

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GUILHERME NERES OLIVEIRA

Resposta da adubação organo-mineral fosfatada no acúmulo de macro e micronutrientes no  
milho

Uberlândia - MG

2022

GUILHERME NERES OLIVEIRA

Resposta da adubação organo-mineral fosfatada no acúmulo de macro e micronutrientes no  
milho

Monografia apresentada à Universidade  
Federal de Uberlândia como requisito parcial  
para obtenção do título de bacharel em  
Agronomia

Orientador: Dr. José Geraldo Mageste da Silva

Uberlândia - MG

2022

GUILHERME NERES OLIVEIRA

Resposta da adubação organo-mineral fosfatada no acúmulo de macro e micronutrientes no  
milho

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Agronomia

Aprovado pela Banca Examinadora em 02 de Março de 2022

---

Prof. Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes  
Membro da banca

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Regina Maria Quintão Lana  
Membro da banca

---

Prof. Dr. José Geraldo Mageste  
Orientador

Dedico este trabalho aos meus familiares, Murilo,  
Keila, Maurílio, pelo incentivo, carinho e  
compreensão.  
Ao amigo Renan Cesar (in memoriam) pelo apoio  
e aprendizado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor Dr. José Geraldo Mageste e amigo Dr. Renan Cesar Dias da Silva (in memorian) pelo incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

A equipe da Syngenta, site Uberlândia, Juliagro e ICIAG pela valência, apoio ao estudo, trabalho e toda estrutura disponibilizada.

Aos meus pais por prestarem amparo, assistência e encorajamento.

Muito obrigado a todos vocês!

“A melhor forma de corrigir uma carência é  
eliminando os excessos”  
(Albrecht, William A.)

## RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) é cultivado no Brasil todo e caracteriza-se como uma das culturas mais importantes mundialmente. O rendimento da cultura está diretamente relacionado à fertilidade do solo, dessa forma é imprescindível para as plantas obter os nutrientes essenciais, como o fósforo. O fertilizante organomineral fosfatado atribui diferentes benefícios nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua fabricação é feita através da união de fertilizantes minerais e orgânicos em proporções estabelecidas na legislação. O uso destes materiais permitem o aproveitamento dos resíduos orgânicos, visando assim atenuar os danos ambientais, além de ser uma alternativa para a melhoria na qualidade da fertilidade do solo. Diante do exposto, o objetivo do trabalho consiste em avaliar o acúmulo de macro e micronutrientes na cultura do milho em resposta a aplicação de fertilizante organomineral fosfatado comparado com fósforo mineral, em solos de cerrado com diferentes texturas, média e arenosa. O estudo foi realizado no município de Uberlândia na estação experimental da Syngenta e da empresa Juliagro, após o cultivo de milho de verão submetido a doses de fósforo de fertilizantes organominerais (40%,60%,80%,100%,120%). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco repetições. As doses de fertilizante organomineral fosfatado obtiveram valores equivalentes para o acúmulo de macro e micronutrientes em plantas de milho no pleno florescimento. O fertilizante organomineral fosfatado apresentou resultados similares ao mineral superfosfato triplo para o acúmulo de macro e micronutrientes. Dessa forma, comprova-se sua viabilidade para o uso na adubação da cultura do milho, sendo que, por sua vez, propicia o melhor aproveitamento dos resíduos agroindustriais, consistindo em uma opção sustentável na prática de adubação.

**Palavras-chave:** Fósforo. *Zea mays*. Nutrição.

## ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is cultivated all over Brazil and is characterized as one of the most important crops worldwide. The income of the crop is directly related to soil fertility, being necessary to obtain essential nutrients, such as phosphorus. Organomineral phosphate fertilizer attributes different benefits in the chemical, physical and biological characteristics of the soil, they are obtained through the union of mineral and organic fertilizers in proportions established in the legislation. The use of organic residues, aiming to attenuate environmental damage, in addition to being an alternative for improving soil quality. Given the above, the goal of this work is to assess the accumulation of macro and micronutrients in maize crops in response to the application of organomineral phosphate fertilizers in comparison with mineral phosphorus, in cerrado soils with different textures, clayey and sandy. The study was carried out in Uberlândia city at Syngenta and Juliagro experimental station, after growing summer corn subjected to phosphorus doses of organomineral fertilizers (40%, 60%, 80%, 100%, 120%) and the experimental outline used was randomized blocks with five replications. The doses of organomineral phosphate fertilizer obtained equivalent values for the accumulation of macro and micronutrients in maize plants in pre-flowering. Organomineral phosphate fertilizer showed similar results to triple superphosphate mineral for the accumulation of macro and micronutrients. Thus, its viability for use in the fertilization of the corn crop is viable, and provides the best use of agro-industrial residues, consisting of a sustainable option in the fertilization practice.

**Keywords:** Phosphorus. *Zea mays*. Nutrition.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra do solo de textura média (Syngenta, Uberlândia-MG).....	16
Tabela 2 - Caracterização da amostra do solo de textura arenosa (Juliagro, Uberlândia-MG).....	16
Tabela 3 - Fontes e doses de organomineral de fósforo para adubação de semeadura no milho.....	17
Tabela 4 - Acúmulo de macro e micronutriente na cultura do milho em pleno florescimento em resposta a adubação organomineral fosfatada em solo de textura média.....	18
Tabela 5 - Acúmulo de macro e micronutriente na cultura do milho em pleno florescimento em resposta a adubação organomineral fosfatada em solo de textura arenosa.....	19

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é cultivado no Brasil todo, sendo uma das culturas mais importantes mundialmente, tanto do ponto de vista agrônômico, econômico e social. O emprego do grão é amplo, podendo ser utilizado na alimentação e produção de alimentos básicos derivados, tais quais matéria prima para indústrias de rações para animais (SOLOGUREN, 2015). A produtividade do milho é afetada por diversos fatores, como deficiência hídrica, deficiência nutricional, pragas, doenças e plantas infestantes (DOURADO NETO et al., 2015).

Durante o ciclo o milho existem fases de intensa absorção de nutrientes, sendo a primeira durante o desenvolvimento vegetativo, momento este que está sendo definido o potencial número de grãos. Deste modo, a outra fase é a reprodutiva quando a planta está em formação da espiga, período em que os nutrientes são necessários para formação e enchimento de grãos (MAGELA, 2017).

A fertilidade dos solos das regiões tropicais, incluindo aquelas sob cerrado, possuem várias limitações, dentre elas a baixa disponibilidade natural de fósforo. Outrossim, a indisponibilização de parte do fósforo fornecido na adubação, devido à fixação do P no solo, faz com que a aplicação deste nutriente seja prática frequente e realizada em doses elevadas (CABRAL et al. 2020).

Assim sendo, a agricultura precisa de alternativas para reduzir as perdas de fixação do fósforo, logo, o surgimento dos fertilizantes organominerais visa agregar valor a este cenário. Pesquisas destacaram as vantagens de usar este tipo de fertilizante pois podem aumentar a produtividade e reduzir doses de aplicação (SILVA, 2020).

Os fertilizantes organominerais possuem a característica de liberação lenta, ou seja, os nutrientes são disponibilizados para as plantas de forma gradativa. Este fator faz com que esta tecnologia tenha grande valor pois pode evitar perdas do fósforo que seria fixado pelos argilominerais (PROFIRO, 2015).

O fósforo possui elevada interação com o solo, esta característica associada à deficiência na maioria dos solos brasileiros faz dele o nutriente imprescindível na recomendação (RAIJ, 2011). Em solos do cerrado a concentração de fósforo é relativamente baixa. Relativa a essa particularidade e a grande predisposição que esses solos possuem para fixar o nutriente na fase sólida estabelece a limitação da atividade agrícola rentável sem o uso de adubos fosfatados (SOUSA; LOBATO, 2003).

Raij (2011) destaca que o fósforo exerce diversas funções nas plantas, sendo que no milho umas das principais é a transferência de energia e, portanto, indispensável para a síntese de proteínas, fotossíntese e transformação de açúcares.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o acúmulo de macro e micronutrientes nas plantas de milho em resposta a aplicação de fertilizantes organomineral fosfatado comparado ao mineral convencional, em dois solos de cerrado com textura média e arenosa.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Na atualidade existe preocupação com os sistemas produtivos, em desenvolver a agricultura sustentável, com o tripé da sustentabilidade que são de âmbitos econômico, social e ambiental. O solo é um recurso natural importante para a sobrevivência do homem, pois participa de vários processos e possui inúmeras funções no ciclo dos nutrientes e da água, tendo grande relevância na manutenção dos sistemas naturais, como floresta primaria e campos (Silva et al., 2016).

O uso de resíduos na fertilização dos solos permite a recuperação de elementos químicos, assim como nitrogênio, fósforo e potássio e elementos traço, além de contribuir, através da adição de matéria orgânica no solo, com a melhoria da estrutura física e da capacidade de absorção de água e de promover nutrientes para as plantas, aumentando a produção das culturas (IPEA, 2012). O fósforo é um nutriente que possui desempenho complexo no processo de adubação, pois trata-se de um nutriente mais instável para o aproveitamento das plantas, sendo que seu nível de disponibilidade permanece em cerca de 20%, ou seja, em torno de 80% do total aplicado de fósforo fica fixado no solo, indisponível para as culturas.

As características de solubilidade das fontes de P são importante devida à sua eficiência, os fosfatos de maior solubilidade são mais prontamente disponíveis e ajudam no aumento da absorção e o aproveitamento do nutriente, especialmente pelas culturas de ciclo curto. Porém, essa rápida liberação do P pode colaborar também no processo de adsorção e precipitação das formas solúveis pelos componentes do solo, ocasionando compostos fosfatados de baixa solubilidade e indisponibilizando o nutriente para as plantas, constituindo-se, mais expressivo quanto maior o teor de argila no solo. Deste modo, os fertilizantes de menor reatividade, ao

disponibilizarem mais lentamente o P, reduzem os processos de fixação e favorecem a maior eficiência de uso do nutriente pelas culturas (LANA et al., 2014).

Os fertilizante organominerais são a mistura física de fertilizantes minerais com fontes orgânicas em proporções estabelecidas por lei. Para a formulação do fertilizante organomineral utilizam-se diferentes materiais, como os provenientes da agroindústria (estrumes de animais, torta de filtro e resíduos agrícolas) e sedimentos urbanos. Os nutrientes priorizados para a composição desses fertilizantes são o fósforo, nitrogênio e potássio (nutrientes de ponta).

A torta de filtro é um dos materiais utilizados na produção de fertilizantes organominerarias. Ela é proveniente do setor sucroalcooleiro e em sua composição encontra-se altas concentrações de metais pesados como o ferro, alumínio, zinco, manganês podendo apresentar risco ao meio ambiente se não houver um tratamento adequado. Por outro lado, apresenta também níveis consideráveis de fósforo e cálcio em sua composição, portanto, quando o resíduo é tratado de forma adequada apresenta um elevado potencial para a produção de fertilizantes (ROSA; MARTINS, 2013).

A necessidade nutricional das plantas é definida pela quantidade de nutrientes que são extraídos durante todo seu ciclo. Esta extração dependerá, por conseguinte, do rendimento atingido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada (COELHO; FRANÇA, 1995). A matéria seca é um importante fator na determinação quantitativa de nutrientes durante o ciclo do milho, através de análises desse material é possível determinar e relacionar o acúmulo de nutrientes em determinadas fases vegetativas da planta com o resultado final da cultura, ajudando, portanto, até mesmo no cálculo mais preciso de adubação (OKUMURA et al., 2013).

Estudos realizados na cultura do milho permitiu estimar os níveis de nutrientes no solo exigidos pela cultura, possibilitando estimar a quantidade que será exportada na colheita e assim a quantidade que irá retornar ao solo por meio da ação de decomposição dos restos culturais que permaneceu na área (PINHO et al., 2009). No entanto, ainda considera-se importante realizar o diagnóstico através de análise de solos, podendo ser realizada através de diferentes metodologias (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

Em pesquisas realizadas com milho, Coelho (2006), constatou que o acúmulo na parte aérea de nutrientes como o nitrogênio e potássio, são mais exigidos que o fósforo, entretanto estima-se que até 86% desse nutriente é translocado para os grãos.

A INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 25, de 23 de julho de 2009, Seção V, Art.8º, § 1º (BRASIL, 2009) afirma que os fertilizantes organominerais devem respeitar especificações e garantias estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, sendo que para produtos sólidos são estabelecidos parâmetros como: mínimo de 8% de carbono orgânico,

CTC mínimo de 80 mmolc kg<sup>-1</sup> e no mínimo 10% de macronutrientes declarados para os produtos com macronutrientes primários.

Quando comparado às fontes minerais solúveis, o fertilizante organomineral demonstra um potencial químico reativo inferior, no entanto, sua solubilização é gradativa durante o período de desenvolvimento da cultura, podendo alcançar uma maior eficiência agronômica (KIEHL, 2008).

Um ponto importante a ser observado na utilização de fertilizante organominerais é que a produção regionalizada desse material pode permitir um ganho de à logística e distribuição dos fertilizantes. Além disso, é possível também obter produtos mais especializados para as condições de cultivo da região (BENITES et al., 2010).

De acordo com Ferreira (2014) os fertilizantes organominerais contribuem na eficácia das adubações. Este tipo de fertilizante reduz o processo natural de fixação do fósforo lábil fornecido ao solo, permanecendo prontamente disponível às plantas por um longo período. Para nutrientes minerais móveis no solo, como nitrogênio e boro, a disponibilização gradativa pode melhorar o aproveitamento das plantas. A nutrição adequada no cultivo do milho é imprescindível para atingir altas produtividades. Por meio do uso de fertilizantes organominerais, ressalta-se a importância do aprimoramento no uso desta tecnologia. O ganho de produtividade na cultura do milho torna-se auspicioso. A construção e manutenção da fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes podem vir dos resíduos que provavelmente seriam descartados no meio ambiente.

Os fertilizantes organominerais tratam-se de uma tecnologia importante, pois permitem a ciclagem dos nutrientes através do uso de diversos resíduos orgânicos da agroindústria, como restos culturais e dejetos animais (MACEDO; FERNANDES; FRANÇA, 2020).

### 3 METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos no município de Uberlândia, Minas Gerais, em estação experimental da empresa Syngenta e área de pesquisa da Juliagro. O solo da área da Syngenta é de fertilidade construída através de correções já consolidadas em cultivos anteriores, além disso é de textura média com areia grossa 23,7%, areia fina 24,1%, silte 19,1% e 33,1 % argila. Já na Juliagro, caracteriza-se por um solo de menor fertilidade e de textura arenosa, com 27,7% de areia grossa, 52,5% de areia fina, 7,6% de silte e 12,2% de argila, segundo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018).

Foram coletadas amostras de solo representativas das duas áreas experimentais, cujos dados estão expressos na Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1. Caracterização da amostra do solo de textura média (Syngenta, Uberlândia-MG)

p,H /H <sub>2</sub> O(1:2,5)	P <sub>meh</sub> <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	S-SO <sub>4</sub>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+2</sup>	H+AL	SB	t	T
	mg dm <sup>3</sup>				cmol dm <sup>3</sup>						
5,8	29,1	148	14	0,38	3,0	1,3	0,0	3,10	4,68	4,68	7,78
V	M		M.O.	C.O			B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%		dag kg <sup>-1</sup>					mg dm <sup>3</sup>			
60	0		2,2	1,3			0,17	0,8	24	1,9	4,1

P, K=(HCL 0.05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al= (Solução Tampão SMP a pH 7.5); SB= Soma de Bases; t= CTC efetiva; T= CTC a pH 7.0; V= Saturação por bases; m= Saturação por Alumínio (EMBRAPA, 1997), M.O = Método Colorimétrico. B = (BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0.0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0.005 mol L<sup>-1</sup> + TEA 0.1 mol L<sup>-1</sup> + CaCl<sub>2</sub> 0.01 mol L<sup>-1</sup> a pH 7.3).

Tabela 2. Caracterização da amostra do solo de textura arenosa (Juliagro, Uberlândia-MG)

p,H /H <sub>2</sub> O(1:2,5)	P <sub>meh</sub> <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	S-SO <sub>4</sub>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+2</sup>	H+AL	SB	t	T
	mg dm <sup>3</sup>				cmol dm <sup>3</sup>						
6,8	3,8	64	7	0,16	1,60	0,7	0,0	1,30	2,46	2,46	3,76
V	m		M.O.	C.O			B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%		dag kg <sup>-1</sup>					mg dm <sup>3</sup>			
65	0		1,4	0,8			0,27	0,4	15	2,7	0,8

P, K=(HCL 0.05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.0125 mol L<sup>-1</sup>) P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al= (Solução Tampão SMP a pH 7.5); SB= Soma de Bases; t= CTC efetiva; T= CTC a pH 7.0; V= Saturação por bases; m= Saturação por Alumínio (EMBRAPA, 1997), M.O = Método Colorimétrico. B = (BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0.0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0.005 mol L<sup>-1</sup> + TEA 0.1 mol L<sup>-1</sup> + CaCl<sub>2</sub> 0.01 mol L<sup>-1</sup> a pH 7.3).

A recomendação da adubação foi realizada de acordo com Alves et al. (1999) para produtividade acima de 8000 kg ha<sup>-1</sup> de grão. Na adubação de cobertura aplicou-se nitrogênio e potássio com fontes minerais, ureia e cloreto de potássio.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo cinco doses do fertilizante organomineral (40, 60, 80, 100 e 120 da dose de fertilizante mineral recomendada para cada área) conforme descrito na Tabela 3 e um adicional com 100% da recomendação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral, totalizando seis tratamentos e 30 parcelas.

TABELA 3. Fontes e doses de organomineral fosfatado para adubação de semeadura no milho.

Fertilizante	Tratamento	Porcentagem (%)	Solo de Textura	
			Arenosa Kg ha <sup>-1</sup>	Média Kg ha <sup>-1</sup>
04-20-05	T-1 OM	40	48	32
04-20-05	T-2 OM	60	72	48
04-20-05	T-3 OM	80	96	64
04-20-05	T-4 OM	100	120	80
04-20-05	T-5 OM	120	144	96
SPT 45%	Adc T-6 M	100	120	80

Porcentagem de fósforo em relação a (100%) da dose de fertilizante mineral recomendada para cada área. (120 e 80 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente nas empresas Juliagro e Syngenta de acordo com (ALVES et al., 1999). Adc = Adicional, M = Mineral, OM = Organomineral.

A parcela experimental foi constituída de 6 linhas com espaçamento 0,5 m entre linhas e 5 metros de comprimento, totalizando 15 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela foi constituída pelas duas linhas centrais, descartando-se um metro de cada extremidade, perfazendo 3 m<sup>2</sup>.

A semeadura ocorreu na primeira quinzena de novembro de 2017, utilizando semente de milho híbrido Syngenta STATUS VIP3 objetivando população de 68.000 planta ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos culturais foram realizados de forma preventiva para o controle de doenças, pragas e plantas daninhas, segundo padrão adotado pelas empresas (Syngenta e Juliagro).

Foram coletadas seis plantas por parcela e transportadas para o Laboratório de Análise de Solo e Planta (LABAS) do Instituto de Ciências Agrárias na Universidade Federal de Uberlândia para as devidas análises.

A massa de planta úmidas foi amostrada e após trituração foi secada em estufa até peso constante. Dessa forma, em laboratório foi possível realizar as análises para quantificar os macro e micronutrientes e com base no valor de massa estimar o acúmulo dos nutrientes

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F, onde foi significativo, foi submetido ao teste de Dunnett, à 5% de probabilidade, para comparação de médias e estimativa das doses ótimas indicadas pela equação de regressão. Foi utilizado o sistema computacional de análises estatística denominado ASSISTAT versão 7.6 beta.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento realizado em solo de textura média (Tabela 4) nota-se que não houve diferença entre as doses de organomineral e a adicional mineral (100%) para o acúmulo de macronutrientes primários: nitrogênio, fósforo e potássio; macronutrientes secundários: cálcio, magnésio e enxofre; e micronutrientes: cobre, ferro, manganês e zinco em plantas de milho em pleno florescimento.

Ao analisar o resultado do acúmulo de macro e micronutrientes na dose 100% mineral (SPT) e comparar com as doses de organomineral, observa-se uma equivalência dos resultados, não havendo, portanto, diferença significativa.

**Tabela 4.** Acúmulo de macro e micronutriente na cultura do milho em pleno florescimento em resposta a adubação organomineral fosfatada em solo de textura média.

Doses	Kg ha <sup>-1</sup>					g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	k	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
40%	161.7	4.2	256.7	18.8	12.2	4.6	44.9	1345.6	202.1	78.2
60%	167.3	6.2	283.4	19.2	13.7	5.6	23.6	1137.9	219.0	96.3
80%	173.5	7.5	299.0	21.1	14.9	5.5	41.3	1440.9	170.6	111.1
100%	170.5	5.8	286.8	24.3	15.0	5.7	34.6	1467.5	155.3	83.7
120%	159.2	7.4	283.1	21.4	14.1	5.8	34.2	1319.6	159.6	80.1
Ad Mineral 100% (SPT)	172.6	5.8	278.6	20.7	14.1	5.6	23.1	1509.2	150.9	99.7
CV %	9.85	35.97	10.43	19.25	13.65	15.94	50.04	27.70	69.05	25.82
SW	0.499	0.097	0.513	0.154	0.203	0.771	0.668	0.461	0.562	0.141
LV	0.521	0.277	0.376	0.488	0.329	0.052	0.305	0.242	0.043	0.127
F'	0.780	0.321	0.544	0.537	0.085	0.584	0.251	0.963	0.016	0.959

\*Médias na coluna diferem da testemunha 100% mineral SPT pelo teste de Dunnett a nível de 5% de probabilidade. SW, F, F': pressuposições dos testes Shapiro-Wilk, Levene e Aditividade de Blocos; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e efeitos aditivos.

Em um ensaio semelhante Silva (2020), evidenciou que o fertilizante organomineral não modificou o teor de macronutrientes e micronutrientes na cultura do milho ao comparar com o mineral fosfatado. Também constatou que o acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea das plantas de milho e nos grãos não diferiu com o aumento das doses do fertilizante organomineral fosfatado.

No solo de textura arenosa (Tabela 4) não houve diferença estatística entre as doses de organomineral e a adicional mineral (100%) para o acúmulo de macronutrientes primários: nitrogênio, fósforo e potássio; macronutrientes secundários: cálcio, magnésio e enxofre; e micronutrientes: cobre, ferro, manganês e zinco em plantas de milho em pleno florescimento.

Na tabela 4, ao analisar o acúmulo de macro e micronutrientes na dosagem 100% mineral (superfosfato triplo) e confrontar com as dosagens de organomineral, é possível constatar a paridade dos resultados, não apresentando diferença significativa

**Tabela 4.** Acúmulo de macro e micronutriente na cultura do milho em pleno florescimento em resposta a adubação organomineral fosfatada em solo de textura arenosa.

Doses	Kg ha <sup>-1</sup>					g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
40%	101.8	7.9	162.8	12.4	16.2	6.4	41.1	1469.9	544.3	166.8
60%	108.9	7.8	161.6	11.3	15.9	6.4	42.3	1196.1	453.2	170.6
80%	96.0	6.2	137.6	12.1	15.0	5.8	35.8	1300.7	476.8	113.9
100%	98.1	7.6	154.1	13.2	16.6	5.8	35.4	1510.0	435.5	130.0
120%	100.3	7.5	158.7	12.3	16.4	6.6	39.5	1512.8	501.9	131.8
Ad Mineral 100% (SPT)	96.4	6.6	151.4	11.0	14.2	5.9	34.8	1358.7	493.5	161.9
CV %	9.33	22.89	11.61	17.96	15.06	14.97	36.00	20.89	15.49	32.34
SW	0.740	0.725	0.821	0.343	0.284	0.013	0.053	0.904	0.290	0.873
LV	0.804	0.899	0.197	0.259	0.297	0.050	0.430	0.069	0.560	0.921
F'	0.317	0.931	0.878	0.956	0.435	0.415	0.892	0.112	0.278	0.666

\*Médias na coluna diferem da testemunha 100% mineral SPT pelo teste de Dunnett em nível de 5% de probabilidade. SW, LV, F': pressuposições dos testes Shapiro-Wilk, Levene e Aditividade de Blocos; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e efeitos aditivos. P

Ao analisar individualmente ambas as áreas experimentais, os valores obtidos não apresentaram diferença significativa para as doses utilizadas. Dessa forma, nota-se que houve conformidade no resultado de acúmulo de macro e micronutrientes para as diferentes doses aplicadas.

A equivalência para o acúmulo de macro e micronutrientes no milho na fase de pleno florescimento entre os resultados obtidos nas diferentes dosagens de fertilizante organomineral e no adicional 100% mineral, é pressuposto pelo fato das plantas terem obtido sua exigência nutricional saciada em cada dose (40%, 60%, 80%, 100%, 120%).

Salienta-se que o fertilizante organomineral obteve resultados notáveis, tendo em vista que a dosagem mínima (40%) proporcionou valores equivalentes as demais doses. Este fato pode ser reforçado pela característica que esta classe de fertilizante possui em disponibilizar os nutrientes lentamente e evitar perdas de P por fixação no solo (PROFIRO, 2015).

Ademais, as condições ambientais favoráveis, manejo fitossanitário adequado e uniformidade da lavoura, foram fatores que permitiram o bom desenvolvimento das plantas e conseqüentemente evitaram estresses na absorção dos nutrientes disponíveis no solo.

Silva (2020) obteve resultados semelhantes, relatando ainda que provavelmente o teor de fósforo nos solos acrescidos da adubação de semeadura, foi suficiente para suficiente para uma produtividade satisfatória, ocorrendo um aumento na concentração do nutriente na planta sem a devida resposta em aumento de produtividade. No entanto, Sá, Briedis e Oliveira (2013) analisaram as respostas a absorção de fósforo pelo milho submetido à diferentes dosagens do fertilizante e concluíram que não houve respostas significativas entre as doses, sendo que o principal fator responsável pela produtividade foi o alto teor inicial do nutriente no solo.

Tiritan et al. (2010) avaliando a produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral, relatou que o adubo organomineral demonstrou eficiência equivalente ao mineral para nutrição de fósforo. A semelhança entre os resultados dos fertilizantes está relacionada ao fato de que os fertilizantes orgânicos e organominerais apresentam os nutrientes associados a compostos orgânicos, o que lhes proporcionam solubilidade gradual, isto é, o teor total não é solúvel plenamente em água, fazendo com que os nutrientes sejam liberados gradativamente ao longo do tempo (MAGELA, 2017).

Dias et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes a este estudo, ao avaliarem o acúmulo de matéria seca na parte aérea em plantas de milho. Foi relatado que o fertilizante organomineral nas dosagens de  $P_2O_5$  (30, 60, 90, 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) apresentaram eficiência similar ao mineral fosfato monoamônico (MAP) utilizado no experimento, em havendo somente efeito de dose, ao aumentar a dosagem, observou-se um incremento no acúmulo de matéria seca.

Por conseguinte, o estudo permitiu constatar a equivalência nas variáveis analisadas com o uso de fertilizantes organominerais em alternativa ao mineral convencional. A partir do conhecimento do acúmulo, extração e teores de fósforo disponível no solo, é possível ajustar a

prática de adubação e do uso do fertilizante considerado, de acordo com a necessidade do local para disponibilização do nutriente estudado, visando atingir uma boa produtividade, além de perfazer premissas sustentáveis.

## **5 CONCLUSÃO**

As dosagens de fertilizante organomineral fosfatado (40%,60%,80%,100%,120%) e a adicional mineral (100%) obtiveram valores equivalentes para o acúmulo de macro e micronutrientes no milho na fase de pleno florescimento.

Portanto, o fertilizante organomineral fosfatado apresentou resultados eficazes nas áreas analisadas (solo de textura média e solo de textura arenosa) para o acúmulo de macro e micronutrientes nas plantas até a fase de pleno florescimento. Logo, é atestada a efetividade do uso de adubação organomineral na cultura do milho.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, V. M. C.; CASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, C. A.; PITTA, G. V.; FRANÇA, G. E.; FILHO, A. R.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 381-383.
- BENITES, V. M; CORREA, J. C; MENEZES, J. F. S. **Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil**. XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 jul.2009. Seção 1, p. 20.
- COELHO M. A. Nutrição e adubação do milho. Embrapa Milho e Sorgo. 2006. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2019.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. Seja o doutor do seu milho: Nutrição e adubação. **ARQUIVO DO AGRÔNOMO**, Piracicaba, Sp, ed. 2, p. 1-25, 1995. Disponível em: [https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/\\$File/Milho.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3137/$File/Milho.pdf). Acesso em: 26 jul. 2021.
- CABRAL, Fernando Luiz et al. Níveis de fertilização de fósforo mineral e organomineral na cultura do milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36414-36426, 2020.
- DIAS, R. de 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." *Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.
- DOURADO NETO, D. *et al.* Irrigação deve maximizar eficiência no uso da água para garantir produtividade. **Visão agrícola**, Piracicaba-Sp, 2015. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2021.
- FERREIRA, N. R. **EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS SÓLIDOS E FLUIDOS EM RELAÇÃO À DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO**. Orientador: Dr. Leonardo Theodoro Büll. 2014. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, Sp, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86463/000751621.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 jul. 2021.

IPEA - Comunicados do Ipea: **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrossilvopastoris e a questão dos catadores**. Brasília: IPEA, n.145, 2012.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. 2.ed. Piracicaba: Degaspari, 2008. 160p.

LANA, M. do C.; RAMPIM, L.; SCHULZ, L. R.; KAEFER, J. E.; HARTMANN-SCHIMIDT, M. A.; RUPPENTHAL, V. Disponibilidade de fósforo para plantas de milho cultivadas com fertilizante organomineral e fosfato monoamônico. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 198-209, 2014. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/7659/7605>. Acesso em: 3 ago. 2021.

MACEDO, L. A.; FERNANDES, A. C.; FRANÇA, A. C. Crescimento inicial de milho submetido a diferentes manejos de adubação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, Pr, v. 6, n. 2, p. 5880-5893, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/6673/5884>. Acesso em: 19 set. 2021.

MAGELA, M. L. M. **Fontes de matéria orgânica na composição de fertilizantes organominerais pelezados na cultura do milho**. Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo. 2017. 83 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Mg, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19580/1/FontesMateriaOrganica.pdf>. Acesso em: 19 set. 2021.

OKUMURA, R. S.; TAKAHASHI, H. W.; SANTOS, D. G. C.; LOBATO, A. K. S.; MARIANO, D. C.; MARQUES, O. J.; SILVA, M. H. L.; OLIVEIRA NETO, C. F.; LIMA JR., J. A. Influence of diferente nitrogen levels on growth and production parameters in maize plants. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, v. 9, n. 3-4, p. 510- 514, 2011.

PINHO, R. G. V.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas*, v. 8, n. 2, p.157-173, 2009.

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

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

ROSA, A. S.; MARTINS, C. P. S. Produção mais limpa nas fontes geradoras de poluição da indústria de açúcar e álcool. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 90-125, Jun. 2013

SANTOS, D. R. dos; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 576-586, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/CGKVC6BnjKqMGzf38RmCpDb/?lang=pt#ModalArticles>. Acesso em: 3 ago. 2021.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. ISBN 978-85-7035-800-4. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 3 ago. 2021.

SILVA, R. C. D. da. **FERTILIZAÇÃO ORGANOMINERAL NO MILHO EM CONDIÇÕES DE CERRADO**. Orientador: Dra Regina Maria Quintão Lana. 2020. 88 p. Tese (Doutorado em fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Mg, 2020. Disponível em: [https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31263/1/Fertiliza%C3%A7%C3%A3oOrgano mineralMilho.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31263/1/Fertiliza%C3%A7%C3%A3oOrgano%20mineralMilho.pdf). Acesso em: 26 jul. 2021.

SILVA, É. M. J., SILVA, T. P., MATOS, T. E. S., AMORIM, I. A., AQUINO, A. L. & MELLO, A. H.. Análise das propriedades químicas de um solo em relação aos diferentes usos e manejos em uma propriedade rural familiar no sudeste do Pará. **Cadernos de Agroecologia**, 10. 2016.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. ADUBAÇÃO FOSFATADA EM SOLOS DA REGIÃO DO CERRADO. **ENCARTE TÉCNICO**, Planaltina, DF, ed. 102, p. 1-16, 2003. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/\\$FILE/ENCARTE102.PDF](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/$FILE/ENCARTE102.PDF). Acesso em: 26 jul. 2021.

SOLOGUREN, L. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão agrícola**, Piracicaba-Sp, 2015. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2021.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H.; BORDINI, R. A.; FOLONI, J. S. S.; ONISHI, R. Y. Produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. *Colloquium Agrariae*, v. 6, n.1, Jan-Jun. 2010, p. 01-07. DOI: 10.5747/ca.2010.v06.n1.a044. 2010.

SA, J. C. de M.; BRIEDIS, C.; FERREIRA, A. de O. Desempenho da cultura do milho no plantio direto em resposta ao fósforo e ao modo de fertilização. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 96-101, fevereiro de 2013. Disponível a partir. Acesso em 10 de agosto de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000100014>