

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES

BACHARELADO EM AGRONOMIA

MATHEUS LUCAS ALVES SABINO

**APLICAÇÕES PARCELADAS DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO
FÍSICO-QUÍMICA DE MILHO**

CERES – GO

2022

MATHEUS LUCAS ALVES SABINO

**APLICAÇÕES PARCELADAS DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO
FÍSICO-QUÍMICA DE MILHO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Márcio Ramatiz Lima dos Santos

CERES – GO

2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S116a Sabino, Matheus Lucas Alves
Aplicações parceladas de fósforo na produção e
composição físico-química de milho / Matheus Lucas
Alves Sabino; orientador Márcio Ramatiz Lima dos
Santos. -- Ceres, 2022.
18 p.

TCC (Graduação em Agronomia) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. Adubação. 2. Plantio. 3. Nutrição. 4. Qualidade.
I. Santos, Márcio Ramatiz Lima dos, orient. II.
Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÃO TÉCNICA NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIIF Goiano Sistema Integrado de Bibliotecas

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: **Matheus Alves Lucas Sabino**

Matrícula: **2018103200240263**

Título do Trabalho: **APLICAÇÕES PARCELADAS DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MILHO**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 17/12/2022.

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres-GO, 22/11/2022.

Matheus Alves Lucas Sabino *(Assinado Eletronicamente)*

Ciente e de acordo:

Prof. Dr. Márcio Ramatiz Lima dos Santos - SIAPE 1103672 *(Assinado Eletronicamente)*

Documento assinado eletronicamente por:

- Matheus Alves Sabino, 2018103200240263 - Discente, em 22/11/2022 12:23:14.
- Marcio Ramatiz Lima dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/11/2022 11:02:33.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/11/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 445710
Código de Autenticação: cbb0e6df5b



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Ceres

Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural. None, None, CERES / GO, CEP 76300-000

(62) 3307-7100

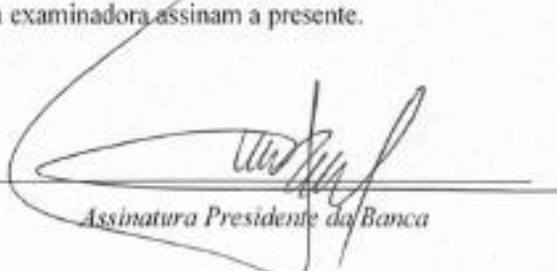
ATA DA DEFESA (ANEXO IV)

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

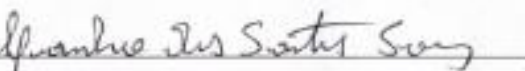
Ao(s) doze dia(s) do mês de novembro do ano de dois mil e vinte e dois, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Matheus Lucas Moraes Sabino, do Curso de Agronomia, matricula 2018103200240263, cujo título é "Aplicações Parceladas de Fósforo na Produção e Composição Físico-Química de Milho". A defesa iniciou-se às 14 horas e 08 minutos, finalizando-se às 14 horas e 35 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho Aprovado com média 9,1 no trabalho escrito, média 9,0 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,7 de pontos, estando o(a) estudante Apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.


Assinatura Presidente da Banca


Assinatura Membro 1 Banca Examinadora


Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

Aos professores do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, em especial os da área de Ciências agrárias por todo o conhecimento que foi compartilhando, base essencial para o meu futuro e discernimento. A Deus, por ter me abençoado e guiado às pessoas que contribuíram durante a jornada da graduação. Aos meus pais, Divanilton e Cristiana, por sempre estarem ao meu lado me amparando e me encorajando nos momentos mais importantes da minha vida. Aos meus familiares e amigos que sempre foram o pilar para minha vida e estudos. Ao professor Márcio Ramatiz, pela orientação que tornou possível a realização do Trabalho de Curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus por minha vida, família, amigos, permitindo que tudo isso acontecesse, não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional que me deram para que eu pudesse concluir minha graduação, agradeço todos os seus esforços.

Ao professor Márcio Ramatiz, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste Trabalho de Curso.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado nas horas boas e ruins, sempre me apoiando para que pudesse concluir mais esta etapa da minha carreira.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”

Robert Collier

RESUMO

Uma das principais características dos solos do Centro-Oeste, mais específico o do Cerrado, é sua alta acidez, assim resultando, principalmente, na limitação do conteúdo de fósforo disponível. Desta forma, dificulta a disponibilidade para a planta, podendo causar baixa eficiência, tanto na produtividade quanto nutricional. O respectivo trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes aplicações parceladas de fósforo na produção e composição físico-química em milho da cultivar BM790 BIOMATRIX, onde o plantio foi realizado no Campus Experimental do Instituto Federal Goiano Campus Ceres. O preparo do solo foi realizado de forma mecanizada e a capina e abertura das linhas foi realizada manualmente. A análise de solo foi realizada no laboratório de solos do IF Goiano Ceres e indicou baixos níveis de fósforo ($4,1 \text{ mg/dm}^3$) e as análises físico-químicas (acidez, pH, umidade, resíduo mineral, fibra bruta) do milho realizadas no Laboratório Experimental do IF Goiano Ceres. O delineamento experimental foi o de delineamento inteiramente casualizados, com cinco repetições. Os fatores estudados foram as diferentes aplicações parceladas de P_2O_5 : (T1: 100% e 0%; T2: 75% e 25%; T3: 50% e 50%; T4: 25% e 75%; T5: 0% e 100%) da dosagem de $15,6 \text{ g.m}^{-1}$ do fertilizante fosfatado, que no caso foi utilizado o Superfosfato Triplo aplicado em semeadura e 20 dias após o plantio foi realizado a cobertura, respectivamente. Observou-se um melhor desempenho agrônômico para os tratamentos 1 e 2 de acordo com as análises biométricas e de produtividade, ou seja, quando aplicado o fosforo 100% e/ou 75% em sulco de plantio notou-se um melhor desenvolvimento da planta em geral e assim acarretando em uma maior produção de grãos. Já as análises físico-químicas foi observado que houveram diferenças significativas nas análises de acidez total titulável e pH nos grãos de milho, com resultados médios das análises 2,95 e 6,23, respectivamente.

Palavras-chave: Adubação. Plantio. Nutrição. Qualidade.

ABSTRACT

One of the main characteristics of soils in the Midwest, more specifically in the Cerrado, is its high acidity, thus resulting, mainly, in the limitation of the available phosphorus content. In this way, it hinders the availability for the plant, which can cause low efficiency, both in productivity and nutrition. The respective work aimed to evaluate the effects of different split applications of phosphorus on the production and physicochemical composition of corn cultivar BM790 BIOMATRIX, where the planting was carried out at the Experimental Campus of the Instituto Federal Goiano Campus Ceres. Soil preparation was carried out mechanized and weeding and opening of the lines was performed manually. Soil analysis was performed in the soil laboratory of IF Goiano Ceres and indicated low levels of phosphorus (4.1 mg/dm^3) and physicochemical analyzes (acidity, pH, moisture, mineral residue, crude fiber) of corn were performed at the Experimental Laboratory of the IF Goiano Ceres. The experimental design was a completely randomized design, with five replications. The factors studied were the different applications of P_2O_5 in installments: (T1: 100% and 0%; T2: 75% and 25%; T3: 50% and 50%; T4: 25% and 75%; T5: 0% and 100 %) of the dosage of 15.6 g.m^{-1} of the phosphate fertilizer, which in this case was used Triple Superphosphate applied at sowing and 20 days after planting, coverage was carried out, respectively. A better agronomic performance was observed for treatments 1 and 2 according to the biometric and productivity analyses, that is, when 100% and/or 75% phosphorus was applied in the planting furrow, a better plant development was observed in and thus resulting in greater grain production. In the physicochemical analysis, it was observed that there were significant differences in the analysis of total titratable acidity and pH in the corn grains, with average results of the analyzes 2.95 and 6.23, respectively.

Key-words: Planting. Fertilization. Nutrition. Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Croqui das parcelas experimentais de milho	07
Figura 2 – Análise de solo	10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das análises de variância para as variáveis diâmetro do colmo (DC), Altura de planta (AP), Número de folhas (NF), Altura de inserção de primeira espiga (AIE), Quantidade de espigas em 10 metros de linha (QTDE 10m)	09
Tabela 2 – Resumo das análises de variância para as variáveis comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Número de fileiras de grãos (NFG), Peso de grãos (PG), Produtividade (PROD)	09
Tabela 3 – Resumo das análises de variância para as variáveis acidez total titulável (ATT), Potencial hidrogeniônico (PH), Umidade (U), Cinzas (C), Fibra bruta (FB)	09
Tabela 4 – Valores médios referentes a diâmetro do colmo (DC), Número de folhas (NF), Altura de planta (AP), Altura de inserção de primeira espiga (AIE)	11
Tabela 5 – Valores médios referentes a comprimento de espiga (CE), Peso de grãos (PG), Quantidade de espigas em 10 metros de linha (QTDE 10m), Diâmetro de espiga (DE), Número de fileiras de grãos (NFG)	11
Tabela 6 – Valores médios referentes à Produtividade (PROD)	12
Tabela 7 – Valores médios referentes a acidez total titulável (ATT), Potencial hidrogeniônico (PH), Umidade (U), Cinzas (C), Fibra bruta (FB)	13

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Teor de Fósforo (P_2O_5) por amostra	15
---	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
4. CONCLUSÕES	16
5. REFERÊNCIAS	16

APLICAÇÕES PARCELADAS DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MILHO

INSTALLED APPLICATIONS OF PHOSPHORUS IN CORN PRODUCTION AND PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION

***Márcio Ramatiz Lima dos Santos**

Formação profissional: Possui graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1993), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2000) e doutorado em Energia Nuclear na Agricultura (ESALQ) pela Universidade de São Paulo (2008). Atualmente é professor Titular do Instituto Federal Goiano Campus Ceres, desde o ano de 1995. Prof. do Programa de Pós-Graduação em Lato sensu em Produção e utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: alimentos funcionais, análise sensorial, antioxidantes, aproveitamento de resíduos e amido resistente.

Vínculo profissional: Professor/Orientador do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

Endereço eletrônico: <http://lattes.cnpq.br/7698485037055625>.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8412-2528>.

Telefone: (62) 98567-5457.

Leandro dos Santos Soares

Formação profissional: Formação técnica em Agropecuária pelo Colégio Agrícola de Bom Jesus-PI /UFPI, graduação (2013) em Engenharia Agrônoma e Mestrado (2013-2015) em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus-PI. Atualmente, doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia (Fisiologia Vegetal), pelo Instituto Federal Goiano (IF Goiano - Rio Verde). Atua em pesquisa na área de Fisiologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: tolerância das plantas a estresses abióticos, hidráulica de plantas e Nutrição de plantas. Atuou como colaborador didático (Monitor da disciplina de Química e Fertilidade do Solo e Fisiologia Vegetal, além de professor de Cálculo no Pré-Vestibular Vale do Gurgueia). Suas principais Áreas de atuação são: Química e Fertilidade do Solo; Nutrição de Plantas; Fisiologia das

plantas cultivadas; Manejo e Conservação do Solo; Manejo e Tratos Culturais em Grandes Culturas, onde se concentram seus estudos e atuação profissional.

Vínculo profissional: Ciências Agrárias no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

Endereço eletrônico: <http://lattes.cnpq.br/7932797976122193>

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-6690-3013>

Telefone: (61) 9652-8550

Matheus Lucas Alves Sabino:

Formação profissional: Graduando no curso de Bacharelado em Agronomia.

Vínculo profissional: Estudante do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

Endereço eletrônico: <https://lattes.cnpq.br/7998104695217103>.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2721-5269>.

Telefone: (61) 99820-3004.

APLICAÇÕES PARCELADAS DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MILHO

INSTALLED APPLICATIONS OF PHOSPHORUS IN CORN PRODUCTION AND PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION

RESUMO: Uma das principais características dos solos do Centro-Oeste, mais específico o do Cerrado, é sua alta acidez, assim resultando, principalmente, na limitação do conteúdo de fósforo disponível. Desta forma, dificulta a disponibilidade para a planta, podendo causar baixa eficiência, tanto na produtividade quanto nutricional. O respectivo trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes aplicações parceladas de fósforo na produção e composição físico-química em milho da cultivar BM790 BIOMATRIX, onde o plantio foi realizado no Campus Experimental do Instituto Federal Goiano Campus Ceres. O preparo do solo foi realizado de forma mecanizada e a capina e abertura das linhas foi realizada manualmente. A análise de solo foi realizada no laboratório de solos do IF Goiano Ceres e indicou baixos níveis de fósforo ($4,1 \text{ mg/dm}^3$) e as análises físico-químicas (acidez, pH, umidade, resíduo mineral, fibra bruta) do milho realizadas no Laboratório Experimental do IF Goiano Ceres. O delineamento experimental foi o de delineamento inteiramente casualizados, com cinco repetições. Os fatores estudados foram as diferentes aplicações parceladas de P_2O_5 : (T1: 100% e 0%; T2: 75% e 25%; T3: 50% e 50%; T4: 25% e 75%; T5: 0% e 100%) da dosagem de $15,6 \text{ g.m}^{-1}$ do fertilizante fosfatado, que no caso foi utilizado o Superfosfato Triplo aplicado em semeadura e 20 dias após o plantio foi realizado a cobertura, respectivamente. Observou-se um melhor desempenho agrônômico para os tratamentos 1 e 2 de acordo com as análises biométricas e de produtividade, ou seja, quando aplicado o fosforo 100% e/ou 75% em sulco de plantio notou-se um melhor desenvolvimento da planta em geral e assim acarretando em uma maior produção de grãos. Já as análises físico-químicas foi observado que houveram diferenças significativas nas análises de acidez total titulável e pH nos grãos de milho, com resultados médios das análises 2,95 e 6,23, respectivamente.

Palavras-chave: Adubação. Plantio. Nutrição. Qualidade.

ABSTRACT: One of the main characteristics of soils in the Midwest, more specifically in the Cerrado, is its high acidity, thus resulting, mainly, in the limitation of the available phosphorus content. In this way, it hinders the availability for the plant, which can cause low efficiency, both in productivity and nutrition. The respective work aimed to evaluate the effects of different split applications of phosphorus on the production and physicochemical composition of corn cultivar BM790 BIOMATRIX, where the planting was carried out at the Experimental Campus of the Instituto Federal Goiano Campus Ceres. Soil preparation was carried out mechanized and weeding and opening of the lines was performed manually. Soil analysis was performed in the soil laboratory of IF Goiano Ceres and indicated low levels of phosphorus (4.1 mg/dm^3) and physicochemical analyzes (acidity, pH, moisture, mineral residue, crude fiber) of corn were performed at the Experimental Laboratory of the IF Goiano Ceres. The experimental design was a completely randomized design, with five replications. The factors studied were the different applications of P_2O_5 in installments: (T1: 100% and 0%; T2: 75% and 25%; T3: 50% and 50%; T4: 25% and 75%; T5: 0% and 100 %) of the dosage of 15.6 g.m^{-1} of the phosphate fertilizer, which in this case was used Triple Superphosphate applied at sowing and 20 days after planting, coverage was carried out, respectively. A better agronomic performance was observed for treatments 1 and 2 according to the biometric and productivity analyses, that is, when 100% and/or 75% phosphorus was applied in the planting furrow, a better plant development was observed in and thus resulting in greater grain production. In the physicochemical analysis, it was observed that there were significant differences in the analysis of total titratable acidity and pH in the corn grains, with average results of the analyzes 2.95 and 6.23, respectively.

Key-words: Planting. Fertilization. Nutrition. Quality.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays L.*) é um dos produtos agrícolas mais produzidos no mundo, abrangendo toda a escala produtiva, desde a agricultura familiar até a produção patronal. O consumo do milho é muito difundido em várias culturas, além de proporcionar o desenvolvimento agrícola e industrial de muitos outros produtos beneficiados, a partir das diferentes composições do grão. Este cereal é uma fonte importante de energia, proteína e fibras tanto para alimentação humana quanto animal (Geraldi et al., 2012).

Em primeiro lugar, o Brasil é caracterizado como um país que possui uma grande dependência rural, portanto o agronegócio brasileiro é uma das principais atividades da economia nacional, possuindo grande importância para os brasileiros. No âmbito da agricultura relacionada a grãos, o milho é o segundo grão mais cultivado e exportado, atrás apenas da soja, por outro lado, vale ressaltar que esse grão além de estar fortemente presente na indústria alimentícia, também é o principal componente para a produção de ração animal. Nesse sentido, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estudos indicam que a região Centro-Oeste e Sul do país são as principais produtoras de milho no Brasil, haja visto, que é responsável pelo incremento da produção nacional do grão na 2ª safra, também chamada de “safrinha, sendo o Mato Grosso ocupando posição de maior produtor nas últimas safras (Souza et al., 2018).

No século passado, a agricultura brasileira era caracterizada como rudimentar, a soja por exemplo, não tinha expressão econômica nacional e internacional. Prevalencia o trabalho braçal na produção agropecuária, de acordo com dados da época, apenas 2% das propriedades rurais contavam com máquinas agrícolas. Nessa perspectiva, observa-se que o país nos últimos 40 anos passou a exportar alimentos em vez de importar tais produtos como era realizado em períodos anteriores. Atualmente, é produzido cada vez mais em cada hectare de terra graças a novas tecnologias e evoluções na área agrícola do Brasil (Embrapa, 2021).

Portanto, a evolução na produção brasileira é comprovada entre os períodos de 1975 e 2017, onde a produção de grãos, que era de 38 milhões de toneladas, cresceu mais de seis vezes, atingindo 236 milhões, por outro lado, a área plantada apenas dobrou, dessa forma, tais dados são indicadores marcantes da trajetória evolutiva da agricultura brasileira, onde estão relacionados com altos números de produção e índices de produtividade (Embrapa, 2021).

Nesse sentido, o país chegou em grandes índices de produção nas últimas décadas graças aos grandes avanços em termos tecnológicos realizados nessa área. Portanto, a produção em grandes escalas de milho na região do cerrado tornou-se viável devido ao desenvolvimento de tecnologias de melhoria da fertilidade dos solos dessa região, de modo que a região do

centro-oeste é conhecida por apresentar solos ácidos e pouco recomendado para a utilização em plantações em grande escala.

Nos últimos anos, o consumo do milho tem sido novamente visado, tendo em vista seu baixo custo e alto valor energético, sendo utilizado como alternativa ao trigo. O milho é fonte tanto de energia quanto de proteínas, gorduras e fibras, o que o permite ser uma das principais matérias-primas para a indústria alimentícia (Geraldi et al., 2012).

Um dos aproveitamentos mais comuns relacionados a coprodutos com perfil farináceo é a utilização em massas alimentícias. As massas alimentícias são produtos largamente consumidos globalmente, tornando-se uma importante alternativa na segurança alimentar, devido a sua conveniência e palatabilidade. São alimentos de fácil armazenamento, cozimento, manuseio e atualmente considerados como um veículo ideal para agregação de melhoria nutricional em dietas (Bello-Pérez et al., 2015).

Diante disso, visando aumentar ainda mais a produção do milho no país, são necessários realizar estudos envolvendo melhores formas da adubação mineral, a fim de uma produção com melhor qualidade nutricional. Portanto, vale ressaltar que o fósforo (P), é imprescindível para o processo de metabolismo das plantas, por desempenhar a função de papel armazenamento e transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese, processo fundamental e relacionado com a produtividade, em especial a do milho (Oliveira et al., 2012).

Vale ressaltar que se deve disponibilizar o fósforo desde o início do ciclo vegetativo do milho, devido ao fato de sua falta ocasionar em alguns casos, restrições em seu desenvolvimento, e como consequência a planta de milho não conseguir se recuperar posteriormente. Por outro lado, em situações em que o fósforo é utilizado adequadamente, resulta em maior desenvolvimento das raízes, melhor qualidade dos grãos, maturidade uniforme, fortalecimento do colmo e maior produção de grãos de milho. Portanto, o fornecimento adequado de fósforo é de suma importância para garantir ótimos resultados na produção, desde os estágios iniciais de crescimento da planta de milho (Krolow et al., 2004).

Perante o exposto, nota-se a importância do Fósforo (P) para a agricultura e seus efeitos da produção desse grão, sendo assim, a alta demanda deste mineral associados ao elevado custo dos fertilizantes.

Portanto, o respectivo trabalho visa avaliar as diferentes aplicações parceladas de fósforo no desenvolvimento das plantas e na composição físico-química do milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres (15° 21 '05"S, 49° 35' 52"W e altitude de 580 m), em condições de campo. O preparo de solo foi realizado durante a semana do dia 22 a 26 e dia 27 de novembro de 2021 foi feito o plantio do milho. E dia 20 de março (113 dias) foi realizado a colheita do milho.

A cultivar escolhida foi a BM790 BIOMATRIX, que apresenta excelentes resultados em produtividade e qualidade de grãos nas condições do cerrado goiano.

Os dados de campo consistiram em espaçamento de 0,80 m entrelinhas e 0,20 m entre plantas, a área útil das parcelas consistiu de duas fileiras, sendo considerados 2,0 m entre parcelas e 2,0 m entre as fileiras e cada parcela possuía 4,0 metros de comprimento por 4,0 metros de largura (Figura 1). O preparo do solo foi realizado de forma mecanizada. Porém, a capina e abertura dos sulcos de plantio foi realizada manualmente, onde cada parcela possuía 5 linhas de plantio de 4,0 m. No solo da área experimental, foi realizada a análise de solo para realização das metodologias e aplicações corretas de adubações de plantio e cobertura.

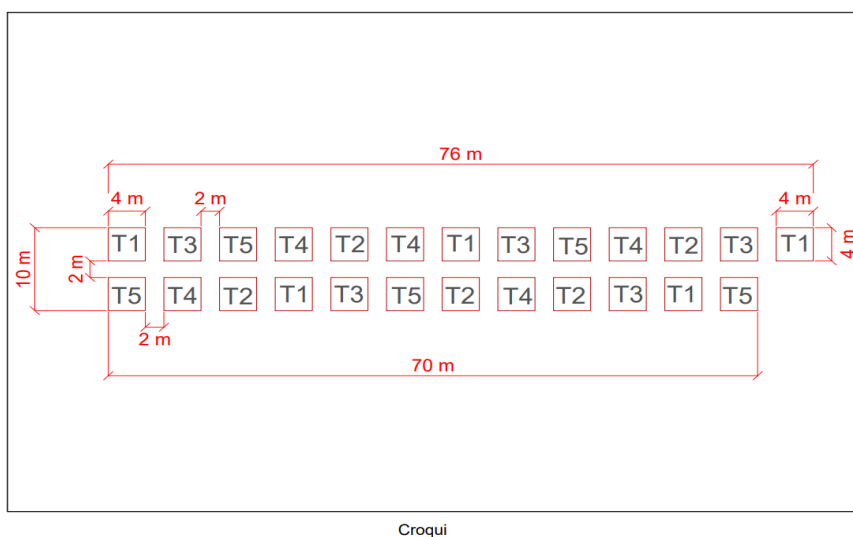


Figura 1. Croqui das parcelas experimentais de milho.

O delineamento experimental foi o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os fatores estudados foram as diferentes aplicações parceladas de P_2O_5 : (T1: 100% e 0%; T2: 75% e 25%; T3: 50% e 50%; T4: 25% e 75%; T5: 0% e 100%).

O nível tecnológico escolhido foi o de baixa tecnologia, ou seja, buscando resultados de produtividade na casa de 4 a 6 kg/ha e a partir disso a recomendação de adubação foi de 1,8 kg de Ureia (N); 7,8 kg de SuperFosfato Triplo (P); 3,3 kg de Cloreto de Cálcio (K), lembrando

que a área possuía um tamanho de 400 m² de área plantada. Foi aplicado 15,6 g.m⁻¹ do fertilizante fosfatado em linha de plantio e em semeadura e 20 dias após o plantio foi realizado a cobertura, respectivamente.

A biometria das plantas e o desempenho agrônômico foram realizados em duas etapas: a primeira um mês após o plantio e a segunda no dia da colheita, tomando-se as medidas de altura das plantas, número de folhas, altura da inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo e no final do ciclo, foi mensurada também acrescentando comprimento da espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por grão, peso de grãos e quantidade de espiga em 10 metros de linha de plantio) e produtividade. Essa metodologia para a coleta dos dados biométricos foi realizada a partir do trabalho realizado por (Silva, 2019).

O cálculo da produtividade é a partir de um método recomendado e aceito pela Emater, onde o cálculo é descrito por:

$$\{(NE \times P) / EM\} / 1000$$

Onde: NE significa o Número de espigas em 10 metros de linha, P significa o peso médio de grãos de 3 espigas, EM significa o espaçamento entre linhas e por último se divide por mil (Hauagge, 2020).

Após a colheita, as espigas foram separadas de acordo com os tratamentos, debulhadas, moídas em liquidificador, acondicionadas em sacos plásticos transparentes com 300 gramas e armazenadas em baixas temperaturas até as análises físico-químicas.

Foram realizadas análises físico-químicas (acidez, pH, umidade, resíduo mineral, fibra bruta) para determinar a composição centesimal das amostras de milho cultivadas sob diferentes aplicações parceladas de fósforo no Laboratório Instrumental do IF Goiano Ceres. Todas as análises foram realizadas em triplicata de acordo com os métodos de Adolfo Lutz (2008).

Os resultados foram submetidos à ANOVA, realizado a regressão dos dados e ao Teste de Tukey para verificar a interação entre as médias ao nível de 5% utilizando o Software R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto forneceu subsídios importantes que identificaram que diferentes aplicações de fósforo no milho influenciam tanto no desenvolvimento da cultura, como também na sua produtividade e na sua composição físico-química.

Houve efeito significativo ($p>0,05$) para interação entre as diferentes aplicações parceladas de fósforo para as seguintes variáveis: Diâmetro do colmo, altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, peso de grãos, produtividade, número de folhas e número de fileiras de grãos. Entretanto, não houve efeito significativo para a variável quantidade de espigas em 10 metros de linha.

Tabela 01. Resumo das análises de variância para as variáveis diâmetro do colmo (DC), Altura de planta (AP), Número de folhas (NF), Altura de inserção de primeira espiga (AIE), Quantidade de espigas em 10 metros de linha (QTDE 10m).

FV	GL	DC	AP	NF	AIE	QTDE 10m
Tratamentos	4	61,14**	0,02**	1,54*	0,02**	5,74 ^{ns}
Resíduos	20	1,62	0,00	0,38	0,00	2,22
CV%		6,38	1,04	4,21	1,68	4,24

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$), ns não significativo.

CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 02. Resumo das análises de variância para as variáveis comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Número de fileiras de grãos (NFG), Peso de grãos (PG), Produtividade (PROD).

FV	GL	CE	DE	NFG	PG	PROD
Tratamentos	4	6,76**	44,20**	3,02*	2247,74**	1656,92**
Resíduos	20	0,42	5,06	0,28	8,34	20,28
CV%		4,35	5,36	4,04	2,32	4,91

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p<0,01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$), ns não significativo.

CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Possuíram efeito significativo ($p>0,05$) para interação entre as diferentes aplicações parceladas de fósforo na composição físico-químico de milho para as seguintes variáveis: acidez total titulável e potencial hidrogeniônico. Por outro lado, não houve efeito significativo para as variáveis de umidade, cinzas e fibra bruta.

Tabela 03. Resumo das análises de variância para as variáveis acidez total titulável (ATT), Potencial hidrogeniônico (PH), Umidade (U), Cinzas (C), Fibra bruta (FB).

FV	GL	ATT	PH	U	C	FB
Tratamentos	4	0,80*	0,42**	1,52 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Resíduos	20	0,15	0,00	2,87	0,97	0,00
CV%'		13,29	0,76	12,45	70,90	62,85

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), ns não significativo.
CV% = Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

A análise de solo foi realizada no laboratório de solos do IF Goiano Ceres e indicou baixos níveis de fósforo ($4,1 \text{ mg/dm}^3$) e baixos níveis de cálcio ($2,4 \text{ cmol/dm}^3$). Porém, o solo possuindo um pH (5,8) estando em níveis aceitáveis, mantendo níveis altos de M.O ($13,6 \text{ mg/dm}^3$), além de níveis médios de T ($6,5 \text{ cmol/dm}^3$) e valores ideais de V% (69,1%). No entanto quando falamos em Al trocável e H+Al ($0,1; 2,0 \text{ cmol/dm}^3$), respectivamente, possuíam valores baixos, ou seja, resultados favoráveis já assim resultando em níveis baixos de acidez acarretando também a menor fixação de fósforo.



INSTITUTO FEDERAL
Goiano | Campus
Ceres

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
LABORATÓRIO DE SOLOS

RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLO

INTERESSADO: MATHEUS LUCAS A. SABINO

MUNICÍPIO:

CERES

DATA DE ENTRADA: 25/10/21
DATA DE EMISSÃO: 04/11/21

		Textura														
Código	Amostra/Cultura	Areia	Silte	Argila	pH	M.O	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	K	P	V	m
		g/Kg			em H ₂ O	g/dm ³	cmol/dm ³						mg/dm ³	%		
29	MILHO PROJETO PIBIC	34572	0	33572	5,8	13,6	2,4	1,5	0,1	2,0	0,6	6,5	240,1	4,1	69,01	1,11

M.O. [Método Colorimétrico]
P, K [Mehlich-1]
Ca, Mg, Al [KCl 1mol/L]
H + Al [Tempo SMP a pH 7,5]

SB - Soma de bases (SB = Ca + Mg + K)
t - Capacidade efetiva de troca de cátions (t = CTC efetiva = SB + Al)
T - Capacidade total de troca de cátions (T = CTC total = SB + H + Al)
V - Saturação por bases (V = 100.SB/T)
m - Saturação por alumínio (m = 100.Al/T)

Laboratório certificado pela Embrapa Solos/ Selo de Qualidade PAQLF 2020

Figura 2. Análise de solo.

Com as análises biométricas das plantas de milho (Tabelas 4 e 5), foi observado que o fósforo quando aplicado 100% e 75% no plantio obtiveram os melhores resultados, ou seja, um ganho para diâmetro do colmo, número de folhas, altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, comprimento de espiga, peso de grãos, diâmetro de espiga, número de fileiras de grãos. Porém, foi observado que o fósforo quando aplicado 100% e 75% em cobertura obtivemos resultados negativos para diâmetro do colmo, número de folhas, altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, comprimento de espiga, peso de grãos, diâmetro de

espiga, número de fileiras de grãos. Não havendo diferença significativa para a quantidade de espigas em 10 metros de linha.

Tabela 04. Valores médios referentes a diâmetro do colmo (DC), Número de folhas (NF), Altura de planta (AP), Altura de inserção de primeira espiga (AIE).

AMOSTRAS	DC (mm)	NF	AP (m)	AIE (m)
Tratamento 1	24,2 ± 1,27 a	15 ± 0,62 a	2,35 ± 0,02 a	1,31 ± 0,02 a
Tratamento 2	23 ± 1,27 a	15,2 ± 0,62 a	2,33 ± 0,02 ab	1,27 ± 0,02 a
Tratamento 3	18,8 ± 1,27 b	14,8 ± 0,62 ab	2,28 ± 0,02 b	1,21 ± 0,02 b
Tratamento 4	17,8 ± 1,27 bc	14,4 ± 0,62 ab	2,24 ± 0,02 c	1,20 ± 0,02 b
Tratamento 5	16 ± 1,27 c	13,8 ± 0,62 b	2,19 ± 0,02 c	1,15 ± 0,02 c
Média	19,96	14,64	2,28	1,23
CV	6,38	4,21	1,04	1,68

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Tabela 05. Valores médios referentes a comprimento de espiga (CE), Peso de grãos (PG), Quantidade de espigas em 10 metros de linha (QTDE 10m), Diâmetro de espiga (DE), Número de fileiras de grãos (NFG).

AMOSTRAS	CE (cm)	PG (g)	QTDE 10m	DE (mm)	NFG
Tratamento 1	16,2 ± 0,64 a	152,6 ± 2.89 a	36,2 ± 1,49 a	45 ± 2,25 a	13,78 ± 0,53 a
Tratamento 2	15,8 ± 0,64 a	137,4 ± 2.89 b	36,2 ± 1,49 a	45 ± 2,25 a	13,8 ± 0,53 a
Tratamento 3	14,56 ± 0,64 b	123 ± 2.89 c	35,2 ± 1,49 a	41,8 ± 2,25 ab	13,2 ± 0,53 ab
Tratamento 4	13,8 ± 0,64 b	108,4 ± 2.89 d	34,4 ± 1,49 a	39,6 ± 2,25 b	12,6 ± 0,53 bc
Tratamento 5	13,62 ± 0,64 b	100,4 ± 2.89 e	33,8 ± 1,49 a	38,6 ± 2,25 b	12 ± 0,53 c
Média	14,80	124,36	35,16	42,00	13,08
CV	4,35	2,32	4,24	5,36	4,04

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Segundo Saldanha et al. (2017) a quantidade de fósforo absorvido pelas plantas acarreta de maneira significativa no desenvolvimento geral da planta, principalmente da parte aérea, pois sabe-se que o fósforo tem como função na planta de integrante da molécula do ATP, atuando no armazenamento e na transferência da energia química captada da luz solar na fotossíntese. Segundo Grant et al. (2001), o fósforo é de grande importância para os estádios

iniciais da cultura do milho, sendo a exploração do solo pelo sistema radicular compostos pelas raízes das plantas, sendo maior com a presença desse elemento, favorecendo o crescimento vegetativo da planta.

A altura da primeira espiga pode estar relacionada ao acréscimo da dosagem de P, pois no seu trabalho os seus resultados obtidos foram que a altura da primeira espiga foi influenciada até a dose de 129 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (Lima et al, 2016). Além disso, Magalhães et al. (1995) reforçam que é de suma importância o colmo da planta do milho como suporte de folhas e partes florais, assim como órgão de reserva no acúmulo de por exemplo a sacarose.

Fósforo é responsável pelo bom desenvolvimento das raízes e de plântulas na fase inicial do seu crescimento, contribuindo para o aumento da resistência (Malavolta, 2006). Foram observados por Oliveira, (2018) resultados dos seus estudos, onde as doses de fósforo (0 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹) influenciaram no aumento do diâmetro da espiga, de 44 mm a 52 mm.

Em relação à produtividade (Tabela 6), as aplicações de 100% e 75% no plantio obtiveram resultados satisfatórios, isto significa, altos níveis de produtividade sendo 115,10 e 104,21 sc/ha, respectivamente, valores esses que estão acima da média nacional, segundo dados da CONAB (2021), que giram em torno de 5,687 kg/ha, ou seja, 94,78 sc/ha. Foi notado também que a aplicação de 50% no plantio manteve valores médios semelhantes aos dados da média nacional citado anteriormente sendo 90,17 sc/ha, podendo afirmar que aplicando no mínimo 50% em plantio obtivemos valores de produtividade médios aceitáveis. Contudo, as variáveis com aplicações de 100% e 75% em cobertura alcançaram resultados desfavoráveis sendo 77,72 e 71,11 sc/ha, respectivamente, sendo abaixo da média da produtividade.

Tabela 06. Valores médios referentes à Produtividade (PROD).

AMOSTRAS	PROD (sc/ha)
Tratamento 1	115,10 ± 4,50 a
Tratamento 2	104,21 ± 4,50 b
Tratamento 3	90,17 ± 4,50 c
Tratamento 4	77,72 ± 4,50 d
Tratamento 5	71,11 ± 4,50 d
Média	91,66
CV	4,91

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Segundo Kerbauy (2008) a deficiência de fósforo acarreta atraso na iniciação floral da planta de milho, assim significando em um baixo nível de produção. Para Dordas (2009), conforme haja uma maior disponibilidade de fósforo pode contribuir para o aumento da produção de matéria seca. Afetando assim na distribuição dos fotoassimilados para os órgãos reprodutivos e, conseqüentemente, possuindo um aumento significativo na produtividade.

Segundo Soratto et al. (2010), quanto maior for o diâmetro do colmo, maior a possibilidade de favorecer com aspectos positivos o desenvolvimento da planta, pois o colmo é uma estrutura de que tem características de ser reserva, armazenamento e translocação de fotoassimilados do colmo para os grãos das plantas, o que irá proporcionar o aumento da produção do milho. E já citado anteriormente Grant et al. (2001), reforça que o fósforo é de grande importância desde os estádios iniciais da cultura do milho e a falta dele vem a acarretar diversos problemas gerais na cultura e um deles e mais preocupantes é no quesito produtividade.

Pode-se observar (Tabela 7), as análises físico-químicas realizadas pelos métodos descritos por Adolfo Lutz, foi analisado que as aplicações de 100% de fósforo em plantio houve diferença significativa se comparados com as aplicações de 75% em plantio e 75% em cobertura e 50% em plantio e 100% em cobertura para a variável acidez total titulável. Entretanto, aplicações de 100% de fósforo em plantio, 100% e 75% em cobertura obtiveram resultados distintos aos de aplicações 50% e 75% em plantio. Não havendo diferença significativa das aplicações parceladas de fósforo para as variáveis: Umidade, cinzas e fibra bruta.

Tabela 07. Valores médios referentes a acidez total titulável (ATT), Potencial hidrogeniônico (PH), Umidade (U), Cinzas (C), Fibra bruta (FB).

AMOSTRAS	ATT (%v/m)	pH	U (%v/m)	C (%m/m)	FB (%m/m)
Tratamento 1	3,61 ± 0,39 a	6,41 ± 0,05 a	12,77 ± 1,69 a	1,9 ± 0,99 a	0,05 ± 0,05 a
Tratamento 2	2,52 ± 0,39 b	5,58 ± 0,05 c	13,88 ± 1,69 a	1,34 ± 0,99 a	0,05 ± 0,05 a
Tratamento 3	3,40 ± 0,39 ab	6,26 ± 0,05 b	13,27 ± 1,69 a	0,54 ± 0,99 a	0,1 ± 0,05 a
Tratamento 4	2,55 ± 0,39 b	6,49 ± 0,05 a	14,66 ± 1,69 a	2,13 ± 0,99 a	0,06 ± 0,05 a
Tratamento 5	2,67 ± 0,39 ab	6,4 ± 0,05 a	13,48 ± 1,69 a	1,06 ± 0,99 a	0,14 ± 0,05 a
Média	2,95	6,23	13,61	1,39	0,08
CV	13,29	0,76	12,45	70,9	62,85

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

As análises de acidez e pH são de suma importância quando se menciona a durabilidade dos produtos. Os valores de acidez descritos acima na (Tabela 7) mesmo acompanhando-se de resultados diferentes significativamente, encontram-se abaixo dos valores máximo apontado pela ANVISA, indicando um processo realizado em condições higiênicas favoráveis, considerando ser esse parâmetro um indicador de qualidade (Dias e Leonel, 2006).

Apesar da possibilidade de ampliação na vida de produtos à base de milho como podemos citar como exemplo as farinhas, para Silva et al., (2012) o pH exerce forte influência sobre a funcionalidade das proteínas, devido às várias funções proteicas dependerem do grau de ionização dos grupos ionizáveis reacionais na molécula protéica.

Nas análises de umidade os resultados obtidos foram entre 12,77 a 14,66, considerado aceitável para o armazenamento. Para Silva et al (2017), notaram que produtos originados do milho com umidades superiores de 13 a 14% venha a contribuir para alterações nas características de produtos finais, como por exemplo o aspecto, sabor, odor, além de reduções nutricionais e diminuição da vida de prateleira.

Para os resultados das análises de cinzas que foi descrito a partir da (Tabela 7) aos valores encontrados se adequa dentro do recomendado pelas tabelas de composição de alimentos e com certeza colaboram como fonte de nutrientes na alimentação.

A partir da execução da análise do teor de fósforo (P_2O_5) descrito abaixo (Gráfico 1), foi notado nitidamente que quando aplicado o fósforo em 75%, 50% e 100%, respectivamente, conquistaram melhores resultados se comparados a aplicações de 100% e 75% na cobertura. Podendo afirmar que quando aplicado o fósforo total ou pelo menos boas quantidades no plantio, acaba acarretando em uma maior absorção e retenção desse nutriente pela planta e posteriormente possuindo boas quantidades do nutriente no grão, ou seja, grãos com altos níveis de P_2O_5 .

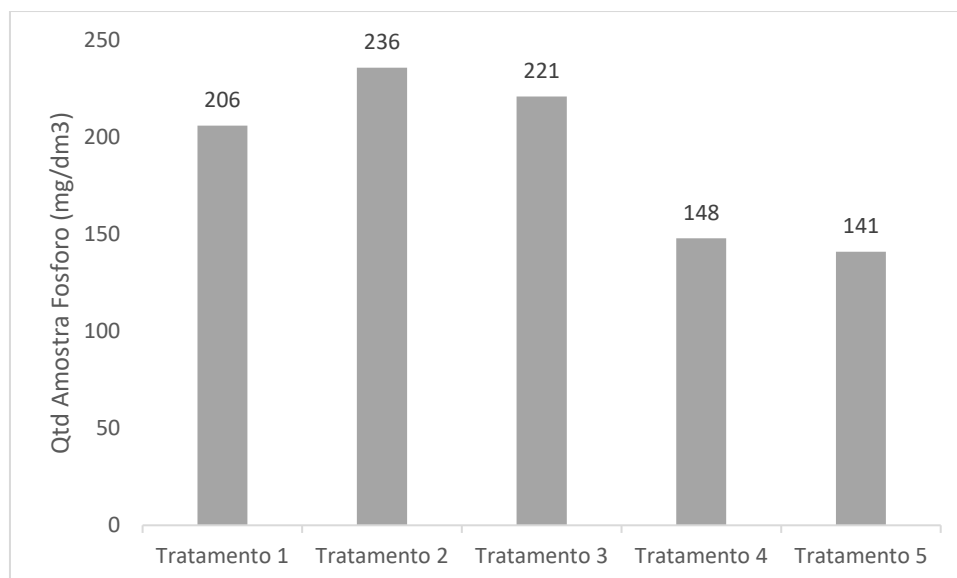


Gráfico 01. Teor de Fósforo (P_2O_5) por amostra.

Segundo Novais; Smyth (1999), quanto maior a disponibilidade do fósforo no solo maior será o gradiente de concentração deste elemento, ocasionando deste modo, aumento no teor de fósforo na parte aérea geral da planta, tanto folhas como também o próprio grão.

O milho é o alimento energético mais utilizado na nutrição animal e é muito útil na alimentação de bovinos de corte e leiteiras. O milho garante essa oferta por ser um alimento rico em energia possuindo uma grande porcentagem e pobre em proteínas. Como principal e mais utilizado concentrado energético, o milho apresenta boa aceitabilidade animal e disponibilidade no mercado.

O fósforo desempenha um papel metabólico vital, tem mais funções fisiológicas do que qualquer outro mineral e participa de várias reações enzimáticas do metabolismo energético. Não há dúvidas de que a deficiência de fósforo é responsável pela baixa produtividade dos rebanhos bovinos em todo o país e afeta negativamente o crescimento dos animais. Nesses animais, além das necessidades do animal, os microrganismos do rúmen também precisam de fósforo para atividade microbiana suficiente no rúmen, pois o fósforo é essencial para o metabolismo e desenvolvimento da microbiota ruminal (Mendonça, 2018).

Além de ser o terceiro nutriente mais caro na dieta monogástrica, depois da proteína e da energia, o fósforo mineral é considerado um dos nutrientes mais poluentes. Este fato deve-se principalmente ao fato de aves e suínos utilizarem menos fósforo de origem vegetal e necessitarem suplementar fontes de fósforo inorgânico, o que resulta em alto teor de fósforo total na dieta e, portanto, alta excreção nas fezes (Rostagno et al. 2007).

4. CONCLUSÕES

O Fósforo é um nutriente crítico para a produção de milho com efeito direto no desenvolvimento da planta, principalmente nos estágios iniciais do ciclo.

Os tratamentos 1 e 2 apresentaram os melhores resultados no desenvolvimento das plantas, indicando que o sequestro de fósforo (P_2O_5) nesses dois tratamentos foram menores.

Nas análises físico-químicas houveram diferença significativa nas análises de Acidez total titulável e pH.

Os tratamentos 2 e 3 apresentaram os maiores teores de fósforo nos grãos, demonstrando a importância de parcelar a aplicação deste nutriente como forma de maximizar a absorção de fósforo nos grãos de milho, que para o uso em alimentação animal na fabricação de rações possui destaque positivo, já que um dos nutrientes mais importantes principalmente para os ruminantes.

Em face dos resultados obtidos, indicamos o tratamento 1 como o ideal para o manejo de adubação de Fósforo na cultura do milho por apresentar maior produtividade, apresentar os melhores índices de desenvolvimento agrônômico das plantas e manter consideráveis teores deste nutriente nos grãos.

5. REFERÊNCIAS

BELLO-PÉREZ, L. A.; FLORES-SILVA, P. C.; BERRIOS, J. J.; PAN, J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; MONSALVE-GONZÁLEZ, A. Gluten-free pasta spaghetti with unripe plantain chickpea and maize: physicochemical, texture and sensory properties. *CyTA-Journal of Food*, Tamaulipas, v. 13, n. 2, p. 159-166, 2015.

BORGES, L.P. Fósforo: Fósforo em solo e planta em condição do cerrado. UFG, [S. l.], p. 1-38, 2 mar. 2020.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento da safra brasileira: grãos 2021/2022; [Acesso em 07 set 2022]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/39691_7cfce4cdbe69deafc9a9a0cad72d554d>.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, jul./ago., 2006.

DORDAS, C. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source-sink relations. *European Journal Agronomy*, Philadelphia, v. 30, p. 129-139, 2009.

EMBRAPA. Trajetória da agricultura brasileira. In: Trajetória da agricultura brasileira. [S. l.]; [Acesso em 03 ago 2022] Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>.

FLORESTAS. Solo, a “pele” do planeta que a floresta; [Acesso em 30 ago 2022]. Disponível em: < <https://florestas.pt/conhecer/solo-a-pele-do-planeta-que-a-floresta-protege/>>.

GERALDI, C.A.Q.; PEREIRA, N.C.; FRARE, L.M.; KLASSEN, T. Análise econômico-financeira de um novo processo de produção de derivados de milho. Entrevista, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 185-195, 2012.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 95, p.1-5, 2001.

HAUAGGE, T. S. Como estimar a produtividade de milho; [Acesso em 20 nov 2021]. Disponível em: <<https://www.pioneersementes.com.br/blog/26/como-estimar-a-produtividade-do-milho>>.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008.

KROLOW, R.H.; MISTURA, C.; COELHO, R.W.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E.P. Efeito do fósforo e potássio no desenvolvimento e nodulação de três leguminosas anuais de estação fria. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.33, n.6, p.2224-2230, 2004.

LIMA, L. B; BATISTA, K. D ; ROCHA, P, R. R; AQUINO, S, T. M ; SANTOS, R. F ; CASTRO, T. Desenvolvimento de milho cultivado sob doses de fósforo no cerrado de Roraima em sistema de plantio direto, 2016, Rua Sete de Setembro, 231– Canarinho – 69.306-530 – Boa Vista/RR.

MAGALHÃES PC et al. 1995. Fisiologia da planta de milho. Sete Lagoas: Embrapa - CNPMS. 27p. (Circular Técnica, 20).

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Agronômica Ceres, São Paulo. Ed.2, 231 p. 2006.

MENDONÇA, H. A. C. Fontes de fósforo na alimentação animal. Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília - DF, 2018.

NOVAIS FILHO, G.; SMITH, T.J. Fósforo em solo e plantas em condições tropicais. Viçosa: UFV, p. 359, 1999.

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

OLIVEIRA, M.A.O. Composição química dos grãos de milho em resposta à adubação mineral e inoculação com rizobactérias. Revista Ceres, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 709-715, 2 out. 2012;

[Acesso em 05 ago 2022]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/c7gTDdYt4mGZf5bzjmTjj8k/?format=pdf&lang=pt>.

OLIVEIRA, R. C. (2018). Características morfológicas e produtivas na cultura do milho. PARENTONI, S.N.; MENDES, F.F.; GUIMARÃES, L.J.M. Melhoramento para eficiência no uso de P. In: FRISTSCHE-NETO, BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de plantas para condições de estresse abióticos. Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 250-255, 2011.

ROSTAGNO, H. S., et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. R. Bras. Zootec., v.36, suplemento especial, p.295-304, 2007.

SALDANHA, E. C. M.; ROCHA, M. E. L. DA; ARAÚJO, J. L. S.; ALVES, J. D. N.; MARIANO, D. C.; OKUMURA, R. S. Adubação fosfatada na cultura do milho no nordeste paraense. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.16, n. 4, p. 441-448, 2017.

SILVA, L. H.; COSTA, P. F. P.; NOMIYAMA, G. W.; SOUZA, I. P.; CHANG, Y. K. Physicochemical and technological characterization of whole soybean flour fermented by *Apergillus oryzae*. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 15, n. 4, p. 300-306, 2012.

SILVA, P. V. B.; OLIVEIRA, M. R. T.; SILVA, F. A.; ALMEIDA, S. A.; ANDRADE T. H. L.; DIAS, E. Processamento do Fubá da Paixão: Produto do Patrimônio Genético do Semiárido Brasileiro. Anais do III Simtagro – Simpósio de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Pombal-PB, 02 a 06 de outubro de 2017.

SILVA, S. A. Produção e biometria de genótipos de milho em função da adubação fosfatada. Mossoró- RN: URFS, 2019.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. Revista Ciência Agronômica, 2010. v.41, p.511-518

SOUZA, Aguinaldo Eduardo de et al. Estudo da produção do milho no brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas. South American Development Society Journal. v. 4 n. 11, 2018.

SOUZA, E. C. A., et al. Respostas do milho à adubação com fósforo e zinco. Pesq, agropec. bras., v.33, n.7, pI03 1-1036, jul, Brasília. 1998.