



DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO ORGÂNICO NA CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA

DIFFERENT DOSES OF ORGANIC PHOSPHORUS IN SECOND HARVEST CORN CROPPING

Danilo Freitas Pereira¹
Nelson Delú Filho²

RESUMO

A adubação eficiente é de fundamental importância na produtividade do milho, sabe-se que o Brasil produz em média apenas 20% dos fertilizantes minerais consumidos, o que contribui para maiores custos de produção. Acredita-se que os fertilizantes orgânicos sejam uma opção interessante para adubação e fertilidade do solo, em substituição aos fertilizantes químicos. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito e a absorção do fósforo com a aplicação de diferentes doses de adubo orgânico no cultivo do milho, segunda safra. Conduzido em condições de campo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos uma testemunha e cinco doses de adubo orgânico no sulco de plantio. A testemunha foi o adubo mineral MAP, a adubação foi dosada com 120 (kg) de P₂O₅.ha⁻¹. Para as dosagens de fertilizante orgânico foram utilizadas 50%, 75%, 100%, 125% e 150% da dose de fertilizante mineral. Foram avaliados diâmetro do caule em (mm), altura da planta em (cm), número de folhas totalmente abertas; área foliar em (cm²), altura de inserção da primeira espiga (cm). O experimento também incluiu análises bromatológicas e de solo. Após a colheita, a silagem foi pesada para determinação da produção por hectare. As diferentes doses de adubo orgânico não diferiram estatisticamente da adubação mineral e não apresentaram diferença significativa para as análises fenológicas. A adubação orgânica traz uma série de vantagens para o cultivo do milho, reduzindo custos, melhorando a disponibilidade de nutrientes, aumentando a produtividade e garantindo maior eficiência agrônômica da cultura.

Palavra-chave: Nutrição de planta; *Zea mays*; Adubação orgânica.

ABSTRACT

Efficient fertilization is of fundamental importance in corn productivity, it is known that Brazil produces on average only 20% of the mineral fertilizers consumed, which contributes to higher production costs. It is believed that organic fertilizers are an interesting choice for fertilizing and soil fertility, replacing chemical fertilizers. The objective of the work is to evaluate the effect and absorption of phosphorus with the

¹ Bacharelado em engenharia agrônômica, Centro Universitário do Sul de Minas -UNIS. danilo.pereira@alunos.unis.edu.br

² Engenheiro agrônomo, Doutor, Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS. nelson.delu@unis.br

application of different doses of organic fertilizer in the cultivation of second harvest corn. Conducted under field conditions, the experimental design was in randomized blocks with six treatments and four replications, with the treatments being a control and five doses of organic fertilizer in the planting furrow. The control was the mineral fertilizer MAP, fertilization was dosed with 120 (kg) of P₂O₅.ha⁻¹. For the organic fertilizer dosages, 50%, 75%, 100%, 125% and 150% of the mineral fertilizer dose used were used. Stem diameter in (mm), plant height in (cm), number of fully open leaves were evaluated; leaf area in (cm²), height of insertion of the first ear. The experiment also included bromatological and soil analyses. After harvesting, the silage was weighed to determine the production per hectare. The different doses of organic fertilizer did not differ statistically from the mineral fertilizer and did not present a significant difference for the phenological analyses. Organic fertilizer brings a series of advantages for corn cultivation, reducing costs, improving nutrient availability, increasing productivity and ensuring greater agronomic efficiency of the crop.

Keywords: Plant nutrition; *Zea mays*; Organic fertilizer.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) está entre as *comodities* mais produzidas mundialmente, estando presentes em todos os cenários produtivos desde a agricultura familiar até aos maiores produtores. O seu consumo é muito difundido apresentando-se em diversas culturas. Segundo Sabino (2022), tal cultura apresenta um papel importante na alimentação humana e animal devido a sua fonte de energia, proteína e fibra.

O milho no Brasil é cultivado em todo o país, proporcionando o desenvolvimento agrícola e industrial. O Brasil é caracterizado por ser um país que tem a sua economia voltada à agricultura, portanto, o agronegócio brasileiro é uma das principais atividades da economia nacional. Assim, o milho assume um papel importante pois, das espécies originárias das Américas, certamente é o de maior importância econômica e social no mundo (De Tunes, 2021; Maricato, 2021).

Devido à sua habilidade de se adequar a diferentes situações, essa cultura se adapta bem em diferentes sistemas de produção. A adubação por meio dos fertilizantes minerais é a mais utilizada há anos, entretanto, essas fontes, em sua grande maioria, são esgotáveis e pode provocar danos ao ambiente (Carvalho, 2020). Portanto, a associação de fontes orgânicas e minerais podem ser promissoras a culturas como a do milho.

A adubação nas lavouras de milho, entre outras tecnologias, é considerada fator determinante para a produção, em virtude dos altos custos dos insumos. Devido à dependência de importações dos nutrientes como P (fósforo) e K (potássio), os custos de produção se tornam elevados (Maricato, 2021). Portanto, fica evidente que o

reaproveitamento de nutrientes a partir de resíduos produzidos por indústrias e pelos setores do agronegócio, diminui a destinação incorreta e apresenta boa alternativa para reduzir os custos com fertilizantes.

O P está entre os nutrientes mais requeridos para o desenvolvimento das plantas, ocupando o segundo lugar dos elementos que mais limita a produção de grãos. Cardoso (2022), destaca a importância do P para as plantas, sendo elas, a participação da ativação de enzimas, reações de oxido-redução, participa da produção de ATP (adenosina trifosfato), da fotossíntese e da respiração.

O P no solo se divide em dois grupos, P_i (fósforo inorgânico) e P_o (fósforo orgânico). O P_i refere-se ao fósforo que é encontrado nos minerais primários que formam um emaranhado de diferentes compostos com graus de instabilidades químicas distintas. A liberação gradual promovida por algumas fontes de P faz com que se encontrem absorvidos aos óxidos de Fe (ferro) ao Al (alumínio) e à argila. Entretanto o P_o , corresponde ao P ligado a matéria orgânica do solo que por sua vez tende a ser liberado mais facilmente para a solução solo planta (Guarneri, 2019).

As formas de P ainda podem ser subdivididas como lábeis e não lábeis em relação ao seu grau de estabilidade. A parte lábil é composta pelos fosfatos orgânicos e inorgânicos que estão armazenados na solução do solo estando sempre disponíveis para a absorção das plantas. Já a porção não lábil é representada pelas formas de P que não se encontram disponíveis para a absorção das plantas por estarem sempre fixadas na fração mineral do solo. Para Pinto et al., (2020) o teor de matéria orgânica e a atividade microbiana do solo influenciam diretamente no grau de estabilidade das formas de P.

Baseando-se no cenário nacional, o Brasil produz em média apenas 20% dos fertilizantes minerais consumidos, sendo estes de origem mineral, o que contribui para a elevação dos custos.

Questiona-se a eficiência dos fertilizantes químicos à base de fósforo em termos de aproveitamento pelas culturas. Isso implica na necessidade de busca por práticas agrícolas mais sustentáveis, levando-se em conta minimizar o impacto ambiental.

Acredita-se que o fertilizante orgânico em questão apresenta melhor resposta à nutrição de plantas, pois refere-se a um produto com características fertilizantes, a partir de resíduos do processamento de bovinos, tais como os ossos, vísceras e sangue. Para Venegas (2009), os adubos orgânicos da classe da farinha de carne e ossos é uma escolha interessante para a adubação e fertilidade do solo, em substituição aos fertilizantes químicos.

Nesse contexto, a busca por sustentabilidade na agricultura tem trabalhado com pontos importantes. Os fertilizantes, principalmente os orgânicos, são uma oportunidade de inovação tecnológica. A criação do Ferticiclo[®], fertilizante orgânico em questão, vem proporcionar o desenvolvimento de um produto inovador, proveniente do aproveitamento de matéria-prima do abate de Bovinos, tendo como subprodutos, em geral, ossos, vísceras e sangue para a obtenção de fertilizantes com propriedades ricas em nitrogênio, cálcio, fósforo, carbono orgânico e aminoácidos, tendo como alvo principal a nutrição vegetal.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito e a absorção de fósforo com aplicação de diferentes doses do fertilizante orgânico, para a cultura do milho segunda safra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do milho

Ainda nos dias de hoje é comum que haja dúvidas sobre a origem do milho (*Zea mays*), porém sua área de origem está definida como a região meridional do México (Doelbley, 1990). A difusão da sua cultura no Brasil teve início com o milho duro, uma raça primitiva que apresentava grande resistência em relação às pragas. Os primeiros locais a receber o então milho duro, segundo Barghini (2004), iniciou-se na bacia amazônica e no nordeste brasileiro onde teve início a sua propagação, seguindo para todo o país, chegando ao sul e ao país vizinho, a Argentina, embora apresente origem tropical, com provas existentes de que é cultivado há ao menos 8.000 anos, praticamente em todas as partes do mundo (Barros; Clado, 2014). Dentre as culturas produzidas nas Américas, certamente o milho é o de maior importância econômica e social a nível mundial (De Tunes, 2021; Maricato, 2021).

Atualmente ocupa o terceiro lugar entre os cereais mais produzidos no Brasil. Destacou-se na safra 2021/2022, cuja produtividade foi de 81,8 milhões de toneladas. Para a safra seguinte 2022/2023 a previsão de produção total de 126,9 milhões de toneladas, expressando um aumento de 45% comparado à safra anterior (Gilquênia, 2022). Esse crescente na produção total é resultado do acréscimo de áreas de milho segunda safra, juntamente com a produtividade projetada para a terceira safra, com aumento de 3,8% na área plantada (Conab, 2022).

Sabe-se que o milho pertence à família das Poaceae, refere-se a uma planta herbácea e monóica (onde as flores masculinas se formam na panícula alocada no topo da

planta, enquanto as femininas são geradas pelas espigas), corroborando com (Pereira, 2019).

A planta de milho possui folhas longas e lanceoladas com pilosidades. Sua bainha envolve o caule e apresenta nervuras centrais em forma de sulco (Fernandes et al., 2012). Com a função de suportar as folhas e as espigas, o calmo é formado por nós e entrenós, sendo também um órgão de reserva (Da Silva *et al.*, 2021). Também, segundo Fernandes et al. (2012), o milho possui raízes fasciculadas que incluem raízes primárias, seminais, adventícias e de suporte.

O milho é classificado no grupo C4, cuja fixação de carbono apresenta elevada taxa fotossintética, podendo atingir taxas maiores que 80 mg.dm⁻⁴, resultando em elevados rendimentos (Fiametti, 2022). O início da fase reprodutiva é o período de maior influência em variação de luz, mais precisamente nos primeiros 15 dias após pendoamento, sendo que o aproveitamento efetivo está diretamente ligado a alguns fatores como a estrutura da planta (Fancelli, 2015; Strieder et al., 2008).

Os estádios fenológicos do milho, são vegetativos (V) e reprodutivo (R), tendo como subdivisões dos estádios vegetativos o número de folhas como indicativo, exemplo: V1, V2, V3 até o V(n), que representa o número da última folha emitida antes do pendoamento. O primeiro e o último estágio vegetativo são representados por (VE) emergência e (VT) pendoamento, (Magalhães e Durães 2006 apud DA Silva et al., 2021). No estágio reprodutivo as subdivisões são: (R1) florescimento, (R2) grão leitoso, (R3) grão pastoso, (R4) grão farináceo ou duro e (R6) maturidade fisiológica, respectivamente.

Segundo Cunha et al. (2020), o Brasil ocupa a terceira posição do mundo em produção de milho, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e China. A cultura do milho, nos últimos anos, assumiu um papel muito importante nas exportações brasileiras, pois devido à seca que ocorreu nos Estados Unidos a demanda internacional cresceu (Fiametti, 2022).

Segundo Conab (2023), a estimativa para a produção de grãos para a safra 2022/2023 é de 312,5 milhões de toneladas, uma alta de 15% em relação à safra 2021/2022. Este foi o 7º levantamento da safra de grãos, haja vista que para consolidar estes dados, depende das condições climáticas sendo este o fator de maior importância para a 2º e 3º safras.

Em razão das grandes quantidades de reservas nutricionais obtidas pelos seus grãos, a cultura do milho é largamente utilizada em diversas formas sendo elas para nutrição e produção animal, alimentação humana e é uma importante matéria-prima para

a indústria (Severino; Carvalho; Christoffolet, 2005; Santos et al., 2020). Sendo composto principalmente por carboidrato é considerado um alimento energético. Seus grãos possuem cerca de 72% de amidos, 9,5% de proteínas, 9% fibras e 4% de lipídio (Miranda, 2020).

Para a produção de silagem o milho se apresenta como a mais tradicional forrageira. Para que se tenha um bom armazenamento e boa qualidade nutritiva é importante que a porcentagem de matéria seca (MS) esteja entre 32% a 35% (Cruz; Pereira Filho; Gontijo Neto, Embrapa 2021). Para Cruz et al. (2019), vários estudos apontam a importância das espigas na qualidade nutricional à silagem, então a escolha de cultivar apenas pelo porte elevado com alto teor de matéria seca (MS) não é o indicado, devido à pequena quantidade de grãos que é, de fato, o principal fornecedor de nutrientes.

Conforme Santos (2016), muitos produtores desconhecem o real valor de se produzir a silagem e milho, pois a relação custo benefício mostra que a viabilidade da silagem de milho sobressai a outras culturas. Quando comparada a silagem de milho à de cana-de-açúcar por exemplo, sua praticidade operacional e características bromatológicas são alguns dos marcadores positivos para este alimento.

2.2 Nutrição do milho

Para que se tenha uma boa produtividade das culturas, existem vários fatores a serem analisados tais como as condições climáticas, manejo de solo, de pragas, doenças e manejo das plantas invasoras. Depende também das exigências nutricionais da cultura, exigências essas que são supridas de acordo com o fornecimento dos nutrientes, sendo esses divididos em macronutriente e micronutrientes, apresentando estas funções essenciais. Apresentado por Mcgrath et al. (2014), a ausência dos macronutrientes na fase inicial da cultura do milho causa limitações nas células que promovem alterações metabólicas e, conseqüentemente, menor produtividade.

Dentre os fatores para se obter uma boa produtividade destaca-se a fertilidade e a nutrição das plantas (Magela, 2017). Faz-se necessário conhecer a dinâmica de extração dos nutrientes durante o ciclo de vida da planta, pois esse é um fator determinante para a adubação correta. É possível determinar e quantificar a necessidade nutricional da planta devido à extração do solo que a mesma faz durante seu ciclo (Vale et al., 2015). Corroborando com Peixoto (2014), a extração total dos nutrientes do solo está diretamente ligada à quantidade de fitomassa produzida e também à reserva nutricional

encontrada nos grãos e palhadas.

De acordo com Araújo (2019), a extração dos macronutrientes pela cultura do milho apresenta maiores exigências de N e K, seguido de Ca, Mg e P. Os micronutrientes apesar de serem exigidos em menores quantidades, são de extrema importância para a cultura, visto que a deficiência pode causar a desorganização metabólica, em consequência redução da produção (Coelho, 2006). De acordo com Malavolta (2002), para uma adubação eficiente, tende a começar com a análise de solo, posteriormente faz-se a correção da acidez, em seguida, aplica-se a adubação desejada segundo a análise que termina com os nutrientes absorvidos e incorporados pela cultura.

O fósforo P exerce um papel de grande relevância na cultura do milho, devido a sua participação em inúmeros processos metabólicos, porém, devido a sua interação, os outros elementos (alumínio, ferro e cálcio) se tornam pouco disponíveis para a absorção das plantas. No entanto, mesmo estando em forma orgânica, pode possuir baixa taxa de difusão na solução do solo (Almenida et al., 2016).

Cardoso (2022), aponta que a absorção de fósforo (P) é crescente para as plantas de milho nos estádios iniciais do desenvolvimento, com o pico de absorção de 70 μ moles/dia de P por planta aos 50 dias após plantio. Cardoso (2022), também mostra que entre 80 e 100 dias após emergência ocorre outro pico de absorção.

Os solos tropicais são carentes em fósforo P e isso faz com que seja um fator limitante para a produtividade. A carência dos solos brasileiros é consequência do material de origem da fonte e da forte interação com o solo (Nolla et al., 2013). A eficiência nutricional dos adubos fosfatados pode ser interferida devido às propriedades do solo, modos de aplicação e fontes de fósforo P (De Freitas, 2020).

A classificação das fontes inorgânicas de fósforo no solo são P lábil e P não lábil. Sendo que P lábil representa a menor parte, sendo esta disponível para as plantas e microrganismos; P não lábil representa a maior parte de P no solo. Devido a sua estabilidade química é pouco disponível para as plantas (Moreira; Siqueira, 2006).

As fontes orgânicas de (P) representam cerca de 5 a 40% do fósforo total encontrado nos solos, sendo eles, de origem vegetal e as biomassas, microbianas, isso faz com que as fontes de P orgânico se tornem uma importante fonte para as plantas (Cardoso; Andreote, 2016).

2.3 Uso de fertilizantes na cultura do milho

De natureza inorgânica, naturais ou sintéticas, os fertilizantes minerais são fornecedores de nutrientes para os vegetais. Produzidos de forma artificial nas indústrias, sendo, na maioria das vezes, pela formulação de nutrientes, processo é semelhante ao que acontece na natureza (Araujo, 2019).

Os fertilizantes minerais apresentam diferentes solubilidades, isso faz com que se tornam solúveis ou não, no solo. Silva (2020), corroborando com a Legislação Brasileira de Fertilizantes, aponta que os fertilizantes resultados de processos tecnológicos, em que se mistura dois ou mais compostos químicos, são classificados como fertilizantes minerais complexos, dando origem a compostos químicos NPK, NP, NK e PK produzidos de acordo com a sua matéria prima, sendo dividido em três grupos sólido, líquido e gasoso.

Quando comparados aos fertilizantes minerais, os resíduos orgânicos apresentam menos concentração de nutrientes, porém maior diversidade de elementos ausentes no solo, que quando em falta são fatores determinantes para a produção vegetal. Araújo (2019), aponta que o composto orgânico possui a CTC elevada e efeito corretivo em relação ao pH, possuindo propriedades adequadas para melhores condições para o solo, com aumento da matéria orgânica; que favorece a atividade biológica e diminui a incidência de fungos no solo.

De acordo com Carvalho (2020), sabe-se que a presença de matéria orgânica interfere positivamente nas propriedades biológicas, química e física dos solos, em níveis adequado à matéria orgânica, auxilia na retenção de nutrientes, na infiltração, no armazenamento de água e na manutenção da estrutura física.

É entendido como componente orgânico os resíduos provenientes de origem vegetal e animal, como restos culturais, esterco, palhadas, casca de árvores, raízes e folhas de plantas, além de insetos, fungos, bactérias e outros animais pequenos que vivem no solo (Martins et al., 2016; Cruz et al., 2017; Carvalho, 2020).

Os fertilizantes orgânicos e organominerais são produzidos pela associação de matéria orgânica e mineral de forma balanceada, podendo ser encontrados comercialmente com fontes diversificadas de matéria-prima orgânica. Para fertilizantes orgânicos simples, mistos e compostos devem possuir garantias estabelecidas na Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020.

Carvalho (2020), apresenta que a presença de matéria orgânica tem influência sobre o aumento da atividade biológica e do fluxo energético de biotransformação dos

elementos orgânicos e minerais em nutrientes disponíveis para as plantas. O efeito de biodegradação ocorre de forma contínua, o que reduz a possibilidade de perdas por lixiviação, com isso mantém-se a planta nutrida durante todo o período de crescimento.

França (2021), cita que a matéria orgânica é fundamental para a produtividade dos solos, causa efeitos positivos sobre a disponibilidade de nutrientes, aumenta a aeração e retenção de água no solo. Além de complexar elementos tóxicos, dá a proteção contra agentes fitopatogênicos bem como proporciona um bom desenvolvimento da planta.

Nesse contexto, a busca por sustentabilidade na agricultura tem trabalhado com pontos importantes. Os fertilizantes, principalmente os orgânicos, são uma oportunidade de inovação tecnológica. A criação do Ferticiclo, fertilizante orgânico em questão, vem proporcionar o desenvolvimento de um produto inovador, proveniente do aproveitamento de matéria-prima do abate de Bovinos, tendo como subprodutos em geral, ossos e vísceras para a obtenção de fertilizantes com propriedades ricas em nitrogênio, cálcio, fósforo, carbono orgânico e aminoácidos, tendo como alvo principal a nutrição vegetal.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido durante a segunda safra de 2023, em condições de campo, em uma área de cultivo localizada na Fazenda Pinhal, situada no município de Elói Mendes, Minas Gerais, sob as coordenadas geográficas: latitude 21°41'00" S, e longitude 45°34'38" W (Google Earth, 2009).

Para a implantação foram coletadas amostras de solo de 0 a 20 (cm) e de 20 a 40 (cm) e área total, e ao final do experimento foram coletadas novas amostras sendo separadas para cada tratamento, observando as propriedades físico-químicas do solo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos uma testemunha e cinco doses do fertilizante orgânico em sulco de plantio. A testemunha consistiu em adubação com fertilizante mineral convencional MAP (fosfato monoamônico), adubação foi dosada com 120 (kg) de P_2O_5 .ha⁻¹, recomendação de acordo com o nível tecnológico local. Para as dosagens do fertilizante orgânico com base fosfatada, utilizou-se 50%, 75%, 100%, 125% e 150% da dose do fertilizante mineral utilizado Tabela 1.

Tabela 1. Adubação fosfatada em sulco de plantio. Elói Mendes (2023).

	Tratamento	% P₂O₅	Dose (Kg/ha)
1.	Orgânico	50%	60
2.	Orgânico	75%	90
3.	Orgânico	100%	120
4.	Orgânico	125%	150
5.	Orgânico	150%	180
6.	MAP (Testemunha)	100%	120

A semeadura aconteceu no dia 04 de abril de 2023 de forma semimecanizada. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras com espaçamento de 0,6 m com 3 m de comprimento. O espaçamento entre plantas foi de 0,25 m, com a população de 66,6 mil plantas ha⁻¹. As parcelas terão 2,4 m de largura por 3 m de comprimento totalizando 7,2m² cada, ao todo serão 24 parcelas totalizando 172,8 m².

Para a avaliação foram analisadas 10 plantas por parcela sendo elas pertencentes as duas linhas centrais, eliminando-se as bordaduras. A avaliação seguiu o que foi proposto por Santos et al., (2017), com algumas adaptações, seguindo as seguintes variáveis: diâmetro do colmo em (mm) no segundo internódio a partir da base da planta com utilização de paquímetro; altura da planta em (cm) medindo do solo até a inserção da folha “bandeira”; número de folhas totalmente abertas; área foliar em (cm²) medindo o comprimento e a largura da última folha totalmente aberta, utilizando a equação $C \times L \times 0,75$, sendo C = comprimento e L= largura da folha. As avaliações aconteceram com 30, 60 e 90 dias após o plantio, exceto, altura da inserção da primeira espiga que foi avaliada no estágio fenológico de florescimento masculino. O experimento contou também com análises bromatológicas que possibilitaram analisar a qualidade de nutrientes absorvidos pela planta. Desse modo, foi possível ter conhecimento sobre o valor nutricional da silagem colhida, que posteriormente foi pesada, assim permitiu verificar a produção por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, para os resultados encontrados com efeitos significativos pelo teste de F ($P < 0,05$), foi usada a técnica de parcelas subdivididas ao longo do tempo com software Sisvar (Ferreira 2005), para analisar as interações das doses de P com o cultivo ao longo do tempo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados obtidos nas avaliações fenológicas do diâmetro de colmo, altura de planta, comprimento e largura de folha, área foliar, número de folhas liguladas

(totalmente aberta) e altura da inserção da primeira espiga, foi verificado que as diferentes doses do fertilizante orgânico Ferticiclo[®] não proporcionaram efeitos significativos em comparação a testemunha fertilizante químico (MAP) como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Análise de variância (ANAVA) referente a avaliações fenológicas em diferentes doses de fertilizantes fosfatados. Elói Mendes, 2023.

FV	Pr>Fe	CV (%)
Diâmetro de colmo (mm)	0,5466 ^{ns}	8,05
Altura da planta (m)	0,1487 ^{ns}	10,11
Comprimento de folha (cm)	0,1184 ^{ns}	6,6
Largura da folha (cm)	0,3915 ^{ns}	7,35
Área foliar (cm ²)	0,1924 ^{ns}	12,78
Número de folhas liguladas	0,0673 ^{ns}	3,49
Inserção da primeira espiga (m)	0,1080 ^{ns}	6,55

¹(^{ns}) Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

²(mm) milímetro, (m) metro, (cm) centímetro e (cm²) centímetro quadrado.

Ao considerarmos que as variáveis analisadas foram estatisticamente iguais, em relação às doses de fósforo orgânico e mineral, pode-se inferir que a eficácia da fonte orgânica, visto que houve redução de 50% da quantidade de P fornecido em comparação à fonte mineral usada como testemunha. Corroborando com o presente estudo Fernandes et al., (2020), comparam os efeitos do organomineral com base fosfatada de origem animal e uma fonte mineral na cultura do milho, tendo sido verificados efeitos semelhantes no diâmetro de colmo, altura de planta e peso de matéria seca.

Maricato (2021), apresenta que os resultados para altura de planta, diâmetro de colmo e altura da inserção da primeira espiga se revelaram insignificantes em função da testemunha (sem adubação de cobertura), à aplicação de fertilizante mineral como cobertura e as diferentes doses de fertilizante organomineral durante o cultivo de milho. Para Passamai (2016), os resultados de pesquisa apontaram que não houve diferença estatística entre a adubação química e organomineral, na variável número de grãos por fileira, porém ambas se diferem da testemunha sem adubação. Em contrapartida à altura das folhas liguladas das plantas de milho foram influenciadas pelas diferentes doses de P₂O₅ com efeito significativo (Ruff, 2023).

Possamai (2016), afirma que para a variável número de grãos por fileira, não houve efeito significativo entre a adubação química e organomineral. Todos os materiais orgânicos avaliados quando comparados aos fertilizantes minerais amplamente usados no cultivo de milho, têm a tendência de liberar nutrientes de forma mais lenta. Isso ocorre

porque os adubos orgânicos precisam passar por processos de mineralização e decomposição das moléculas orgânicas, ao contrário dos fertilizantes minerais, nos quais os nutrientes são mais solúveis e prontamente disponíveis para as plantas (Marcan et al., 2019).

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise de variância, indicando diferença estatística entre os tratamentos que se referem às diferentes doses do fertilizante orgânico Ferticiclo[®] em comparação ao fertilizante mineral MAP.

Tabela 3. Análise de variância (ANAVA) referente a produtividade em diferentes doses de fertilizantes fosfatados. Elói Mendes, 2023.

FV	Pr>Fe	CV (%)
Produtividade (kg/parcela)	0,0000*	6,84

¹(*) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

²(kg/parcela) quilograma por parcela.

As análises de produtividade realizadas em diferentes doses dos fertilizantes fosfatados orgânico e mineral utilizado foram compilados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médio de produtividade por parcela em diferentes doses de fertilizantes fosfatados. Elói Mendes, 2023.

Tratamento	Produtividade
1 Orgânico 60kg P ₂ O ₅	45.0 a
2 Orgânico 90kg P ₂ O ₅	35.0 c d
3 Orgânico 120kg P ₂ O ₅	37.5 b c d
4 Orgânico 150kg P ₂ O ₅	40.0 a b c
5 Orgânico 180kg P ₂ O ₅	42.5 a b
6 MAP (Testemunha) 120kg P ₂ O ₅	32.5 d
CV (%)	6,84

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de significância.

Observou-se que os tratamentos com 60, 180 e 150 kg de P₂O₅ obtiveram maiores médias produtivas respectivamente, não havendo diferença significativa entre esses três tratamentos. Por outro lado, a testemunha seguida do tratamento 2 obtiveram menores médias produtivas. Fernandes et al., (2020), concluíram que a utilização de fertilizantes de origem orgânica apresenta como ótimas fontes nutricionais para o alto rendimento e é uma excelente estratégia para potencializar a produtividade e reduzir custos com fertilizantes químicos na produção de milho.

A produtividade média por repetição obteve melhor desempenho no tratamento 1 que se refere à adubação orgânica na dosagem de 60kg de P₂O₅ média de 45 kg de silagem por bloco, enquanto que o fertilizante mineral usado como testemunha na mesma dosagem de 60kg P₂O₅ a média por bloco foi de 32,5 kg de silagem.

Para melhor apontar o desempenho produtivo, pode-se usar o cálculo de eficiência agrônômica utilizando-se a equação $(\%EF = (1 - \frac{N1}{N2}) * 100)$, onde: (%EF) porcentagem de eficiência, (N1) Valor obtido no tratamento e (N2) valor obtido na testemunha, no caso o Tratamento 6 com MAP (Abbott, 1925).

Tabela 5. Cálculo de eficiência agrônômica dos tratamentos para produtividade em diferentes doses de fertilizantes fosfatados. Elói Mendes (2023).

Tratamento	Produção (t/ha)	EA (%)
1 Orgânico 60kg P ₂ O ₅	62.500	27,78
2 Orgânico 90kg P ₂ O ₅	48.611	07,14
3 Orgânico 120kg P ₂ O ₅	52.083	13,33
4 Orgânico 150kg P ₂ O ₅	55.556	18,75
5 Orgânico 180kg P ₂ O ₅	59.028	23,53
6 MAP (Testemunha) 120kg P ₂ O ₅	45.139	
Média	5381,5	
CV (%)	12,07	

Eficiência agrônômica (%) equação proposta por Abbott (1925), considerando o tratamento 6 como testemunha (N2).

De acordo com a Tabela 5 pode-se observar que o melhor desempenho foi para o fertilizante orgânico com dosagem de 60kg de P₂O₅ onde a produtividade por hectare foi de 62,5 toneladas mostrando superioridade de 27,78% sobre a testemunha fertilizante mineral (Tratamento 6 - MAP), o tratamento com a dosagem de 180kg de P₂O₅ também se mostrou bastante eficiente com superioridade de 23,53%, em seguida os tratamentos 4, 3 e 2 respectivamente.

As substâncias orgânicas não apenas desempenham a função principal de fornecer nutrientes, mas também melhoram as características físicas do solo, como maior capacidade de retenção de água, facilitação da aeração e aumento da porosidade. Mutumba (2020), assegura que a combinação de um adubo orgânico com doses de P, resulta no incremento da biomassa vegetal e, por conseguinte, na produtividade da cultura, o que está de acordo com os resultados obtidos neste estudo. A adubação orgânica, em conjunto com a adubação mineral, apresenta diversos benefícios como redução de custos e aumento de produtividade (Bentos; Dalbem 2022). No entanto, Silva (2015), destaca que não se obteve efeitos significativos na produtividade com a combinação de adubos orgânicos e mineral.

A utilização de fertilizantes orgânicos representa uma opção viável para o agricultor, pois, além de fornecer uma alternativa financeiramente vantajosa, eleva a concentração de fósforo no solo (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise química do solo destinado ao experimento. Elói Mendes (2023).

Descrição		P mg/dm³
Concentração inicial em área total		60,36
Tratamento		
1	Orgânico 60kg P ₂ O ₅	144,83
2	Orgânico 90kg P ₂ O ₅	166,25
3	Orgânico 120kg P ₂ O ₅	148,21
4	Orgânico 150kg P ₂ O ₅	155,8
5	Orgânico 180kg P ₂ O ₅	92,86
6	MAP (testemunha) 120kg P ₂ O ₅	85,19

Concentração de fósforo existente no solo em área total pré-plantio e pós-plantio para cada tratamento.

Pode-se observar que a quantidade de P existente no solo é superior para todos os tratamentos onde foi utilizado fósforo de origem orgânica (Tabela 6), de antemão sabe-se que o P pode atuar na divisão celular, reprodução, metabolismo, síntese de ATP, ADP e NADP, proporcionando maior produtividade. Corroborando com o presente trabalho Possamai (2016), sustenta que o uso de fertilizante orgânico aumenta os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre devido ao processo de mineralização da matéria orgânica, promovendo a redução da fixação de fósforo pelos óxidos de ferro e alumínio.

Por intermédio das análises bromatológicas pode-se obter o acúmulo de P na MS (matéria seca) da planta inteira, uma vez que o consumo foi similar para todos os tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise bromatológica destinado ao experimento. Elói Mendes (2023)

Tratamento		%P na silagem
1	Orgânico 60kg P ₂ O ₅	0,16
2	Orgânico 90kg P ₂ O ₅	0,20
3	Orgânico 120kg P ₂ O ₅	0,18
4	Orgânico 150kg P ₂ O ₅	0,18
5	Orgânico 180kg P ₂ O ₅	0,18
6	MAP (testemunha) 120kg P ₂ O ₅	0,18

Observa-se na Tabela 7 que a retenção de P nas plantas foram similares para todos os tratamentos, salienta-se que a absorção de P não excede o teor necessário para as plantas. Acredita-se que a variação que mostra a Tabela 7 está relacionada com a diluição do teor de P nas plantas em função da produtividade, uma vez que o tratamento 1 cuja dosagem foi de 60 kg de P₂O₅ foi o mais produtivo como apontou a Tabela 4, Fernandes e Muraoka (2002), julgam que em planta que apresenta menor desenvolvimento, pode ocorrer o efeito de diluição, ou seja, pode apresentar maior teor de P do que uma planta

normal.

De acordo com este trabalho Cabral (2020), ao comparar as fontes superfosfato simples (organomineral e mineral) não encontra efeito significativo para as variáveis teor de fósforo na planta e índice relativo de eficiência agrônômica do superfosfato simples. Castoldi et al., (2011), ao avaliar a absorção de P no cultivo de milho para as variáveis rotação e sucessão de cultura e adubação mineral, orgânica e organomineral observou que o teor de fósforo (P) no tecido foliar do milho não diferiu entre os sistemas e adubações.

Em contrapartida Oliveira (2022), salienta que em seu experimento obteve resultados notáveis com uso do fertilizante organomineral, tendo em vista que a sua menor dosagem proporcionou valores similares às demais doses. Para Profiro (2015), este fato pode ser afirmado devido à característica que o fertilizante orgânico possui de liberar os nutrientes lentamente, evitando perda de P por fixação no solo.

Portanto, a pesquisa possibilitou identificar a correspondência nas variáveis examinadas ao utilizar fertilizante orgânico como uma opção ao mineral convencional. Com base no entendimento do acúmulo, aumento e níveis de fósforo disponíveis no solo, é viável ajustar a estratégia de adubação e a aplicação do fertilizante em questão, de acordo com a demanda específica do local para fornecer o nutriente estudado, com o objetivo de alcançar uma produtividade garantida e adesão aos princípios sustentáveis.

5 CONCLUSÕES

As diferentes doses de fertilizante orgânico não se diferiram estatisticamente do fertilizante mineral em relação às análises fenológicas.

Para a produtividade, o fertilizante orgânico se apresentou mais eficiente estatisticamente comparado ao fertilizante mineral.

A absorção de fósforo foi semelhante para todas as dosagens, inclusive a testemunha, evidenciando-se a eficiência agrônômica do fertilizante orgânico, mesmo com dose reduzida.

A adubação orgânica acarreta uma série de vantagens para o cultivo do milho, aumentando a produtividade e assegurando uma maior eficiência agrônômica da cultura.

6 REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. et al. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **J. econ. Entomol**, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

ARAÚJO, M. B de. Produção de milho (*Zea mays L.*) em função de adubos

orgânicos e minerais. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Agronomia – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2019.

BENTOS, S. A; DALBEM, E. Desempenho das culturas de soja e milho no comparativo entre adubação mineral e adubação organomineral. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Brasília, DF, 15/07/2020.

Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf>. Acesso em: 17/06/2023.

CABRAL, F. L. et al., Níveis de fertilização de fósforo mineral e organomineral na cultura do milho. **Brazilian Journal of Development**., Curitiba, v. 6, n.6, p.36414-36426. 2020.

CARDOSO, T. M. Dinâmica de fósforo e nitrogênio no consórcio de milho com adubos verdes no sistema orgânico. 2022 Dissertação (Pós-Graduação) – Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Produção de grãos está estimada em 312,5 milhões de toneladas na safra 2022/2023. Brasília, DF, 13/04/2023. Disponível em

<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4971-producao-de-graos-esta-estimada-em-312-5-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23>. Acesso em 18/06/2023.

CASTOLDI, G. et al. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, p. 139-146, 2011.

DE FREITAS, J. Eficiência agronômica do fosfato natural de Bonito, MS, em milho, braquiária ruziziensis e feijoeiro comum. Tese (Pós-Graduação) – Doutor em Agronomia – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020

FERNANDES, C; MURAOKA, T. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 781-787, 2002.

FERNANDES, P. H. et al. Uso de fertilizantes organominerais fosfatados no cultivo da alface e de milho em sucessão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37907-37922,

2020.

FIAMETTI, M. S. Aplicações de fungicidas em estádios fenológicos do milho para controle de podridão da base do colmo e seus efeitos em variáveis agronômicas. Dissertação (Pós- Graduação) – Mestre em Agronomia – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2022.

Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2009.

GUARNERI, V. A. O. Adsorção de fósforo em solos desenvolvidos sobre basaltos e riolitos. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

MACAN, G. P. F; PINTO, D. F. P; HOMMA, S. K. Eficiência de diferentes adubos orgânicos na adubação do milho. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 04, p. 66- 74, 2019.

MARICATTO, L. D. Desenvolvimento do Milho comparando Adubações Organominerais e Mineral em Cobertura. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Agronomia – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

MUTUMBA, F. A; GINHAS, A. M; MATEUS, A. S. Adubos orgânicos e organominerais como alternativa sustentável para a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista angolana de ciências**, v. 2, n. 1, p. 230-251, 2020.

OLIVEIRA, G. N. Resposta da adubação organo-mineral fosfatada no acúmulo de macro e micronutrientes no milho. Monografia – Graduação em Agronomia – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2022.

PEREIRA, B. de O. H. Desempenho agrônomico e produtivo do milho submetido à adubação mineral e organomineral. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Anápolis, 2019.

PINTO, L. A. da S. R. et al. Extração e quantificação das frações de fósforo orgânico no solo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 34260-34278, 2020.

POSSAMAI, L. Resposta da cultura do milho à adubação organomineral e adubação química. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 1, p. 71-78, 2016.

PROFIRO, F. P. Manual do técnico Geociclo coordenação de produção. Monte Alegre: **Geociclo**, 2015. p. 47.

RUFF, O. J. et al. Doses de fósforo em híbridos de milho cultivados em solo arenoso. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 5, 2023.

SABINO, M. Aplicações parceladas de fósforo na produção e composição físico-química de milho. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Agronomia – Instituto Federal Goiano – Campos Rio Ceres – GO, Ceres, 2022.

SANTOS, J. K. F. et al. Crescimento de plantas de milho submetidas à adubação npk mineral e organomineral. IV Inovagri International Meeting, Instituto Federal Goiano – Campos Rio Verde – GO, Rio Verde, 2017.

SILVA, L. E. B. et al. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.): revisão de literatura. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1636-1657, 2020.

SILVA, P. C. et al. Adubos orgânicos no desenvolvimento vegetativo e produtividade da cultura do milho. In: **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Centro de Convenções, Natal-RN**. 2015.

VENEGAS, F. Efeito de doses de farinha de carne e osso como fonte de fósforo na produção de milho verde (*Zea mays* L.). **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 13, n. 1, p. 63-76, 2009