorece o processo de degradação física e química do mesmo, comprometendo assim sua capacidade produtiva (MANOS et al., 2013).

O feijoeiro é uma planta considerada exigente em fertilidade e qualidade do solo, devido ao ciclo curto e ao sistema radicular superficial e pouco desenvolvido. Por isso, é

importante que os nutrientes estejam prontamente disponíveis para as plantas, de acordo com a demanda durante o ciclo (OLIVEIRA, 2018). Fertilizantes organominerais são fontes sustentáveis de disponibilização de nutrientes às plantas, à medida que elas necessitam, reduzindo o impacto ambiental, sendo uma alternativa viável para os produtores (OLIVEIRA et al., 2016).

Da germinação até a abertura das folhas primárias a exigência nutricional é mínima e suprida pela reserva contida na semente. A partir do estágio V4, abertura da terceira folha trifoliada e formação de ramos nas gemas dos nós inferiores, o crescimento e a absorção de nutrientes são acelerados e todos os nutrientes devem estar prontamente disponíveis para serem absorvidos, principalmente o nitrogênio, que é essencial para o acúmulo de matéria seca e o aumento da área foliar. Assim, é importante oferecer condições para o bom desenvolvimento das raízes, o que exige uma boa nutrição de fósforo. A fase R5 ou pré-floração, com o surgimento dos primeiros botões florais, é considerada de rápido acúmulo de nutrientes pela planta, as quais devem estar equilibradas para assegurar o pegamento de flores. Nos estádios subsequentes, a atividade das raízes é reduzida porque a translocação dos carboidratos se dá preferencialmente para a formação das vagens (GUIMARÃES et al., 2017).

Conforme o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais na semeadura do feijoeiro cv. Carioca, nos estádios V4/R5.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Na região central brasileira, o feijão possui importância social e econômica destacável. A cultura é produzida em mais de 80% dos municípios e representa importante fonte de renda para produtores e trabalhadores rurais (POSSE, 2010).

Com a colheita ocorrendo nas principais regiões produtoras, a estimada é que o país colha uma média de 860 kg por hectare, o que equivale a um valor 2,2% superior à safra passada em que alcançou 842 kg por hectare. O feijão comum cores deve ter um incremento de 3%, saindo de 1.338 kg por hectare na safra 2016/17 para 1.378 kg por hectare nesta safra 2017/2018 (OLIVEIRA, 2018).

O feijão terceira safra é cultivo sob-regime de irrigação na Região Centro-Sul e cultivada em regime de sequeiro na Região Norte/Nordeste, uma vez que nesse momento é o período chuvoso nessas regiões, o que dispensa o uso de irrigação. Com as barragens abastecidas nas regiões de cultivo irrigado e bom regime pluviométrico nas regiões de cultivo de sequeiro, a estimativa é de produtividade próximas do normal, levemente inferior à safra passada, que foi recorde para a cultura (CONAB, 2018).

A fraca demanda, aliada ao estoque remanescente, baixou o custo do feijão no mercado. Houve baixo desempenho da primeira safra no Sul do país, em função do excesso de chuvas na fase de colheita, e escassez na Região Nordeste, durante o ciclo das lavouras, e o produto está sendo obtido via região Centro-Sul, que engloba Minas Gerais. A transferência do produto entre as regiões acaba onerando significativamente a mercadoria, principalmente pelo elevado custo do transporte, poderá contribuir para o aquecimento dos preços até a entrada da safra nordestina (OLIVEIRA, 2018).

Para a safra 2017/2018, a área de cultivo total de feijão representa 3.197,2 milhões de hectares, com produtividade de 1.043 kg por hectare e produção de 3.334,4 mil toneladas. Minas Gerais possui área de cultivo de feijão de 157,2 mil hectares, com produtividade 1.261 kg por hectare e produção de 198,3 mil toneladas (CONAB, 2018). A região Sudeste, se destacou como a maior produtora de feijão-comum cores nessa safra, apresentando pequena diferença em relação aos valores de área, produtividade e produção à safra anterior. O feijão carioca, apresentou redução de área (0,5%), produtividade (13,2%) e produção (13,6%). A redução no rendimento, produção e qualidade do grão se deu, principalmente, pelas condições climáticas adversas durante o ciclo da cultura e pelo excesso de chuva durante a colheita, na primeira safra (OLIVEIRA, 2018).

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta dicotiledônea e herbácea, oriunda da América do Sul, pertencente à família das Fabáceas, com ciclos de 60 a 91 dias após semeadura com cores de tegumento de semente diversas. Os mais consumidos no Brasil são o feijão preto, o cores e o branco. O feijão carioca, uma das cultivares mais consumida no estado de Minas Gerais, é de hábito de crescimento indeterminado; com plantas arbustivas, ramificação ereta e fechada e as vagens inferiores não tocam o solo (OLIVEIRA, 2018).

A planta possui dois tipos de folhas, as simples ou primárias, que são opostas, e as folhas compostas, constituídas de três folíolos (trifolioladas) com disposição alternada. O caule ou haste é herbáceo, constituído por um eixo principal, formado por uma sucessão de nós e entrenós. O primeiro nó corresponde à inserção dos cotilédones, o segundo

corresponde à inserção das folhas primárias simples, o terceiro, da primeira folha trifoliolada, e assim por diante. A partir do eixo principal podem surgir ramificações laterais, que por sua vez também podem se ramificar, multiplicando o potencial de florescimento da planta. As flores são completas e agrupam-se em racemos, que nascem nas axilas das folhas e podem apresentar coloração branca, rósea ou violeta. As sementes desta dicotiledônea possuem micrópila e hilo (FERREIRA, 2004).

O cultivar Carioca apresenta plantas de crescimento indeterminado, de ciclo vegetativo ao redor de 90 dias, muito pouco ou não pigmentadas de antocianina. Folíolos de coloração verde-esmeralda na página superior e verde-oliva na página inferior, apresentando-se ligeiramente pubescentes, com maior incidência de pêlos ao longo das nervuras primárias e secundárias. O limbo foliar mede aproximadamente 10,5 cm de comprimento por 7,2 cm de largura, medida no folíolo central. Apresenta poucas flores, dispostas em inflorescências axilares, sendo que cada flor apresenta na base do cálice duas bractéolas pequenas, de forma oval-lanceolada, com 0,6 cm a 0,7 cm de comprimento e de coloração verde-oliva. Após a fecundação, sua coloração tende a uniformizar-se numa tonalidade amarelo-descorada. A quilha é de cor ligeiramente esverdeada na base com nuances de amarelo no ápice. As vagens são de coloração amarelo-palha na maturação, ocorrendo esporadicamente manchas rosadas de intensidades variadas, sendo este um caráter raro. As sementes são foscas, castanho-claras, apresentando estrias de coloração havana, características do cultivar. O hilo é branco, apresentando ao redor um halo de coloração creme (ANDRADE; JANEGITZ, 2017).

O desenvolvimento da planta de feijão é dividido nas fases vegetativa (V), constituída pelas etapas V0 (germinação), V1 (emergência, quando cotilédones de 50% das plantas aparecem ao nível do solo), V2 (folhas primárias de 50% das plantas estão totalmente abertas), V3 (primeira trifoliolada de 50% das plantas estão totalmente abertas), e V4 (terceira trifoliolada de 50% das plantas estão totalmente abertas), e reprodutiva (R), constituída pelas etapas R5 (pré-floração, quando aparecem os primeiros botões ou racemos em 50% das plantas), R6 (floração, quando abre-se a primeira flor em 50% das plantas), R7 (formação de vagens, quando aparece pelo menos uma vagem em 50% das plantas), R8 (enchimento de vagens ou formação de sementes na primeira vagem em 50% das plantas), e R9 (maturação com mudança de cor em pelo menos uma vagem em 50% das plantas) (OLIVEIRA, 2018).

O feijoeiro comum é uma espécie de planta com sistema radicular superficial, em que o maior volume se concentra nos primeiros 20 cm de profundidade, e 80 a 90% delas concentram nos primeiros 40 cm. Pode ser cultivado tanto em várzeas quanto em terras altas, desde que em locais com solos soltos, friáveis e não sujeitos a encharcamento (ANDRADE; JANEGITZ, 2017).

Devido à boa adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil, o feijoeiro faz parte da maioria dos sistemas produtivos dos pequenos e médios produtores, cuja produção é direcionada ao consumo familiar e à comercialização do excedente, além de ser cultivado em três épocas: águas, seca e o de inverno, sob irrigação, no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas. Essa grande dispersão da produção tem dificultado a organização da cadeia produtiva, especialmente nas regiões onde predominam propriedades menores, quando estas não estão devidamente organizadas entre si (ANDRADE; JANEGITZ, 2017).

A planta de feijão é sensível a altas e baixas temperaturas, sendo a média ótima entre 18 e 24°C e a temperatura ideal 21°C. Médias acima de 30°C e abaixo de 12°C podem provocar abortamento de flores, vagens e grãos. Na fase de germinação, temperaturas baixas podem atrasar a emergência e também prejudicar o desenvolvimento das plantas. Deve-se manejar a cultura para que as plantas consigam interceptar a maior quantidade de radiação solar possível, principalmente antes do florescimento, para que seja acumulada uma quantidade adequada de biomassa (FERREIRA, 2004).

A cultura do feijoeiro submetida a estresse hídrico apresenta redução na área foliar. A falta de água no período de floração pode causar redução na estatura da planta, no número e no tamanho das vagens. Pode reduzir também o número de grãos por vagem, afetando muito o rendimento da cultura. O estresse hídrico pode ser minimizado com o uso de irrigação, mas essa não é uma tecnologia acessível a todos os produtores. O excesso de chuvas também pode causar prejuízos à cultura, principalmente na época da colheita. Nessa fase, o excesso de chuva pode impedir que o feijão seja colhido, o que aumenta a probabilidade de brotação e o surgimento de manchas nos grãos. Esses defeitos podem deixar o feijão inadequado para comercialização. De modo geral, a cultura do feijão é bem-sucedida quando as precipitações se situam entre 300 e 400 mm bem distribuídos durante o ciclo da cultura (OLIVEIRA, 2018).

O feijoeiro é uma das principais culturas plantadas na entressafra em sistemas irrigados, nas regiões Central e Sudeste do Brasil, sendo que nestas regiões de Cerrado, os solos são ácidos e apresentam deficiência ou toxidez de alguns elementos, que limitam

a produtividade agrícola com baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos microrganismos. No entanto, com a correção de acidez, é possível transformá-los em solos férteis, ou seja, capazes de proporcionarem produtividades mais elevadas. A degradação do solo tem sido uma preocupação constante da comunidade científica, por causa da redução na produtividade das culturas, do aumento no custo de produção e dos danos ao meio ambiente (FAGERIA; STONE, 2004).

Há três tipos de modelagens das funções de produtividade água-cultura, que é a transpiração-cultura, a evapotranspiração-cultura e água-cultura. As primeiras pesquisas sobre a relação água-planta apresentaram estimativas da produção de matéria seca em função da transpiração. Contudo, devido à maior facilidade de se medir a evapotranspiração em campo, foram desenvolvidas muitas aproximações com base nesta variável. A maior produtividade de grãos é obtida com o maior coeficiente de uniformidade de aplicação da água do sistema de irrigação por aspersão (90%), que resulta, geralmente, no menor valor de lâmina média coletada no ciclo, no caso da cultura do feijoeiro (MANTOVANI, 1986).

O feijão pode ser cultivado tanto em várzeas quanto em terras altas, desde que em locais com solos soltos, friáveis e não sujeitos a encharcamento. As várzeas e baixadas úmidas devem ser utilizadas nos períodos menos chuvosos, aproveitando-se a sua topografia e capacidade de armazenamento de água, pois solos encharcados não são suportados pelo feijoeiro, uma vez que prejudicam a germinação, limitam o desenvolvimento das raízes e favorecem a incidência de doenças (MANOS et al., 2013).

O feijoeiro, por ser uma espécie de ciclo curto, pode ser cultivado em diferentes épocas. Este fato proporciona o cultivo de mais de uma safra por ano, na mesma área, principalmente na agricultura irrigada. Nesse caso, o solo é intensivamente utilizado, o que consiste em maior risco de degradação, quando comparado com o cultivo de sequeiro (cultivo sem utilização de irrigação – época chuvosa) de outras culturas com apenas um cultivo anual. Portanto, deve-se ter muita atenção quanto ao preparo do solo para o cultivo do feijão, que pode ser semeado após o preparo convencional ou no sistema de plantio direto (FAGERIA et al., 2008).

No sistema convencional de semeadura, a aração e a gradagem devem ser realizadas seguindo as práticas de manejo e conservação do solo. Estas devem ser realizadas de acordo com as condições de topografia do terreno e as propriedades físicas do solo. Em áreas irrigadas o uso mais intenso do solo pode resultar em maior degradação. Portanto, o plantio direto, devido a seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos,

químicos e biológicos do solo, tem sido muito utilizado no cultivo do feijão. Nesse sistema de plantio, a semente e o adubo são colocados em um solo não trabalhado por meio de implementos agrícolas com a substituição do controle mecânico e manual de plantas daninhas pelo controle químico. Portanto, o revolvimento do solo ocorre apenas no sulco de semeadura (MANOS et al., 2013).

Os meios mais sustentáveis de produção devem ser levados em consideração, além da mitigação de perdas em todo o processo, e da otimização da eficiência de produção agrônômica, desta forma, meios de cultivo inovadores e tecnológicos devem ser empregados, para a manutenção do homem no campo, e para a sustentabilidade dos recursos (ANDRADE; JANEGITZ, 2017).

O cultivo mínimo de feijão reflete um sistema intermediário, em que se realiza uma gradagem superficial ou escarificação de modo a promover pouca movimentação de solo visando conter o primeiro fluxo de plantas daninhas e a descompactação superficial e posteriormente, próximo à semeadura, faz-se a dessecação das plantas daninhas, como no sistema de semeadura direta. Pode ser um primeiro passo do agricultor na adoção da semeadura direta. Nesse sistema não ocorre a formação de camada espessa de cobertura morta nem torrões, o que facilita a operação de semeadura (MANOS et al., 2013).

O feijoeiro é uma planta considerada exigente em fertilidade e qualidade do solo, devido ao ciclo curto e ao sistema radicular superficial e pouco desenvolvido. Por isso, é importante que os nutrientes estejam prontamente disponíveis para as plantas de acordo com a demanda durante o ciclo. Dentre os fatores nutricionais que estimulam o crescimento inicial do sistema radicular destacam-se a correção da acidez do solo antes da semeadura para neutralizar o alumínio tóxico, fornecer cálcio, magnésio e aumentar o pH para a faixa que permita maior disponibilidade de nutrientes, que é de 5,8 a 6,2; e aplicação de cálcio, nitrogênio, fósforo e boro na semeadura, evitando-se a aplicação de fertilizante salino, como o cloreto de potássio, próximo à semente (OLIVEIRA, 2018).

Da germinação até a abertura das folhas primárias a exigência nutricional é mínima e suprida pela reserva contida na semente. A partir do estágio fenológico V3 (abertura da primeira folha trifoliada e aparecimento da segunda folha trifoliada) a planta passa a depender diretamente dos nutrientes do solo. O início da formação dos nódulos para a fixação biológica do nitrogênio-FBN ocorre a partir do estágio V4 (abertura da terceira folha trifoliada e formação de ramos nas gemas dos nós inferiores). Com o crescimento da planta a absorção de nutrientes é acelerada e todos os nutrientes devem estar prontamente disponíveis para serem absorvidos, principalmente nitrogênio, que é

essencial para o acúmulo de matéria seca e o aumento da área foliar. Assim, é importante oferecer condições para o bom desenvolvimento das raízes. O início da atividade de FBN ocorre nas fases reprodutivas R5-R6 (aparecimento do primeiro botão floral e do primeiro ráculo), que são estádios de rápido acúmulo de nutrientes pela planta, as quais devem estar equilibradas para assegurar o pegamento de flores. O boro é um micronutriente especialmente importante para o pegamento de flores e vagens. O declínio da atividade de FBN ocorre no estágio R7, no qual ocorre o máximo acúmulo de nutrientes. Nessa fase, a atividade das raízes é reduzida porque a translocação dos carboidratos se dá preferencialmente para a formação das vagens. Por isso, caso não tenha havido acúmulo suficiente de nutrientes, a cultura poderá responder às aplicações foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e boro. Nessas condições, a aplicação de nitrogênio e potássio nos estádios R7 e R8 pode contribuir para o enchimento de vagens. Esse estágio R7-R8 reflete a senescência dos nódulos e término da atividade de FBN (MAGALHÃES et al., 2017).

A quantidade média exportada para a parte aérea da planta para produzir 1000 kg de grãos de feijão é de 41,0 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 28,3 kg ha⁻¹ de potássio e 4,5 kg ha⁻¹ de fósforo para uma produtividade de grãos entre 300 a 5400 kg ha⁻¹. Já a quantidade exportada em 1000 kg de grãos média é de 36,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 11,2 kg ha⁻¹ de potássio e 4,0 kg ha⁻¹ de fósforo (MAGALHÃES; MILLAR; CHOUDHURY, 1979).

A produtividade de grãos do feijoeiro situa-se em torno de 3.000 kg por hectare, quando o pH do solo de Cerrado está ao redor de 6,5 e os outros fatores de produção não são limitantes. A produtividade do feijoeiro aumenta significativamente com o aumento da saturação por base, atingindo a produtividade máxima com 67%. 3. A magnitude dos parâmetros da planta no aumento da produtividade de grãos segue a ordem: massa da matéria seca da parte aérea > número de vagens por área > número de grãos por vagem > massa de 100 grãos. Os valores dos índices de acidez do solo, como pH e saturação por bases, estabelecidos para produção máxima de feijão foram referência para calagem, visando à produção sustentável de feijão no Sistema de Plantio Direto (FAGERIA et al., 2018).

O fósforo é o nutriente que mais limitante a produção das culturas no Brasil em função da adsorção ou fixação do nutriente aos sesquióxidos de ferro e alumínio, e a formação de precipitados com alumínio, ferro e cálcio (CARMO et al., 2014). Pela alta quantidade de matéria orgânica e mineral, as perdas dos nutrientes como nitrogênio, potássio, fósforo ou ureia são reduzidas. Com o maior aproveitamento do adubo no solo, o organomineral faz com que o produtor possa usar de 35% a 40% menos das fontes de

nutrientes, o que representa uma redução significativa dos gastos para a produção, pois há ciclagem de nutrientes, incentivo à proliferação de microrganismos, e reestruturação do solo (ANDRADE; JANEGITZ, 2017).

Recomenda-se que sejam colocados de 10 a 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio na semeadura e o restante aplicado em cobertura, em V4, 30 dias após a semeadura em quantidades relacionadas com o teor de matéria orgânica do solo, três a quatro semanas após a emergência das plantas. O ciclo relativamente curto, associado à alta atividade do nitrato redutase, nos períodos críticos de absorção de nitrogênio pela maioria das cultivares de feijão, representam fatores limitantes para uma maior contribuição da simbiose da planta com microrganismos que auxiliam na fixação biológica do nitrogênio, no atendimento das necessidades deste elemento do feijoeiro (GUIMARÃES et al., 2017).

O nitrogênio é o nutriente mineral absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, e a quantidade de fertilizantes nitrogenados depende da época de plantio, da quantidade e do tipo de resíduo deixado na superfície do solo pela cultura anterior e da expectativa de produtividade de grãos, variando de 60 a 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio. O fósforo, juntamente com o nitrogênio, é um dos nutrientes essenciais mais limitantes ao crescimento do feijoeiro nos solos brasileiros, e a indicação das quantidades a serem aplicadas é baseada nos resultados da análise de solo. Na região do Cerrado, a quantidade de fertilizantes fosfatados indicada para adubação corretiva depende do teor de argila e do teor inicial de fósforo no solo, variando de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (solos arenosos com teor de fósforo menor que 6 mg dm⁻³ - extrator Mehlich⁻¹) a 280 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (solos muito argilosos com teor de fósforo menor que 2 mg dm⁻³). Para o potássio, a quantidade de fertilizante potássico indicada para a adubação de manutenção do feijoeiro varia de 30 a 90 kg ha⁻¹ de K₂O. Em qualquer tipo de solo, não é recomendado aplicar quantidade de N+K₂O no sulco de semeadura superior a 90 kg ha⁻¹, pois pode ocorrer dificuldade de germinação das plantas devido à salinidade desses fertilizantes (CARVALHO, s.d.).

2.1 Fertilizantes Organominerais

Fertilizantes organominerais são produzidos a partir da mistura de fertilizantes minerais e orgânicos, apresentando algumas vantagens, tais como é matéria-prima de resíduos de outros sistemas de produção, o que conseqüentemente diminui o impacto ambiental; exige menores instalações e investimentos, quando comparada à produção de fertilizantes minerais, sendo uma alternativa viável para pequenos e médios produtores (OLIVEIRA et al., 2016).

A comercialização de organominerais cresceu a uma taxa média de 10% na última década, com estimativa de comercialização de 3,4 milhões de toneladas de fertilizantes organominerais obtidos a partir de matérias-primas como turfas, esterco, farinha de ossos, tortas diversas, resíduos da indústria sucroalcooleira e resíduos agroindustriais (ROCHA et al., 2015).

Os fertilizantes organominerais, em geral, resultam da compostagem de fosfato, pouco solúvel, com resíduos orgânicos diversos, como bagaço de cana, torta de filtro, e da adição de organismos selecionados para solubilizar o fósforo de baixa reatividade. Esses fertilizantes, dependendo de sua reatividade, podem resultar em maior eficiência de uso de fósforo pelas plantas, pelo fato de os ânions de ácidos orgânicos e de outros ligantes orgânicos bloquearem os sítios de adsorção de fósforo e, ou, complexarem o ferro e alumínio do solo (CARMO et al., 2014).

A utilização de produtos organominerais com aplicação em fertirrigação e ou via solo já é utilizada há algum tempo em diversas olerícolas, e mais recentemente tem-se utilizado produtos principalmente como fonte de nitrogênio, potássio e micronutrientes aliados a componentes orgânicos (OLIVEIRA et al., 2016).

Oliveira et al. (2016) avaliaram o efeito do fertilizante organomineral no desempenho agrônômico e produtividade do feijão aplicado na modalidade sulco de plantio, nas doses $0,25 \text{ L ha}^{-1}$, $0,50 \text{ L ha}^{-1}$, $0,75 \text{ L ha}^{-1}$, $1,00 \text{ L ha}^{-1}$ e $1,50 \text{ L ha}^{-1}$ do organomineral Pilatus®, cujas características foram: Carbono Orgânico Total: 30,10%; ácido fúlvico 3,01%; Aminoácidos totais 1,97%; Inositol 0,42% e Zinco 4,92%. A maior manutenção na população final de plantas ocorreu na maior dose com 6,3% em relação à testemunha. A produção máxima com aplicação do fertilizante organomineral foi alcançada com a dose $0,98 \text{ L ha}^{-1}$, na cultivar IPR Tangará, do grupo carioca, com hábito de crescimento determinado.

Andrade; Janegitz (2017) observaram que a adubação orgânica, sem a presença de fertilizante inorgânico, aumentou a produtividade do feijão, sendo uma alternativa viável para solos com baixa capacidade de troca catiônica. O experimento foi conduzido em solo de textura arenosa, com uso de adubo mineral (4-30-10, 300 Kg ha^{-1}), orgânico (esterco de galinha curtido, 590 Kg ha^{-1}), e organomineral (3-15-05, 400 Kg ha^{-1}).

Pereira et al. (2015) avaliaram doses de fertilizante orgânico à base de resíduos de frigorífico nas doses de $1,0 \text{ t ha}^{-1}$; $1,5 \text{ t ha}^{-1}$; $2,0 \text{ t ha}^{-1}$; e $2,5 \text{ t ha}^{-1}$, e concluíram que a dose $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de fertilizante orgânico propiciou a maior produtividade do feijoeiro em 2012, porém, a cultura não expressou sua capacidade máxima de produção.

Ferreira et al. (2017) avaliaram o efeito da adubação organomineral como fonte de fósforo no crescimento inicial do feijoeiro em vasos, com seis doses de fósforo: 0, 25, 50, 150 e 200 mg dm³ de P, na forma de fertilizante organomineral e um tratamento adicional, em que foi aplicado 100mg dm³ de P, como superfosfato triplo. A adubação organomineral aumentou os teores de P no solo e o crescimento inicial do feijoeiro, resultando em eficiência semelhante à adubação mineral como fonte de P e no crescimento inicial do feijoeiro.

Drabach et al. (2016) avaliaram o rendimento de feijão e a eficiência agrônômica de diferentes fontes de fertilizantes, como Organomineral 100 (100% da dose exigida pelo feijoeiro para rendimento de 2,5 Mg ha⁻¹); Cama aviária 60 (quantidade, de cama de aves, que compõe o tratamento 1); Mineral 40 (quantidade de fertilizante mineral contida no tratamento 1); Cama aviária 100 (100% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de cama aviária); Mineral 100 (100% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de monoamônio fosfato - MAP); Mineral 150 (150% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de MAP); Organomineral 150 (150% dos nutrientes exigidos pela cultura na forma de adubo organomineral); e Testemunha, na cultivar Uirapuru, semeada em dezembro de 2015, em espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. Concluíram que o rendimento não variou entre as fontes testadas, apenas diferindo estatisticamente para a condição sem adubação. Assim, recomendam os diferentes fertilizantes no cultivo do feijoeiro sem prejuízo ao rendimento da cultura. A estreita variação entre os tratamentos poderia estar relacionada à influência das condições naturais do solo, e a rusticidade do feijoeiro. E ainda, devido o feijoeiro ser a primeira cultura testada na área e essa apresentar teor médio de matéria orgânica e teores médio e alto de P e K, respectivamente.

Melém Júnior et al. (2011) avaliaram teores foliares de macronutrientes e a produtividade das cultivares de feijão IPR Colibri e IPR Eldorado, e concluíram que a adubação organomineral promoveu os maiores resultados na comparação com fontes minerais, com queima e sem queima de resíduos orgânicos.

Em contrapartida, Rocha et al. (2015) averiguaram o efeito residual de fertilizante organomineral, produzido a partir de resíduos de suínos, sobre o desempenho agrônômico do feijão-caupi (var. Mauá). Em uma primeira fase, foi realizado o plantio do milho (*Zea mays* L.), com seis tratamentos: Fosfato Natural; Superfosfato simples; Organomineral com 50% da dose recomendada para a cultura; Organomineral com 100% da dose; Organomineral com 150% da dose; e Testemunha (sem adubação fosfatada). O plantio do feijão-caupi foi realizado em sucessão ao milho para avaliar o efeito residual dos

fertilizantes fosfatados. Não houve efeito residual da adubação fosfatada, independente da fonte de fósforo, possivelmente devido à temperatura superior a 36 °C no período de florescimento, o que pode ter ocasionado abortamento de flores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área do Centro Universitário do Triângulo-UNITRI, localizada no município de Uberlândia-MG, situada nas coordenadas 18°57'21.4" S e 48°16'19.0"W, com altitude de 863 m e uma precipitação pluviométrica média anual de 1500 mm. O clima desta região se define pela presença de duas estações bem definidas, uma fria e seca, abrangendo os meses de abril a setembro, e uma estação quente e chuvosa, que se estende de outubro a março, de acordo com a classificação de Köppen; Geiger (1928), tropical semi-úmido (Aw).

A análise química do solo resultou em: pH em água 5,3; fósforo: 0,7 mg dm⁻³ (método Mehlich 1); potássio: 0,05 cmol_c dm⁻³; cálcio: 1,0 cmol_c dm⁻³; magnésio: 0,5 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7: 4,35 cmol_c dm⁻³; CTC efetiva: 1,65 cmol_c dm⁻³; soma de bases: 1,55 cmol_c dm⁻³; saturação por bases: 36 %; saturação por alumínio: 6 %; matéria orgânica: 1,5 dag Kg⁻¹; carbono orgânico: 0,9 dag Kg⁻¹; acidez por Al³⁺: 0,1 cmol_c dm⁻³; e acidez H + Al: 2,8 cmol_c dm⁻³.

Não foi realizada correção do solo com calcário, e os resultados foram obtidos sob condição de estresse. As plantas invasoras foram retiradas duas semanas antes da semeadura com uso de enxada.

Foi escolhida a cultivar Carioca, do grupo Carioca, tipo indeterminado, com ciclo de 90 dias e germinação inicial de 90%. O semeio foi realizado em 29 de Outubro de 2018. Foram semeadas 10 sementes por metro linear, totalizando-se 30 sementes por linha, ou 180 sementes por parcela total.

Logo após o semeio e a adubação de semeadura, foi realizada a irrigação da área total do experimento, porém, não houveram irrigações programadas posteriormente na área. A temperatura média foi de 25°C, com mínima de 20°C e máxima de 29° C, e precipitação média diária de 200 mm, durante o período de condução (CLIMATEMPO, 2018).

O delineamento experimental foi DBC, delineamento em blocos casualizados, com 6 tratamentos e 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 3 metros,

espaçadas por 0,5 metros, e largura de parcela de 5 metros, com parcela individual total de 15 m², e parcela útil constituída pelas 2 linhas centrais.

A fonte de fertilizante mineral (FM) foi o fosfato monoamônico (MAP) e a fonte de fertilizante organomineral (FOM) utilizado foi o formulado 04 – 20 – 05 a base de torta de filtro. Os tratamentos foram:

- T1 – testemunha (sem adubação);
- T2 – FM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T3 – FOM 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T4 – FOM 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T5 – FOM 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T6 – FM 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os fertilizantes foram utilizados somente em semeadura. Ureia e cloreto de potássio foram as fontes minerais para fornecimento de nitrogênio e potássio, respectivamente.

Aos 15 DAS foi realizada a avaliação da emergência de plântulas; e aos 30 DAS, no dia 30 Novembro de 2018, foram mensuradas as seguintes variáveis de 10 plantas da parcela útil:

- a) diâmetro de caule, com um paquímetro, em milímetros (mm);
- b) altura de planta, com uma trena, em centímetros (cm), entre o colo da planta e o ápice do ramo principal;
- c) média da massa fresca e seca da parte aérea. As plantas foram colocadas em sacos de papel, deixados em estufa de circulação forçada a ± 65 °C, por 72h, até atingir peso constante, para se proceder à avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA). As mensurações foram realizadas com auxílio de uma balança digital em gramas (g).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão para as doses de organomineral, e Dunnet para comparação entre as fontes de fertilizante mineral e organomineral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de média de porcentagem de plântulas emergidas do feijão, aos 15 DAS, e da classificação do vigor de plântulas normais, aos 30 DAS, estão apresentados na Tabela 1. Não houve diferença significativa para as variáveis plântulas emergidas e classificação do vigor de plântulas entre as fontes minerais e organominerais, nas doses indicadas.

Tabela 1 – Média da porcentagem de plântulas emergidas de feijão aos 15 DAS e da classificação do vigor de plântulas normais aos 30 DAS, no estágio V4/R5, Uberlândia, MG, 2018.

Tratamentos	Plântulas emergidas (%) aos 15 DAS ^{NS}	Classificação do vigor de plântulas normais (%) aos 30 DAS ^{NS}
Testemunha 0 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	94	65
FM 90 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	87	80
FOM 150 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	90	85
FOM 180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	97	100
FOM 360 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	90	93
FM 180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	84	78
CV (%)	22,7	19,4
DMS	3,4	37,1

* NS: não significativo pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

* CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

As chuvas que ocorreram durante o período de condução do experimento promoveram no solo selamento e erosões, que podem ter ocasionado problemas na emergência e vigor das sementes. Apesar de não ter ocorrido diferenças significativas, as parcelas adubadas com fertilizante mineral obtiveram as menores porcentagens de plântulas emergidas. O efeito salino da adubação mineral pode ter promovido falhas no estande. Sementes e plântulas sofrem influência negativa ao estresse salino, tendo em vista que há redução do potencial germinativo das sementes e inibição do desenvolvimento das plântulas. O efeito negativo do estresse salino sob a germinação de sementes decorre do fato da salinidade reduzir o potencial hídrico do substrato e aumentar o gradiente osmótico entre ele e as sementes, o que dificulta o mecanismo de embebição e conduz ao decréscimo do processo germinativo (LOPES; MACEDO, 2008).

A classificação do vigor de plântula constitui-se como uma metodologia bastante utilizada para determinar o vigor de sementes de grandes culturas, como o feijão (NETO et al. 2006), avaliando-se nesta determinação as plântulas normais fortes, normais fracas e anormais. Esta avaliação parte do princípio que sementes que propiciam maior percentual de emergência, em condições de campo, ou seja, não controladas, são mais vigorosas. Apesar de não ter sido observada diferença significativa na classificação do vigor de plântulas normais, a testemunha, seguida pelos tratamentos minerais, proporcionaram porcentagem maior de número de plântulas normais fracas que os tratamentos com fertilizantes organominerais.

Conforme Zucareli et al. (2011), o fósforo é o nutriente que mais limita a produtividade do feijoeiro em solos brasileiros, podendo influenciar na qualidade fisiológica de sementes. Houve avaliação da cultivar Carioca Precoce cultivado no período das águas em resposta à adubação fosfatada, nas doses de 0; 30; 60; 90; 120 e 150 kg de P_2O_5 ha⁻¹ aplicados no sulco da semeadura na forma de superfosfato triplo, e concluíram que a produtividade de sementes do feijão Carioca Precoce, cultivado no período das águas, aumentou linearmente em função do suprimento de fósforo, apesar da qualidade fisiológica das sementes não terem sido alteradas pelo incremento das doses de fósforo.

Segundo Silva; Vahl; Peske (2003), o fósforo afeta o vigor das sementes. Zucareli (2003), observou diferenças na qualidade fisiológica em sementes de feijão Carioca Precoce provenientes de solo onde foram aplicados 0; 90 e 150 kg ha⁻¹ de P_2O_5 quando obtidos com a classificação das sementes por tamanho, com melhor qualidade fisiológica somente para as sementes maiores, possivelmente, com maior massa seca.

Segundo Marcos Filho (1999), vigor compreende as propriedades das sementes que determinam o seu potencial para a emergência rápida e uniforme e desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente, sendo o resultado da ação conjunta de todos os atributos da semente, que permitem a obtenção de estande, sob condições favoráveis de campo. Assim, o potencial fisiológico das sementes pode afetar indiretamente a produção da cultura, ao afetar a emergência das plântulas e o estabelecimento do estande, ou diretamente, mediante sua influência no vigor da planta (ISTA, 1981). Conforme o resultado de emergência, o vigor exerce profunda influência sobre a produção de várias culturas, mas esses efeitos se manifestam principalmente devido a possíveis diferenças na porcentagem de emergência das plântulas.

A baixa disponibilidade de fósforo nos andrasolos limita o desenvolvimento dos vegetais e, por sua vez, pode reduzir o tamanho, o número, a viabilidade e o vigor das sementes, afetando o desempenho no campo, influenciando o estabelecimento e o desenvolvimento da planta, a uniformidade da lavoura e a sua produtividade. Limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo que aumentado o suprimento deste nutriente a níveis adequados. As plantas adubadas de forma adequada e equilibrada são mais resistentes às adversidades e apresentam condições de produzir maior quantidade de sementes, aliada à melhor qualidade. O fósforo é o elemento exigido em quantidade cerca de 10 vezes menor que a do nitrogênio, e está envolvido na formação da semente e do fruto. Esse nutriente é componente da fitina, principal forma de armazenamento de fósforo na semente (ZUCARELI et al., 2011).

Os dados de média do Diâmetro (mm), Altura (cm), Massa fresca (g) e Massa seca (g) de plantas de feijão, aos 30 DAS, no estágio V4/R5, estão apresentados na Tabela 2, apresentando diferença significativa para todas variáveis. Todos os tratamentos com aplicação de organomineral e mineral diferiram da testemunha, para todas as variáveis analisadas.

Tabela 2 - Média do Diâmetro (mm), Altura (cm), Massa fresca (g) e Massa seca (g) de plantas de feijão, aos 30 DAS, no estágio V4/R5, Uberlândia, MG, 2018.

Tratamentos	Média de Diâmetro (mm)	Média de Altura (cm)	Média de Massa fresca (g)	Média de Massa Seca (g)
Testemunha 0 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	3,21 c+	20,36 d+	4,72 c+	0,87 d+
FM 90 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	4,16 b-	25,50 c	10,19 b	1,73 c
FOM 150 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	4,89 a+	28,80 ab-	14,51 a+	2,45 ab+
FOM 180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	4,10 b	24,84 c	9,11 b	1,80 c
FOM 360 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	5,16 a+	31,23 a+	16,00 a+	3,01 a+
FM 180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅	4,29 b	26,48 bc	9,55 b	1,86 bc
MÉDIA	4,30 *	26,20 *	10,68 *	1,95 *
CV (%)	19,03	17,38	55,40	49,67
DMS	0,53	2,93	3,80	0,62

* letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

* CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

- Em comparação com o T2 (adicional 1), diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet

+ Em comparação com o T6 (adicional 2), diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet

Para o diâmetro, a aplicação de fertilizante organomineral nas doses 360 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ promoveram os maiores diâmetros para o feijoeiro, sendo 5,16 e 4,89 mm, respectivamente. A altura das plantas de feijoeiro no estágio V4/V5 também foram incrementadas com a dose de 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅, seguida de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo 31,23 cm e 28,80 cm, respectivamente. Da mesma forma, a massa fresca e a massa seca foram incrementadas com as mesmas doses de P₂O₅ (Tabela 2).

FOM nas doses 360 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ diferiram pelo teste de Dunnet das doses de FM para as variáveis diâmetro, massa fresca e massa seca do feijoeiro. Para a altura, doses de 360 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ diferiram com a FM na dose 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A dose de 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅ diferiu com a FM na dose de 180 kg ha⁻¹. Assim, fertilizante mineral (MAP) pode ser substituído pela fonte organomineral a base de torta de filtro, na dose de 360 kg ha⁻¹ em feijoeiro, em prol de incremento de caracteres vegetativos, tais como diâmetro, altura, massa fresca e massa seca, nos estádios iniciais.

A torta de filtro, resíduo da indústria de etanol, possui a vantagem de disponibilizar matéria orgânica para o solo, beneficiando a disposição de nutrientes e liberação lenta dos mesmos, indicando uma adsorção reduzida de fósforo, dentre outros benefícios. O fósforo promove o crescimento da planta (DANTAS et al., 2006). Desta forma, como a fonte de fertilizante organomineral promoveu maior disponibilidade de fósforo para as plantas de feijão, os maiores diâmetros e altura de planta podem ter sido observados com as doses de 360 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente.

Nunes et al (2011), em seus estudos, demonstram que a torta de filtro promove aumento de massa seca da planta. O que foi evidenciado neste experimento com o uso de fertilizante organomineral.

As regressões estão apresentadas na Figura 1. Para o diâmetro e altura de planta, modelo ajustado foi o polinomial de ordem 4, sendo que na medida que a dose de fósforo aumentou, houve incremento em altura, diâmetro e massa fresca e seca. Observa-se um pequeno decréscimo de diâmetro e altura na dose de 180 kg ha⁻¹ de de P₂O₅. A melhor dose foi a de 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅, seguida pela de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ do fertilizante organomineral 04-20-05. Para massa fresca e massa seca (Figura 1), o mesmo comportamento foi observado.

A

B

C

D

Figura 1 – Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo no sulco de plantio de plantas de feijoeiro, para as variáveis A: diâmetro (mm); B: altura (mm), C: massa fresca (g); e D: massa seca (g).

Segundo Guimarães et al. (2017), a aplicação de nitrogênio e fósforo nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta, principalmente até V2, com as folhas primárias completamente abertas, proporcionam maiores valores de altura e diâmetro de plantas, bem como massa fresca e seca, independente da dose aplicada.

No experimento de Nakayama; Pinheiro; Zerbini (2013), o organomineral 04-14-08, na dose de 150 kg ha⁻¹ em semeadura apresentou maiores valores em altura de plantas e diâmetro de caule, interferindo positivamente no crescimento do feijoeiro.

Ferreira et al. (2013) avaliaram o efeito da adubação organomineral como fonte de fósforo no crescimento inicial do feijoeiro, nas doses 0, 25, 50, 150 e 200 mg dm⁻³, em vasos. A adubação organomineral incrementou diâmetro, altura, massa fresca e seca do feijoeiro, promovendo maior crescimento inicial do feijoeiro.

Em contrapartida, Andrade; Janegitz (2017), comparando adubo organomineral e orgânico, verificaram menor produção de massa fresca e seca quando aplicado o organomineral, e estimaram este resultado pela melhor eficiência de mineralização do fertilizante orgânico no solo, disponibilizando mais efetivamente os nutrientes para o feijoeiro.

Desta maneira, fertilizantes organominerais são uma alternativa viável e promissora para a cultura do feijoeiro, objetivando-se sustentabilidade e eficiência agrônômica no intuito de fornecer fósforo às plantas no estágio inicial, à medida que necessitam de nitrogênio e fósforo para incremento de raiz e crescimento, em prol de maior produtividade e desenvolvimento. Além dos fertilizantes organominerais utilizarem matéria-prima de resíduos de outros sistemas de produção, reduzindo impactos ambientais, tem possibilidade de reduzir custos de produção, quando comparados aos fertilizantes minerais, sendo uma alternativa viável para pequenos e médios produtores (OLIVEIRA et al., 2016).

5 CONCLUSÃO

A adubação com fertilizante organomineral aplicado em semeadura incrementou o crescimento inicial do feijoeiro, para as variáveis diâmetro, altura, massa fresca e seca. Concluiu-se que a adubação com fertilizante organomineral a base de torta de filtro tem eficiência superior à adubação mineral como fonte de fósforo. A dose do fertilizante organomineral que resultou maior crescimento inicial do feijoeiro foi a de 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R. P.; JANEGITZ, M. C. Influência da adubação organomineral no desenvolvimento do feijão em solo de textura arenosa. **Colloquium Agrariae**, vol. 13, n. Especial, 2017, p. 93-99. <https://doi.org/10.5747/ca.2017.v13.nesp.000178>
- 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.
- CARVALHO, M. C. S. **Adubação em feijão**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_81_1311200215104.html>. Acesso em 04 dez. 2018.
- CLIMATEMPO. **Climatologia Uberlândia-MG**. 2018. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/203/uberlandia-mg>>. Acesso em 04 dez. 2018.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Lavras, 1989. p.120.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 9, Safra 2017/18 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-178, junho 2018.
- DANTAS NETO, J; FIGUEREDO, CARLOS; FARIAS, H; HAMILTON, M. AZEVEDO, C. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.283–288, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000200006>
- DEUBER, R.; CAMARGO, P. N.; FORSTER, R. Influência do EPTC no desenvolvimento e absorção de macronutrientes pela cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L. VAR. CARIOCA). **PLANTA DANINHA**, n. 2, v. I, p. 73-84, 1979. <https://doi.org/10.1590/S0100-83581979000200002>

DRABACH, L. P.; BONA, F. D.; MUMBACH, G. L.; DALL'ORSOLETTA, D. J.; VAGAES, T. C.; IOCHIMS, D. A.; GATIBONI, L. C. Eficiência agrônômica de diferentes fontes de fertilizantes na cultura do feijoeiro. In: **Seminário de Iniciação Científica, Universidade do Estado de Santa Catarina, 26º SIC UDESC, 2016.**

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.73-78, jan. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000100011>

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; STONE, L. F. **Índices adequados de pH e de saturação por bases na produtividade do feijoeiro em solo de cerrado no sistema plantio direto.** Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 16 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Arroz e Feijão, 30).

FERREIRA, A. C. B. Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 61-72, 2004.

FERREIRA, M. P.; SANTOS, A. R.; MANTOVANI, J. R.; MESQUITA, A. C.; TERRA, A. B. C. Resposta do feijoeiro à adubação organomineral. In: **2º Simpósio de Águas Termais Naturais de Poços de Caldas e 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente**, 26 a 29 Setembro de 2017.

GUIMARÃES, R. A. M.; BRAZ, A. J. B. P.; SIMON, G. A.; FERREIRA, C. J. B.; BRAZ, G. B. P.; SILVEIRA, P. M. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Gl. Sci Technol**, v. 10, n. 01, p.136 – 148, 2017.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **Handbook of vigour test methods.** Zurich, Switzerland, 1981, 72p.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de sob influência do teor de substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300011>

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm

MAGALHÃES. A. A. de; MILLAR, A. A.; CHOUDHURY, E. N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. **Turrialba**, v. 29, n. 4, p. 269-273, 1979.

MANOS, M. G. L.; OLIVEIRA, M. G. C.; MARTINS, C. R. **Informações Técnicas para o Cultivo do Feijoeiro Comum na Região Nordeste Brasileira 2013-2014 -** Reunião de Comissão Técnica Norte/Nordeste Brasileira de Feijão – CNTNBF. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 199 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros,; 181).

MANTOVANI, E. C. **Determinação do coeficiente de cultura para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado em duas épocas de plantio.** 73 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1986.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MELÉM JÚNIOR, N. J.; BRITO, O. R.; FONSECA JÚNIOR, N. S.; FONSECA, I. C. B.; AGUIAR, S. X. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 7-18, jan./mar. 2011. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p7>

NAKAYAMA, F. T.; PINHEIRO, G. A. S.; ZERBINI, E. F. Eficiência do fertilizante organomineral na produtividade do feijoeiro em sistema de semeadura direta. In: **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 7, 2013, p. 122-138. <https://doi.org/10.17271/19800827972013551>

NETO, N. B. M.; CUSTÓDIO, C. C.; COSTA, P. R.; DONÁ, F. L. Deficiência hídrica induzida por agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p.142-148, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000100020>

NUNES, R. S.; SOUSA, D. M. G.; GOEDERT, W. J.; VIVALDI, L. J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 877-888, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000300022>

POSSE, S. C. P. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011**. Vitória, ES: Incaper, 2010. 245 p. (Incaper. Documentos, 191)

OLIVEIRA, M. G. C. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF : Embrapa, 2018.

OLIVEIRA, E. C.; SOUZA, J. R. P.; SEIFERT, A. L.; ALMEIDA, L. H. C.; DIAS, F. M. V. Fertilizante organomineral no desempenho agrônomo e produtividade do feijão aplicado no sulco de plantio. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC'2016, Rafain Palace Hotel & Convention Center- Foz do Iguaçu -PR 29 de agosto a 1 de setembro de 2016**.

PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B.; OLIVEIRA, A. E. Z.; KOMURO, L. K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 29-38, jan./mar. 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4528018>

ROCHA, A. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, B. F.; CAMPOS, D. V. B. POLIDORO, J. C.; ARAÚJO, E. S. Efeito residual de fertilizante organomineral obtido a partir de resíduos de suínos sobre o desempenho agrônomo do feijão caupi. In: **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Solo e suas múltiplas funções, 02 a 07 de Agosto de 2015, Natal/RN**.

SILVA, R. J. S.; VAHL, L. C.; PESKE, S. T. Rendimento de grãos no feijoeiro em função dos teores de fósforo nas sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 247-250, 2003.

ZUCARELI, C. Adubação fosfatada e tamanho na qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Carioca Precoce. **Informativo ABRATES**, v. 13, n. 03, p. 271, 2003

ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.
<https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100005>

CAPÍTULO 2: Milho

RESUMO

Ao longo dos anos, a cultura de milho tem alcançado números muito expressivos em produtividade, de acordo com pesquisas e uso de tecnologias para aperfeiçoamento do cultivo, o que permite influência nas técnicas empregadas visando lucro e redução de custos. O experimento foi realizado em área da MRPesquisa, com o híbrido de milho 2A401 PW, de porte baixo, superprecoce. A emergência de plântulas foi avaliada dia 25 de maio, apresentando índices entre 81 a 88%. O delineamento experimental foi DBC, delineamento em blocos casualizados, com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: T1 – testemunha 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T2 – FM recomendada 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T3 – FOM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T4 – FOM 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T5 – FOM 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T6 – FM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + FOM cobertura. O fertilizante organomineral utilizado foi o formulado 06-16-12 + 3 S em semeadura, e o 14-00-14 em cobertura, parcelado em V2 e V4 (T3, T4 e T5). O T6 recebeu na semeadura fontes do fertilizante mineral, e em cobertura, fontes do fertilizante organomineral. As fontes para o fertilizante mineral foram MAP, ureia e cloreto de potássio. A primeira adubação de cobertura foi realizada dia 11 de junho de 2018 (V2) e a segunda dia 25 de junho de 2018 (V4). Aos 30 DAS e 60 DAS foram mensuradas as seguintes variáveis de 20 plantas da parcela útil: a) Clorofila a e b, com auxílio de um SPAD; b) Diâmetro de caule, com um paquímetro, em milímetros (mm); c) Altura de planta, com uma trena, em centímetros (cm), entre o colo da planta e o ápice do ramo principal, as análises foram realizadas com os dados originais. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão para as doses de organomineral. A adubação com fontes de fertilizante organomineral incrementou o crescimento inicial do milho em estágio inicial para as variáveis diâmetro de colmo, altura de planta, e clorofila B. Concluiu-se que a adubação com organomineral tem eficiência superior à adubação mineral como fonte de fósforo e no crescimento inicial de plantas de milho. A dose do fertilizante organomineral que resultou em maior crescimento no estágio inicial de milho foi a de 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Palavras-chave: fósforo, crescimento, nutrição.

ABSTRACT

Over the years, corn crop has achieved very expressive numbers in productivity, according to research and use of technologies to improve cultivation, which allows influence on the techniques used for profit and cost reduction. The experiment was carried out in MRPesquisa area, with the maize hybrid 2A401 PW, low sized, superprecated. Seedling emergence was evaluated on May 25, with indexes between 81 and 88%. The experimental design was DBC, delineating in randomized blocks with 6 treatments and 4 replications. The treatments were: T1 - control 0 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T2 - FM recommended 90 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T3 - FOM 90 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T4 - FOM 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T5 - FOM 135 kg ha⁻¹ of P₂O₅; T6 - FM 90 kg ha⁻¹ of P₂O₅ + FOM coverage. The organomineral fertilizer used was the formulated 06-16-12 + 3 S in sowing, and the 14-00-14 in cover, parceled in V2 and V4 (T3, T4 and T5). The T6 received in the sowing mineral fertilizer sources, and in cover, sources of organomineral fertilizer. The sources for the mineral fertilizer were MAP, urea and potassium chloride. The first cover fertilization was carried out on June 11, 2018 (V2) and the second day June 25, 2018 (V4). At 30 DAS and 60 DAS the following variables of 20 plants of the useful plot were measured: a) Chlorophyll a and b, with the aid of an SPAD; (b) stem diameter, with a caliper, in millimeters (mm); c) Plant height, with a scale, in centimeters (cm), between the neck of the plant and the apex of the main branch, the analyzes were performed with the original data. The results obtained were submitted to analysis of variance and regression for organomineral doses. The fertilization with sources of organomineral fertilizer increased the initial growth of corn at an initial stage for the variables diameter of stem, height of plant, and chlorophyll B. It was concluded that the fertilization with organomineral has superior efficiency than mineral fertilization as a source of phosphorus and in the initial growth of corn plants. The dose of organomineral fertilizer that resulted in higher growth in the initial corn stage was 135 kg ha⁻¹ of P₂O₅.

Key words: phosphorus, growth, nutrition.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é originário da América Central, sendo o *Teosinte* e *Tripsocum* spp. os seus parentais selvagens mais próximos (WERLE, 2011). Pertencente à família botânica Poaceae, há diversas formas de utilização, desde o uso na alimentação animal até nas indústrias de alta tecnologia, como a agroindústria do etanol e de alimentos processados (SILVA et al., 2006).

A área cultivada com milho no Brasil, na safra 2017/2018, foi de 16.608,1 mil hectares, nas safras verão e safrinha, com uma produtividade média de 5.336 kg ha⁻¹, que faz com que o Brasil seja o terceiro maior produtor mundial. O primeiro e segundo produtores mundiais são os EUA e a China, respectivamente. O Brasil é o segundo maior exportador do grão, configurando 21% do volume. Os EUA exportam cerca de 37%. Há estimativa de produção de 1.054.304 milhões para a safra 2018/2019 (CONAB, 2019).

Ao longo dos anos, o milho tem alcançado números muito expressivos em produtividade, de acordo com pesquisas e uso de tecnologias para aperfeiçoamento do cultivo, o que permite influência nas técnicas empregadas visando lucro e redução de custos (ALVES et al., 2009).

O número de fileiras de grãos por espiga já está definido em V5, mas em V12, com doze folhas completamente desenvolvidas, o número de grãos em potencial e o tamanho das espigas serão definidos em uma planta de milho, e, em torno de V17, uma semana antes do espigamento, o número final de grãos por fila está definido (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). A produtividade pode ser prejudicada por estresses nutricionais. Entre V5 até V15, o tamanho da espiga será atingido; duas semanas após a polinização, o número final de grãos por espiga; e no período de enchimento de grãos, que se finaliza na maturação fisiológica, o peso de grãos poderá ser reduzido. As desfolhas afetam radicalmente o rendimento (BERGAMASCHI; MATZANAUER, 2014).

Dentre os nutrientes presentes nos fertilizantes, o fósforo se constitui como um dos mais limitantes para a cultura do milho. Baixos teores disponíveis no solo aliados a altas taxas de sorção do fósforo, tem sido considerado as limitações mais severas para aumento da produtividade. Além disto, os fosfatos são recursos naturais não renováveis e escassos. Principalmente para a cultura do milho, um suprimento inadequado de fósforo nos estádios iniciais de desenvolvimento promove redução no número de espigas por unidade de área, prejudicando em demasia a produção (SANTOS et al., 2008).

Fertilizantes organominerais são produzidos a partir da mistura física de fontes orgânica e mineral, originando o organomineral farelado que, após a homogeneização, é peletizado extrusão, sendo alta pressão, umidade e temperatura em curto espaço de tempo para evitar segregação dos componentes (MORAES, 2017). Estes fertilizantes reduzem o processo natural de fixação do fósforo lábil, que se torna disponível às plantas por um tempo mais longo. Há diversas matérias primas, tais como lodo de esgoto, cama de aves, esterco animal, torta de mamona, torta de filtro oriundos do processamento de etanol e açúcar, adubos verdes, turfa, compostos orgânicos e resíduos do processamento de frutos, dentre outros. Algumas vantagens são a recuperação da flora microbiana, a redução da acidificação do solo e a liberação gradativa de nutrientes, que influenciam no melhor desenvolvimento do sistema radicular, menor fixação de fósforo aos colóides do solo e maior absorção de água (OLIVEIRA, 2014). O custo operacional poderá ser reduzido com o uso destes organominerais e pela ampla disponibilidade de resíduos que podem ser utilizados na mistura para formação deste fertilizante (SOUSA, 2014).

A torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo de decantação, proveniente do processo de clarificação do açúcar, e possui capacidade de melhorar a solubilidade destes compostos, disponibilizando mais rapidamente o fósforo para as plantas. Para cada tonelada de cana moída são produzidos em média de 40 kg de torta de filtro. É um composto orgânico rico em fósforo, cálcio, nitrogênio e potássio, com composições variáveis dependendo da variedade da cana e da sua maturação (SANTOS et al., 2008). Organominerais provenientes de torta de filtro podem substituir parte do adubo mineral. Conforme o experimento de Santos et al. (2008), a mistura 30% de torta de filtro e 70% mineral apresentou-se superior estatisticamente na cultura do milho.

Conforme o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais no desenvolvimento de plantas de milho nos estádios iniciais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea cultivada globalmente, que possui alta adaptação às diversas condições climáticas. O Brasil é o terceiro maior produtor do grão, sendo sua utilização ampla, tanto na indústria e produção de energia, como para alimentação humana e animal. Porém, seu máximo rendimento é dependente de exigências específicas quanto aos aspectos edafoclimáticas (SOUZA et al., 2013).

O milho é uma monocotiledônea constituída por um caule do tipo colmo, flores lanceoladas e raiz fasciculada. É uma planta monoica, com flores femininas e masculinas na mesma planta, sendo que as flores masculinas ou pendão se localizam terminais ao colmo, e as flores femininas se dispõem inseridas em inflorescências do tipo espiga localizadas entre o 6º e 9º nós (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Este cereal é um dos mais cultivados mundialmente, sendo utilizado na alimentação humana, ração animal e para a produção de etanol. É caracterizado como fruto seco, cariopse ou semente nua, da família das gramíneas, que são plantas herbáceas. Contém grande quantidade de carboidratos, além de lipídios, fibras, minerais e proteína, sendo esta última com baixa qualidade biológica, devido à deficiência de aminoácidos essenciais, como a lisina e a metionina (TAKEITI, 2014).

A produção de milho no Brasil ocorre na primeira safra, verão ou período chuvoso, que varia no fim de agosto, na região Sul, outubro e novembro no Sudeste e Centro-Oeste, e no início do ano no Nordeste. O milho safrinha, em fevereiro e março, plantado depois da soja precoce. O aumento do rendimento nas lavouras de milho tem sido observado na safrinha, o que compensa o decréscimo da área plantada na primeira safra (MAGALHÃES; DURÃES; GOMIDE, 1998). Atualmente o milho é produzido em todos os continentes. Os maiores produtores são os Estados Unidos, China e Brasil, sendo a Brasil o segundo maior exportador, em torno de 27 milhões de toneladas na safra 2017/2018 e 31 milhões de toneladas na safra 2018/2019 (CONAB, 2019).

A temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está entre 24 e 30°C. O milho cultivado no Brasil em maiores altitudes precisa de um maior número de dias para atingir o pendoamento, sendo as temperaturas máximas menores e, portanto, próximas da temperatura ótima para seu desenvolvimento. Isto aumenta o ciclo e proporciona maior rendimento de grãos. A taxa de respiração em temperatura noturna menor é mínima e pode reduzir o ponto de compensação, que é o

ponto em que a fotossíntese e a respiração são idênticas, aumentando a produtividade. Temperaturas elevadas, escassez de água e baixa luminosidade causam falta de sincronia entre a produção do pólen e a formação dos estilo-estigmas (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2009).

O acúmulo da quantidade de calor ou índice graus-dias, considera a soma das temperaturas diárias acima da temperatura base para o desenvolvimento da cultura, de 8 a 10 °C, observada a relação direta da temperatura com a produção vegetal, pois cada aspecto fisiológico do ciclo de vida da planta requer o acúmulo de uma quantidade de calor. Assim, para o florescimento ser iniciado, não há dependência dos dias após o cultivo, mas da temperatura ou soma térmica do período entre emergência e florescimento (CRUZ et al., 2011).

A produção de milho se inicia com a produção de matéria seca promovida pela fotossíntese, e a produtividade é função do potencial genético da planta frente às adversidades ambientais. O período de tempo entre os diferentes estádios variará de acordo com as variações de temperatura, e os estresses ambientais interferirão no tempo entre os estádios vegetativos. Assim, o tamanho e o número final de grãos que se desenvolvem, a taxa de incremento no peso dos grãos e a duração do período de crescimento e desenvolvimento são dependentes também das condições ambientais e do manejo, incluindo a correta nutrição (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 2003).

O número de óvulos ou grãos em potencial em cada espiga, assim como o tamanho da espiga, são definidos em V12, doze folhas inteiramente desenroladas do cartucho, quando ocorre perda de duas a quatro folhas basais. O número de fileiras de grãos na espiga já foi estabelecido, no entanto, a determinação do número de grãos por fileira só será definido cerca de uma semana antes do florescimento, em torno do estágio V17, com dezessete folhas inteiramente desenroladas do cartucho (ALVES et al., 2009). Devido ao número de óvulos e tamanho da espiga serem definidos nessa fase, a deficiência de umidade ou nutrientes desde os estádios iniciais, pode reduzir seriamente o número potencial de sementes, assim como o tamanho das espigas a serem colhidas (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2009).

Assim, produtividade pode ser prejudicada também por estresses nutricionais ou hídricos, ou por altas temperaturas, baixa radiação solar ou por redução da área foliar, ou mesmo pela incidência de granizo na lavoura (BERGAMASCHI; MATZANAUER, 2014).

O ciclo de uma planta de milho varia entre 110 a 180 dias após a emergência, seguindo as etapas de germinação e emergência; de crescimento vegetativo, que ocorre desde a emissão da segunda folha até o início do florescimento; de florescimento, ocorrendo a partir do início da polinização até a fecundação; de frutificação, da fecundação ao enchimento completo dos grãos; e, por fim, da maturação, que ocorre entre o enchimento dos grãos até o aparecimento da camada negra (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Plantas de milho apresentam máxima absorção de fósforo tanto na fase vegetativa quanto no período de formação da espiga, e menores taxas de absorção no período entre a emissão do pendão e o início da formação da espiga. Fósforo em milho é exigido em quantidades bem menores que nitrogênio ou potássio, porém, as doses recomendadas são altas, em função da baixa eficiência, algo em torno de 30% de aproveitamento desse nutriente pela cultura, devido à alta capacidade de fixação do fósforo (COELHO; FRANÇA, 1995).

Para o milho, considera-se que para cada tonelada de grãos produzida são exportados 10 kg de P_2O_5 por hectare. O fósforo é requerido em estágios iniciais de desenvolvimento vegetativo para assegurar um bom desenvolvimento radicular e impulsionar o crescimento de folhas. Considerando que o principal período de extração de nutrientes no milho ocorre durante o crescimento de folhas e colmo, de V4 até o pendoamento, exceto quando há pivô para irrigação, fósforo precisa ser aplicado antes desse estágio, pois este macronutriente pode limitar a produtividade almejada (COELHO et al., 1992).

Com a demanda por alimentos, e aumento significativo da produtividade e produção, tecnologias devem objetivar uma produção sustentável e um manejo adequado, em prol de melhoria na qualidade dos solos (ALVAREZ et al., 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área da MR AgroPesquisa, em Uberlândia, Minas Gerais, em parceria com a Universidade Federal de Uberlândia, nas coordenadas 18° 59' 07,1'' latitude sul e 48° 06' 41,6'' longitude oeste, com altitude de 892 metros. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura média, sendo a topografia pouco declivosa. O clima, segundo classificação de Köppen; Geiger (1928), enquadra-se

no tipo Aw, ou seja, tropical, com estações definidas, inverno frio e seco, e verão quente e chuvoso.

A coleta da amostra de solo foi realizada na profundidade 0-20 cm, no dia 15 de maio de 2018, com enxada, para a composição de uma amostra homogeneizada, para fins de se avaliar a interação do fertilizante com os atributos químicos do solo. As amostras compostas acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia.

A análise química do solo apresentou pH em água 4,9; fósforo: 20,6 mg dm⁻³ (método Mehlich 1); potássio: 0,27 cmol_c dm⁻³; cálcio: 3,4 cmol_c dm⁻³; magnésio: 0,8 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7: 7,57 cmol_c dm⁻³; CTC efetiva: 4,57 cmol_c dm⁻³; soma de bases: 4,47 cmol_c dm⁻³; saturação por bases: 59 %; saturação por alumínio: 2 %; matéria orgânica: 2,1 dag Kg⁻¹; carbono orgânico: 1,2 dag Kg⁻¹; acidez por Al³⁺: 0,1 cmol_c dm⁻³; e acidez H + Al: 3,1 cmol_c dm⁻³.

Não foi realizada correção do solo com calcário, e os resultados foram obtidos sob condição de estresse. O controle de plantas invasoras e pragas, tais como cigarrinha e lagarta do cartucho foi realizado durante a condução do experimento, de acordo com a necessidade e incidência.

As parcelas foram demarcadas para posterior semeadura, que ocorreu dia 16 de maio de 2018. A irrigação foi conduzida às segundas, quartas e sextas-feiras, em volume de 3,6 L h⁻¹. Foram semeadas 11 sementes por metro linear, totalizando-se 55 sementes por linha, ou 330 sementes por parcela total. A temperatura média foi de 25°C, com mínima de 20°C e máxima de 29°C, e precipitação média diária de 200 mm, durante o período de condução (CLIMATEMPO, 2018).

O híbrido de milho utilizado foi o 2A401 PW, de porte baixo, superprecoce, com germinação inicial de 90%. A emergência de plântulas foi avaliada dia 25 de maio, apresentando índices entre 81 a 88%.

O delineamento experimental foi DBC, delineamento em blocos casualizados, com 6 tratamentos e 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 3 metros, espaçadas por 0,5 metros, e largura de parcela de 5 metros, com parcela individual total de 15 m², e parcela útil constituída pelas 2 linhas centrais.

Os tratamentos foram:

- T1 – testemunha 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T2 – FM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅;

- T3 – FOM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T4 – FOM 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T5 – FOM 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅;
- T6 – FM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + FOM cobertura.

O fertilizante organomineral utilizado foi o formulado 06-16-12 + 3 S em semeadura, e o 14-00-14 em cobertura, parcelado em V2 e V4 (T3, T4 e T5). O T6 recebeu na semeadura fontes do fertilizante mineral, e em cobertura, fontes do fertilizante organomineral. As fontes para o fertilizante mineral foram MAP, ureia e cloreto de potássio. A primeira adubação de cobertura foi realizada dia 11 de junho de 2018 (V2) e a segunda dia 25 de junho de 2018 (V4).

Aos 30 DAS e 60 DAS foram mensuradas as seguintes variáveis de 20 plantas da parcela útil:

a) Clorofila A e B, com auxílio de um SPAD (*Soil Plant Analysis Development*). A leitura média de cada tratamento foi resultante da observação de uma folha por unidade experimental, sendo quatro folhas por tratamento, realizando-se seis aferições por folha, duas em cada uma das extremidades e duas no centro de cada folha. No estágio de florescimento procedeu-se a análise de clorofila, sendo realizado na primeira folha abaixo da bandeira, determinado através de leituras do medidor indireto de clorofila SPAD;

b) Diâmetro de caule, com um paquímetro, em milímetros (mm);

c) Altura de planta, com uma trena, em centímetros (cm), entre o colo da planta e o ápice do ramo principal;

Todos os dados das variáveis analisadas foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias (Levene), normalidade dos resíduos (Kolmogorov-Sminov e Shapiro-Wilk) e de aditividade de bloco. Quando todas as pressuposições foram atendidas, as análises foram realizadas com os dados originais. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão para as doses de organomineral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de média de clorofila A e B, aos 30 e 60 DAS estão apresentados na Tabela 1. Somente houve diferença significativa para a variável Clorofila B, aos 60 DAS.

Tabela 3 - Média dos resultados de Clorofila A e B de plantas de milho aos 30 e 60 DAS, Uberlândia, MG, 2018.

Tratamento	30 DAS		60 DAS	
	CLOROFILA A ^{NS}	CLOROFILA B ^{NS}	CLOROFILA A ^{NS}	CLOROFILA B
Testemunha 0 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	33,36	33,09	23,76	24,86 ab
FM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	32,27	31,20	26,21	23,93 b
FOM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	34,06	34,47	26,05	26,34 ab
FOM 120 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	31,62	31,38	27,44	29,05 a
FOM 135 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	31,19	31,72	27,66	27,00 ab
FM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ + COB FOM	34,37	34,56	26,90	25,73 ab
Média	32,78	32,65	26,33	26,15
CV	23,34	24,76	18,09	20,61
DMS	4,39	4,64	4,37	4,94

* NS: não significativo pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

* CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

A avaliação da necessidade de nitrogênio pela planta pode ser determinada pela mensuração indireta do teor de clorofila. Essas avaliações realizadas por meio de leituras pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao Índice de clorofila presente na folha da planta. A atividade fotossintética, o conteúdo de proteínas e carboidratos solúveis, e de nitrogênio total podem ser correlacionados com o conteúdo de clorofila no tecido foliar (SANTANA, 2012).

Aos 60 DAS, o melhor índice de nitrogênio disponível para formação de outras estruturas foi observado nas plantas adubadas com fonte FOM na dose 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A menor disponibilidade foi visualizada quando as plantas foram adubadas com FM 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅. As demais doses não diferiram da testemunha (Figura 1).

Figura 2 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável clorofila B.

Um medidor portátil de clorofila mensura o teor relativo de clorofila na folha, que prediz o nível nutricional de nitrogênio. De 50 a 70 % do nitrogênio total das folhas integra enzimas associadas aos cloroplastos. Quando o nitrogênio é absorvido em

excesso, acumula-se como nitrato, que em excesso é tóxico para a planta, e o nitrogênio não se associa à molécula de clorofila, sendo detectado pelo medidor. Esses valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorbâncias da clorofila (ARGENTA et al., 2001).

O resultado deste experimento se mostrou contrário ao relatado na análise de Santana (2012), cuja aplicação de fertilizante organomineral não proporcionou diferença significativa quanto ao teor de clorofila A e B, para a cultura do milho.

Aos 30 DAS não houve diferença significativa. As detecções de clorofila pelo SPAD podem não ser muito precisas nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, conforme Argenta et al. (2001).

Os dados de média de altura (cm) e diâmetro (mm) de plantas, aos 30 e 60 DAS estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferença significativa para a variável diâmetro de colmo, aos 60 DAS.

Tabela 4 - Média dos resultados de Altura de planta (cm) e Diâmetro de colmo (mm) de plantas de milho aos 30 e 60 DAS, Uberlândia, MG, 2018.

Tratamento	30 DAS		60 DAS	
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm) ^{NS}
Testemunha 0 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	49,17 b	15,16 b	111,15 c	15,70
FM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	58,52 a	17,23 a	126,75 bc	17,75
FOM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	60,64 a	17,33 a	136,85 ab	17,60
FOM 120 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	58,14 a	16,59 ab	133,05 ab	16,50
FOM 135 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	60,14 a	17,70 a	144,20 a	17,90
FM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ + COB FOM	59,77 a	18,12 a	123,70 bc	17,15
Média	57,60	17,02	129,28	17,10
CV	14,31	22,41	14,54	17,19
DMS	3,91	1,92	17,25	2,7

* NS: não significativo pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

* CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

Aos 30 DAS, todos os tratamentos diferiram da testemunha em altura (cm) (Tabela 2), indicando que o uso de fontes de fertilizante organominerais possibilitaram disposição de fósforo para a nutrição, que, por fim, incrementaram o crescimento das plantas. Aos 60 DAS, a altura das plantas foi superior para o tratamento com FOM na dose de 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os resultados intermediários foram observados para as doses

de FOM 90 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Houve redução na altura quando utilizado FM mineral (Figura 4).

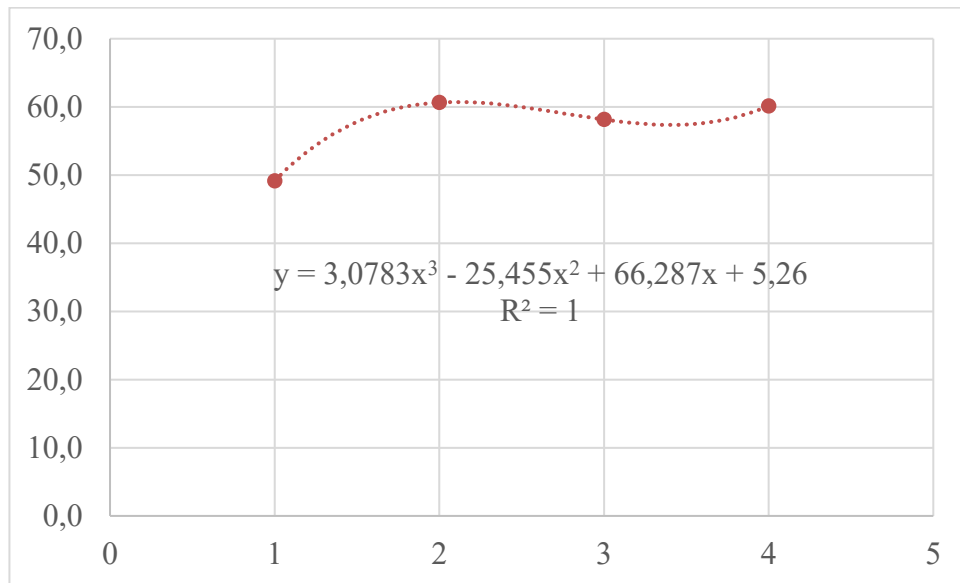


Figura 3 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável altura de planta (cm), aos 30 DAS.

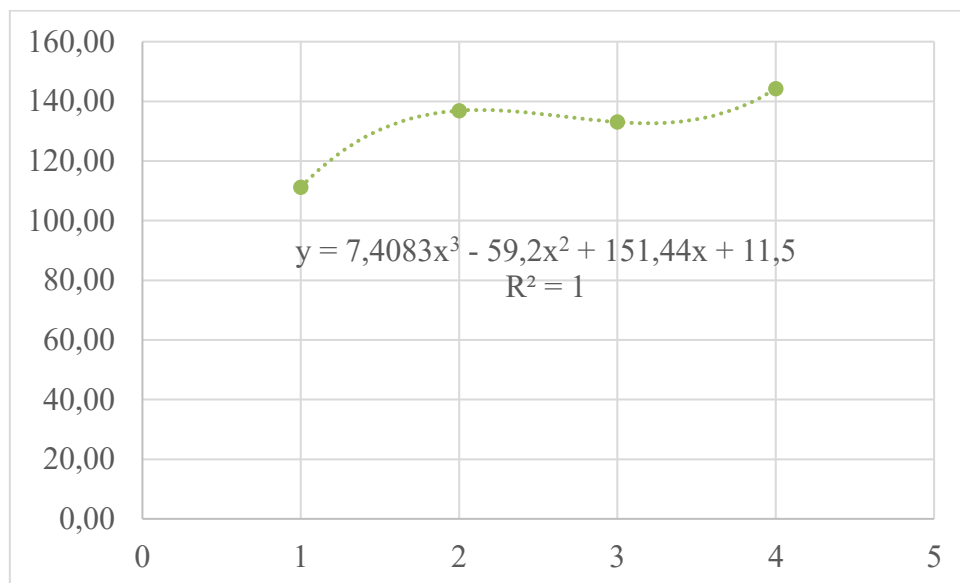


Figura 4 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável altura de planta (cm), aos 60 DAS.

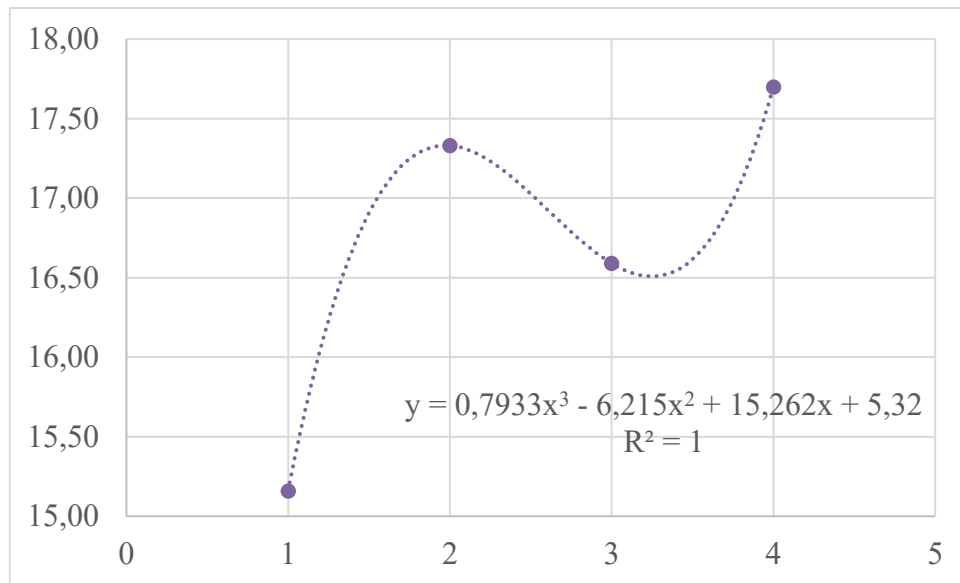


Figura 5 - Regressão para os tratamentos (doses) de fósforo de fonte organomineral no sulco de plantio de plantas de milho para a variável diâmetro de colmo (cm), aos 30 DAS.

Aos 30 DAS, todos os demais tratamentos diferiram da testemunha de acordo com o observado para diâmetro de colmo (mm) (Figura 5), exceto a dose de organomineral na dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, que se destacou como intermediária.

Verifica-se que, no geral, maiores doses de fontes de fertilizante organomineral promoveram maiores médias de resultados de altura de plantas e diâmetro de colmo em milho.

Para adequada nutrição das culturas instaladas em solos do Cerrado, se faz necessária a utilização de elevadas doses de fertilizantes, devido ao predomínio de solos altamente intemperizados, caracterizados pela baixa disponibilidade de nutrientes as plantas. O fósforo desempenha um importante papel nas plantas, uma vez que está fortemente ligado a inúmeros processos metabólicos, atuando também na constituição do ATP, do DNA e de enzimas, como a fosforilase, fornecendo energia para reações biossintéticas e para o metabolismo vegetal (MALAQUIAS; SANTOS, 2017). Ou seja, este elemento é responsável pelo bom desenvolvimento das raízes e de plântulas no início do seu desenvolvimento, contribuindo para o aumento da resistência, na melhoria do uso da água, na resistência as doenças.

Candido et al. (2013), em café, avaliaram diferentes fontes de fósforo no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica, cultivado em vaso e concluíram que plantas de café submetidas ao fertilizante organomineral granulado com suplementação fosfatada apresentaram o melhor desenvolvimento inicial.

Teixeira et al. (2014), comparando fontes organomineral e mineral em cana de açúcar, verificaram que as duas fontes fosfatadas foram semelhantes em influenciar os parâmetros tecnológicos da cana-planta e indicaram que a aplicação do fertilizante organomineral na dose de 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅ pode substituir a adubação mineral fosfatada, na dose de 160 kg ha⁻¹ P₂O₅ e proporcionar economia de 18,8% no uso de fertilizantes.

Lana; Rampim; Vargas (2014) compararam Umoplast (46% de P₂O₅, microgranulado) e Fosfato Monoamônico (MAP) (48% de P₂O₅) em milho e detectaram que a dose de 120 kg ha⁻¹ P₂O₅ incrementou o teor foliar de fósforo para ambas as fontes.

Borges et al. (2015) compararam adubação mineral com organomineral proveniente de resíduo de frigorífico e cama de frango nas doses 1, 2, 3 e 4 t ha⁻¹, e não observaram diferença estatística para a produtividade do milho, o que indica uma alternativa viável na produção agrícola na cultura da soja e milho.

Dias et al. (2015) avaliaram, em casa de vegetação, a eficiência agrônômica de fertilizante organomineral fosfatado 05-26-00 acrescido de 2% de Mg e 0,3% de Zn, cuja base foi turfa ativada quimicamente e MAP comercial, na produção de caracteres agrônômicos em plantas de milho comparativamente a fertilizante comercial mineral (MAP). Com o aumento das doses de P₂O₅ houve incremento nas variáveis agrônômicas em ambos plantios.

Corrêa et al. (2016) avaliaram os atributos químicos do solo em resposta à aplicação de fertilizantes orgânicos, organominerais e minerais em milho e trigo. Concluíram que a adubação organomineral proporcionou maiores teores de fósforo disponível na camada superficial do solo.

Santos et al. (2017) avaliaram o efeito comparativo entre a adubação mineral e organomineral com NPK em caracteres morfológicos de plantas de milho, sendo que houve influência positiva na altura da planta, no diâmetro de colmo e no número de folhas da planta de milho, independentemente da fonte mineral ou organomineral. O fertilizante organomineral NPK proporcionou maior área foliar à planta de milho comparado ao fertilizante mineral.

Martins (2018) avaliou o efeito da adubação fosfatada de manutenção com fertilizantes organominerais, combinando cama de frango e fosfatos solúvel ou reativo, na produção de grãos com fertilidade construída. Concluiu que os fertilizantes organominerais elevaram a produção de grãos, obtendo-se produtividades médias iguais ou superiores às aquelas obtidas com o uso exclusivo de superfosfato triplo.

Todavia, conforme Machado; Kurihara; Ferreira (2015), plantas de milho apresentaram maior altura e diâmetro de colmo com adubo mineral, até 50 mg kg⁻¹ de fósforo. Rodrigues et al. (2012) também verificaram que o uso de organomineral a base de húmus não proporcionou maior produtividade que a fonte mineral, contudo, a fonte orgânica teve maior custo-benefício que as fontes organomineral e mineral.

Foram coletadas amostras do solo das parcelas para posterior avaliação de fósforo, saturação por bases e por alumínio, cujos resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 5 – Parâmetros químicos do solo, fósforo, saturação por bases e por alumínio, aos 60 DAS, Uberlândia, MG, 2018.

Tratamento	P (mg dm ⁻³)	V (%)
Testemunha 0 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	20,6	59
FM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	55,2	70
FOM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	37,2	68
FOM 120 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	27,9	67
FOM 135 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	93,7	64
FM 90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ + COB FOM	14,7	51

* P: fósforo mg dm⁻³ (método Mehlick 1); V (%): saturação por bases; m (%): saturação por alumínio.

Apesar deste método Mehlich-1 também coletar o fósforo não lábil ou ligado ao cálcio, conforme os resultados da Tabela 3, houve incremento de fósforo trocável ao solo, exceto pelo tratamento 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + cobertura FOM. Também houve incremento de saturação de bases. O que indica benefícios positivos ao condicionamento do solo por parte do organomineral, principalmente em doses maiores.

Tritan; Santos (2012) aplicaram fertilizante organomineral proveniente da mistura de esterco de galinha com o formulado NPK 04-30-10 em milho, sendo tão eficiente quanto o fertilizante químico. Dania et al. (2012) constataram que o fertilizante organomineral tem efeito benéfico na melhoria do crescimento e produtividade do milho cultivado em solo degradado onde a camada superior foi erodida. Pereira et al. (2012) ressaltam que a adubação organomineral é viável na cultura do milho em função do efeito residual em cultivo de segundo ano consecutivo.

Para o desenvolvimento sustentável, se torna economicamente viável transformar resíduos orgânicos com potencial poluidor em produtos condicionadores dos aspectos físicos do solo, fornecendo nutrientes as plantas, visando à redução no uso de fertilizantes minerais. Assim, a mistura de fertilizantes orgânicos com fertilizantes minerais, que

constitui o fertilizante organomineral, promove resultados positivos. Desta forma, a relação custo-benefício, em prol de se evitar doses excessivas, fontes menos eficientes na disponibilidade de fósforo e com custo elevado, pode proporcionar maiores possibilidades de produtividade e rentabilidade

5 CONCLUSÃO

A adubação com fontes de fertilizante organomineral incrementou o crescimento inicial do milho em estágio inicial para as variáveis diâmetro de colmo, altura de planta, e clorofila B. Concluiu-se que a adubação com organomineral tem eficiência superior à adubação mineral como fonte de fósforo e no crescimento inicial de plantas de milho. A dose do fertilizante organomineral que resultou em maior crescimento no estágio inicial de milho foi a de 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES V., V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa. 1999. p. 25-32.
- ALVES; L. R. A.; FERREIRA FILHO, J. B. S.; BALLAMINUT, C. E. C.; OSAKI, M.; RIBEIRO, R. G. Avaliação econômica de milho geneticamente modificado resistente a insetos: MON89034 E MON810. In: **CONGRESSO DO SOBER**, 47, 2009. Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em 15 dez. 2018.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER; M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000200005>
- BERGAMASCHI, H; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014.
- BORGES, R. E.; MENEZES, J. F. S.; SIMON, G. A.; BENITES, V. Eficiência da adubação com organomineral na produtividade de soja e milho. **Global Science**

Technology, Rio Verde, v.08, n.01, p.177 – 184, 2015. <https://doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v8n1p177-184>

CANDIDO, A. O.; TOMAZ, M. A.; SOUZA, A. L.; AMARAL, J. F. T.; RANGELL, O. J. P. Fertilizantes organominerais no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica. In: **VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 25 a 28 de Novembro de 2013, Salvador – BA.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de; BAHIA FILHO, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n. [s.n.], p. 61-67, 1992.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. **Seja o doutor do seu milho**: nutrição e adubação. 2 ed. aum. Informações Agronômicas, Piracicaba, v. 1, n. 71, p. 1-9, 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n. 2, set. 1995. Encarte.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 6 Safra 2018/19 – Primeiro levantamento, Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

CORRÊA, J. C.; GROHSCOPF, M. A.; NICOLOSO, R. S.; LOURENÇO, K. S.; MARTINI, R. Organic, organomineral, and mineral fertilizers with urease and nitrification inhibitors for wheat and corn under no-tillage. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.8, p. 916-924, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000800003>

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivo do milho**. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARFENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2011.

DANIA, S. O.; FAGBOLA, O.; ISITEKHALE, H. H. E. Effects of sawdust and organomineral fertilizer and their residual effect on the yield of maize on degraded soil. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 49, N. [S.N.], P. 61-66, 2012.

DIAS, R. C.; TEIXEIRA, P. C.; POLIDORO, J. C.; RAGUZZONI, K.; ZONTA, E. Produção de matéria seca em plantas de milho em função da aplicação de fertilizante organomineral fosfatado. In: **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 02 a 07 agosto de 2015, Natal, RN.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

LANA, M. C.; RAMPIM, L.; VARGAS, G. Adubação Fosfatada no Milho com Fertilizante Organomineral em Latossolo Vermelho Eutroférico. **Global Science**

Technology, Rio Verde, v. 07, n. 01, p. 26 – 36. 2014. <https://doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v7n1p26-36>

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; GOMIDE, R. L. **Fisiologia da cultura do milho**. Brasília: EMBRAPA, 1998.

MACHADO, T. M.; KURIHARA, C. H.; FERREIRA, M. D. Efeito de fertilizante fosfatado mineral ou organomineral sobre o crescimento de plantas de milho em dois tipos de solo. In: **JIPE – Jornada de Iniciação à Pesquisa da Embrapa**, 23 e 24 de junho 2015, Dourados, MS.

MALAGUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v.11, n.5, p. 501-512, 2017. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n5.501-512>

MARTINS, D. C. **Adubação fosfatada organomineral no cultivo de grãos em solos de fertilidade construída**. Viçosa, MG, 2018. 45 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

MORAES, E. R. **Aplicação de fertilizante organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante na cana-de-açúcar**, 2017. 84 f. Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

OLIVEIRA, G. R. **Validação do processo de digestão e de peletização de cama de aviário para a produção de fertilizante organomineral**. 2014. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PEREIRA, M. A. M.; PEREIRA, A. L. S.; MENDES, R. T.; SANTOS, R. B.; PELÁ, A. Adubação Organomineral na Cultura do Milho sob Cultivo Consecutivo. In: **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO** - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como o milho se desenvolve. Potafos. Arquivo do agrônomo nº 15. **Informações Agronômicas**, v. [s.v.], n. 103, 2003.

RODRIGUES, T. R. D.; BROETTO, L.; OLIVEIRA, P. S. R. Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, p. 509-514, 2012.

SANTANA, C. T. C. **Comportamento de milho (*Zea mays* L.) e propriedades físicas do solo, no sistema plantio direto, em resposta a aplicação de fertilizante organomineral**, 2012, 49 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu.

SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; JUNQUEIRA FILHO, R. G.; LEONI JUNIOR, R. Resposta do milho submetido a adubação fosfatada organomineral com diferentes doses de torta de filtro. In: **FertBio 2008 – Reunião Brasileira de**

Fertilidade e Biologia do Solo, 15 a 19 de setembro, Centro de Exposições e Eventos de Londrina/PR.

SANTOS, J. K. F.; CABRAL FILHO, F. R.; SILVA, E. C.; TEIXEIRA, M. B.; MANSO, R. T. ; VIEIRA, G. S. Crescimento de plantas de milho submetidas à adubação NPK mineral e organomineral. In: **IV INOVAGRI International Meeting**, 2017. <https://doi.org/10.7127/iv-inovagri-meeting-2017-res1910313>

SILVA, W.; PATERNIANI, E.; SOLOGUREN, L.; Di CIERO, L. **Milho Tecnologia do Campo à mesa**. Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB). São Paulo, SP, 2006, 16 p. Disponível em: <http://www.cib.org.br/pdf/guia_do_milho_CIB.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

SOUSA, R. T. X. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar**. 2014. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG/Brasil.

SOUZA, M. P. **Avaliação de híbridos de milho transgênicos e convencionais para silagem**. 2013. 49 f. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Guarapuava, 2013.

TAKEITI, C. Y. **Cereais e grãos**. Brasília: EMBRAPA, 2014. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT00fid57plx02wyiv80z4s47384pdxjo.html>. Acesso em 09 jan. 2019.

TEIXEIRA, W. G.; SOUSA, R. T. X.; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1729-1736, 2014.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H. Resposta do milho safrinha à adubação organomineral no município de Maracaju-MS. In: **Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente**, 22 a 25 de outubro, 2012.

WERLE, A. J. K. **Avaliação dialética de linhagens elites e híbridos de milho**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá – SP. 2011.