



INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

AGRONOMIA

**INFLUÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS DE
LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO
CERRADO**

GUYANLUKIA BRITO ALVES

RIO VERDE, GO

2021

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS DE
LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO
CERRADO**

GUYANLUKIA BRITO ALVES

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção de Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues

RIO VERDE – GO

2021

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

Alves, Guyanlukia Brito
A 474i INFLUÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS DE
LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO CERRADO
/ Guyanlukia Brito Alves; orientador Carlos Ribeiro
Rodrigues . -- Rio Verde, 2021.
70 p.

Monografia (Graduação em Bacharelado em Agronomia
) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde,
2021.

1. Fertilizantes fosfatados. 2. Liberação lenta.
3. Eficiência agronômica . 4. Glycine max. I.
Rodrigues , Carlos Ribeiro, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

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: Guyanlukia Brito Alves

Matrícula: 2017102200240022

Título do Trabalho: "Influência de fertilizantes fosfatados de liberação lenta na produtividade da soja no cerrado"

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 03/02/2021

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:

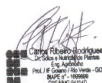
- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal 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.

Rio Verde, GO, 03/02/2021.

Guyanlukia Brito Alves

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 1/2021 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) vinte e três dia(s) do mês de janeiro de 2021, às 09 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Carlos Ribeiro Rodrigues (orientador), Vitor Martins Veneziano (membro), Tatiana Michlovská Rodrigues (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “**INFLUÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS DE LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO CERRADO**” da estudante Guyanlukia Brito Alves, Matrícula nº 2017102200240022 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelo orientador em nome dos demais membros da banca.

(Assinado Eletronicamente)

Carlos Ribeiro Rodrigues

Orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Carlos Ribeiro Rodrigues**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/01/2021 10:26:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/01/2021. 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: 232426

Código de Autenticação: c98270aafc



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

GUYANLUKIA BRITO ALVES

**INFLUÊNCIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS DE
LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NO
CERRADO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em **23** de **JANEIRO** de **2021**,
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

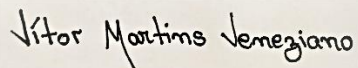


Carlos Ribeiro Rodrigues
Dr. Solos e Nutrição de Plantas
Eng. Agrônomo
Prof. I.F. Goiano / Rio Verde - GO
BAPC n.º 105999
CREAMG 94114D

Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues
Instituto Federal Goiano



Dr. Tatiana Michlovská Rodrigues
Instituto Federal Goiano



Me. Vitor Martins Veneziano
Instituto Federal Goiano

RIO VERDE – GO
2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, à minha família, em especial meu pai Valdivino Alves Ferreira (in memoriam) que mesmo que não tenha acompanhado em presença física minha trajetória nessa profissão, sempre foi um dos maiores motivos pra me fazer lutar por qualquer coisa que eu almeje nesta vida. E também ao meu orientador, Carlos Ribeiro Rodrigues, que sempre cumpriu mais que sua função, além de orientador foi pra mim também um pai e um grande amigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ser luz na minha vida e meu guia, sempre me protegendo de todo o mal e planejando com tanto carinho a minha trajetória.

Ao meu pai, Valdivino, que foi o maior exemplo de vida que tive, que me ensinou sempre a buscar meus objetivos, não importa o quão difícil fosse. Vivo para dar orgulho à ele, que por mais que não esteja presente em matéria, se tornou minha estrela guia.

À minha mãe, Odaísa, uma mulher guerreira, que nunca mediu esforços para me ajudar, sempre carinhosa e cuidadosa, me apoiando dentro de todas as possibilidades para que esse sonho fosse passível de realização.

Aos meus familiares, em especial minha prima, Layse, e seus pais, meus tios, Idalina e Guinther que por muitas vezes seguraram minha mão e me enxergaram melhor do que sou, que compartilham comigo a alegria da realização desse sonho.

Ao meu orientador, Carlos, que esteve presente nessa carreira desde o início, que sempre me ajudou, me incentivou e me ensinou tanto, não somente sobre quesitos agrônômicos, mais principalmente sobre a vida. O admiro muito e sou eternamente grata.

Aos meus amigos, não somente os que fiz durante a faculdade mas à todos aqueles que fizeram e fazem parte da minha vida. Não seria possível citar todos aqui, mas acredito que cada um sabe a importância que teve em meu caminho. Obrigada por terem enxugado minhas lágrimas, por me fazerem rir até a barriga doer, e principalmente por tornarem essa trajetória mais fácil. Amigos são realmente anjos enviados por Deus.

À Tati e ao Vitor, por aceitarem fazer parte da banca e também por terem dividido seus conhecimentos comigo.

Por fim, agradeço também ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, juntamente com todos os professores, por terem oferecido a base para a construção de todo esse sonho.

RESUMO

ALVES, Guyanlukia Brito. **Doses de fertilizantes fosfatados com tecnologia de liberação lenta sobre a produtividade da soja no cerrado.** 2021. 71p Monografia. (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

Realizou-se dois experimentos, afim de avaliar a produtividade da soja sob fontes de fertilizantes fosfatados, sendo um dos experimentos com diferentes fontes e tecnologias de proteção dos fertilizantes fosfatados, e o outro, a quinta safra do experimento de longa duração com doses crescentes dos fertilizantes monoamônio fosfato (MAP) e do MAP com a tecnologia Kimcoat o qual configura liberação lenta. O delineamento do experimento com tecnologias foi em blocos ao acaso com oito tratamentos, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 6 linhas de soja, espaçadas entre si a 0,5 m, por 4 metros de comprimento, totalizando 12 m² de área total. Para o experimento de doses o delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 2 sendo cinco doses dos fertilizantes (0, 54, 108, 162, 216 e 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas fontes (monoamônio fosfato – MAP – 11% de N e 52% de P₂O₅ e monoamônio fosfato com a tecnologia Kimcoat – MAPKP – 10% de N e 50% de P₂O₅), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 6 linhas de soja, espaçadas entre si a 0,5 m, por 4 metros de comprimento, totalizando 12 m² de área total. Para as avaliações foram desconsideradas 2 linhas e 1 m de cada extremidade, totalizando 2 m lineares de área útil. Foi colhido 1 m linear separadamente, totalizando duas avaliações por unidade experimental. Como principal resultado, constatou-se que há aumento da produtividade de grãos da soja com o aumento das doses dos fertilizantes fosfatados.

Palavras-chave: Fertilizantes fosfatados; liberação lenta; eficiência agrônômica; *Glycine max*.

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

Símbolo/Sigla	Significado
EA	Eficiência Agronômica
EU	Eficiência de uso
EqST	Eficiência equivalente ao superfosfato triplo
H ₂ PO ₄	cido fosfórico
LVd	Latosolo Vermelho distrófico
MAP	Monoamônio fosfato
MAPKP	Monoamônio fosfato com Tecnologia Kimcoat
NV	Número de vagens
P	Fósforo
P ₂ O ₅	Pentóxido de difósforo
PG	Produtividade de grãos
PMG	Peso de mil grãos
SFT/ ST	Superfosfato triplo

Sumário

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS	11
INTRODUÇÃO.....	13
REVISO DE LITERATURA	15
1.1 Dinâmica do fósforo no solo	16
1.2 Fontes de fósforo	19
MATÉRIAS E MÉTODOS.....	24
RESULTADOS E DISCUSSOES.....	27
CONCLUSO.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS.....	43

INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro ocupa uma área de aproximadamente 206 milhões de hectares (Pereira et al., 1997). Deste total, 20 milhões são cultivados com grãos, onde 1/3 dessa área é cultivada somente por soja. O fósforo é um dos macronutrientes primários essenciais para a produção vegetal. Porém, os teores de fósforo na solução dos solos da região do Cerrado são geralmente muito baixos. Essa característica, associada à alta capacidade que esses solos têm para reter o fósforo na fase sólida, é a principal limitação para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola rentável sem a aplicação de adubos fosfatados.

O fósforo está associado a múltiplas funções de grande importância na planta, tais como: divisão celular, fotossíntese e utilização de açúcares e amido (Mascarenhas et al., 1993). A deficiência desse nutriente diminui o potencial de rendimento da soja, desde os estádios reprodutivos iniciais, como o florescimento, pela menor produção de flores e maior aborto dessas estruturas, assim como nas fases seguintes, com formação de menor quantidade e maior aborto de legumes (Ventimiglia et al., 1999). Um bom suprimento de fósforo para a planta, por outro lado, promove incrementos significativos na produção de soja, em áreas de cerrado, mesmo no primeiro ano de cultivo (Coutinho et al., 1991; Sfredo et al., 1994).

Sendo o fósforo o nutriente que mais limita a produção sob o cerrado (NOVAIS & SMYTH, 1999; NOVAIS et al., 2007; SOUSA et al., 2010), há uma grande demanda de fertilizantes que suprimam a carência desse nutriente. Porém devido a alta demanda e a baixa eficiência de fertilizante fosfatado para cultivo sob o cerrado é importante que além de ter um manejo do P mais eficiente, também sejam buscadas novas tecnologias. Assim, as pesquisas envolvendo a tecnologia de liberação lenta visando aumentar a eficiência de uso de fertilizantes tem se reforçado após inúmeras publicações sobre o esgotamento das reservas de fósforo nas próximas décadas (SOUSA et al., 2014; SCHOLZ & WELLMER, 2015; WITHERS, et al., 2018) com sérios riscos de comprometimento da segurança alimentar mundial.

Estimativas indicam que o esgotamento das reservas de P pode ocorrer ainda neste século se as atuais taxas de produção e demanda se mantiverem (SOUSA et al., 2014). O limite de exploração das rochas fosfáticas deve ocorrer em 2030, quando haverá declínio irreversível por falta de matéria-prima, e conseqüentemente com o aumento da demanda haverá também aumento do preço desde o processamento até

venda dos fertilizantes (VACCARI, 2009; CORDELL, 2009). Todavia, íons fosfato não desaparecem dos sistemas na terra, semelhante ao que ocorre com recursos fósseis. Então, não se fala em perdas absolutas mas sim dissipativas de P, em função da baixa eficiência de uso dos fertilizantes fosfatados (SCHOLZ et al., 2013; SCHOLZ & WELLMER, 2015).

Fertilizantes fosfatados granulados podem reduzir o tempo de contato com o solo em relação à época de plantio pelo parcelamento das aplicações (SOUSA & LOBATO, 2004) aplicação localizada ou pelo revestimento dos grânulos que propõem liberação lenta do nutriente amenizando a retenção do fósforo (NOVAIS & SMYTH, 1999; VIEIRA & TEIXEIRA, 2004; ALCARDE, 2009; SOARES & CASAGRANDE, 2009).

Então, com o presente experimento, objetivou-se avaliar como a produção de soja comporta-se sob o efeito de diferentes doses de fertilizantes fosfatados, fazendo uso da tecnologia dos fertilizantes fosfatados de liberação lenta. O ajuste de doses permite uma adubação mais eficiente e ao mesmo tempo mais rentável, pois garante que seja suprida a falta do nutriente juntamente com o menor gasto possível. Parte desse estudo teve como hipótese que a manutenção da concentração de P no solo por maior tempo pela taxa mais lenta de liberação do P quando aplicados esses fertilizantes aumenta a produção de grãos promovendo maior eficiência de uso do fertilizante fosfatado.

REVISÃO DE LITERATURA

A adubação fosfatada durante muito tempo foi aplicada em grandes quantidades pelos produtores, principalmente sob o bioma cerrado. Isso sempre ocorreu em função do paradigma dos solos sob este bioma apresentarem alta capacidade de adsorção de fósforo (P), os quais podem ter valores de capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) iguais ou superiores a 1 mg g^{-1} de P. (NOVAIS e SMYTH, 1999)

Assim, durante muitos anos, principalmente após a década de 80 do século XX, sempre foram aplicadas altas doses de fertilizantes fosfatados, levando a criação de uma “poupança” de P no solo, ou “legado de P” no solo (WHINTERS et al., 2018; PAVINATO et al., 2020). No solo, o P possui uma dinâmica complexa, e pode tanto reagir com cátions presentes na solução, quanto com as cargas de superfície dos coloides orgânicos, formando compostos ternários, e principalmente as superfícies de minerais do solo como os oxihidróxidos de Fe e Al. Assim, nem todo o legado do P presente no solo estará disponível para as plantas. Sendo que os processos de redução da labilidade do solo aumentam, quanto maior o tempo de contato do fertilizante com o solo. (NOVAIS e SMYTH, 1999)

Com a evolução da agricultura no Brasil, houve aumento das doses de fertilizantes fosfatados aplicados. Todavia, o incremento na produção de alimentos foi menor que o aumento da quantidade destes fertilizantes fosfatados, ou seja, houve com o tempo, redução da eficiência do uso do P na agricultura Brasileira. Juntamente a isso, destaca-se que há redução da vida útil das minas de exploração do mineral matéria prima utilizada na fabricação dos fertilizantes fosfatados no Brasil (fluoro-cloro-hidroxiapatitas), que era estimado em 60 anos em 2004 (DAHER, 2014; LOPES et al., 2014) e 50 anos em 2020 (PAVINATO et al., 2020). Fato, este similar às reservas de minerais nos EUA, cuja vida útil também foi estimada em menos de 35 anos (CARRINGTON, 2019). Esses dados permitiram uma reportagem de destaque na revista “The Guardian”, onde pesquisadores da Rothamsted Research Center afirmaram que a próxima grande crise mundial na agricultura ocorrerá devido à oferta de fertilizantes fosfatados (CARRINGTON, 2019). Essa crise poderá colocar em risco a segurança alimentar do mundo, já que os maiores produtores agrícolas mundiais, os EUA e o Brasil, possuem baixa vida útil das minas que exploram a matéria prima para a fabricação de fertilizantes fosfatados.

Diante desse cenário, é importante o desenvolvimento de tecnologias que visem aumentar a eficiência do uso de fontes de fertilizantes fosfatados, como também viabilizar tecnicamente a ciclagem do estoque, legado do P presente nos solos. Basicamente, a calagem, e principalmente a adoção de sistemas de cultivo que proporcionam o aumento da matéria orgânica do solo em quantidade e qualidade (diversidade), são as principais técnicas para reduzir as perdas de P. Mas podem-se somar a essas tecnologias o desenvolvimento de novos fertilizantes fosfatados, ou mesmo a mistura com aditivos que possam trazer ganhos quanto à eficiência de uso do P. E para isso é importante entender a dinâmica do P quanto às suas formas de ocorrência no solo quando se utiliza diferentes fontes, levando-se em consideração principalmente o P excedente, que cria esse legado. A partir do conhecimento da dinâmica do P no solo pode-se desenvolver tecnologias para serem agregadas às fontes já existentes, reduzindo deste modo as doses de aplicação e aumentando a eficiência de absorção pelas culturas.

Sendo assim, a presente tese, teve como objetivo, avaliar o efeito de diferentes fontes e formas de aplicação de fertilizantes fosfatados, na produção da soja em terceira e quarta safra consecutiva, bem como, analisar os efeitos residuais das frações do P no solo.

1.1 Dinâmica do fósforo no solo

Os solos brasileiros em sua maioria apresentam baixa disponibilidade de P, sendo necessária a realização de adubação com fertilizantes fosfatados para garantir o suprimento desse nutriente no solo e, conseqüente disponibilidade para as plantas. Esse nutriente presente no solo provém do intemperismo da apatita, que libera íons fosfato na solução do solo, contudo, grande parte do teor de P no solo fica indisponível devido à fixação inorgânica e à imobilização microbiana, resultando baixo teor na solução do solo (BAZANI, 2013). Assim, o fornecimento de P de forma natural mediante a intemperização do mineral de origem bem como da mineralização da matéria orgânica se tornam insuficientes para atender à demanda nutricional das plantas, fazendo-se necessário o uso de fertilizantes fosfatados (STAUFFER e SULEWSKI, 2004).

Com o aumento do intemperismo, o fornecimento de P é reduzido e os sítios de adsorção aumentam o que contribui para que o solo passe de fonte para dreno de P, ou seja, o solo passa a competir com a planta pelo nutriente devido a formação de

complexos de alta especificidade e energia de ligação diminuindo deste modo a disponibilidade de P inorgânico (Pi) na solução do solo (NOVAIS et al., 2007). Isso ocorre nos solos do Cerrado em especial os Latossolos, os quais apresentam baixa disponibilidade de P, sendo essa classe de solo um forte dreno desse nutriente (NOVAIS et al., 2007; NUNES, 2014).

Nos solos altamente intemperizados o nutriente P apresenta alguns desafios: (i) o P encontra-se em baixas concentrações na solução do solo; (ii) a maioria dos compostos de P no solo estão em formas indisponíveis para as plantas; (iii) o P aplicado por meio de fontes solúveis reage com os minerais de argila, matéria orgânica e outros elementos como ferro (Fe), alumínio (Al), manganês (Mn) e cálcio (Ca), impossibilitando sua disponibilidade às plantas (BRADY e WEIL, 2013). No solo, o teor de P pode variar de 35 até 5.300 mg kg⁻¹, com valor médios em torno de 800 mg kg⁻¹ (ESSINGTON, 2004), e devido à sua baixa mobilidade no perfil do solo concentra-se nas camadas superficiais (VOGEL, 2014). Dentre todas as formas de P, somente as iônicas H₂PO₄⁻ e HPO₄²⁻ e alguns compostos de P orgânico (Po) solúveis, são absorvidos pelas raízes (NOVAIS et al., 2007; BRADY e WEIL, 2013).

O P no solo está presente nas fases sólida e líquida (em solução), adsorvido ou complexado com oxihidróxidos de Fe, Al, Ca e com a matéria orgânica; ou também pode estar livre na solução do solo (PAVINATO, 2007). No solo este nutriente pode ser dividido de acordo com a natureza do composto a que está ligado: fósforo orgânico e fósforo inorgânico, tanto na fase sólida como na solução do solo (PAVINATO, 2007, SANTOS, 2013).

O Po está presente nos resíduos em decomposição, os quais podem ser de origem animal, vegetal e humana (PAVINATO, 2007), em que os principais grupos de Po em extrato de solo, ocorrem na forma de monoésteres (R-O-PO₃), diésteres (R-O-PO₂-O-R'), fosfonatos (R-PO₄), fosfatos inorgânicos ortofosfatos (PO₄³⁻) e pirofosfatos (P₂O₇³⁻) (GYANESHWAR et al., 2002; NOVAIS et al., 2007). As fontes minerais de fósforo são responsáveis por compor o Pi no solo, em solos altamente intemperizados os compostos inorgânicos mais comuns de P são a estregnita (FePO₄.2H₂O) e variscita (AlPO₄.2H₂O) (NOVAIS e SMYTH, 1999). Nesses solos o Pi pode ser encontrado ligado ao Fe, Al e Ca, adsorvido a matéria orgânica, oxi-hidróxidos de Fe, Al e argilas silicatadas do tipo 1:1 (NOVAIS e SMYTH, 1999; GATIBONI, 2003).

O fósforo utilizado pelas plantas encontra-se em formas inorgânicas (MARSCHNER, 2012), entretanto, Condrón e Tiessen (2005) afirmaram que o estoque

de Po no solo pode corresponder de 15 a 80% do fósforo total (P-total), sendo que as frações orgânicas e inorgânicas são capazes de atuar como fonte ou dreno para solução do solo, dependendo da qualidade da matéria orgânica do solo (MOS) e do tipo de mineral.

Como citado, o P no solo está dividido em orgânico e inorgânico dependendo da natureza do composto a que está ligado, contudo, dentro desses dois grupos ainda é possível identificar formas de P na relação solo-planta e o grau de labilidade (disponibilidade) desse nutriente no solo (Figura 1) (NOVAIS et al., 2007).

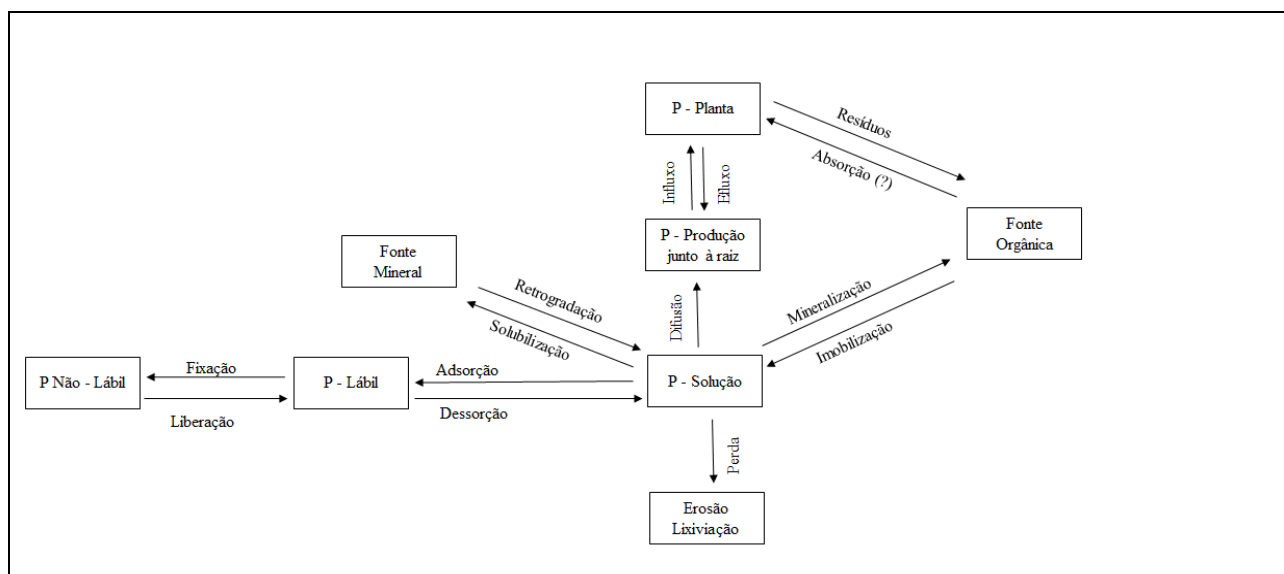


Figura 1. Formas de fósforo no sistema solo-planta. Adaptado de Novais et al., 2007.

O P presente na solução (P-solução) do solo é responsável por disponibilizar esse nutriente para a planta, porém, essa forma de fósforo pode sofrer alterações em algumas condições do solo, como em pH elevado o P pode migrar para alguma forma de baixa reatividade aumentando o compartimento Fonte Mineral e com isso o P-solução estaria diminuindo o seu estoque, nesse sentido, há uma indisponibilização do nutriente devido à combinação com outros elementos, em com o Ca. Outras formas de alterar o estoque de P na solução do solo podem ser: através da imobilização da matéria orgânica, pela perda por erosão do solo e lixiviação, bem como pela adsorção e fixação do mesmo em argilas não silicatadas (NOVAIS e SMYTH, 1999). Em solos altamente intemperizados as perdas por lixiviação são desprezíveis devido à baixa solubilidade dos compostos orgânicos e inorgânicos e à forte ligação das formas inorgânicas com os minerais de argila (BAZANI, 2014).

A mineralização da matéria orgânica contribui para o aumento do P-solução do solo. Entretanto, poderá haver imobilização temporária de P da solução do solo pela sua incorporação à biomassa microbiana que se faz necessária para que mineralização aconteça mediante a redução da relação carbono e fósforo (C/P), então o P-solução volta a aumentar com o predomínio da mineralização sobre a imobilização. Com o aumento do P-solução pelas fontes minerais ou orgânicas haverá um desequilíbrio em relação ao P-lábil, aumentando a adsorção de P proveniente da solução do solo e por consequência favorecendo a difusão de P em direção às raízes das plantas. Enquanto o P-solução é extraído pela absorção o P-lábil irá manter o equilíbrio para o sistema-solo, assim o P-lábil funciona como um agente tamponante que regula os excessos e déficits do P-solução, dentro dos limites de cada solo (NOVAIS e SMYTH, 1999).

A transformação do P-lábil em P não-lábil se dá mediante a fixação de P, ou seja, pela retenção de P pelo solo de forma não reversível, pelo menos a curto prazo. Em solos menos intemperizados, alcalinos ou com presença de resíduos de fosfatos naturais não solubilizados no solo, há ocorrência das formas inorgânicas de fósforo ligado a cálcio (P-Ca) as quais também são formas de P não-lábil (NOVAIS et al., 2007). Essa forma de P não é desejável a curto prazo, pois terá menos fósforo disponível para ser absorvido pelas plantas.

As formas de P no solo descrevem como o P se comporta, e seu grau de labilidade permite quantificar a disponibilidade desse nutriente. Sendo assim, se o P está na solução ou fracamente adsorvido estará na forma lábil, se estiver adsorvido com argilas e oxihidróxidos de Fe e Al, o grau de interação é que regulará a labilidade de P (PAVINATO e ROSOLEM, 2008). Logo, as formas P no solo se mostram importantes para a discussão sobre as fontes de fósforo e a forma de aplicação que melhor contribuem para disponibilidade do P na solução do solo.

1.2 Fontes de fósforo

O uso de fertilizantes é uma prática que visa repor os nutrientes na solução do solo. A adubação fosfatada é realizada a fim de elevar o P na solução do solo, principalmente em solos que apresentam baixa disponibilidade desse nutriente. Assim, o uso de fertilizantes minerais tem crescido em todo o mundo, no final do século XX em expansão no século XXI (HANSEL, 2013).

Os fertilizantes fosfatados utilizados podem apresentar alta ou baixa solubilidade

em água, o que determina a velocidade na disponibilização de P no solo. Os fertilizantes de alta solubilidade em água compreendem os superfosfatos e os fosfatos de amônio, sendo os superfosfatos obtidos por processos industriais através do ataque da rocha fosfática com ácidos, já o monoamônio fosfato (MAP) provém pela neutralização da amônia com ácido fosfórico, enquanto os fosfatos naturais são obtidos a partir de minérios fosfáticos após os processos de lavagem, e estes quando aplicados no solo apresentam baixa solubilidade em água (MALAVOLTA, 1981). Dentre as fontes de P tem-se: (i) fosfatos naturais (rocha fosfática apatita moída); (ii) termofosfatos (obtida através de processo térmico); (iii) fosfatos totalmente acidulados (acidulação total); (iv) fosfatos alternativos (parcialmente acidulados) (PROCHNOW et al., 2004).

No Brasil os fertilizantes fosfatados solúveis em água usualmente comercializados são o MAP, o superfosfato simples (SS) e o superfosfato triplo (ST). Estas fontes são consideradas de maior reatividade e apresentam alta eficiência agrônômica (SANTOS, D. et al., 2008). O MAP é uma fonte que apresenta altas concentrações de nitrogênio (N) cujo teor vai de 10 a 12%, e de pentóxido de fósforo (P_2O_5) cuja amplitude varia de 48 a 60%, e alta solubilidade, vale ressaltar que esta fonte é obtida através da reação do ácido fosfórico com amônia (MALAVOLTA, 1981), e, e quando em contato com o solo torna-se rapidamente disponível para as plantas nas formas iônicas NH_4^+ e $H_2PO_4^-$ (REETZ, 2017). Quanto ao SS há a presença de três formas de P: fosfato monocálcico (solúvel em água), fosfato bicálcico (insolúvel em água e solúvel em citrato de amônio) e fosfato tricálcico ou apatítico (insolúvel em água e em citrato de amônio); é produzido pela reação da rocha fosfática com ácido sulfúrico, contém 16 a 20% de P_2O_5 ; 18 a 21% de Ca e 11 a 12% de enxofre (S) (MALAVOLTA, 1981; REETZ, 2017). O ST é produzido através da reação do concentrado fosfatados com o ácido fosfórico e contém 41% de P_2O_5 e 7 a 12% de Ca; e a principal forma de P é o fosfato monocálcico (MALAVOLTA, 1981; RAIJ et al., 1996). O ácido sulfúrico usado no processo de industrialização das fontes solúveis de fósforo tem por finalidade transformar o fosfato tricálcico em uma forma mais solúvel (monocálcico) ou em ácido fosfórico (LOPES et al., 2010).

Outra fonte de P que vem sendo utilizada são os fosfatos naturais reativos (FR), esses apresentam menor custo em comparação aos anteriormente citados, contudo seu aproveitamento é em geral menor a curto prazo, devido sua baixa reatividade e conseqüentemente a baixa ou lenta liberação de P para as plantas (NOVAIS et al., 2007). São obtidos pela moagem da rocha fosfática podendo passar ou não por

processos de lavagem e/ou flotação (PROCHNOW et al., 2004; NICCHIO, 2015) e contém 24 a 40% de P_2O_5 (MALAVOLTA, 1981).

A adição de um fertilizante fosfatado no solo implica numa sequência de eventos físico-químicos que culminam na transformação do fosfato em substâncias fosfatadas complexas, as quais governam a disponibilidade desse nutriente no solo. Portanto, quando adicionadas ao solo fontes solúveis em água, ocorrerá uma reação rápida e os novos compostos formados são capazes de manter uma solução saturada em P na região do grânulo, criando um gradiente osmótico que promove o deslocamento da água em sua direção e concomitante difusão da solução da região mais concentrada para as de menor concentração (SILVA, 2011).

Os fatores que interferem na eficiência dos fosfatos solúveis, em geral, são relativos às propriedades dos fertilizantes, do solo, das práticas de manejo e da cultura empregada (CHIEN et al., 1990). A variação de solubilidade dos compostos formados nas reações dos adubos fosfatados solúveis com o solo é um fator que pode interferir na eficiência com que esses compostos suprem as plantas, e provavelmente é uma das principais causas das distintas respostas das culturas à diferentes fontes de fertilizantes fosfatados solúveis em água (TAYLOR et al., 1960; BARROW, 1973).

Os fertilizantes fosfatados de baixa solubilidade ao serem adicionados no solo promovem um movimento menor da água em sua direção, e esta solução influenciará volumes menores de solo ao redor do grânulo, assim as rotas do movimento de P serão a difusão na solução do solo e fluxo de massa, logo a disponibilidade dependerá da quantidade de água no solo o que facilitará o acesso da raiz ao nutriente (KAMINSK e PERUZZO, 1997). Embora estes fosfatos apresentem menor disponibilidade imediata de P para as plantas, em contrapartida apresentam menor custo, porém em solos considerados de alto dreno a sua utilização só é conveniente desde que essa menor reatividade não interfira no processo de difusão, garantindo deste modo P para as plantas (HOROWITZ e MEURER, 2004; NOVAIS e SMYTH, 1999). Nesse contexto, os FR apresentam um efeito residual compensatório a longo prazo (SILVA, 2011) e sua eficiência é aumentada em solos ácidos (GOEDERT e LOBATO, 1980; RAJAN et al., 1996).

Os estudos sobre as fontes de fertilizantes fosfatados têm apresentado diversos resultados no que se refere à sua eficiência agrônômica em várias culturas, e também o comportamento destes no solo. Machado et al. (2011) utilizando MAP como fonte de P em doses crescentes em solos com textura argilosa, média e arenosa, observaram que o

solo arenoso apresentou maior disponibilidade P em função da dose aplicada e o solo de textura média seguido do argiloso apresentaram maior adsorção e menor disponibilidade do nutriente. A fração argila, principalmente a sua composição mineralógica, é a responsável por definir se o solo é dreno ou fonte de P, assim, em solos arenosos há uma tendência menor de adsorção desse nutriente aos colóides do solo (FALCÃO e SILVA, 2004; NOVAIS et al., 2007). Solos altamente intemperizados, ricos em óxi-hidróxidos de Fe (goethita, hematita e magnetita) na fração argila, possuem alta capacidade de adsorção de P, principalmente quando os solos possuem baixo teor de matéria orgânica, onde o ponto de carga zero desses oxi-hidróxidos de Fe são entre 9 a 10, proporcionando predominância de cargas positivas variáveis as quais podem formar ligações forte com o ânion fosfato, envolvendo compartilhamento de oxigênio (COSTA e BIGHAM, 2009).

Em um estudo com adubação fosfatada por 14 anos em sistema de plantio direto (SPD) e convencional (SPC) utilizando ST e FR, Nunes et al., (2011) relataram que o ST proporcionou maiores teores de P extraível em comparação com FR nos dois sistemas de cultivo. Isso pode ser justificado pela maior solubilidade do ST quando comparada à do FR, o que contribuiu para dissolução rápida disponibilizando prontamente o P para as plantas (BOLLAND e BOWDEN, 1982). O ST tem apresentado maior eficiência na disponibilidade de P com maior produção de massa seca e incremento desse nutriente no tecido de plantas, quando comparado aos fosfatos naturais (RAMOS et al., 2009; FONTOURA et al., 2010; SILVA et al., 2011).

Nascimento et al. (2019) avaliando o comportamento inicial de plantas de milho, submetidas à aplicação fontes fosfatadas (Fosfato natural reativo de Arad e SS) e micronutrientes em um Latossolo Amarelo observaram, melhores respostas para a maioria dos parâmetros fitométricos no milho quando aplicado o SS. Veloso et al., (2016) avaliando a resposta do milho sob doses e fertilizantes fosfatados (SS, ST e fosfato reativo de Bayóvar) obtiveram maior produtividade de grãos com aplicação do ST e maior teores de P na folha quando se aplicou SS e ST em relação ao fosfato reativo de Bayóvar. Esses resultados corroboram para afirmação de que fontes de alta reatividade e solubilidade contribuem para o rendimento imediato das culturas.

Nascente et al., (2014) estudaram o efeito da aplicação de fontes de P com ou sem Ca nos componentes de produção e produtividade do feijoeiro comum na região do Cerrado, e observaram que as fontes de fósforo juntamente com o cálcio (SS; MAP + CaNO₃; MAP + CaCO₃) proporcionaram incrementos na produtividade e no teor de P

nos grãos da cultura em questão. Esses autores ainda relataram que o tratamento com aplicação de MAP em que essa fonte de P não apresentava Ca em sua composição apresentou resultados inferiores para todas as variáveis avaliadas e citadas anteriormente. O Ca desempenha função fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas, e no solo melhora a estrutura, a permeabilidade e a infiltração de água no solo (YAMADA e ABDALLA, 2007) o que pode ter contribuído para que o SS se sobressaísse sobre as demais fontes de P. A fonte de Ca aliada ao P nos fertilizantes proporciona melhores condições para o desenvolvimento das plantas (RHEINHEIMER et al., 2000).

De maneira geral, a eficácia agronômica dos fosfatos em geral está intimamente ligada com a sua solubilidade (GOEDERT et al., 1986; SOUSA et al., 2002), tipo de solo, época, forma e uniformidade de aplicação do fertilizante, fatores esses que associados a umidade do solo, cultura empregada e manejo da lavoura podem ocasionar perdas de nutrientes e recursos financeiros (SOUSA e LOBATO, 2004). A escolha da fonte de fósforo de modo geral baseia-se na eficiência em suprir o nutriente para as plantas quanto na relação custo-benefício da adubação (GOEDERT et al., 1986).

MATÉRIAS E MÉTODOS

O experimento foi realizado a campo na área experimental do IF Goiano, Campus Rio Verde, Goiás. Foram realizados dois experimentos sendo um com diferentes fontes e tecnologias de proteção dos fertilizantes fosfatados. O segundo experimento é a quinta safra do experimento de longa duração com doses crescentes dos fertilizantes monoamônio fosfato (MAP) e do MAP com a tecnologia Kimcoat o qual configura liberação lenta. O solo da área é um Latossolo Vermelho Distrófico (LVd).

Delineamento experimento – Fontes e Tecnologias de Proteção

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com oito tratamentos (Tabela 1), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 6 linhas de soja, espaçadas entre si a 0,5 m, por 4 metros de comprimento, totalizando 12 m² de área total. Para as avaliações foram desconsideradas 2 linhas e 1 m de cada extremidade, totalizando 2m lineares de área útil. Foi colhido 1 m linear separadamente, totalizando duas avaliações por unidade experimental.

Tabela 1 Tratamentos com os respectivos fertilizantes, tecnologias e garantias.

Fonte	Tecnologia	Abreviação	Garantias (%)	
			N	P ₂ O ₅
-	-	Controle	-	-
MAP	-	MAP	11	52
	Kc1050	MAPKc1050	10	50
	Kc1152	MAPKc1152	11	52
ST	-	ST	0	42
	KcST045	KcST045	0	45
	KcP044	KcP044	0	44
	KcPAS08	KcPAS08	0	44

Delineamento experimento – Doses crescentes de MAP e MAPKP

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 2 sendo cinco doses dos fertilizantes (0, 54, 108, 162, 216 e 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas fontes (monoamônio fosfato – MAP – 11% de N e 52% de P₂O₅ e monoamônio fosfato com a tecnologia Kimcoat – MAPKP – 10% de N e 50% de P₂O₅), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 6 linhas de soja, espaçadas entre si a 0,5 m, por 4 metros de comprimento, totalizando 12 m² de área total. Para as avaliações foram desconsideradas 2 linhas e 1 m de cada extremidade, totalizando 2 m

lineares de área útil. Foi colhido 1 m linear separadamente, totalizando duas avaliações por unidade experimental.

A soja cv. Power 73170RSF IPRO Brasmax® com população de 24 sementes por metro linear foi semeada em 04 de dezembro de 2018. Os tratamentos culturais para o manejo de plantas daninhas, doenças e pragas foram realizados conforme necessidade e com produtos recomendados para a cultura da soja.

Quando a soja estava no estágio de desenvolvimento R7, com os grãos fisiologicamente maduros, foram avaliados o número de vagens (NV) por planta da área útil, e colhido dois metros lineares, sendo duas avaliações em cada metro. Os grãos foram separados, acondicionados em sacos de papel tipo kraft previamente identificados e secos em estufa de circulação forçada de ar 50-55°C até peso constante. Posteriormente o material foi pesado e realizada a correção da umidade para 13% e estimada a produtividade de grão (PG) (kg ha⁻¹). Nas mesmas amostras foram contados 100 sementes e pesadas para determinar o peso de mil grãos (PMG) (g).

Com base nos dados de PG foram estimados a eficiência agrônômica (EA) (%) e a eficiência de uso dos fertilizantes (EU) (kg kg⁻¹) com base nas equações 1 e 2.

$$EA = \left(\frac{PG_{Tratamento} - PG_{Controle}}{PG_{Controle}} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

$$EU = \frac{(PG_{Tratamento} - PG_{Controle})}{Dose_{P_2O_5}_{Tratamento}} \quad \dots\dots \text{Equação 2}$$

$$Eq_{ST} = \left(\frac{PG_{Tratamento} - PG_{ST}}{PG_{ST}} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

Os dados foram submetidos a análise de dados discrepantes com uso de gráficos boxplots do programa R (R CORE TEAM, 2020). Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de média (LSD 15% de probabilidade) para comparar as diferentes tecnologias e fontes de P com auxílio do pacote ExpDes, e ajuste de modelos matemáticos linear ou polinomial de segundo grau em função das doses de P₂O₅ com o uso do comando *lm* no programa R. E a escolha dos modelos matemáticos foi realizada com base no coeficiente de determinação e, quando ajustado o modelo quadrático, se a dose máxima estimada pela derivação da equação está entre as doses estudadas. Os gráficos foram construídos e editados no programa R.

Como os dados de EA e EU foram estimados em relação ao tratamento sem adubação fosfatada, o delineamento estatístico para essas variáveis teve a redução do tratamento controle para o experimento testando as tecnologias de proteção dos fertilizantes e a dose 0 kg ha^{-1} de P_2O_5 no experimento com as doses de MAP e MAPKP.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1) Experimento tecnologias de proteção

O peso de mil grãos (PMG) e a eficiência agronômica (EA) não alteraram com os tratamentos. Todavia, o número de vagens (NV), a produtividade de grãos (PG), a eficiência equivalente ao superfosfato triplo (EqST) e a eficiência de uso (EU) apresentaram variação significativa com os tratamentos. A ausência de efeito dos tratamentos sobre o PMG indica que o fator de produção que influenciou a variação da PG foi o NV, o que segure maior crescimento e número de nós nas plantas adubadas com essa fonte.

A tecnologia KcP044 associadas ao SFT obtiveram o maior NV, PG, EqST e EU. O incremento percentual na PG com o uso do KcP044 foi superior a 40% comparado com o tratamento testemunha (Figura 1 E) e próximo a 30% quando comparado com o ST sem aditivo (Figura 1 D). As demais tecnologias associadas ao ST e ao MAP e o MAP sem aditivo obtiveram incrementos do NV, da PG, da EqST e da EU em relação à testemunha, mas não diferiram entre si (Figuras 1 A, B, D e F).

É importante destacar que com o uso do KcP44 houve maior incremento da EU (Figura 1 F). O aumento da EU significa possivelmente redução de perdas do ânion fosfato no solo, com conseqüente maior aproveitamento pela planta com incremento de produção. Em função do hábito de crescimento da soja, crescimento indeterminado a semi-indeterminado, das principais cultivares utilizadas na região do Cerrado Goiano, as plantas mantem a absorção de fósforo durante todo o estágio de desenvolvimento, inclusive no reprodutivo. Com a manutenção do H_2PO_4^- com a aplicação do KcP44, possivelmente há manutenção do desenvolvimento das plantas com produção de mais nós, e conseqüentemente maior produção de vagens no terço superior das plantas.

O aumento da eficiência de uso de fertilizantes fosfatados é uma busca constante. Nas últimas décadas, houve um incremento na utilização de fertilizantes fosfatados na agricultura brasileira. Todavia, esse incremento não aumentou na mesma proporção a produtividade das culturas. Indicando assim, que com o tempo houve redução da eficiência de uso dos fertilizantes fosfatados, e com conseqüente formação de um estoque de P no solo, que na maioria das vezes possui de moderada a baixa labilidade. Com a fonte de liberação lenta, pode-se associar o aumento da produtividade, possibilitando a utilização de doses mais adequadas. Todavia, para isso, é necessário entender cada fonte e desenvolver tabelas com interpretação do P no solo

associado a tabelas de calibração e recomendação onde possam constar o tipo de tecnologia do aditivo. Atingindo então, os objetivos da FAO que é garantir a segurança alimentar.

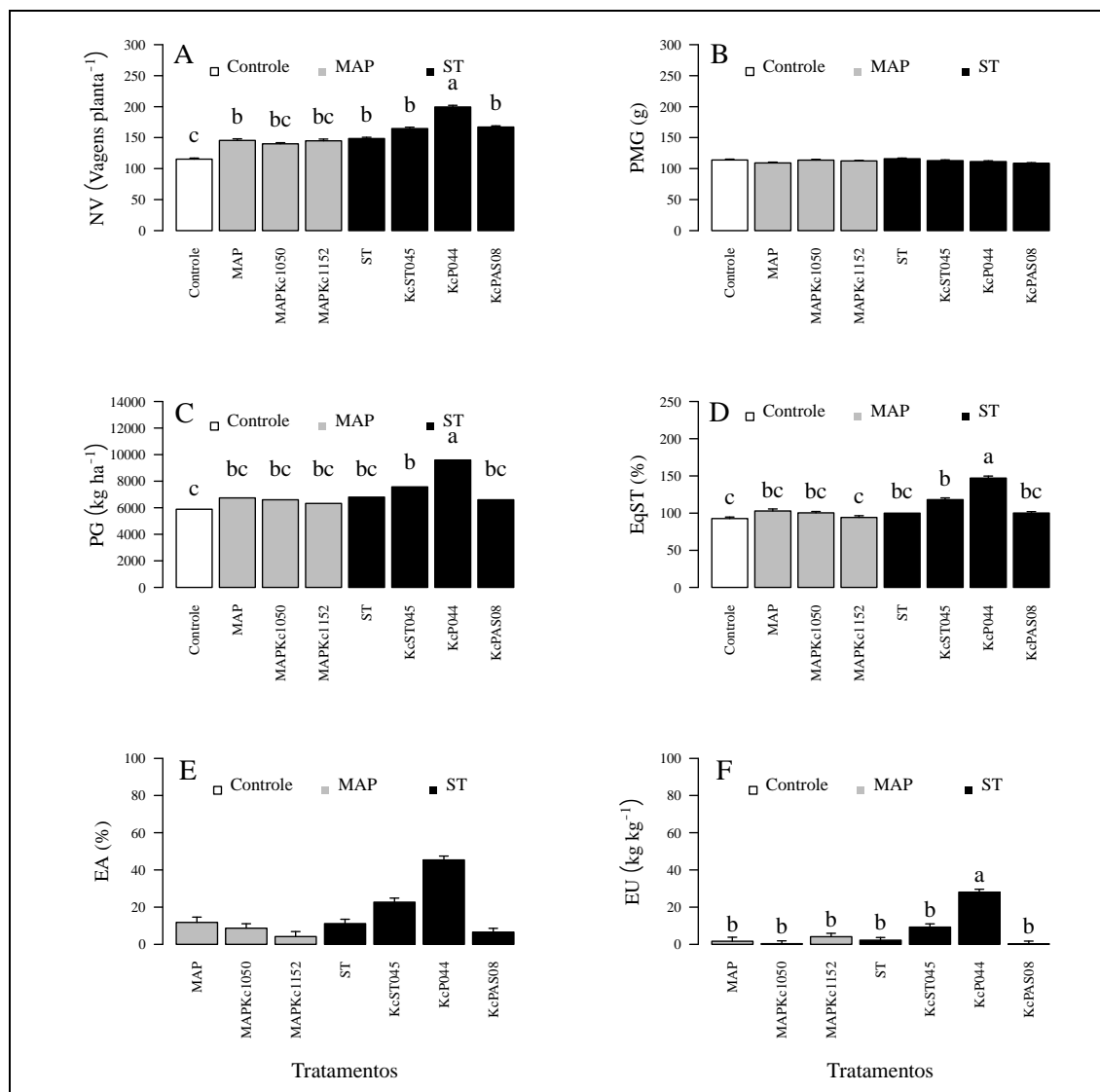


Figura 1 Efeitos de fontes de fósforo (P) sobre o número de vagens (N.V.) (vagens planta⁻¹) (A), peso de mil grãos (PMG) (B) e produtividade da soja (*Glycine max* L.) cv. Power 73170RSF IPRO Brasmax® (kg ha⁻¹) (C), Eficiência equivalente ao Superfosfato Triplo (%) (D), Eficiência Agronômica (EA) (%) (E) e Eficiência de Uso (EU) (kg kg⁻¹ de grãos) (F) da soja safra 2018/2019, Rio Verde, GO.

1) Doses do MAP Kimcoat P

O número de vagens (NV) e o peso de mil grãos (PMG) não diferiram entre as fontes MAP e MAPKP (Figuras 2 A e B). O NV aumentou com as doses dos fertilizantes, apresentando incremento de uma vagem para cada 12,5 kg P₂O₅ aplicado (Figura 2 A). O PMG não ajustou a modelos em função das doses dos fertilizantes. Com

os resultados é possível afirmar que nas condições do experimento na safra 2018/2019 o número de vagem é o principal componente da produção da soja influenciada pelas doses do fertilizante fosfatado.

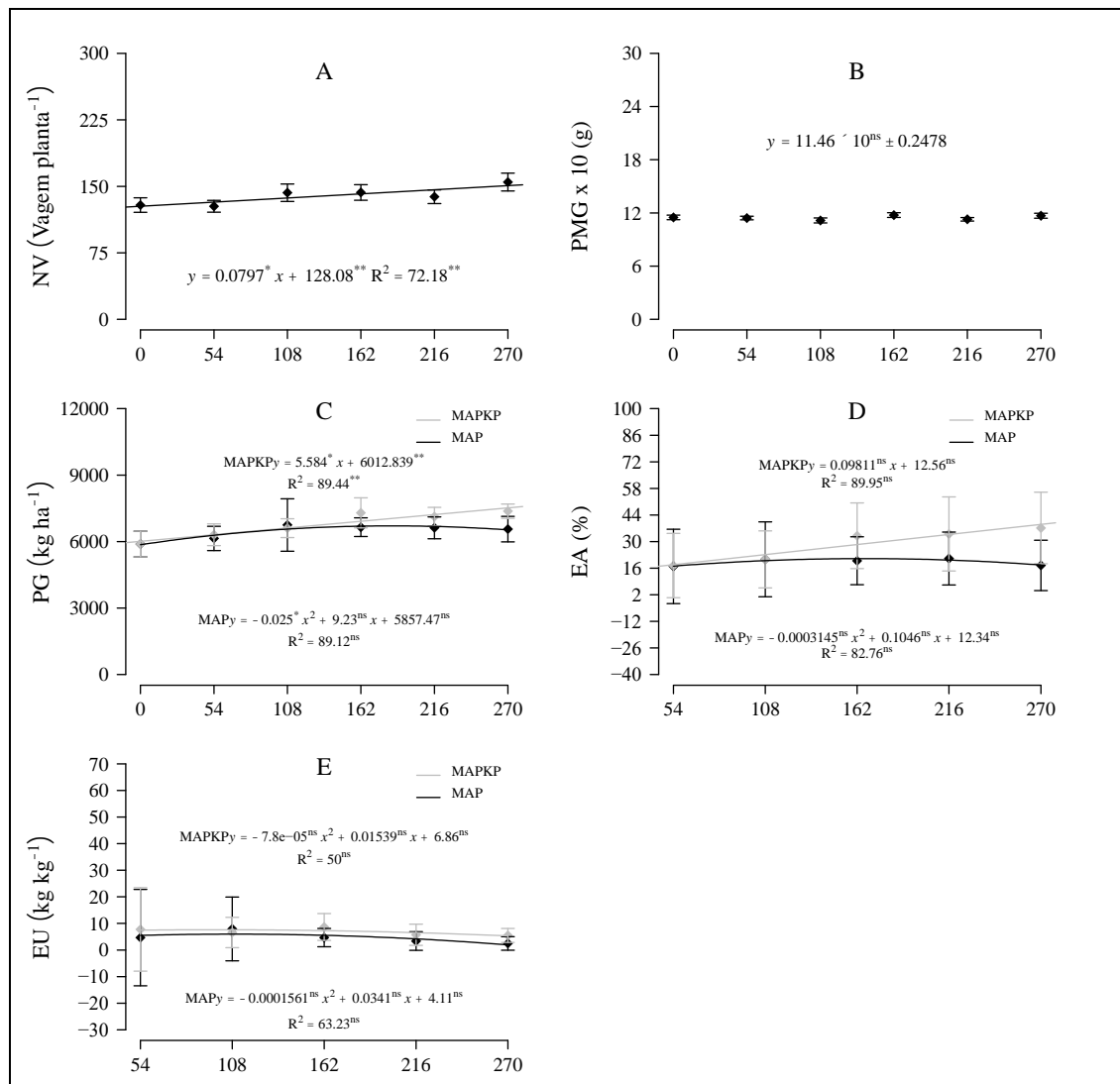


Figura 2 Número de Vagens (NV) (A) (vagens planta⁻¹), peso de 1000 grãos (PMG) (B) (g), produtividade de grãos (PG) (kg ha⁻¹) (C), eficiência agrônômica (EA) (%) (D) e eficiência de uso dos fertilizantes (EU) (kg kg⁻¹ de grãos) (E), da soja na safra 2018/2019 em função das doses (kg ha⁻¹) dos fertilizantes fosfatados MAP e MAPKP. Rio Verde, GO. *, ** e ns Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

A produtividade de grãos (PG) da soja ajustou as doses de P₂O₅ a modelos matemáticos distintos em função das fontes MAP e MAPKP (Figura 2 C). Com a aplicação do MAP obteve a máxima PG (6.709,4 kg ha⁻¹) com 184,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 2 C). Já com o MAPKP não foi possível obter a máxima produção com as doses estudadas (Figura 2 C). Com o uso do MAPKP, para a obtenção da PG de

6.709,4 kg ha⁻¹ foi necessário a dose de 124,74 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 59,84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a menos quando comparado com o MAP, ou seja, uma redução de 32,42% na dose. Outro fator importante e que não houve redução da produtividade da soja com a maior dose estudada quando utilizado o MAPKP. A redução da PG em doses acima de 184,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅ quando aplicado ao MAP pode ser atribuída a possível desequilíbrio nutricional com o excesso do ânion fosfato em solução, como a precipitação com micronutrientes catiônicos, principalmente o Zn.

A obtenção de alta PG com menor dose e ausência de efeitos negativos que possam levar a redução da PG quando da aplicação do MAPKP é efeito desejado para novos fertilizantes fosfatados. Pois com o uso de tecnologias que possibilitem a liberação lenta do ânion fosfato em solução pode reduzir as perdas por precipitação e, ou, adsorção, reduz a exaustão das minas fontes de minérios utilizados na indústria de fertilizantes fosfatados, como as hapatitas e fosforitas, com consequente aumento da vida útil das minas, e reduz o uso excessivo de fertilizantes. É importante ressaltar que esses resultados são a 5ª safra consecutiva da aplicação da tecnologia de fertilizantes fosfatados de liberação lenta.

A eficiência agrônômica (EA) é o incremento percentual de cada dose em relação ao tratamento sem a adubação fosfatada. O comportamento da EA das fontes é um reflexo do comportamento da PG em função das doses e das fontes utilizadas. Com o uso do MAP a máxima EA (21,3%) foi obtida com 166,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 2 D). Quando aplicado o MAPKP a máxima dose estudada não suficiente para a obtenção da máxima EA, ou seja, o maior valor obtido 39% foi obtido com 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 2 D). Para obter a máxima EA obtida com o MAP (26,3%) é necessário 89,1 kg há de P₂O₅ pelo MAPK, uma redução de 77,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅, o que equivale a 46,4% menos adubo fosfatado.

Levando em consideração que os produtores rurais no sudoeste goiano utilizam de 80 a 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, é possível afirmar que com os resultados obtidos nas condições do presente estudo (Figura 2 D) é possível obter incremento da EA de 19,4 e 2,7% com o uso do MAPKP, em relação ao MAP.

A eficiência de uso (EU) do fertilizante equivale ao incremento na PG (kg) da dose em relação à testemunha (sem adubação fosfatada), por kg de P₂O₅ aplicado. A máxima EU do MAP (6,0 kg kg⁻¹) e do MAPKP (7,7 kg kg⁻¹) foram obtidos com 109 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Figura 2 E). Assim, com o uso dessas doses é

possível estimar incremento de 839 e 660 kg ha⁻¹ de PG com o uso das fontes MAPKP e MAP, respectivamente.

De maneira geral, houve incremento da produtividade com o uso das fontes de P, sendo que é possível estimar nas condições do presente trabalho que com o uso do MAPKP obtém-se a mesma PG que o uso do MAP mas com redução de 32% na dose do fertilizante aplicado.

CONCLUSÃO

A Fonte ST associada a tecnologia KcP044 obtêm os maiores valores de produtividade e eficiência de uso.

Há aumento da produtividade de grãos da soja com o aumento das doses dos fertilizantes fosfatados, sendo que com o uso do MAPKP estima redução de 32% da dose para a obtenção da máxima produtividade obtida com o MAP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. P. **Uso de indicadores químicos na avaliação da qualidade de um Argissolo Vermelho Amarelo distrocoeso em um sistema de cultivo em aleias.** Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação) - Universidade Federal do Amazonas/Maranhão, São Luís, 111 p. 2016.

BAZANI, J. H. **Eficiência de fertilizantes solúveis e poucos solúveis, com ou sem complexação com substâncias húmicas, em plantações de eucalipto.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 129 p. 2014.

BOLLAND, M. D. A.; BOWDEN, J. W. Long-term availability of phosphorus from calcined rock phosphate compared with superphosphate. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 33, p. 1061-1071, 1982.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** 3.ed. PortoAlegre: Bookman, 2013. 704 p.

CARNEIRO, L. F.; RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, J. Z. L.; CURI, N.; REIS, T. H. P.; VALLE, L. A. R. Frações de fósforo no solo em resposta à adubação fosfatada em um Latossolo com diferentes históricos de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 483-491, 2011.

CARRINGTON, D. **Phosphate fertiliser 'crisis' threatens world food supply.** 2019. London: The Guardian. Disponível em <<https://www.theguardian.com/environment/2019/sep/06/phosphate-fertiliser-crisis-threatens-world-food-supply>>. Acesso em 19 de dez. de 2020.

CHANG, S. C.; JACKSON, M. L. fractionation of soil phosphorus. **Soil Science**, v. 84, p. 133-144, 1957.

CHIEN, S. H.; SALE, P. W. G.; FRIESEN, D. K. A discussion of the methods for comparing the relative effectiveness of phosphate fertilizers varying in the solubility. **Fertilizer Research**, v. 24, p. 149-157, 1990.

CONTE, E.; ANGHINONI, I. & RHEINHEIMER, D. S. Frações de fósforo em Latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 893-900, 2003.

COSTA, S. E. V. G. A. **Distribuição de fósforo, de potássio e de raízes e rendimento de milho em sistemas de manejo de solo e da adubação em longo prazo**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 106 p. 2008.

COSTA, A.C.S. da; BIGHAM, J.M.. Óxidos de ferro. IN: MELO, V. de F.; ALLEONI, L.R.F.. Química e minerologia do solo. 1ª ed. Vol.1. Viçosa: SBCS. 2009. p.505-572.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; VILA NOVA, A. S.; SITTA, D. S. X. **Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados para a cultura da soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.9, p.1393-1399, 1991.

DAHER, E.. **Balanco de Nutrientes na Agricultura Brasileira**. IN: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R.. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. V.2. Nutrientes. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2014. p.355-362.

ESSINGTON, M. E. **Soil and water chemistry - na integrative approach**. Boca Raton: CRC Press, 2004. 534 p.

FALCÃO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 34, p. 337-342, 2004.

FONTOURA, S. M. V.; VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MORAES, R. P.; Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1907-1914, 2010.

FU, Z.; WU, F.; SONG, K.; LIN, Y.; BAI, Y.; ZHU, Y.; GIESY, J. P. Competitive interaction between soil-derived humic acid and phosphate on goethite. **Applied Geochemistry**, v. 36, p. 125-131, 2013.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 231 p. 2003.

GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G. RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J. fracionamento químico das formas de fósforo do solo: Usos e Limitações. In: ARAÚJO, A. P.; ALVES, B. J. R. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. p. 141-187.

GATIBONI, L. C.; RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; FLORES, J. P. C. Biodisponibilidade de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 691-699, 2007.

GOEDERT, W. J.; LOBATO, E. Eficiência agronômica de fosfatos em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, p. 311-318, 1980.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Avaliação preliminar de fosfatos com acidulação parcial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 75- 80, 1986.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; SOUCHIE, E. L.; ROCHA, A. C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, p. 769-774, 2008.

GYANESHWAR, P.; KUMAR, G. N.; PAREKH, L. J.; POOLE, P. S. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. **Plant Soil**, v. 245, p. 83-93, 2002.

HANSEL, F. D. **Fertilizantes fosfatados aplicados a lanço e em linha na cultura da soja sob semeadura direta**. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 74 p. 2013.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Eficiência agronômica dos fosfatos naturais. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2004. p. 665-688.

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. **Eficácia de fosfatos naturais em sistemas de cultivo**. Santa Maria: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 31 p. (Boletim Técnico, 3).

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; CUNHA, J. F. **Superfosfato Simples**. São Paulo: Gráfica Nagy, 2010.

LOPES, A.S.; DAHER, E.; BASTOS, A.R.R.; GUILHERME, L.R.G.. **Suprimentos e extensão das reservas de nutrientes no Brasil**. IN: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R.. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. V.2. Nutrientes. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2014. p.283-305.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; AMBROSANO, E. J. **O fósforo no solo e na soja**. Revista de Agricultura, Piracicaba, v.68, n.1, p.77-86, 1993.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; ANDRADE, B. B.; LANA, R. M. Q; KORNDORFER, G. H. Curvas de disponibilidade de P em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 70, 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594 p.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2012, 651 p.

NASCENTE, A. S.; COBUCCI, T.; SOUSA, D. M. G.; LIMA, D. P. Adubação fosfatada no sulco e foliar afetando a produtividade de grãos do feijoeiro comum. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 1231- 1240, 2014.

NASCIMENTO, K. P. M.; GALVÃO, J. R.; ALVES, K. F.; BARBOSA, M. F.; VIANA, T. C.; JESUS, A. M. B. S.; LIMA, L. M.; OLIVEIRA, C. A. G. Fontes fosfatadas e micronutrientes são relevantes na cultura do milho. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, p. 1-14, 2019.

NICCHIO, B. **Eficiência agrônômica de fontes alternativas de fósforo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Uberlândia, Uberlândia, 109 p. 2015.

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

OLIVEIRA, C. L. B. **Adubação fosfata com polímeros em soqueira de cana-de-açúcar: efeito da labilidade de fósforo no solo e na produtividade**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Universidade Estadual Paulista, Dracena, 76 p. 2019.

OLIVEIRA, L. E. Z. **Biodisponibilidade de fósforo residual em diferentes manejos de solo e adubação**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 83 p. 2018.

PAVINATO, P. S.; CERETA, C. A. Fósforo e Potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1779-1784, 2004.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos a partir de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 911-920, 2008.

PAVINATO, P.S. **Dinâmica do fósforo no solo em função do manejo e da presença de resíduos em superfície**. Tese (Doutorado em Agronomia-Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 145 p. 2007.

PEREIRA, G.; AGUIAR, J. L. P. de; MOREIRA, L.; BEZERRA, H. da S. **Área e população do cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.7, p.759-763, 1997.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 85-92, 2001.

PROCHNOW, L. I.; ALCARDE, J. C.; CHIEN, S. H. Eficiência agronômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: YAMADA, T. ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 605-663.

RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RAJAN, S. S. S.; WATKINSON, J. H.; SINCLAIR, A. G. Phosphate rocks for direct application to soils. **Advances in Agronomy**, v. 57, p. 77-159, 1996.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C. R.; SILVA, C. A.; BOLDRIN, P. F. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 335-343, 2009.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 2017. 178 p.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 589-597, 2000.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I.; CONTE, E. Sorção de fósforo em função do teor inicial e de sistemas de manejo de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 41-49, 2003.

RODRIGUES, M.; PAVINATO, P.S.; WITHERS, P.J.A.; TELES, A.P.B.; HERRERA, W.F.B. Legacy phosphorus and no tillage agriculture in tropical oxisols of the Brazilian savanna. **Science of the Total Environment**, v. 542, p. 1050-1061, 2016.

ROSSI, N. G.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; REIS, R. G. E.; NABEIRO, J. C. X. Influência do modo de aplicação de fertilizante fosfatado na produção de soja em sistema de plantio direto e convencional no cerrado. **Global Science and Technology**, v. 11, p. 101-111, 2018.

ROY, E. D.; WILLIG, E.; RICHARDS, P. D.; MARTINELLI, L. A.; VAZQUEZ, F. F.; PEGORINI, L.; SPERA, S. A.; PORDER, S. Soil phosphorus sorption capacity after three decades of intensive fertilization in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 249, p. 206-214, 2017.

SANTOS J. Z. L.; FURTINI A. E. N.; RESENDE A. V.; CURINI, L. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Frações de fósforo em solo adubado com fosfato em diferentes modos de aplicação e cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 705-714, 2008.

SANTOS, D. B. M. **Distribuição do fósforo no perfil do dolo sob sistema de plantio direto**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 81 p. 2009.

SANTOS, D. R.; 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**, v. 38, p. 576-586, 2008.

SANTOS, L. S. **Variabilidade do fósforo extraído causada pela variação analítica nos métodos Mehlich-1 e 3**. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 79 p. 2013. SCHOLZ, R. W. & WELLMER, F. W. **Losses and use efficiencies along the phosphorus cycle. Part 1: Dilemmata and losses in the mines and other nodes of the supply chain**. Resources, Conservation and Recycling. Volume 105, Part B, December 2015, Pages 216-234.

SILVA, A. P. L. **Fracionamento de fósforo em pastagem solteira e consorciada com fontes de fósforo.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 63 p. 2018.

SILVA, M. C. **Eficiência agrônômica de fosfatados reativos sob diferentes formas de manejo de adubação.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Goiás, Goiânia, 80 p. 2011.

SILVA, T. O.; FURTINI NETO, A. E.; CARNEIRO, L. F.; PALUDO, V. Plantas de cobertura submetidas a diferentes fontes de fósforo em solos distintos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 1315-1326, 2011.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado.** Piracicaba: POTAFOS, 2003. 16 p. (Informações Agronômicas, 102).

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p. 147-168.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds). **Cerrado: Correção do solo e adubação.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUZA FILHO, L. F. S. **Formas de fósforo em Latossolo sob Cerrado em função do tempo de uso agrícola.** Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 127 p. 2014.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo – essencial para a vida. In: YAMADA, T. ABDALLA, S. R. S. (Eds). **Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira.** Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 1-12.

TAKAHASHI, S.; ANWAR, M. R. Wheat grain yield, phosphorus uptake and soil phosphorus fraction after 23 years of annual fertilizer application to an Andosol. **Field Crops Research**, v. 101, p. 160-171, 2007.

TAYLOR, A. W.; GURNEY, E. L.; LINDSAY, W. L. An evaluation of some iron and aluminium phosphates as sources of phosphate for plants. **Soil Science**, v. 90, p. 25–31, 1960.

TIESSEN, H.; MOIR, J. O. Characterization of available P by sequential extraction. In: CARTER, M. R.; GREGORICH, E. G. (Eds.). **Soil sampling and methods of analysis**. Boca Raton, CRC Press, 2008. p. 293-306.

VELOSO, C. A. V.; SILVA, A. R.; CARVALHO, E. J. M.; SLVEIRA FILHO, A. **Produção de grãos de milho sob manejo da adubação fosfatada em Latossolo amarelo distrófico no Oeste Paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 17 p.

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. **Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.2, p.195-199, 1999.

VIANA, T. O. **Frações de fósforo sob diferentes usos e classes de solo da Região Sul da Bahia**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 88 p. 2016.

VOGEL, P. T. **Estratégias de aplicação e fontes de fertilizantes na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 56 p. 2014.

WITHERS, et. al. **Transitions to sustainable management of phosphorus in Brazilian agriculture**. Scientific Reports. Volume 8, (2018).

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Informações recentes para otimização da produção agrícola**. Informações Agronômicas, n. 117, p. 1-28, 2007.

ANEXOS

ANEXO I – Planilha de Dados Originais

Experimentos Tecnologias de Proteção

Sigla	Fonte	Tecnologia	Bloco	Avaliação	NV ¹	PMG	PG	EqST	EA	EU
T1-C	Controle	Controle	1	1	85	97.3	3550.909091	48.4976409		
T1-C	Controle	Controle	1	2	85	97.3	3550.909091	48.4976409		
T1-C	Controle	Controle	2	1	139	116.2	6994.545455	84.6610915		
T1-C	Controle	Controle	2	2	105	114.9	5458.181818	89.1330166		
T1-C	Controle	Controle	3	1	121	116.4	6118.181818	88.5060494		
T1-C	Controle	Controle	3	2	101	132.7	6121.818182	104.956359		
T1-C	Controle	Controle	4	1	146	116.5	7720	155.246801		
T1-C	Controle	Controle	4	2	140	121.3	7614.545455	121.744186		
T2-MAP	MAP	Tradicional	1	1	134	115.4	4990.909091	68.164887	40.5529954	13.3333333
T2-MAP	MAP	Tradicional	1	2	102	96.3	4158.181818	47.3400952	-53.657548	-44.579125
T2-MAP	MAP	Tradicional	2	1	119	126.2	7049.090909	85.3213028	0.77982844	0.50505051
T2-MAP	MAP	Tradicional	2	2	176	109.3	7180	117.250594	31.5456362	15.9427609
T2-MAP	MAP	Tradicional	3	1	192	111.4	10132.72727	146.580747	65.6166419	37.1717172
T2-MAP	MAP	Tradicional	3	2	241	118.3	13005.45455	222.973815	112.444312	63.7373737
T2-MAP	MAP	Tradicional	4	1	104	98.8	3705.454545	74.5155393	-52.001884	-37.171717
T2-MAP	MAP	Tradicional	4	2	97	98.4	3760	60.1162791	-50.620821	-35.690236
T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	1	1	182	120.7	7287.272727	99.5281848	105.222734	34.5959596
T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	1	2	138	99.7	5616.363636	63.941213	-37.406282	-31.077441

T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	2	1	104	109.8	5798.181818	70.1804577	-17.104237	-11.077441
T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	2	2	124	111.1	5805.454545	94.804038	6.36242505	3.21548822
T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	3	1	163	114.9	7727.272727	111.783272	26.3001486	14.8989899
T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	3	2	124	100.9	5283.636364	90.5860349	-13.691714	-7.7609428
T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	4	1	137	115.9	6640	133.528336	-13.989637	-10
T3-MAPKc1050	MAP	KimcoatP1050	4	2	148	136.9	8674.545455	138.69186	13.9207259	9.81481481
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	1	1	144	110.6	6901.818182	94.2637199	94.3676395	31.026936
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	1	2	109	117.8	4214.545455	47.9817843	-53.029382	-44.057239
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	2	1	93	119.6	4374.545455	52.9489437	-37.457759	-24.259259
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	2	2	93	119.6	4374.545455	52.9489437	-37.457759	-24.259259
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	3	1	245	117.4	10345.45455	149.658075	69.0936107	39.1414141
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	3	2	225	99.8	9314.545455	159.694514	52.1532522	29.5622896
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	4	1	85	109.6	4174.545455	83.9488117	-45.925577	-32.828283
T4-MAPKc1152	MAP	KimcoatP1152	4	2	165	104.9	6965.454545	111.366279	-8.5243553	-6.010101
T5-ST	ST	Tradicional	1	1	156	127.4	7321.818182	100	106.195597	34.9158249
T5-ST	ST	Tradicional	1	2	192	109.8	8783.636364	100	-2.1073961	-1.7508418
T5-ST	ST	Tradicional	2	1	182	105.9	8261.818182	100	18.118014	11.7340067
T5-ST	ST	Tradicional	2	2	121	123.7	6123.636364	100	12.1918721	6.16161616
T5-ST	ST	Tradicional	3	1	132	125.4	6912.727273	100	12.986627	7.35690236
T5-ST	ST	Tradicional	3	2	114	109.3	5832.727273	100	-4.7223047	-2.6767677
T5-ST	ST	Tradicional	4	1	127	115.9	4972.727273	100	-35.586434	-25.43771
T5-ST	ST	Tradicional	4	2	165	110.3	6254.545455	100	-17.860554	-12.592593
T6-KcST045	ST	Kimcoat045	1	1	138	99.7	5943.636364	81.1770549	67.3835125	22.1548822
T6-KcST045	ST	Kimcoat045	1	2	151	96.5	5165.454545	58.8077003	-42.431611	-35.252525
T6-KcST045	ST	Kimcoat045	2	1	133	115.7	7212.727273	87.3019366	3.11931375	2.02020202

T6-KcST045	ST	Kimcoat045	2	2	148	134.2	8220	134.233967	50.5996003	25.5723906
T6-KcST045	ST	Kimcoat045	3	1	159	107.2	8387.272727	121.330878	37.0876672	21.010101
T6-KcST045	ST	Kimcoat045	3	2	183	107.2	9552.727273	163.778055	56.043956	31.7676768
T6-KcST045	ST	Kimcoat045	4	1	248	136.9	9667.272727	194.40585	25.22374	18.030303
T6-KcST045	ST	Kimcoat045	4	2	158	104.9	6436.363636	102.906977	-15.472779	-10.909091
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	1	1	92	97.9	3260	44.5244599	-8.1925243	-2.6936027
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	1	2	186	136.5	10381.81818	118.194991	15.704154	13.047138
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	2	1	192	106.3	8781.818182	106.294014	25.5523785	16.5488215
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	2	2	180	113.8	8869.090909	144.833729	62.4916722	31.5824916
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	3	1	256	116.1	12756.36364	184.534456	108.499257	61.4646465
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	3	2	176	100.9	9690.909091	166.147132	58.3011583	33.047138
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	4	1	231	111.9	10721.81818	215.612431	38.8836552	27.7946128
T7-KcP044	ST	KimcoatP044	4	2	282	108.2	12320	196.976744	61.7956065	43.5690236
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	1	1	172	101.4	5960	81.4005463	67.844342	22.3063973
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	1	2	211	100.8	7705.454545	87.7251087	-14.123607	-11.734007
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	2	1	126	110.7	4965.454545	60.1012324	-29.009618	-18.787879
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	2	2	200	113	6072.727273	99.1686461	11.2591606	5.69023569
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	3	1	134	103	7036.363636	101.788532	15.0074294	8.5016835
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	3	2	161	110.9	8214.545455	140.835411	34.1847342	19.3771044
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	4	1	168	101.4	6049.090909	121.645338	-21.6439	-15.47138
T8-KcPAS08	ST	KimcoatPAS08044	4	2	164	127	6787.272727	108.517442	-10.864374	-7.6599327

¹NV – Número de vagens; PMG – peso de mil grãos x 10(g); PG – produtividade de grãos (kg ha⁻¹); EqST – eficiência equivalente ao superfosfato triplo (%); EA – eficiência agronômica (%) e EU – eficiência de uso (kg kg⁻¹).

Experimento doses

Fonte	Dose	Bloco	Avaliação	NV ¹	PMG	PG	EA	EU
MAP	0.00	1.00	1.00	85.00	9.73	3550.91	-	-
MAP	0.00	1.00	2.00	194.00	10.40	3550.91	-	-
MAP	0.00	2.00	1.00	139.00	11.62	6994.55	-	-
MAP	0.00	2.00	2.00	105.00	11.49	5458.18	-	-
MAP	0.00	3.00	1.00	121.00	11.64	6118.18	-	-
MAP	0.00	3.00	2.00	101.00	13.27	6121.82	-	-
MAP	0.00	4.00	1.00	146.00	11.65	7720.00	-	-
MAP	0.00	4.00	2.00	140.00	12.13	7614.55	-	-
MAP	54.00	1.00	1.00	164.00	11.65	6827.27	92.27	60.67
MAP	54.00	1.00	2.00	149.00	11.98	6829.09	92.32	60.71
MAP	54.00	2.00	1.00	102.00	12.86	4978.18	-28.83	-37.34
MAP	54.00	2.00	2.00	117.00	10.98	6109.09	11.93	12.05
MAP	54.00	3.00	1.00	119.00	11.73	5785.45	-5.44	-6.16
MAP	54.00	3.00	2.00	158.00	11.72	9178.18	49.93	56.60
MAP	54.00	4.00	1.00	90.00	10.70	3981.82	-48.42	-69.23
MAP	54.00	4.00	2.00	95.00	10.86	5452.73	-28.39	-40.03
MAP	108.00	1.00	1.00	134.00	11.54	4990.91	40.55	13.33
MAP	108.00	1.00	2.00	102.00	9.63	4158.18	17.10	5.62
MAP	108.00	2.00	1.00	119.00	12.62	7049.09	0.78	0.51
MAP	108.00	2.00	2.00	176.00	10.93	7180.00	31.55	15.94
MAP	108.00	3.00	1.00	192.00	11.14	10132.73	65.62	37.17
MAP	108.00	3.00	2.00	241.00	11.83	13005.45	112.44	63.74
MAP	108.00	4.00	1.00	104.00	9.88	3705.45	-52.00	-37.17
MAP	108.00	4.00	2.00	97.00	9.84	3760.00	-50.62	-35.69
MAP	162.00	1.00	1.00	119.00	11.01	4703.64	32.46	7.12
MAP	162.00	1.00	2.00	112.00	12.49	6803.64	91.60	20.08
MAP	162.00	2.00	1.00	101.00	11.22	5080.00	-27.37	-11.82
MAP	162.00	2.00	2.00	144.00	11.66	7205.45	32.01	10.79
MAP	162.00	3.00	1.00	142.00	12.40	7763.64	26.89	10.16
MAP	162.00	3.00	2.00	113.00	13.99	6523.64	6.56	2.48
MAP	162.00	4.00	1.00	119.00	12.30	7063.64	-8.50	-4.05
MAP	162.00	4.00	2.00	171.00	11.19	8043.64	5.64	2.65
MAP	216.00	1.00	1.00	141.00	11.60	6360.00	79.11	13.01
MAP	216.00	1.00	2.00	107.00	10.87	5452.73	53.56	8.80
MAP	216.00	2.00	1.00	200.00	9.90	8783.64	25.58	8.28
MAP	216.00	2.00	2.00	168.00	10.45	7367.27	34.98	8.84
MAP	216.00	3.00	1.00	124.00	12.53	7705.45	25.94	7.35
MAP	216.00	3.00	2.00	148.00	12.12	7272.73	18.80	5.33
MAP	216.00	4.00	1.00	100.00	11.63	5367.27	-30.48	-10.89
MAP	216.00	4.00	2.00	100.00	11.58	4663.64	-38.75	-13.66

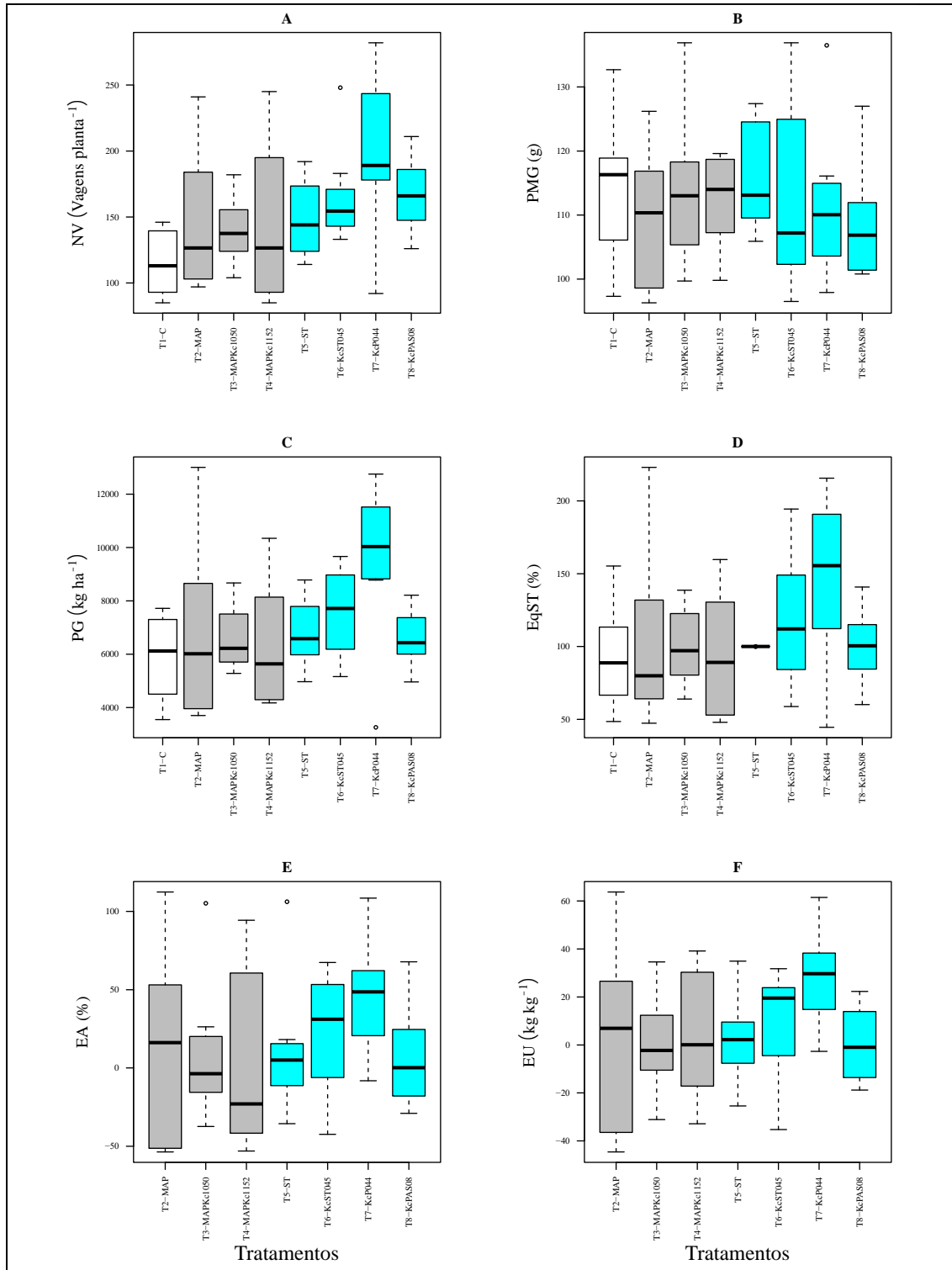
MAP	270.00	1.00	1.00	98.00	9.89	3647.27	2.71	0.36
MAP	270.00	1.00	2.00	161.00	11.44	6550.91	84.49	11.11
MAP	270.00	2.00	1.00	125.00	11.45	6016.36	-13.98	-3.62
MAP	270.00	2.00	2.00	196.00	11.90	7556.36	38.44	7.77
MAP	270.00	3.00	1.00	171.00	13.08	8554.55	39.82	9.02
MAP	270.00	3.00	2.00	163.00	11.85	7538.18	23.14	5.25
MAP	270.00	4.00	1.00	106.00	10.77	4932.73	-36.10	-10.32
MAP	270.00	4.00	2.00	277.00	10.78	7701.82	1.15	0.32
MAPKP	0.00	1.00	1.00	85.00	9.73	3550.91	0.00	0.00
MAPKP	0.00	1.00	2.00	194.00	10.40	3550.91	0.00	0.00
MAPKP	0.00	2.00	1.00	139.00	11.62	6994.55	0.00	0.00
MAPKP	0.00	2.00	2.00	105.00	11.49	5458.18	0.00	0.00
MAPKP	0.00	3.00	1.00	121.00	11.64	6118.18	0.00	0.00
MAPKP	0.00	3.00	2.00	101.00	13.27	6121.82	0.00	0.00
MAPKP	0.00	4.00	1.00	146.00	11.65	7720.00	0.00	0.00
MAPKP	0.00	4.00	2.00	140.00	12.13	7614.55	0.00	0.00
MAPKP	54.00	1.00	1.00	111.00	11.58	5016.36	41.27	27.14
MAPKP	54.00	1.00	2.00	142.00	11.73	7403.64	108.50	71.35
MAPKP	54.00	2.00	1.00	124.00	11.67	6496.36	-7.12	-9.23
MAPKP	54.00	2.00	2.00	120.00	11.31	6221.82	13.99	14.14
MAPKP	54.00	3.00	1.00	179.00	11.00	8681.82	41.90	47.47
MAPKP	54.00	3.00	2.00	141.00	11.54	7025.45	14.76	16.73
MAPKP	54.00	4.00	1.00	135.00	9.19	4698.18	-39.14	-55.96
MAPKP	54.00	4.00	2.00	93.00	12.31	4930.91	-35.24	-49.70
MAPKP	108.00	1.00	1.00	182.00	12.07	7287.27	105.22	34.60
MAPKP	108.00	1.00	2.00	138.00	9.97	5616.36	58.17	19.12
MAPKP	108.00	2.00	1.00	104.00	10.98	5798.18	-17.10	-11.08
MAPKP	108.00	2.00	2.00	124.00	11.11	5805.45	6.36	3.22
MAPKP	108.00	3.00	1.00	163.00	11.49	7727.27	26.30	14.90
MAPKP	108.00	3.00	2.00	124.00	10.09	5283.64	-13.69	-7.76
MAPKP	108.00	4.00	1.00	137.00	11.59	6640.00	-13.99	-10.00
MAPKP	108.00	4.00	2.00	148.00	13.69	8674.55	13.92	9.81
MAPKP	162.00	1.00	1.00	140.00	9.82	6092.73	71.58	15.69
MAPKP	162.00	1.00	2.00	192.00	12.27	7558.18	112.85	24.74
MAPKP	162.00	2.00	1.00	83.00	11.16	3812.73	-45.49	-19.64
MAPKP	162.00	2.00	2.00	160.00	10.40	6561.82	20.22	6.81
MAPKP	162.00	3.00	1.00	193.00	12.93	10254.55	67.61	25.53
MAPKP	162.00	3.00	2.00	129.00	11.65	7152.73	16.84	6.36
MAPKP	162.00	4.00	1.00	194.00	10.97	8283.64	7.30	3.48
MAPKP	162.00	4.00	2.00	178.00	12.63	8643.64	13.51	6.35
MAPKP	216.00	1.00	1.00	178.00	10.32	7880.00	121.92	20.04
MAPKP	216.00	1.00	2.00	103.00	11.58	7127.88	100.73	16.56

MAPKP	216.00	2.00	1.00	149.00	9.79	5498.18	-21.39	-6.93
MAPKP	216.00	2.00	2.00	156.00	11.61	7678.18	40.67	10.28
MAPKP	216.00	3.00	1.00	140.00	12.22	7920.00	29.45	8.34
MAPKP	216.00	3.00	2.00	169.00	11.58	8549.09	39.65	11.24
MAPKP	216.00	4.00	1.00	107.00	11.10	7127.88	-7.67	-2.74
MAPKP	216.00	4.00	2.00	122.00	11.63	5241.82	-31.16	-10.98
MAPKP	270.00	1.00	1.00	142.00	12.72	8272.73	132.97	17.49
MAPKP	270.00	1.00	2.00	144.00	11.15	7172.73	102.00	13.41
MAPKP	270.00	2.00	1.00	156.00	9.21	7010.91	0.23	0.06
MAPKP	270.00	2.00	2.00	151.00	12.37	6938.18	27.12	5.48
MAPKP	270.00	3.00	1.00	132.00	12.57	6163.64	0.74	0.17
MAPKP	270.00	3.00	2.00	151.00	11.68	8690.91	41.97	9.52
MAPKP	270.00	4.00	1.00	147.57	12.74	6507.27	-15.71	-4.49
MAPKP	270.00	4.00	2.00	157.00	13.34	8223.64	8.00	2.26

¹NV – Número de vagens; PMG – peso de mil grãos x 10(g); PG – produtividade de grãos (kg ha⁻¹); EA – eficiência agrônômica (%) e EU – eficiência de uso (kg kg⁻¹).

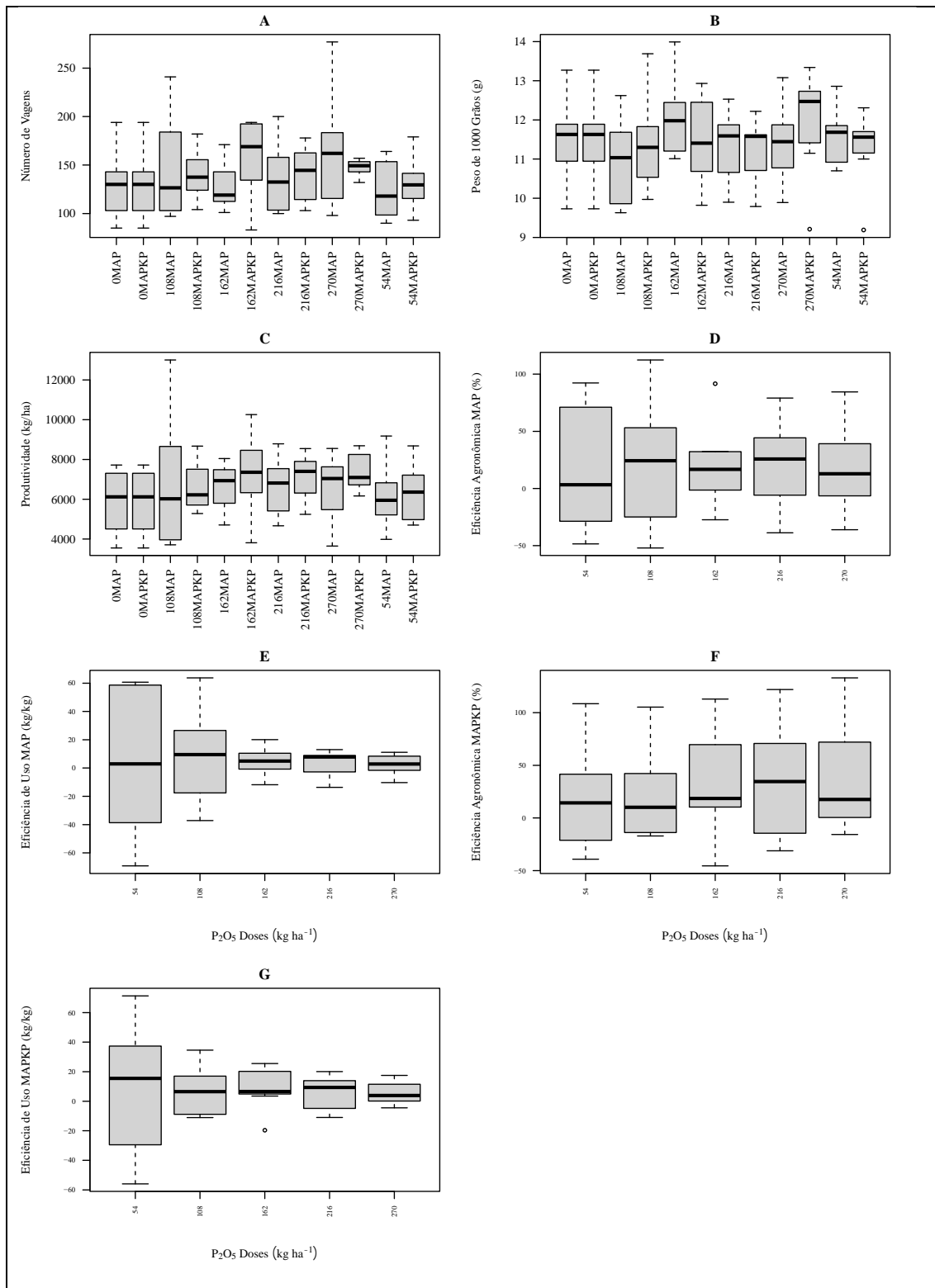
ANEXO II – Análise de dados Discrepantes

Experimentos Tecnologias de Proteção



Quando 1 Demonstrativo de dados discrepantes das variáveis avaliadas sendo, Número de vagens (A), Peso de 1000 Grãos (B), Produtividade de Grãos (kg ha⁻¹) (C), Eficiência equivalente ao Superfosfato Triplo (ST) (EqST) (%) (D), Eficiência Agrônômica (EA) (%) (E) e eficiência de uso (E) da soja do experimento com diferentes fontes e tecnologias, na safra 2018/2019, Rio Verde, GO. Legenda: Branco – Controle; Cinza – ST e Ciano – MAP.

Experimento Doses



Quando 2 Demonstrativo de dados discrepantes das variáveis avaliadas sendo, Número de vagens (A), Peso de 1000 Grãos (B), Produtividade (kg ha⁻¹) (C), Eficiência Agrônômica (%) (D) e eficiência de uso (E) na soja do experimento com doses (0, 54, 108, 162, 216 e 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅) das fontes monoamônio fosfato (MAP) e MAP Kimcoat, na safra 2018/2019, Rio Verde, GO.

ANEXO II – Linha de comandos do R utilizado para processamento dos dados

Experimentos Tecnologias de Proteção

```
> #Análise estatística
```

```
>#NV
```

```
> nv<-  
dbc(dadosp$sigla,dadosp$bloco,dadosp$nv,quali=TRUE,mcomp="lsd",nl=FALSE,sigT=0.15,sigF=0.15)
```

```
-----  
Quadro da analise de variancia
```

```
-----  
      GL  SQ QM  Fc Pr>Fc  
Tratamento 7 33744 4 2.8594 0.013155  
Bloco       3 10381 3 2.0526 0.117613  
Residuo     53 89352 2  
Total      63 133478 1  
-----
```

```
CV = 26.8 %
```

```
-----  
Teste de normalidade dos residuos
```

```
valor-p: 0.2990179
```

```
De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.
```

```
-----  
Teste de homogeneidade de variancia
```

```
valor-p: 0.7370682
```

```
De acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.
```

```
-----  
Teste t (LSD)
```

```
-----  
Grupos  Tratamentos  Medias  
a      T7-KcP044      199.375  
b      T8-KcPAS08      167  
b      T6-KcST045      164.75  
b      T5-ST      148.625  
b      T2-MAP      145.625  
bc     T4-MAPKc1152      144.875  
bc     T3-MAPKc1050      140  
c      T1-C      115.25  
-----
```

```
>#PMG
```

```
> pmg<-  
dbc(dadosp$sigla,dadosp$bloco,dadosp$pmg,quali=TRUE,mcomp="lsd",nl=FALSE,sigT=0.15,sigF=0.15)
```

```
-----  
Quadro da analise de variancia
```

```
-----  
      GL  SQ QM  Fc Pr>Fc  
Tratamento 7 344.6 4 0.41619 0.88800  
Bloco       3 530.0 3 1.49345 0.22692  
Residuo     53 6269.3 2  
Total      63 7143.9 1  
-----
```

```
CV = 9.69 %
```

Teste de normalidade dos residuos

valor-p: 0.001355177

ATENCAO: a 5% de significancia, os residuos nao podem ser considerados normais!

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.661503

De acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

Niveis	Medias
1	T1-C 114.0750
2	T2-MAP 109.2625
3	T3-MAPKc1050 113.7375
4	T4-MAPKc1152 112.4125
5	T5-ST 115.9625
6	T6-KcST045 112.7875
7	T7-KcP044 111.4500
8	T8-KcPAS08 108.5250

>#PG

> pg<-
dbc(dadosp\$sigla,dadosp\$bloco,dadosp\$pg,quali=TRUE,mcomp="lsd",nl=FALSE,sigT=0.15,sigF=0.15)

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	7	73329340	2	2.9101	0.0118928
Bloco	3	58412043	3	5.4088	0.0025414
Residuo	53	190789597	4		
Total	63	322530981	1		

CV = 27.03 %

Teste de normalidade dos residuos

valor-p: 0.4067029

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.07794168

De acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

Teste t (LSD)

Grupos	Tratamentos	Medias
a	T7-KcP044	9597.727
b	T6-KcST045	7573.182
bc	T5-ST	6807.955
bc	T2-MAP	6747.727
bc	T3-MAPKc1050	6604.091
bc	T8-KcPAS08	6598.864

```
bc    T4-MAPKc1152    6333.182
c     T1-C    5891.136
```

>#EqST

EqST<-

```
dbc(dadosp$sigla,dadosp$bloco,dadosp$EqST,quali=TRUE,mcomp="lsd",nl=FALSE,sigT=0.15,sigF=0.15)
```

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	7	18093	4	2.5808	0.0229217
Bloco	3	38477	3	12.8059	0.0000021
Residuo	53	53082	2		
Total	63	109652	1		

CV = 29.6 %

Teste de normalidade dos residuos

valor-p: 0.3516985

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.28569

De acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

Teste t (LSD)

Grupos	Tratamentos	Medias
a	T7-KcP044	147.1397
b	T6-KcST045	117.9928
bc	T2-MAP	102.7829
bc	T3-MAPKc1050	100.3804
bc	T8-KcPAS08	100.1478
bc	T5-ST 100	
c	T4-MAPKc1152	94.10138
c	T1-C	92.65535

>#EA

>

ea<-

```
dbc(dadosef$sigla,dadosef$bloco,dadosef$ea,quali=TRUE,mcomp="lsd",nl=FALSE,sigT=0.15,sigF=0.15)
```

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	9847	2	0.9321	0.48124
Bloco	3	22176	4	4.1982	0.01045
Residuo	46	80995	3		
Total	55	113017	1		

CV = 265.83 %

Teste de normalidade dos residuos

valor-p: 0.3032633

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.4878452

De acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

Niveis	Medias
1 T2-MAP	11.832395
2 T3-MAPKc1050	8.701771
3 T4-MAPKc1152	4.152459
4 T5-ST	11.151928
5 T6-KcST045	22.694175
6 T7-KcP044	45.379420
7 T8-KcPAS08	6.581771

>#EU

```
>
                                     eu<-
dbc(dadosef$sigla,dadosef$bloco,dadosef$eu,quali=TRUE,mcomp="lsd",nl=FALSE,sigT=0.15,sigF=0.1
5)
```

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	6	4772	4	1.7487	0.131143
Bloco	3	7709	2	5.6504	0.002211
Residuo	46	20920	3		
Total	55	33401	1		

CV = 325.15 %

Teste de normalidade dos residuos

valor-p: 0.9280604

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.07305236

De acordo com o teste de oneillmathews a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

Teste t (LSD)

Grupos	Tratamentos	Medias
a	T7-KcP044	28.04503
b	T6-KcST045	9.299242
b	T4-MAPKc1152	4.093013
b	T5-ST	2.213805
b	T2-MAP	1.656145

```
b T3-MAPKc1050 0.3261785
b T8-KcPAS08 0.2777778
```

> #planilhas com as médias e erros

```
> mediasprod<-data.frame(mediasprod);mediasprod
  média NV PMG PG EqST
1 T1-C 115.250 114.0750 5891.136 92.65535
2 T2-MAP 145.625 109.2625 6747.727 102.78291
3 T3-MAPKc1050 140.000 113.7375 6604.091 100.38042
4 T4-MAPKc1152 144.875 112.4125 6333.182 94.10138
5 T5-ST 148.625 115.9625 6807.955 100.00000
6 T6-KcST045 164.750 112.7875 7573.182 117.99280
7 T7-KcP044 199.375 111.4500 9597.727 147.13974
8 T8-KcPAS08 167.000 108.5250 6598.864 100.14778
> erroprod<-data.frame(erroprod);erroprod
  erro NV PMG PG EqST
1 T1-C 1.759476 1.2156452 14.30845 2.111697e+00
2 T2-MAP 2.552397 1.1582486 20.48365 2.698910e+00
3 T3-MAPKc1050 1.747522 1.2146947 12.23006 1.833614e+00
4 T4-MAPKc1152 2.788960 0.9621508 17.55321 2.334415e+00
5 T5-ST 1.914915 1.0254819 12.62615 3.081400e-08
6 T6-KcST045 2.147911 1.3767674 14.39937 2.374337e+00
7 T7-KcP044 2.697425 1.2182662 19.18082 2.646392e+00
8 T8-KcPAS08 1.902243 1.0589984 11.45630 1.760227e+00
> mediasef<-data.frame(mediasef);mediasef
  média EA EU
1 T2-MAP 11.832395 1.6561448
2 T3-MAPKc1050 8.701771 0.3261785
3 T4-MAPKc1152 4.152459 4.0930135
4 T5-ST 11.151928 2.2138047
5 T6-KcST045 22.694175 9.2992424
6 T7-KcP044 45.379420 28.0450337
7 T8-KcPAS08 6.581771 0.2777778
> erroef<-data.frame(erroef);erroef
  erro EA EU
1 T2-MAP 2.776280 2.200137
2 T3-MAPKc1050 2.341521 1.577374
3 T4-MAPKc1152 2.707137 1.834627
4 T5-ST 2.300156 1.492934
5 T6-KcST045 2.183475 1.683024
6 T7-KcP044 2.111151 1.566455
7 T8-KcPAS08 2.016291 1.409015
```

#Graficos

#NV

```
par(family="serif",cex=1,mfrow=c(3,2),las=2,mar = c(8, 8, 2, 2),mgp=c(3,1,0),las=2) #ajustar tipo de
letra e tamanho de letra no gráfico (serif - times new romam e tamanh0 1 - 10)
grafnv<-barplot(mediasprod$NV,
  width = 10,
  col=c("white","gray","gray","gray","black","black","black","black"),
  names = c("Controle","MAP","MAPKc1050","MAPKc1152","ST",
"KcST045","KcP044","KcPAS08"),
  ylim=c(0,300),
  xlab="",ylab=expression('NV'~('Vagens'~'planta'~-1})),cex.lab=1.4,cex.axis=1)
plotCI(x=grafnv,y=mediasprod$NV,
  uiw = erroprod$NV,
  liw = 0,
  add = TRUE,
```

```

pch = NA)
text(7,300,"A",adj=c(1,1),cex=2)
text(7,155.25,"c",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(19,185.625,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(31,180,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(43,184.875,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(55,188.625,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(67,204.75,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(79,239.375,"a",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(91,207.0,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
par(mar=c(0,0,0,0))
legend(55,275,
      ncol=3,
      c("Controle","MAP","ST"),
      pch=c(0,15,15),
      col=c(1,"gray","black"),
      xjust=c(0.5,0.5),
      yjust=c(0.5,0.5),
      merge=TRUE,
      cex=1.2,
      adj=c(0,0),
      bty="n")
par(mar = c(8, 8, 2, 2))

```

#PMG

```

grafpmg<-barplot(mediasprod$PMG,
                 width = 10,
                 col=c("white","gray","gray","gray","black","black","black","black"),
                 names = c("Controle","MAP","MAPKc1050","MAPKc1152","ST",
"KcST045","KcP044","KcPAS08"),
                 ylim=c(0,300),
                 xlab="",ylab="PMG (g)",cex.lab=1.4,cex.axis=1)
plotCI(x=grafpmg,y=mediasprod$PMG,
       uiw = erroprod$PMG,
       liw = 0,
       add = TRUE,
       pch = NA)
text(7,300,"B",adj=c(1,1),cex=2)
par(mar=c(0,0,0,0))
legend(55,275,
      ncol=3,
      c("Controle","MAP","ST"),
      pch=c(0,15,15),
      col=c(1,"gray","black"),
      xjust=c(0.5,0.5),
      yjust=c(0.5,0.5),
      merge=TRUE,
      cex=1.2,
      adj=c(0,0),
      bty="n")
par(mar = c(8, 8, 2, 2))

```

#PG

```

grafpg<-barplot(mediasprod$PG,
                 width = 10,
                 col=c("white","gray","gray","gray","black","black","black","black"),
                 names = c("Controle","MAP","MAPKc1050","MAPKc1152","ST",
"KcST045","KcP044","KcPAS08"),
                 ylim=c(0,14000),
                 xlab="",ylab=expression('PG'~('kg'~'ha'~{-1})),cex.lab=1.4,cex.axis=1)

```



```

plotCI(x=grafpg,y=mediasprod$PG,
      uiw = erroprod$PG,
      liw = 0,
      add = TRUE,
      pch = NA)
text(7,13900,"C",adj=c(1,1),cex=2)
text(7,7500,"c",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(19,9000,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(31,9000,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(43,9000,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(55,9000,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(67,9500,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(79,11500,"a",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(91,9000,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
par(mar=c(0,0,0,0))
legend(55,13000,
      ncol=3,
      c("Controle","MAP","ST"),
      pch=c(0,15,15),
      col=c(1,"gray","black"),
      xjust=c(0.5,0.5),
      yjust=c(0.5,0.5),
      merge=TRUE,
      cex=1.2,
      adj=c(0,0),
      bty="n")
par(mar = c(8, 8, 2, 2))

```

#EqST

```

grafEqST<-barplot(mediasprod$EqST,
      width = 10,
      col=c("white","gray","gray","gray","black","black","black","black"),
      names = c("Controle","MAP","MAPKc1050","MAPKc1152","ST",
      "KcST045","KcP044","KcPAS08"),
      ylim=c(0,250),
      xlab="",ylab="EqST (%)",cex.lab=1.4,cex.axis=1)
plotCI(x=grafEqST,y=mediasprod$EqST,
      uiw = erroprod$EqST,
      liw = 0,
      add = TRUE,
      pch = NA)
text(7,249,"D",adj=c(1,1),cex=2)
text(7,122,"c",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(19,132,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(31,130,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(43,124,"c",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(55,130,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(67,147,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(79,177,"a",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(91,130,"bc",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
par(mar=c(0,0,0,0))
legend(55,245,
      ncol=3,
      c("Controle","MAP","ST"),
      pch=c(0,15,15),
      col=c(1,"gray","black"),
      xjust=c(0.5,0.5),
      yjust=c(0.5,0.5),
      merge=TRUE,

```

```

cex=1.2,
adj=c(0,0),
bty="n")
par(mar = c(8, 8, 2, 2))

```

#EA

```

grafea<-barplot(mediasef$EA,
               width = 10,
               col=c("gray","gray","gray","black","black","black","black"),
               names = c("MAP","MAPKc1050","MAPKc1152","ST", "KcST045","KcP044","KcPAS08"),
               ylim=c(0,100),
               xlab="",ylab="EA (%)",cex.lab=1.4,cex.axis=1)
plotCI(x=grafea,y=mediasef$EA,
       uiw = erroef$EA,
       liw = 0,
       add = TRUE,
       pch = NA)
text(7,99,"E",adj=c(1,1),cex=2)
par(mar=c(0,0,0,0))
legend(49,89,
      ncol=3,
      c("Controle","MAP","ST"),
      pch=c(0,15,15),
      col=c(1,"gray","black"),
      xjust=c(0.5,0.5),
      yjust=c(0.5,0.5),
      merge=TRUE,
      cex=1.2,
      adj=c(0,0),
      bty="n")
par(mar = c(8, 8, 2, 2))
par(las=1)
mtext("Tratamentos", side = 1, line = 7, cex = 1)
par(mar = c(8, 8, 2, 2),las=2)

```

#EU

```

grafeu<-barplot(mediasef$EU,
               width = 10,
               col=c("gray","gray","gray","black","black","black","black"),
               names = c("MAP","MAPKc1050","MAPKc1152","ST", "KcST045","KcP044","KcPAS08"),
               ylim=c(0,100),
               xlab="",ylab=expression('EU'~('kg'~'kg'~-1})),cex.lab=1.4,cex.axis=1)
plotCI(x=grafeu,y=mediasef$EU,
       uiw = erroef$EU,
       liw = 0,
       add = TRUE,
       pch = NA)
text(7,99,"F",adj=c(1,1),cex=2)
text(7,11,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(19,10,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(31,14,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(43,12,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(55,19,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(67,38,"a",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
text(79,10,"b",adj=c(NA,0.5),cex=1.6) #adiciona texto com a equação
par(mar=c(0,0,0,0))
legend(49,89,
      ncol=3,

```

```

c("Controle","MAP","ST"),
pch=c(0,15,15),
col=c(1,"gray","black"),
xjust=c(0.5,0.5),
yjust=c(0.5,0.5),
merge=TRUE,
cex=1.2,
adj=c(0,0),
bty="n")
par(mar = c(8, 8, 2, 2))
par(las=1)
mtext("Tratamentos", side = 1, line = 7, cex = 1)
par(mar = c(8, 8, 2, 2),las=2)

```

Experimento Doses

```
#Experimento doses MAP Kimcoat P
```

```

dados<-data.frame(todos);dados
anovas<-data.frame(todos);anovas
anovas$trat<-factor(anovas$trat)
anovas$fonte<-factor(anovas$fonte)
anovas$dose<-factor(anovas$dose)
anovas$bloco<-factor(anovas$bloco)

```

```

dadosef<-data.frame(efic);dadosef
anovasef<-data.frame(efic);anovasef
anovasef$trat<-factor(anovasef$trat)
anovasef$fonte<-factor(anovasef$fonte)
anovasef$dose<-factor(anovasef$dose)
anovasef$bloco<-factor(anovasef$bloco)

```

```
par(family="serif",cex=1,mfrow=c(4,2),las=2,mar = c(6, 5, 2, 2)) #ajustar tipo de letra e tamanho de letra no gráfico (serif - times new romam e tamanho 1 - 10)
```

```
#Análise de outliers
```

```

boxplot(vagem~trat,dados,xlab="",ylab="Número de Vagens",main="A",bty="n")
boxplot(milg~trat,dados,xlab="",ylab="Peso de 1000 Grãos (g)",main="B",bty="n")
boxplot(producao~trat,dados,xlab="",ylab="Produtividade (kg/ha)",main="C",bty="n")
boxplot(mapea~dose,dadosef,xlab="",ylab="Eficiência Agronômica MAP (%)",
main="D",bty="n",cex.axis=0.6)
boxplot(mapeu~dose,dadosef,ylab="Eficiência de Uso MAP (kg/kg)",
xlab=expression(P[2]*O[5]~'Doses'~('kg'~'ha'~{-1})),main="E",bty="n",cex.axis=0.6)
boxplot(mapkpea~dose,dadosef,ylab="Eficiência Agronômica MAPKP (%)",
xlab=expression(P[2]*O[5]~'Doses'~('kg'~'ha'~{-1})), main="F",bty="n",cex.axis=0.6)
boxplot(mapkpeu~dose,dadosef,ylab="Eficiência de Uso MAPKP (kg/kg)",
xlab=expression(P[2]*O[5]~'Doses'~('kg'~'ha'~{-1})), main="G",bty="n",cex.axis=0.6)

```

```
#DADOS ISOLADOS POR FONTES
```

```

map<-data.frame(map);map
mapkp<-data.frame(mapkp);mapkp
aovmap<-data.frame(map);aovmap
aovmapkp<-data.frame(mapkp);aovmapkp
aovmap$dose<-factor(aovmap$dose)
aovmap$bloco<-factor(aovmap$bloco)
aovmapkp$dose<-factor(aovmapkp$dose)
aovmapkp$bloco<-factor(aovmapkp$bloco)

```

#NÚMERO DE VAGENS

```
fat2.dbc(anovas$fonte,anovas$dose,anovas$bloco,anovas$vagem,quali=c(TRUE,FALSE),mcomp="tukey",fac.names=c("FONTE","DOSES"),sigT=0.05,sigF=0.05)
anova<-aov(anovas$vagem~anovas$dose*anovas$fonte+anovas$bloco);summary(anova)
ajustevagem<-lm(vagem~dose,dados);summary(ajustevagem);anovaajustevagem<-
anova(ajustevagem);anovaajustevagem
ajustevagem1<-lm(vagem~dose+I(dose^2),dados);summary(ajustevagem1);anovaajustevagem1<-
anova(ajustevagem1);anovaajustevagem1
#ajuste linear  $y=0.086*x+127.609$ ** (R2=72.75)
```

#ajustar dados para os graficos

```
medias<-with(dados,tapply(vagem,dose,mean));medias
erro <- with(dados,tapply(vagem,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(0.0,54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
vagem<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);vagem;summary(vagem)
vagem
```

#PESO DE MIL GRÃOS

```
fat2.dbc(anovas$fonte,anovas$dose,anovas$bloco,anovas$milg,quali=c(TRUE,FALSE),mcomp="tukey",fac.names=c("FONTE","DOSES"),sigT=0.05,sigF=0.05)
anova<-aov(anovas$milg~anovas$dose*anovas$fonte+anovas$bloco);summary(anova)
ajustemilg<-lm(milg~dose,dados);summary(ajustemilg);anovaajustemilg<-
anova(ajustemilg);anovaajustemilg
ajustemilg1<-lm(milg~dose+I(dose^2),dados);summary(ajustemilg1);anovaajustemilg1<-
anova(ajustemilg1);anovaajustemilg1
#não houve ajuste de modelo matemático - colocar a média +/- erro no grafico
medias<-with(dados,tapply(milg,dose,mean));medias
erro <- with(dados,tapply(milg,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(0.0,54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
milg<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);milg;summary(milg)
mean(milg$medias);mean(milg$erro) #11.46 +/- 0.2478
```

#PRODUTIVIDADE

```
fat2.dbc(anovas$fonte,anovas$dose,anovas$bloco,anovas$producao,quali=c(TRUE,TRUE),mcomp="tukey",fac.names=c("FONTE","DOSES"),sigT=0.05,sigF=0.05)
anova<-aov(anovas$producao~anovas$dose*anovas$fonte+anovas$bloco);summary(anova)
ajusteproducao<-lm(producao~dose,dados);summary(ajusteproducao);anovaajusteproducao<-
anova(ajusteproducao);anovaajusteproducao
#6056.636**+4.033*x R2=83.29**
medias<-with(dados,tapply(producao,dose,mean));medias
erro <- with(dados,tapply(producao,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(0.0,54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
producao<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);producao;summary(producao)
#Análise independente dos dados
#MAP
anovamap<-aov(aovmap$producao~aovmap$dose+aovmap$bloco);summary(anovamap)
ajustemap<-lm(producao~dose,map);ajustemap;summary(ajustemap);anova(ajustemap)
ajustemap1<-lm(producao~dose+I(dose^2),map);ajustemap1;summary(ajustemap1);anova(ajustemap1)
R2q<-((2517008+1586785)/4604519)*100;R2q
#ajustequadrático-0.025*x2+9.23208nsx+5857.46753ns R2=89.12ns
medias<-with(map,tapply(producao,dose,mean));medias
erro <- with(map,tapply(producao,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(0.0,54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
producaomap<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);producaomap;summary(producaomap)
```

#MAPKP

```
anovamapkp<-aov(aovmapkp$producao~aovmapkp$dose+aovmapkp$bloco);summary(anovamapkp)
```

```
ajustemapkp<-lm(producao~dose,mapkp);ajustemapkp;summary(ajustemapkp);anova(ajustemapkp)
ajustemapkp1<-
lm(producao~dose+I(dose^2),mapkp);ajustemapkp1;summary(ajustemapkp1);anova(ajustemapkp1)
R2mapkp<-((12728510/14230371)*100);R2mapkp
#ajuste linear-> 5.584x*+6012.839** R2=89.44**
medias<-with(mapkp,tapply(producao,dose,mean));medias
erro <- with(mapkp,tapply(producao,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(0.0,54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
producaomapkp<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);producaomapkp;summary(producaomapkp)
```

#EFICIÊNCIA AGRONÔMICA

```
fat2.dbc(anovas$fonte,anovas$dose,anovas$bloco,anovas$ea,quali=c(TRUE,TRUE),mcomp="tukey",fac.
names=c("FONTE","DOSES"),sigT=0.05,sigF=0.05)
anova<-aov(anovas$ea~anovas$dose*anovas$fonte+anovas$bloco);summary(anova)
ajusteea<-lm(ea~dose,dados);summary(ajusteea);anovaajusteea<-anova(ajusteea);anovaajusteea
#não houve ajuste de modelo matemático - colocar a média +/- erro no grafico
medias<-with(dados,tapply(ea,dose,mean));medias
erro <- with(dados,tapply(ea,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(0.0,54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
efagr<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);efagr;summary(efagr)
```

#análise independente dos dados para eficiência

#efic -> dados para ajuste d emodelos

#anovasef - dados para anova

#MAP

```
ajustemapka<-lm(mapea~dose+I(dose^2),efic);summary(ajustemapka);ajustemapka;anova(ajustemapka)
ajustemapka1<-lm(mapea~dose,efic);summary(ajustemapka1);ajustemapka1;anova(ajustemapka1)
anovamapea<-aov(mapea~dose+bloco,anovasef);anovamapea;summary(anovamapea)
R2eamap<-((2+94)/116)*100;R2eamap
#ajustado modelo quadratico (ajustemap)- -0,0003145nsx2+0.1046nsx-12.34ns (R2=82.76ns)
medias<-with(anovasef,tapply(mapea,dose,mean));medias
erro <- with(anovasef,tapply(mapea,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
efamap<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);efamap;summary(efamap)
```

#MAPKP

```
ajustemapkpea<-
lm(mapkpea~dose+I(dose^2),efic);summary(ajustemapkpea);ajustemapkpea;anova(ajustemapkpea)
ajustemapkpea1<-
lm(mapkpea~dose,efic);summary(ajustemapkpea1);ajustemapkpea1;anova(ajustemapkpea1)
anovamapkpea<-aov(mapkpea~dose+bloco,anovasef);anovamapkpea;summary(anovamapkpea)
R2eamapkp<-((2245)/2495.83)*100;R2eamapkp
#ajustado modelo linear -> 0.09811nsx + 12.55785ns (R2=89.95)
medias<-with(anovasef,tapply(mapkpea,dose,mean));medias
erro <- with(anovasef,tapply(mapkpea,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
efmapkp<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);efmapkp;summary(efmapkp)
```

#EFICIÊNCIA DE USO

```
fat2.dbc(anovas$fonte,anovas$dose,anovas$bloco,anovas$eu,quali=c(TRUE,FALSE),mcomp="tukey",fa
c.names=c("FONTE","DOSES"),sigT=0.05,sigF=0.05)
anova<-aov(anovas$eu~anovas$dose*anovas$fonte+anovas$bloco);summary(anova)
ajusteeu<-lm(eu~dose,dados);summary(ajusteeu);anovaajusteeu<-anova(ajusteeu);anovaajusteeu
#não houve ajuste de modelo matemático - colocar a média +/- erro no grafico
medias<-with(dados,tapply(eu,dose,mean));media
erro <- with(dados,tapply(eu,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(0.0,54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
efuso<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);efuso;summary(efuso)
mean(efuso$medias);mean(efuso$erro)
```

```

#Análise independente dos dados
#MAP
anovamapeu<-aov(anovasef$mapeu~anovasef$dose+anovasef$bloco);summary(anovamapeu)
ajustemapeu<-lm(mapeu~dose,efic);ajustemapeu;summary(ajustemapeu);anova(ajustemapeu)
ajustemapeu1<-
lm(mapeu~dose+I(dose^2),efic);ajustemapeu1;summary(ajustemapeu1);anova(ajustemapeu1)
R2mapeu<-((63+23)/136)*100;R2mapeu
#ajustequadrático->0.0001561nsx2 + 0.03410nsx + 4.11ns R2=63.23ns
medias<-with(efic,tapply(mapeu,dose,mean));medias
erro <- with(efic,tapply(mapeu,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
efusomap<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);efusomap;summary(efusomap)

#MAPKP
anovamapkp<-aov(anovasef$mapkp~anovasef$dose+anovasef$bloco);summary(anovamapkp)
ajustemapkp<-
lm(mapkp~dose,efic);ajustemapkp;summary(ajustemapkp);anova(ajustemapkp)
ajustemapkp1<-
lm(mapkp~dose+I(dose^2),efic);ajustemapkp1;summary(ajustemapkp1);anova(ajustemapkp1)
R2mapkpk<-((23.2+5.8)/58)*100;R2mapkpk
#ajuste quadrático-> -0.00007832x2 + 0.01539x + 6.863 R2=50ns
medias<-with(efic,tapply(mapkp,dose,mean));medias
erro <- with(efic,tapply(mapkp,dose,function(x) sqrt(var(x)/length(x))));erro
Dose<-c(54.0,108.0,162.0,216.0,270.0)
efusomapkp<-cbind.data.frame(medias,erro,Dose);efusomapkp;summary(efusomapkp)

```

#GRAFICOS

#Exemplo de programação de um gráfico

```

plot(vagem$Dose,#coordenada x
      vagem$medias,#coordenada y
      pch=18,cex=1.6,#tipo de ponto e tamanho
      ylab=expression('NV'~('Vagem'~'planta'^-1)),#título do eixo y
      xlab=expression('Doses'~('kg'~'ha'^-1)),#título eixo x
      xlim=c(0,270),#limite eixo x
      ylim=c(0,300),#limite eixo y
      xaxp=c(0,270,5),#intervalo e numero de pontos no eixo x
      yaxp=c(0,300,4),#intervalo e numero de pontos no eixo y
      cex.lab=1.6,#tamanho da letra dos titulos dos eixos
      cex.axis=1.6,#tamanho de letra dos eixos
      bty="n")#sem os quadros
text(135,50,expression(italic(y)==0.0797^{*}~italic(x)~+~128.08^{*}~R^{2}==72.18^{*})),adj=c(
0.5, 0.5),cex=1.2) #adiciona texto com a equação
text(135,280,"C",cex=1.8) #adiciona nome do gráfico
arrows(final$dose,final$medias+final$erro,final$dose,final$medias-final$erro,length
0.05,angle=90,code=3)#adiciona barra de erros
abline(ajuste) #adiciona equação

```

```
par()$mar
```

#Estrutura para montagem dos gráficos

```

par(family="serif", #tipo de letra times new roman
    cex=1.6, #tamanho de letra e pontos 1,6x
    mfrow=c(3,2),#página de gráfico com 3 linhas x 2 colunas
    las=1,# numero dos eixos e nome dos eixos x na horizontal (se quiser colocar na vertical utilize a opcao
2)
    mar = c(2, 6, 2, 2),#margens da página (mais afastados) (baixo, esquerda, acima,direita)
    mgp=c(4,1,0),#distancia dos títulos (1o numero), dos numero (2o numero) da tabela e eixos x e y -
default do sistema e (3,1,0)

```

pty="m")#ocupar o espaço suficiente (s), o máximo (m)

#Número de vagens

```
plot(vagem$Dose,#coordenada x
     vagem$medias,#coordenada y
     pch=18,cex=1.6,#tipo de ponto e tamanho
     ylab=expression('NV'~('Vagem'~'planta'^-1)),#título do eixo y
     xlab=expression(P[2]*O[5]~'Doses'~('kg'~'ha'^-1)),
     xlim=c(0,270),#limite eixo x
     ylim=c(0,300),#limite eixo y
     xaxp=c(0,270,5),#intervalo e numero de pontos no eixo x
     yaxp=c(0,300,4),#intervalo e numero de pontos no eixo y
     cex.lab=1.6,#tamanho da letra dos titulos dos eixos
     cex.axis=1.4,#tamanho de letra dos eixoa
     bty="n")#sem os quadros
text(135,50,expression(italic(y)==0.0797^{*}~italic(x)~+~128.08^{**}~R^{2}==72.18^{*})),adj=c(
0.5, 0.5),cex=1.2) #adiciona texto com a equação
text(135,280,"A",cex=1.8) #adiciona nome do gráfico
arrows(vagem$Dose,vagem$medias+vagem$erro,vagem$Dose,vagem$medias-vagem$erro,length =
0.05,angle=90,code=3)#adiciona barra de erros
abline(ajustevagem) #adiciona equação
```

#peso de mil grãos

```
plot(milg$Dose,#coordenada x
     milg$medias,#coordenada y
     pch=18,cex=1.6,#tipo de ponto e tamanho
     ylab="PMG x 10 (g)",#título do eixo y
     xlab=expression(P[2]*O[5]~'Doses'~('kg'~'ha'^-1)),
     xlim=c(0,270),#limite eixo x
     ylim=c(0,30),#limite eixo y
     xaxp=c(0,270,5),#intervalo e numero de pontos no eixo x
     yaxp=c(0,30,5),#intervalo e numero de pontos no eixo y
     cex.lab=1.6,#tamanho da letra dos titulos dos eixos
     cex.axis=1.4,#tamanho de letra dos eixoa
     bty="n")#sem os quadros
text(135,20,expression(italic(y)==11.46%*%10^{ns}%+-%0.2478),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.2) #adiciona
texto com a equação
text(135,28,"B",cex=1.8) #adiciona nome do gráfico
arrows(milg$Dose,milg$medias+milg$erro,milg$Dose,milg$medias-milg$erro,length =
0.05,angle=90,code=3)#adiciona barra de erros
```

#Produtividade de grãos

```
plot(producaomap$Dose,#coordenada x
     producaomap$medias,#coordenada y
     pch=18,cex=1.6,#tipo de ponto e tamanho
     ylab=expression('PG'~('kg'~'ha'^-1)),#título do eixo y
     xlab=expression(P[2]*O[5]~'Doses'~('kg'~'ha'^-1)),
     xlim=c(0,270),#limite eixo x
     ylim=c(0,12000),#limite eixo y
     xaxp=c(0,270,5),#intervalo e numero de pontos no eixo x
     yaxp=c(0,12000,4),#intervalo e numero de pontos no eixo y
     cex.lab=1.6,#tamanho da letra dos titulos dos eixos
     cex.axis=1.4,#tamanho de letra dos eixoa
     bty="n")#sem os quadros
points(producaomapkp$Dose,producaomapkp$medias,pch=18,col="gray",cex=1.6)
text(135,2500,expression('MAP'*italic(y)===
0.025^{*}~italic(x)^2~+~9.23^{ns}~italic(x)~+~5857.47^{ns})),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.0) #adiciona
texto com a equação
text(135,1600,expression(R^{2}==89.12^{ns})),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
```

```

text(135,9600,expression('MAPKP'*italic(y)==5.584^{ '*'}~italic(x)~+~6012.839^{ '**'}),adj=c(0.5,
0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
text(135,8700,expression(R^{2}==89.44^{ '**'}),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
text(135,11900,"C",cex=1.8) #adiciona nome do gráfico
arrows(producaomap$Dose,producaomap$medias+producaomap$erro,producaomap$Dose,producaomap
$medias-producaomap$erro,length = 0.05,angle=90,code=3,col="black")#adiciona barra de erros
arrows(producaomapkp$Dose,producaomapkp$medias+producaomapkp$erro,producaomapkp$Dose,pro
ducaomapkp$medias-producaomapkp$erro,length = 0.05,angle=90,code=3,col="gray")#adiciona barra de
erros
abline(ajustemapkp,col="gray")
curve(ajustemap1$coefficients[1]+ajustemap1$coefficients[2]*x+ajustemap1$coefficients[3]*x^2,
add=T,col="black",lty=1)
par(mar=c(0,0,0,0))
legend("topright",
      c("MAPKP","MAP"),
      lty = c(1,1),
      col=c("gray","black"),
      xjust=c(1,1),
      yjust=c(1,1),
      merge=TRUE,
      cex=1.0,
      adj=c(0,0),
      bty="n")
par(mar = c(2, 6, 2, 2))

```

#Eficiência Agronômica

```

plot(efamap$Dose,#coordenada x
     efamap$medias,#coordenada y
     pch=18,cex=1.6,col="black",#tipo de ponto e tamanho
     ylab="EA (%)",#título do eixo y
     xlab=expression(P[2]*O[5]~Doses~('kg'~'ha'^-1)),
     xlim=c(54,270),#limite eixo x
     ylim=c(-40,100),#limite eixo y
     xaxp=c(54,270,4),#intervalo e numero de pontos no eixo x
     yaxp=c(-40,100,10),#intervalo e numero de pontos no eixo y
     cex.lab=1.6,#tamanho da letra dos titulos dos eixos
     cex.axis=1.4,#tamanho de letra dos eixos
     bty="n")#sem os quadros
points(efmapkp$Dose,efmapkp$medias,pch=18,col="gray",cex=1.6)
text(162,-20,expression('MAP'*italic(y)==-
0.0003145^{ 'ns'}~italic(x)^2~+~0.1046^{ 'ns'}~italic(x)~+~12.34^{ 'ns'}),adj=c(0.5,
0.5),cex=1.0)
#adiciona texto com a equação
text(162,-28,expression(R^{2}==82.76^{ 'ns'}),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
text(162,70,expression('MAPKP'*italic(y)==0.09811^{ 'ns'}~italic(x)~+~12.56^{ 'ns'}),adj=c(0.5,
0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
text(162,62,expression(R^{2}==89.95^{ 'ns'}),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
text(162,99,"D",cex=1.8) #adiciona nome do gráfico
arrows(efamap$Dose,efamap$medias+efamap$erro,efamap$Dose,efamap$medias-efamap$erro,length =
0.05,angle=90,code=3)#adiciona barra de erros
arrows(efmapkp$Dose,efmapkp$medias+efmapkp$erro,efmapkp$Dose,efmapkp$medias-
efmapkp$erro,length = 0.05,angle=90,code=3,col="gray")#adiciona barra de erros
curve(ajustemapea$coefficients[1]+ajustemapea$coefficients[2]*x+ajustemapea$coefficients[3]*x^2,
add=T,col="black",lty=1)
abline(ajustemapkpea1,lty=1,col="gray")
par(mar=c(0,0,0,0))
legend("topright",
      c("MAPKP","MAP"),
      lty = c(1,1),
      col=c("gray","black"),
      xjust=c(1,1),

```



```

yjust=c(1,1),
merge=TRUE,
bty="n",
cex=1.0,
adj=c(0,0))
par(mar = c(2, 6, 2, 2))

#Eficiência de USO
plot(efusomap$Dose,#coordenada x
     efusomap$medias,#coordenada y
     pch=18,cex=1.6,col="black",#tipo de ponto e tamanho
     ylab=expression('EU'~('kg'~'kg'^-1)),#título do eixo y
     xlab=expression(P[2]*O[5]~'Doses'~('kg'~'ha'^-1)),
     xlim=c(54,270),#limite eixo x
     ylim=c(-30,70),#limite eixo y
     xaxp=c(54,270,4),#intervalo e numero de pontos no eixo x
     yaxp=c(-30,70,10),#intervalo e numero de pontos no eixo y
     cex.lab=1.6,#tamanho da letra dos titulos dos eixos
     cex.axis=1.4,#tamanho de letra dos eixoa
     bty="n")#sem os quadros
points(efusomapkp$Dose,efusomapkp$medias,pch=18,col="gray",cex=1.6)
text(162,-18,expression('MAP'*italic(y))==
0.0001561^{'ns'}~italic(x)^2~+~0.03410^{'ns'}~italic(x)~+~4.11^{'ns'}),adj=c(0.5,
0.5),cex=1.0)
#adiciona texto com a equação
text(162,-27,expression(R^{2}==63.23^{'ns'}),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
text(162,43,expression('MAPKP'*italic(y))==
0.000078^{'ns'}~italic(x)^2~+~0.01539^{'ns'}~italic(x)~+~6.86^{'ns'}),adj=c(0.5,
0.5),cex=1.0)
#adiciona texto com a equação
text(162,35,expression(R^{2}==50.00^{'ns'}),adj=c(0.5, 0.5),cex=1.0) #adiciona texto com a equação
text(162,69,"E",cex=1.8) #adiciona nome do gráfico
arrows(efusomap$Dose,efusomap$medias+efusomap$erro,efusomap$Dose,efusomap$medias-
efusomap$erro,length = 0.05,angle=90,code=3,col="black")#adiciona barra de erros
arrows(efusomapkp$Dose,efusomapkp$medias+efusomapkp$erro,efusomapkp$Dose,efusomapkp$media
s-efusomapkp$erro,length = 0.05,angle=90,code=3,col="gray")#adiciona barra de erros
curve(ajustemapeu1$coefficients[1]+ajustemapeu1$coefficients[2]*x+ajustemapeu1$coefficients[3]*x^2,
add=T,col="black",lty=1)
curve(ajustemapeu1$coefficients[1]+ajustemapeu1$coefficients[2]*x+ajustemapeu1$coefficients[
3]*x^2, add=T,col="gray",lty=1)
par(mar=c(0,0,0,0))
legend("topright",
      c("MAPKP","MAP"),
      lty = c(1,1),
      col=c("gray","black"),
      xjust=c(1,1),
      yjust=c(1,1),
      merge=TRUE,
      bty="n",
      cex=1.0,
      adj=c(0,0))
par(mar = c(2, 6, 2, 2))

```