

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SOB O EFEITO DA
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

Autor: Fernando Luiz Cabral
Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

RIO VERDE - GO
NOVEMBRO – 2021

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SOB EFEITO DA
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

Autor: Fernando Luiz Cabral
Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração Produção Vegetal Sustentável do Cerrado.

RIO VERDE - GO
NOVEMBRO – 2021

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

C117d Cabral, Fernando Luiz
Desempenho agronômico da soja sob o efeito da
adubação organomineral / Fernando Luiz Cabral;
orientador Marconi Batista Teixeira. -- Rio Verde,
2021.
76 p.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias - Agronomia)
-- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. Glycine Max L.. 2. fósforo. 3. fertilidade. 4.
macronutrientes. 5. Cerrado. I. Teixeira, Marconi
Batista , orient. II. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SOB EFEITO DA
ADUBAÇÃO DE ORGANOMINERAL

Autor: Fernando Luiz Cabral
Orientador: Marconi Batista Teixeira

TITULAÇÃO: Doutor(a) em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 12 de novembro de 2021.



Prof. Dr. Álefe Viana Souza
Bastos
Avaliador externo
Terram - Jataí



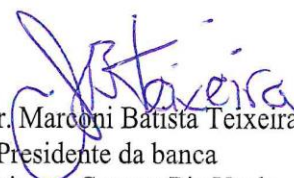
Dr. Gustavo Castoldi
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde



Dr. Leandro Carlos
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde



Dr. Luan Peroni Venancio
Avaliador externo
CEAGRE/IF Goiano – Campus Rio Verde



Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde



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, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |
| <input type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: | |

Nome completo do autor:

Fernando Luiz Cabral

Matrícula:

2017102320140076

Título do trabalho:

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SOB O EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 01 /03 /2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

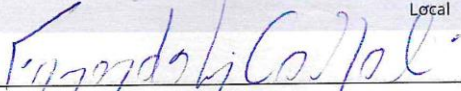
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto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

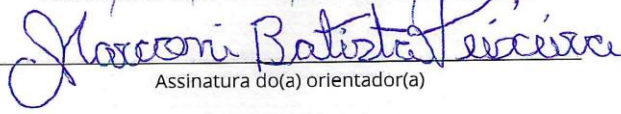
Local

09 /02 /2022

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

À minha esposa Marilei Nalin Cabral; ao meu filho Luiz Augusto Nalin Cabral; ao meu orientador Marconi Batista Teixeira; à minha Avó Delaides Furquim Cabral; ao meu avô José Joaquim Cabral (*in memoriam*) e aos amigos Breno Araújo
Fernando Almeida Pereira.

OFEREÇO

Aos meus pais Célio Luiz da Silva e Maria Irene Cabral da Silva

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus e a toda minha família, em especial Pai, Mãe e Avós, que nunca mediram esforços para que eu seguisse firme nos estudos, proporcionando educação, um lar confortante e seguro, onde sempre busquei forças e inspirações para seguir em frente com todos os projetos de vida. À minha esposa Marilei Nalin Cabral, que sempre me apoiou, dedicando seu tempo e atenção para que meus objetivos fossem alcançados e a elaboração deste trabalho fosse possibilitada. Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira, exemplo de pessoa em todos os quesitos, faltando adjetivos para descrever tantas qualidades, e mesmo com muitos afazeres, sempre doou seu tempo para me ajudar, sendo essencial para elaboração e condução deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, por proporcionar a oportunidade de cursar o doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia, e, também por ceder o espaço físico e materiais para a realização da pesquisa.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Fernando Luiz Cabral, nascido em Rio Verde- GO em 06 de agosto de 1977. Concluiu o ensino fundamental no Colégio Estadual do Sol em 1991, e segundo grau na Escola Agrotécnica Federal de Rio Verde – Go em 1994 (hoje Instituto Federal Goiano) ambos na cidade de Rio Verde – Go. Graduado em Agronomia no ano de 1999, pela Fesurv/ Rio Verde - Go. Em 2017, concluiu o mestrado pelo Instituto Federal Goiano – Rio Verde – Go e após ingressou no doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia, neste mesmo instituto.

ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1 Referências Bibliográficas	17
2. OBJETIVOS	21
2.1 Geral	21
2.2 Específicos	21
3. CAPÍTULO I	22
3.1 Introdução.....	24
3.2 Material e Métodos.....	25
3.3 Resultados e Discussão	28
3.4 Conclusões.....	42
3.5 Referências Bibliográficas	43
4. CAPÍTULO II	50
4.1 Introdução.....	52
4.2 Material e Métodos	53
4.3 Resultados e Discussão	56
4.4 Conclusões.....	70
4.5 Referências Bibliográficas	70
5. CONCLUSÃO GERAL	76

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I - Produtividade da soja sob aplicação de fertilizante mineral e organomineral

Tabela 1. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com restrição de fósforo-----25

Tabela 2. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com teores de fósforo corrigido -----26

Tabela 3. Características químicas do fertilizante organomineral (06 -22-01)-----27

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com restrição de fósforo-----28

Tabela 5. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com teores de fósforo corrigido -----29

CAPÍTULO II - Componentes de rendimento da soja adubada com organomineral em Latossolo Vermelho de cerrado

Tabela 1. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com restrição de fósforo-----54

Tabela 2. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com teores de fósforo corrigido -----54

Tabela 3. Características químicas do fertilizante organomineral (05-16-02)-----55

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e

teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com restrição de fósforo-----57

Tabela 5. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com teores de fósforo corrigido -----57

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I - Produtividade da soja sob aplicação de fertilizante mineral e organomineral

Figura 1. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B) -----30

Figura 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)-----32

Figura 3. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--33

Figura 4. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--35

Figura 5. Teor de óleo dos grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--37

Figura 6. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B) -----38

Figura 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e

superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)-----39

Figura 8. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo -----40

Figura 9. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--41

Figura 10. Teor de óleo dos grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das fontes de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo -----42

CAPÍTULO II - Componentes de rendimento da soja adubada com organomineral em Latossolo Vermelho de cerrado

Figura 1. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo) (B) -----58

Figura 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)-----60

Figura 3. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--62

Figura 4. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--63

Figura 5. Teor de óleo dos grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)-----65

Figura 6. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com teores de fósforo corrigido-----66

Figura 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e

superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)-----67

Figura 8. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--68

Figura 9. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B)--69

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Al	Alumínio	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
AP	Altura de planta	(cm)
B	Boro	(mg dm^{-3})
Ca	Cálcio	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
CTC	Capacidade de troca de cátions	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
Cu	Cobre	(mg dm^{-3})
CV	Coefficiente de variação	(%)
Fe	Ferro	(%)
FV	Fonte de variação	
GL	Grau de liberdade	
K	Potássio	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
KCl	Cloreto de potássio	
Mg	Magnésio	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
Mn	Manganês	(mg dm^{-3})
MO	Matéria orgânica	(g dm^{-3})
MSPA	Massa seca parte aérea	(g)
N	Nitrogênio	(%)
Na	Sódio	(%)
P	Fósforo	(mg dm^{-3})
PG	Produtividade de grãos	(kg ha^{-1})
pH	Potencial de hidrogênio	(CaCl ₂)
QM	Quadrado médio	
S	Enxofre	(mg dm^{-3})
SB	Soma de bases	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
TO	Teor de óleo	(%)
TP	Teor de fósforo	(dag kg^{-1})
V	Saturação da CTC por bases	(%)
Zn	Zinco	(mg dm^{-3})

RESUMO

CABRAL, FERNANDO LUIZ. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, novembro de 2021. **Desempenho agrônômico da soja sob efeito da adubação organomineral.** Orientador: Dr. Marconi Batista Teixeira.

Uma possibilidade de diversificação das fontes fosfatadas para a agricultura é o uso de fertilizantes organominerais que contêm teores apreciáveis de P, além disso, são uma alternativa para que a adubação seja realizada de maneira eficaz, sem comprometer o crescimento e desenvolvimento da cultura e o meio ambiente. Objetivou-se avaliar o crescimento, a produtividade de grãos e o teor de óleo da soja (variedade DM 68i69IPRO) adubada com organomineral em Latossolo Vermelho de Cerrado com diferentes níveis de disponibilidade de P. O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Rio Verde -GO. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho de textura média. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 2×5 , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em duas fontes de fósforo (fertilizante organomineral e superfosfato triplo) e em cinco doses de fósforo. O mesmo experimento foi realizado em duas áreas experimentais: para uma área com restrição de fósforo e para uma área com teores de fósforo corrigido. A variedade de soja utilizada foi a DM 68i69IPRO. As variáveis avaliadas foram à altura de planta, massa seca da parte aérea, teor de fósforo foliar, produtividade de grãos e teor de óleo. A aplicação de fertilizante organomineral (06-22-01 e 05-16-02) em soja cultivada em Latossolo Vermelho de Cerrado com restrição de fósforo e com teores de fósforo corrigido, pode ser recomendada a partir da dose de 50 kg ha^{-1} de P.

Palavras-chave: *Glycine Max* L., fósforo, fertilidade, macronutrientes, Cerrado.

ABSTRACT

CABRAL, FERNANDO LUIZ. Federal Institute Goiano – Campus Rio Verde – GO, november 2021. **Agronomic performance of soybean under the effect of organomineral fertilization.** Advisor: Dr. Marconi Batista Teixeira.

A possibility of diversifying phosphate sources for agriculture is the use of organomineral fertilizers that contain appreciable P levels, in addition, they are an alternative for fertilization to be carried out effectively, without compromising the growth and development of the culture and the environment. The objective was to evaluate the growth, grain yield and oil content of soybean (variety DM 68i69IPRO) fertilized with organomineral in Red Oxisol of Cerrado with different levels of P availability. The experiment was carried out under field conditions, in the municipality of Rio Verde-GO. The soil in the experimental area is classified as a medium texture Red Oxisol. The experimental design used was in randomized blocks, analyzed in a 2 × 5 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two phosphorus sources (organomineral fertilizer and triple superphosphate) and five doses. The same experiment was carried out in two experimental areas: for an area with phosphorus restriction and for an area with corrected phosphorus contents. The soybean variety used was DM 68i69IPRO. The variables evaluated were plant height, shoot dry mass, leaf phosphorus content, grain yield and oil content. The application of organomineral fertilizer (06-22-01 and 05-16-02) in soybean cultivated in Red Oxisol of Cerrado with phosphorus restriction and with corrected phosphorus levels, can be recommended from the dose of 50 kg ha⁻¹ by P.

Keywords: *Glycine Max* L, phosphorus, fertility, macronutrients, Cerrado.

1. INTRODUÇÃO GERAL

No cenário global de demanda por alimento, a soja está se tornando cada vez mais imprescindível e, com a população mundial podendo superar os 9,0 bilhões em 2050, a maximização do uso de recursos na produção de alimentos, principalmente de maneira sustentável, é ainda mais importante, pois para alimentar essa população maior, a produção de alimentos deverá aumentar em 70% (FAO, 2017; FLORENCIO, 2017).

A soja é considerada a principal cultura do agronegócio brasileiro, sendo empregada para diversas finalidades, logo por toda sua variabilidade de uso, a soja apresenta alto valor econômico a nível nacional e internacional, além disso no cenário mundial, o Brasil se tornou o maior produtor de soja na safra 2019/2020 com área de 36,949 milhões de hectares plantados e produção de 124,8 milhões de toneladas de grãos (SILVA et al., 2014; CONAB, 2020; SANTOS, 2021b); esse crescimento é resultante, não somente da expansão da área de produção, mas, principalmente pelo aumento generalizado da produção e do rendimento da cultura, que é pelo uso intensivo de tecnologias mais eficientes, planejamento nutricional da cultura e manejos adequados das áreas cultivadas (DALL'AGNOL et al., 2010; COSTA, 2017).

As lavouras de soja estão concentradas no Centro-Oeste e no Sul, cerca de 80% da produção nacional, com ênfase para a especialização dos Cerrados brasileiros, onde se expandiu a moderna produção de grãos, com destaque para a oleaginosa, desse bioma sai cerca de 60% da soja brasileira (MENEZES, 2021). Por ser uma cultura sensível à luminosidade intensa, ao fotoperíodo, temperatura, altitude, umidade e fertilidade do solo, seu ideótipo pode variar entre as regiões produtoras e conforme o sistema de cultivo (SILVA et al., 2017; EGEWARTH, 2019); a forma com que tais modificações ocorrem, sua relação com fatores como textura do solo, fertilidade e tipo de solo, além do

conhecimento de suas interações, torna-se muito importante para definição do conjunto de práticas que pode trazer respostas bastante favoráveis à produtividade agrícola nas mais diversas regiões do Brasil (HEIFFIG, 2002; FISS, 2015).

Quando se trata do cultivo da soja em regiões que predominam solos do Cerrado, que são caracterizados por possuírem baixa disponibilidade de fósforo em condições naturais, e alta concentração de alumínio, que favorece a elevação na acidez do solo, é essencial maior atenção a demanda nutricional da cultura e aos manejos adotados que influenciem em melhor absorção (OLIVEIRA et al., 2012; SANTOS, 2021b); conseqüentemente o baixo teor de fósforo encontrado nos solos do cerrado, torna esse nutriente um limitante a produtividade agrícola da maioria das culturas, inclusive a soja, além disso, é baixa a eficiência da absorção do fósforo em virtude das reações de fixação, tomando-o "indisponível" para as culturas, assim, a adubação fosfatada corresponde à fração mais onerosa do custo de produção da cultura da soja, por isso, tem-se buscado alternativas que sejam economicamente mais viáveis e aliada a conservação ambiental (RAPOSO, 2003; FLORENCIO, 2017).

Em solos com baixos níveis de P e em solos com fertilidade corrigida a adubação mineral tem apresentado boa resposta das culturas, semelhantemente o fertilizante organomineral tem se mostrado uma alternativa viável (BROCH; CHUEIRI, 2006; SANTOS et al., 2021a).

Na agricultura brasileira prevalece o uso de adubos fosfatados obtidos da acidulação de rochas fosfáticas, a dependência de importação deste insumo tem despertado o interesse de explorar novas fontes de P, uma possibilidade de diversificação das fontes fosfatadas para a agricultura é o uso de fertilizantes organominerais que contêm teores apreciáveis de P, além disso, são uma alternativa para que a adubação seja realizada de maneira eficaz, sem comprometer o crescimento e desenvolvimento da cultura e o meio ambiente (RABELO, 2015; SÁ, 2017); logo, para alcançar produtividades de grãos satisfatórias que atendam a demanda, é necessário o emprego de práticas de cultivos agrícolas adequados, também, é indispensável a realização de adubações respeitando a recomendação, de modo que a cultura se desenvolva em ambiente equilibrado nutricionalmente, podendo ser conseguido com a utilização de fertilizantes organominerais (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2016; COSTA, 2017).

A mineralização da matéria orgânica contida nos fertilizantes organominerais forma ácidos orgânicos que podem competir com os sítios de adsorção de P no solo, esses ácidos

orgânicos aumentam a biodisponibilidade de P pela mobilização de nutrientes, principalmente P insolúvel (STROM et al., 2002; PYPERS et al., 2005; SÁ, 2017),

O fertilizante organomineral apresenta várias vantagens pelo seu poder de liberação gradativo e residual para a cultura, reduz a perda de nutrientes por lixiviação e tem possibilitado uma economia de até 50%, por ser uma mistura de compostos orgânicos e minerais, derivado da decomposição do resíduo orgânico, pode fornecer o balanceamento dos nutrientes requerido pela cultura, promover o incremento do pH e nos teores P e K no solo (RUPPENTHAL; CONTE, 2005; CARDOSO et al., 2015; MENDONÇA et al., 2018); logo o uso de fertilizante organomineral corresponde a uma importante solução tecnológica sob o ponto de vista ambiental e agrônomo, podendo ser uma alternativa inovadora na produção de grãos e no rendimento das culturas, reduz os custos de produção, otimiza os recursos naturais que não poderiam ser descartados e ainda gerará economia (SILVA et al., 2006; SANTOS et al., 2021a).

Respostas variadas em termos de aumentos de produtividade com o uso de fertilizantes organominerais e minerais têm dificultado a realização de recomendações de doses diferenciadas destes fertilizantes, considerando seu potencial efeito aditivo, logo há necessidade do conhecimento mais acurado da eficiência agrônoma dos diferentes fertilizantes organominerais, nas diferentes condições de solo, cultivo e manejo (PEREIRA et al., 2020; FREITAS et al., 2021); pois uma das principais questões da adoção dos fertilizantes organominerais está associada com a sua eficiência agrônoma, seu custo frente às fontes minerais comumente utilizadas e seu efeito no solo, logo, a avaliação agrônoma de novos fertilizantes organominerais é essencial para que as recomendações quanto a forma de aplicação, a doses, uso em culturas e diferentes condições edafoclimáticas sejam aprimoradas (WIETHOLTER et al., 1994; SÁ, 2017).

1.1 Referências Bibliográficas

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS; F. S. A.; JUSTINO, P. R. V.; SILVA, W. T. R.; CREMONESE, H. S. **Utilização de Adubação Organomineral na Cultura da Soja**. II Colóquio Estadual e Pesquisa Multidisciplinar, 2016.

BROCH, D. L.; CHUEIRI, W. A. **Estratégia de adubação cultura da soja cultivada sob sistema de plantio direto**. 2006. Disponível em: http://www.manah.com.br/publicacoes/estrategias_abudacao.pdf. Acesso em: 02 jan de 2022.

CARDOSO, A. F.; LUZ, J. M. Q.; LANA, R. M. Q. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função do fertilizante organomineral e safras de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 80-89, Dec. 2015.

CONAB. **Décimo levantamento da safra de grãos 2019/2020**. Companhia Nacional De Abastecimento, 2020 Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 jan 2022.

COSTA. F. K. D. **Desempenho agrônômico da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral**. Dissertação (Mestrado). UniRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde – GO, p.34, 2017.

DALL'AGNOL, A.; LAZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Desenvolvimento, mercado e rentabilidade da soja brasileira**. EMBRAPA, Circular Técnica 74, 2010, 20p.

EGEWARTH, V. A. **Características agronômicas, adaptabilidade estabilidade de genótipos de soja**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, 117p., 2019.

FAO. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>. Acesso em: 14 jan. 2022.

FISS, Guilherme. **Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade.** Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 48p., 2015.

FLORENCIO, V. H. R. **Caracterização de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação em função dos atributos morfológicos, fenológicos e a produtividade.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 68p., 2017.

FREITAS, J. M.; VAZ, M. C.; DUTRA, G. A.; SOUZA, J. L.; ALVES, C. F. Rezende Resposta da produtividade do milho à adubação mineral e organomineral. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e26810514301, 2021.

HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais.** Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 85p., 2002.

MENDONÇA, A. F.; ALMEIDA JUNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; BARUFFI, W.; ASSIS, P. A. T. **Fertilizantes organomineral com diferentes doses utilizado na cultivar de sorgo BRS 380 em segunda saia no Sudoeste Goiano.** Pesquisa UNIFIMES. III Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e I Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar, 12p., 2018.

MENEZES, W. G. M. D. **Seletividades e desigualdades socioespaciais: o uso do território brasileiro pela soja.** Tese (Doutorado). Universidade Federal da Bahia - UFBA. Salvador, 440p., 2021.

OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, R. S.; RIBEIRO, A.; ZOLNIER, S.; BARBOSA, M. H. P. Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar para as principais regiões produtoras de Minas Gerais usando-se o método ZAE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.549–557, 2012.

PEREIRA, B. D. O. H.; DINIZ, D. A.; REZENDE, C. F. A. Adubação organomineral e mineral no desempenho agrônômico do milho e alterações químicas do solo. **Brazilian Journal of Development**, 6(8), 58694-58706, 2020.

PYPERS, P., VERSTRAETE, S., THI, C. P. AND MERCKX, R. Changes in mineral nitrogen, phosphorus availability and salt-extractable aluminium following the application of green manure residues in two weathered soils of South Vietnam. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 37, p. 163-172. 2005.

RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. Dissertação (Mestrado). Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 69p., 2015.

RAPOSO, R. W. C. **Eficiência de cultivares de soja na absorção e utilização de fósforo**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 75p., 2003.

RUPPENTHAL, V.; CONTE, M. A. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p.145-150, 2005.

SÁ, J. M. **Avaliação de fertilizante organomineral fosfatado produzido com cama de frango e das perdas de fósforo em solo do Oeste da Bahia**. Tese (Doutorado). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 84p., 2017.

SANTOS, J. K. F.; CABRAL FILHO, F. R.; BASTOS, A. V. S.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SANTOS, E. A.; VIDAL, V. M.; MORAIS, W. A.; AVILA, R. G.; SOARES, F. A. L. Acúmulo de matéria seca e nutrientes pelo milho cultivado sob doses de formulados NPK mineral e organomineral. **Research, Society And Development**, v. 10, p. e35010515126-e35010515142, 2021a.

SANTOS, T. G. **Estimativa do Yield Gap para a cultura da soja em nível de fazenda no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, GO – Brasil, 63p., 2021.

SILVA, A. J. **Efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim (*Sesamum indicum*, L) em segundo ano de cultivo.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 48p., 2006.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYANMA, T. LUDKE, W. **Melhoramento da soja.** Viçosa: UFV, 2017. 563p

SILVA, R.R.; SARTORI, M. G. B.; WOLLMANN, C. A.; Relação entre precipitação pluviométrica e produtividade da cultura de soja, no município de Ibirubá-RS. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v.27, p.296-314, 2014.

STROM, L.; OWEN, A.G.; GODBOLD, D.L.; JONES, D.L. Organic acid mediated P mobilization in the rhizosphere and uptake by maize roots. **Soil Biology Biochemistry**, v. 34, p. 703-710, 2002.

WIETHOLTER, S.; SIQUEIRA, O.J.; PERUZZO, G.; BEN, J.R. Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas e em fatores de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.5, p. 713-724, 1994.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o crescimento, a produtividade de grãos e o teor de óleo da soja (variedade DM 68i69IPRO) adubada com organomineral em Latossolo Vermelho de Cerrado com diferentes níveis de disponibilidade de P.

2.2 Específicos

Determinar a dose de organomineral que proporcione a maior altura de planta, massa seca da parte aérea, teor de fósforo foliar, produtividade de grãos e teor de óleo da soja (variedade DM 68i69IPRO).

Quantificar os incrementos no crescimento e no rendimento da soja (variedade DM 68i69IPRO) sob aplicação de fertilizante organomineral.

Avaliar o efeito da adição de organomineral no desempenho agrônômico da soja (variedade DM 68i69IPRO) cultivada em Latossolo Vermelho de Cerrado com diferentes níveis de disponibilidade de P.

CAPÍTULO I - PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE MINERAL E ORGANOMINERAL

(Normas de acordo com a Revista Ciência Agronômica)

RESUMO: O uso de fertilizante fosfatados ou organominerais de maior eficiência podem contribuir para melhoria do rendimento de grãos das culturas ou na diminuição do uso de adubos. Objetivou-se com este estudo analisar o desempenho da cultura da soja quanto as características de crescimento, teor de fósforo, rendimento de grãos e teor de óleo, em relação a aplicação de fertilizante mineral e organomineral (06-22-01). O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Rio Verde -GO. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho de textura média. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 2×5 , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em duas fontes de fósforo (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo) e em cinco doses de fósforo (0, 25, 50, 75 e 100 kg de P_2O_5 ha⁻¹). O fertilizante organomineral (06-22-01) se caracteriza por ser constituído por maiores concentrações dos macronutrientes N e P, dos micronutrientes Mn, Cu, Zn, B e de matéria orgânica, além de alta concentração de aditivo biotecnológico. O mesmo experimento foi realizado em duas áreas experimentais: para uma área com restrição de fósforo e para uma área com teores de fósforo corrigido. A variedade de soja utilizada foi a DM 68i69IPRO. As variáveis avaliadas foram à altura de planta, massa seca da parte aérea, teor de fósforo foliar, produtividade de grãos e teor de óleo. A aplicação de fertilizante organomineral e mineral praticamente não apresenta diferença significativa no rendimento da soja (variedade DM 68i69IPRO) nas doses de P aplicadas (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹), para cultivo em Latossolo Vermelho de Cerrado com restrição de fósforo e com teores de fósforo corrigido.

Palavras-chave: *Glycine Max* L., fósforo, Latossolo Vermelho, fertilidade do solo.

CHAPTER I - SOYBEAN PRODUCTIVITY UNDER MINERAL AND ORGANOMINERAL FERTILIZER APPLICATION

ABSTRACT – The use of more efficient phosphate or organomineral fertilizers can contribute to improving crop grain yield or reducing the use of fertilizers. The objective of this study was to analyze the soybean crop performance in terms of growth characteristics, phosphorus content, grain yield and oil content, in relation to the application of mineral and organomineral fertilizers (06-22-01). The experiment was carried out under field conditions, in the municipality of Rio Verde -GO. The soil in the experimental area is classified as a medium texture Red Oxisol. The experimental design used was in randomized blocks, analyzed in a 2×5 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two phosphorus sources (organomineral fertilizer (06-22-01) and triple superphosphate) and five doses (0, 25, 50, 75 and 100 kg of P_2O_5 ha⁻¹). The organomineral fertilizer (06-22-01) is characterized by being constituted by higher concentrations of macronutrients N and P, micronutrients Mn, Cu, Zn, B and organic matter, in addition to a high concentration of biotechnological additive. The same experiment was carried out in two experimental areas: an area with phosphorus restriction and another one with corrected phosphorus contents. The soybean variety used was DM 68i69IPRO. The variables evaluated were plant height, shoot dry mass, leaf phosphorus content, grain yield and oil content. The application of organomineral and mineral fertilizers practically does not present a significant difference in soybean yield (variety DM 68i69IPRO) in the applied P doses (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹), for cultivation in Red Oxisol of Cerrado with phosphorus restriction and corrected phosphorus levels.

Keywords: *Glycine Max* L., phosphorus, Red Oxisol, soil fertility.

3.1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal proteína cultivada no Brasil e no mundo, e constitui o conjunto de atividades agrícolas de maior destaque no mercado global de commodities agropecuárias (KIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014; GENARI et al., 2021). A safra brasileira de soja, na temporada 2021/22, passou a atingir uma área plantada de 40.351,7 mil hectares, enquanto a produção passou a atingir 142.789,9 mil toneladas (CONAB, 2021). Mato Grosso é o principal produtor de soja convencional do País, utilizando 602,2 mil hectares para estas cultivares, significando 52,8% do total da área destinada para esta cultura; em seguida vem o Paraná com 206,3 mil hectares (17,8%) e Goiás com 113,4 mil hectares (9,6%) (NOTIAGRI, 2020); ficando evidente a importância do Cerrado que é tido como a principal região agrícola do país, sendo a soja a principal cultura responsável pela expansão do agronegócio nessa região (ANDREA et al., 2016; COLOMBO et al., 2016).

Os Estados que possuem grande parte de sua área com a vegetação de Cerrado são responsáveis pelo consumo superior a 50% dos fertilizantes comercializados no Brasil (AESF, 2004; AESTNM, 2019), sendo que o Brasil importa 85% destes fertilizantes (SMITH, 2021) já a importação de fertilizantes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) é de aproximadamente 79% (CÉSAR, 2017), com isso, pode-se ressaltar o caso do fósforo, pois o Brasil é o quarto maior consumidor mundial de fósforo como fertilizante agrícola (GIOVANAZ, 2021).

Em solos sob vegetação de cerrado o fósforo se encontra em baixas concentrações, sua disponibilidade para as plantas depende das reações de adsorção pelos óxidos e de precipitação com ferro e alumínio (BEDIN et al., 2003; SILVA et al., 2007); dos macronutrientes, o fósforo é o que limita com mais frequência a produção das culturas na região dos cerrados (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2008; VALADÃO JÚNIOR et al., 2008; ALCÂNTARA NETO et al., 2010).

As maiores produtividades das culturas são alcançadas quando a disponibilidade de fósforo no solo está classificada como adequada ou acima dela, ou seja, com teores de fósforo de 15 a 20 mg dm⁻³, logo, para que isso ocorra, são necessárias adubações corretivas com doses entre 60 a 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para solos com teores muito baixos (SOUSA et al., 2016; QUEIROZ et al., 2020).

O uso de doses de fertilizantes fosfatados, mesmo em solo com alta fertilidade, pode ocasionar efeitos positivos na produtividade e na produção de soja, bem como, o uso de fertilizante fosfatados ou organominerais de maior eficiência podem contribuir

para melhoria do rendimento ou na diminuição do uso de adubos, mantendo o teor de P inicial, com dose de aplicação inferior ao fertilizante convencional (SANTINI et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo analisar o desempenho da cultura da soja quanto as características de crescimento, teor de fósforo, rendimento de grãos e teor de óleo, em relação a aplicação de fertilizante mineral e organomineral (06-22-01).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Rio Verde - GO. As coordenadas geográficas do local são: 17° 49' 22.63" Sul e 50° 56' 21.87" Oeste, com altitude média de 725 m. O clima para a região de estudo é do tipo Aw (tropical), com chuvas em dezembro, janeiro e fevereiro superiores a 250 mm por mês e um inverno seco de maio a setembro. A precipitação anual varia entre 1.600 e 1.900 mm e a temperatura média anual entre 19° e 20° C (ALVAREZ et al., 2014).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 2 × 5, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em duas fontes de fósforo (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo) e em cinco doses de fósforo (0, 25, 50, 75 e 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹). O mesmo experimento foi realizado em duas áreas experimentais: para uma área com restrição de fósforo e para uma área com teores de fósforo corrigido.

A área que foram instalados os experimentos sob restrição de fósforo o relevo é suavemente ondulado, com 8% de declividade e o solo classificado como Latossolo Vermelho de textura média (EMBRAPA, 2013). As características químicas, granulometria e classificação textural estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com restrição de fósforo.

Camada ¹	pH	Ca	Mg	K	Al	SB	CTC
m	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----					
0,0-0,20	6,0	1,10	0,60	0,15	0,0	1,85	3,50
Camada	P	S	Zn	B	Cu	Mn	V
m	-----mg dm ⁻³ -----						%
0,0-0,20	2,20	6,50	0,50	0,40	1,90	8,70	57

Camada	Areia	Silte	Argila	M.O	Classificação textural
m	-----g kg ⁻¹ -----			g dm ⁻³	-
0,0-0,20	720	50	230	21,20	Franco argiloso arenosa

¹P: extrator Mehlich⁻¹; K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L⁻¹; Al: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O: Matéria Orgânica; pH: em CaCl₂; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação da CTC por bases.

A área onde foram instalados os experimentos sob solo com fósforo corrigido o relevo é suavemente ondulado, com 6% de declividade e o solo classificado como Latossolo Vermelho de textura média (EMBRAPA, 2013). As características químicas, granulometria e classificação textural estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com teores de fósforo corrigido.

Camada ¹	pH	Ca	Mg	K	Al	SB	CTC
m	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----					
0,0-0,20	5,8	2,30	0,82	0,28	0,02	3,40	10,40
Camada	P	S	Zn	B	Cu	Mn	V
m	-----mg dm ⁻³ -----						%
0,0-0,20	11,20	12,50	1,90	0,75	1,10	85,20	39,50
Camada	Areia	Silte	Argila	M.O	Classificação textural		
m	-----g kg ⁻¹ -----			g dm ⁻³	-		
0,0-0,20	620	100	280	32,90	Franco argiloso arenosa		

¹P: extrator Mehlich⁻¹; K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L⁻¹; Al: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O: Matéria Orgânica; pH: em CaCl₂; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação da CTC por bases.

As fontes de fósforo usadas nos experimentos em área com restrição de fósforo e em área com teores de fósforo corrigido foram o superfosfato triplo e o fertilizante organomineral (06-22-01); o superfosfato triplo é um fertilizante mineral com concentração de 45% a 46% de P₂O₅ e aproximadamente 10% de Cálcio (Ca), já o fertilizante organomineral (06-22-01) se caracteriza por ser constituído por maiores concentrações dos macronutrientes N e P, dos micronutrientes Mn, Cu, Zn, B e de matéria orgânica, além de alta concentração de aditivo biotecnológico (Tabela 3).

Tabela 3. Características químicas do fertilizante organomineral.

Elementos ¹												
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Na	M.O	Mn	Cu	Zn	B
-----%-----									-----ppm-----			
6	22	1	4,9	0,46	1,82	0,13	0,34	34,27	143,2	128,5	293,8	128,5

¹M.O: Matéria Orgânica.

Em todos os experimentos a área foi previamente preparada e foi realizada a correção do solo de acordo com o resultado da análise, elevando a saturação por bases para 60%. A adubação com fósforo foi de acordo com os tratamentos. Todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com potássio K₂O (150 kg ha⁻¹), na forma de cloreto de potássio, e micronutrientes, conforme resultados das análises de solo e recomendação de Sousa e Lobato (2004).

A variedade de soja utilizada foi a DM 68i69IPRO. As principais características da variedade são: hábito de crescimento: Indeterminado, ciclo médio: 100 a 105 dias, população de plantas: 320 a 350 mil, também apresenta estabilidade produtiva, alto potencial produtivo, resistência ao acamamento, resistente a mancha olho-de-rã e a reação ao cancro da haste (AGRANDA, 2021).

As parcelas experimentais foram formadas por seis linhas de plantio espaçadas em 0,5 m entre si e 3 m de comprimento, totalizando 9 m². Em cada parcela, as variáveis avaliadas foram: altura de planta, massa seca da parte aérea, produtividade, teor de óleo e teor de fósforo foliar. A altura de planta foi determinada medindo a altura da região do coleto até a folha mais alta de três plantas por parcela utilizando uma régua graduada. Para a determinação da massa seca da parte aérea foram coletadas três plantas por parcela. Estas plantas foram cortadas na região do coleto no início da floração, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa a 65°C por 72 horas.

Na determinação dos teores de fósforo das folhas, foram colhidas a terceira folha a partir do ápice na haste principal com pecíolo por ocasião do florescimento, posteriormente foi realizada a secagem das folhas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Após este procedimento, as folhas foram moídas em moinho tipo Willey, pesadas (0,5 g) colocadas em cadinhos de porcelana e realizada a digestão a seco em mufla a 550°C por 3 horas. A determinação do teor de fósforo foi realizada utilizando a espectrofotometria com azul-de-molibdênio, em que o íon H₂PO⁴⁻ em meio

ácido reage com molibdato (MoO_4^{2-}) formando um complexo de coloração azul, e intensidade da coloração é proporcional a concentração de fósforo nos tecidos.

Para determinação da produtividade foi realizada a colheita em uma área equivalente a 3 m^2 no centro de cada parcela. Após a colheita o material passou pelo processo de trilhagem manual, após este processo foi levado para secar em estufa a 65°C por 72 horas para padronização da umidade e pesado. A determinação do teor de óleo dos grãos foi realizada em todas as parcelas utilizando a metodologia oficial da American Oil Chemist's Society - AOCS (1993), Método Ac 3 – 44 adaptada.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e em casos de significância foi realizada a análise de regressão para os níveis de adubação com fósforo e para a fonte de fósforo as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação fonte \times dose foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, para a massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP) e produtividade de grãos (PG) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO), enquanto para a altura de planta (AP) essa interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade em área com restrição de fósforo. O teor de óleo (TO) foi significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade para os fatores isolados fonte e dose, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com restrição de fósforo.

FV ¹	GL	QM				
		AP	MSPA	TP	PG	TO
Fonte	1	0,34 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	52804,45 ^{ns}	1,61 [*]
Dose	4	212,96 ^{**}	62,59 ^{**}	0,18 ^{**}	2002094,86 ^{**}	1,06 ^{**}
Fonte \times Dose	4	10,12 [*]	5,50 ^{**}	0,01 ^{**}	57812,08 ^{**}	0,04 ^{ns}
Bloco	3	3,87 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,001 ^{ns}	19396,30 ^{ns}	0,30 ^{ns}
Resíduo	27	3,50	0,46	0,002	13286,63	0,22

CV (%)	-	3,94	3,44	2,70	4,88	3,01
--------	---	------	------	------	------	------

¹Fonte: organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo; Dose: 0, 25, 50, 75 e 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Fonte de variação (FV), Grau de liberdade (GL), Quadrado médio (QM) e Coeficiente de variação (CV). ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

As doses de P, geralmente apresentaram efeito sobre a massa da parte aérea seca, estruturas reprodutivas secas, no conteúdo (quantidade acumulada) de P na parte aérea, na altura de planta, no desenvolvimento e rendimento das culturas (AQUINO et al.; 2012; LISBOA et al., 2016).

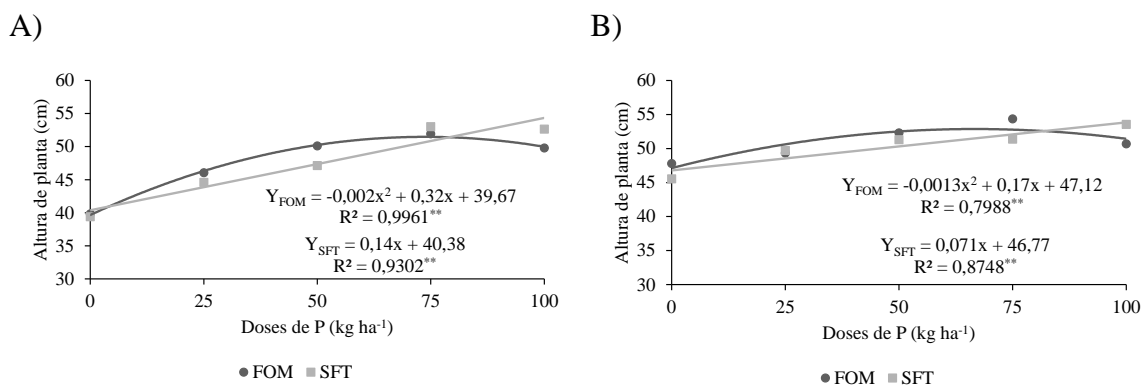
A interação fonte × dose foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, para a altura de planta e massa seca da parte aérea da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO), enquanto para a produtividade de grãos essa interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade em área com teores de fósforo corrigido. O teor de fósforo foliar e o teor de óleo foram significativos ao nível de 5 e 1% de probabilidade para o fator isolado dose, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com teores de fósforo corrigido.

FV ¹	GL	QM				
		AP	MSPA	TP	PG	TO
Fonte	1	3,48 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	153760,00 ^{ns}	0,004 ^{ns}
Dose	4	50,81 ^{**}	858,54 ^{**}	0,005 [*]	2009371,25 ^{**}	0,91 ^{**}
Fonte × Dose	4	10,80 ^{**}	105,18 ^{**}	0,0004 ^{ns}	162209,31 [*]	0,07 ^{ns}
Bloco	3	0,59 ^{ns}	3,85 ^{ns}	0,005 [*]	71971,85 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Resíduo	27	2,17	4,08	0,001	44889,14	0,14
CV (%)	-	2,91	4,32	2,85	4,25	2,46

¹Fonte: organomineral (06 -22-01) e superfosfato triplo; Dose: 0, 25, 50, 75 e 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Fonte de variação (FV), Grau de liberdade (GL), Quadrado médio (QM) e Coeficiente de variação (CV). ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A altura de planta da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo (Figura 1A) e para área com teores de fósforo corrigido (Figura 1B), adequaram-se a modelos quadráticos com R^2 médio de 89,74%, para a fonte de fertilizante organomineral e modelos lineares com R^2 médio de 90,25%, para a fonte de superfosfato triplo. Wanderley et al. (2014) avaliando a altura de planta também verificaram resposta linear utilizando fertilizante orgânico rico em fósforo.



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 1. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

O acréscimo na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (06-22-01) para a área com restrição de fósforo, proporcionou elevação na altura de planta da soja até a dose de 72,73 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a altura de planta máxima de aproximadamente 51,30 cm. A altura de planta máxima verificada na dose de P de 72,73 kg ha⁻¹ foi 22,68; 9,77; 2,21 e 3,19% maior do que a altura de planta estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1A).

Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 6,42% na altura de planta, para cada aumento de 25 kg ha⁻¹ de P, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com restrição de fósforo; comparando as doses de fósforo de 0 e 100 kg ha⁻¹, estima-se a diferença na altura de planta em relação a essas doses de fósforo de 25,66% (Figura 1A).

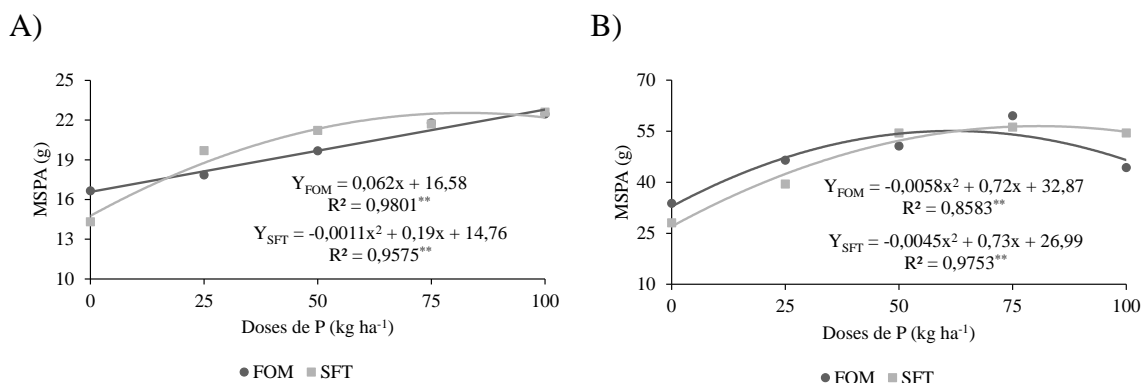
A altura de plantas de soja adubadas com NPK (variedade ANTA 82), teve seu crescimento favorecido (14,08%) em relação as plantas adubadas com as menores doses, logo maiores crescimentos das plantas, poucas alterações na morfologia e na sua arquitetura podem incrementar a produtividade de grãos (JIANG et al. 2011; CRUZ et al., 2018).

O aumento na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (06-22-01) para a área com teores de fósforo corrigido, proporcionou elevação na altura de planta da soja até a dose de 66,35 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a altura de planta máxima de aproximadamente 52,84 cm. A altura de planta máxima verificada na dose de P de 66,35 kg ha⁻¹ foi de 10,83; 4,21; 0,66; 0,20 e 2,79% maior do que a altura de planta estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1B).

A altura é uma característica relevante em sistemas mecanizados de cultivo de soja, pois interfere significativamente no rendimento e eficiência da colheita mecanizada em extensas áreas (ALCÂNTARA NETO et al., 2012).

Conforme a equação de regressão, obteve-se incrementos de 3,28% na altura de planta, para cada aumento de 25 kg ha⁻¹ de P, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com teores de fósforo corrigido; comparando as doses de fósforo de 0 e 100 kg ha⁻¹, estima-se a diferença na altura de planta em relação a essas doses de fósforo de 13,11% (Figura 1B)

A massa seca da parte aérea da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo, adequou-se ao modelo linear e quadrático com R² acima de 95%, para a fonte de fertilizante organomineral e superfosfato triplo, respectivamente (Figura 2A); já para a área com teores de fósforo corrigido a massa seca da parte aérea da soja adequou-se aos modelos quadráticos com R² acima de 85%, para a fonte de fertilizante organomineral e superfosfato triplo (Figura 2B).



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 6,81% na massa seca da parte aérea, para cada aumento de 25 kg ha⁻¹ de P, na soja adubada com organomineral (06-22-01) para a área com restrição de fósforo; comparando as doses de fósforo de 0 e 100 kg ha⁻¹, estima-se a diferença na massa seca da parte aérea em relação a essas doses de fósforo de 27,24% (Figura 2A).

O fornecimento de fósforo beneficia principalmente o crescimento da parte aérea e conseqüentemente o rendimento das culturas (PEREIRA et al., 2010; QUEIROZ et al., 2020).

O acréscimo na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com restrição de fósforo, proporcionou aumento na massa seca da parte aérea da soja até a dose de 85,77 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 22,86 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de P de 85,77 kg ha⁻¹ foi 35,41; 17,77; 6,16; 0,56 e 0,97% maior do que a massa seca da parte aérea estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2A).

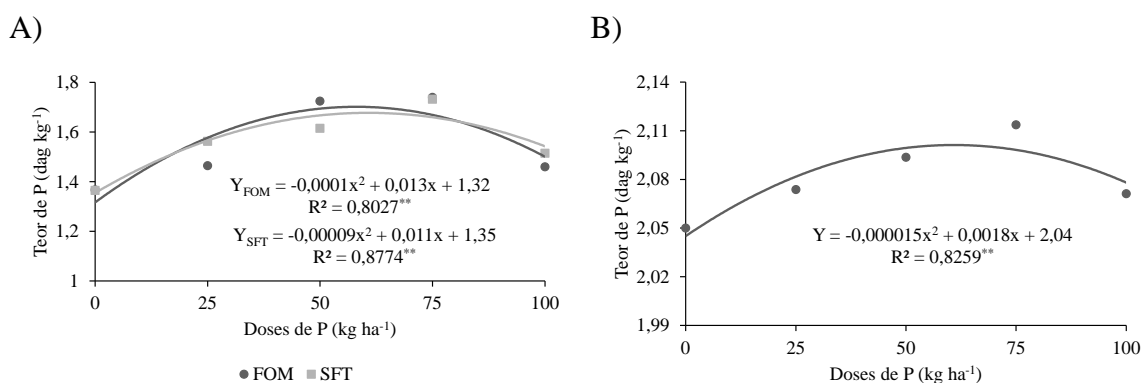
Furtado et al., (2017) observaram que a adubação com 50% da recomendação de NPK (50:150:75 mg kg⁻¹) promove os maiores valores de área foliar e produção de fitomassa das plantas.

A elevação na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (06-22-01) para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o acréscimo na massa seca da parte aérea da soja até a dose de 62,08 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 55,22 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de P de 62,08 kg ha⁻¹ foi 40,48; 14,44; 1,53; 1,75 e 15,10% maior do que a massa seca da parte aérea estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2B).

A adubação com NPK, favorece o desenvolvimento vegetativo das plantas e o teor de clorofila foliar, em que o teor de clorofila se mostrou diretamente relacionado com a matéria seca e a disponibilidade de fósforo para a planta (NOGUEIRA et al. 2010; SILVA et al., 2017; CRUZ et al., 2018).

O incremento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o aumento na massa seca da parte aérea da soja até a dose de 81,19 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 56,66 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de P de 81,19 kg ha⁻¹ foi 52,35; 25,08; 7,73; 0,30 e 2,81% maior do que a massa seca da parte aérea estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2B).

O teor de fósforo foliar da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo, adequou-se aos modelos quadráticos com R² médio de 84%, para a fonte de fertilizante organomineral e superfosfato triplo (Figura 3A); já para a área com teores de fósforo corrigido, o teor de fósforo foliar da soja adequou-se ao modelo quadrático com R² de aproximadamente 83% (Figura 3B).



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 3. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

O teor de fósforo nas folhas e na massa de 100 grãos de soja são significativamente menores nos tratamentos sem o fornecimento de fósforo (ROSOLEM; TAVARES, 2006; SILVA et al., 2017).

O acréscimo na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (06-22-01) para a área com restrição de fósforo, promoveu o acréscimo no teor de fósforo foliar da soja até a dose de 66,50 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançado o teor de fósforo foliar máximo de aproximadamente 1,76 dag kg⁻¹. O teor de fósforo foliar máximo verificado na dose de P de 66,50 kg ha⁻¹ foi 25,14; 9,79; 1,55; 0,41 e 6,38% maior do que o teor de fósforo foliar estimado nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3A).

De modo geral, verifica-se que os teores de P são maiores nas plantas que recebem doses adequadas de P₂O₅, com acréscimos nos teores de fósforo foliar de até 18,20% (SOUSA et al., 2012; RUFATTO, 2016).

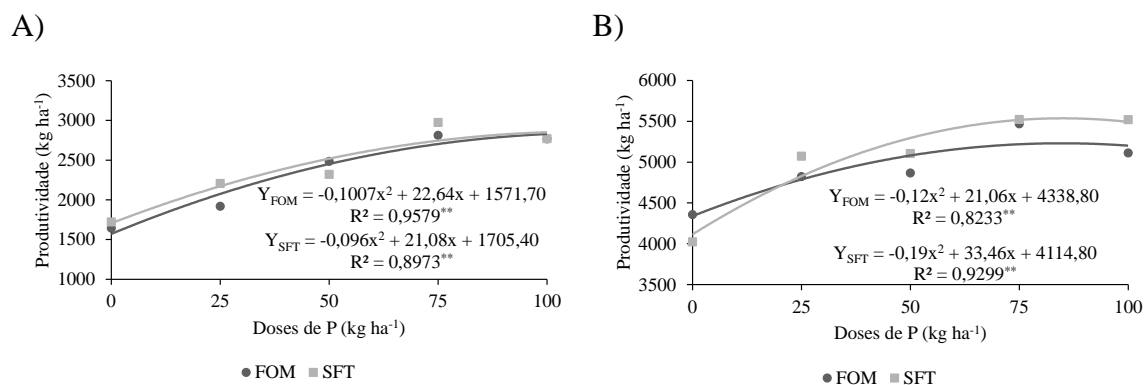
O incremento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com restrição de fósforo, promoveu o aumento no teor de fósforo foliar da soja até a dose de 61,05 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingido o teor de fósforo foliar máximo de aproximadamente 1,68 dag kg⁻¹. O teor de fósforo foliar máximo verificado na dose de P de 61,05 kg ha⁻¹ foi 19,31; 6,73; 0,63; 1,00 e 7,86% maior do que o teor de fósforo foliar estimado nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3A).

Levando em consideração a área com restrição de fósforo e com teores de fósforo corrigido, pode-se destacar que em solos adubados, é de se esperar que a reserva de fósforo lábil se encontre, em grande parte, na forma de fosfatos de alumínio, principalmente, se os solos forem ácidos (LUENGO et al., 2018).

A elevação na dose de fósforo na cultura da soja em área com teores de fósforo corrigido, promoveu o acréscimo no teor de fósforo foliar da soja até a dose de 61,07 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançado o teor de fósforo foliar máximo de aproximadamente 2,10 dag kg⁻¹. O teor de fósforo foliar máximo verificado na dose de P de 61,07 kg ha⁻¹ foi 2,68; 0,93; 0,10; 0,14 e 1,09% maior do que o teor de

fósforo foliar estimado nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3B).

A produtividade de grãos da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo e para a área com teores de fósforo corrigido, adequou-se aos modelos quadráticos com R² médio de 90,21%, para a fonte de fertilizante organomineral e superfosfato triplo (Figura 4A e B).



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 4. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

O acréscimo na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (06-22-01) para a área com restrição de fósforo, promoveu o acréscimo na produtividade de grãos da soja até a dose de 100 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançada a produtividade de grãos máxima de aproximadamente 2828,40 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos máxima verificada na dose de P de 100 kg ha⁻¹ foi 44,43; 26,65; 13,31 e 4,43% maior do que a produtividade de grãos estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4A). Cruz et al., (2018) observaram que a produtividade de grãos máxima de 2.970 kg ha⁻¹ é encontrada nas plantas de soja com as maiores doses de fertilizante.

O incremento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com restrição de fósforo, promoveu o aumento na produtividade de grãos da soja até a dose de 100 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a produtividade de grãos máxima de aproximadamente 2851,30 kg ha⁻¹. A produtividade

de grãos máxima verificada na dose de P de 100 kg ha⁻¹ foi 40,19; 23,81; 11,66 e 3,72% maior do que a produtividade de grãos estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4A).

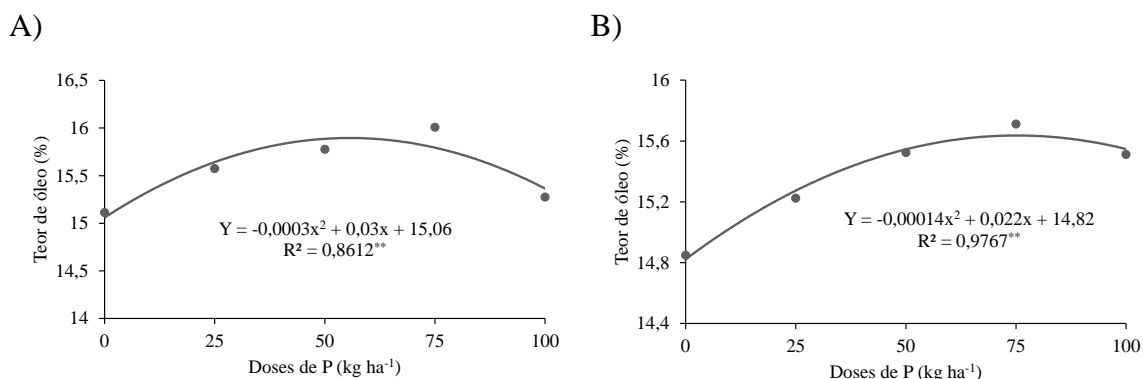
Solos com menor fator capacidade de P demonstram maior nível crítico de determinado nutriente, para certo nível de produtividade, quando comparados aos solos de maior fator capacidade, especialmente no caso de elementos menos móveis, como o P (MUNIZ et al. 1985; LISBOA et al., 2016).

A elevação na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (06-22-01) para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o acréscimo na produtividade de grãos da soja até a dose de 84,71 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a produtividade de grãos máxima de aproximadamente 5230,76 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos máxima verificada na dose de P de 84,71 kg ha⁻¹ foi 17,05; 8,47; 2,86; 0,22 e 0,56% maior do que a produtividade de grãos estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4B).

A adubação de fósforo favorece o crescimento das plantas e promove efeito significativo sobre os componentes da produção e produtividade de grãos de soja (STREY et al., 2009; SILVA et al., 2017).

O aumento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o incremento na produtividade de grãos da soja até a dose de 84,97 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a produtividade de grãos máxima de aproximadamente 5536,47 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos máxima verificada na dose de P de 84,97 kg ha⁻¹ foi 25,68; 12,79; 4,35; 0,35 e 0,80% maior do que a produtividade de grãos estimada nas doses de fósforo de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4B).

O teor de óleo dos grãos da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo (Figura 5A) e para a área com teores de fósforo corrigido (Figura 5B), adequou-se aos modelos quadráticos com R² de aproximadamente 86 e 98%, respectivamente.



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

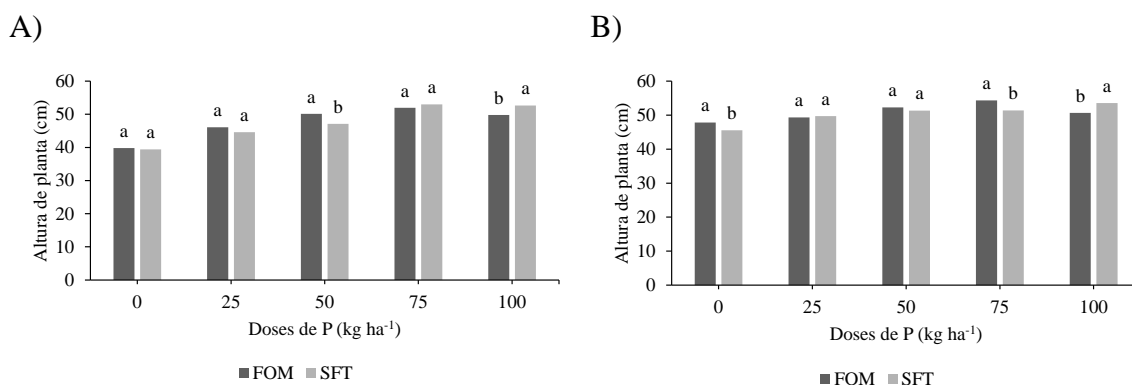
Figura 5. Teor de óleo dos grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

O acréscimo na dose de fósforo na cultura da soja em área com restrição de fósforo, promoveu o acréscimo no teor de óleo dos grãos da soja até a dose de 50,00 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançado o teor de óleo dos grãos máximo de aproximadamente 15,81%. O teor de óleo dos grãos máximo verificado na dose de P de 50,00 kg ha⁻¹ foi 4,74; 1,19; 1,19 e 4,74% maior do que o teor de óleo dos grãos estimado nas doses de fósforo de 0, 25, 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 5A) e sombreamento. Resultados similares foram verificados por Sales et al., (2016) que encontrou o valor de teor de óleo da cultivar M8867RR de 15,27%. A diferença quanto ao teor médio de óleo nos grãos pode estar associada ao hábito de crescimento, maturação, sombreamento e adubação (BELLALLOUI; GILLEN, 2010; GOBIRA et al., 2014).

A elevação na dose de fósforo na cultura da soja em área com teores de fósforo corrigido, promoveu o acréscimo no teor de óleo dos grãos da soja até a dose de 77,43 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançado o teor de óleo dos grãos máximo de aproximadamente 15,66%. O teor de óleo dos grãos máximo verificado na dose de P de 77,43 kg ha⁻¹ foi 5,36; 2,46; 0,67 e 0,46% maior do que o teor de óleo dos grãos estimado nas doses de fósforo de 0, 25, 50 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 5B). Segundo Gobira et al., (2014) o teor de óleo dos grãos de

soja sob condições de baixo e alto fósforo apresenta diferença de 3,55% para a cultivar M8527RR.

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (06-22-01) e o superfosfato triplo na altura de plantas da soja em área com restrição de fósforo, para as doses de fósforo de 0, 25 e 75 kg ha⁻¹ (Figura 6A).



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 6. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

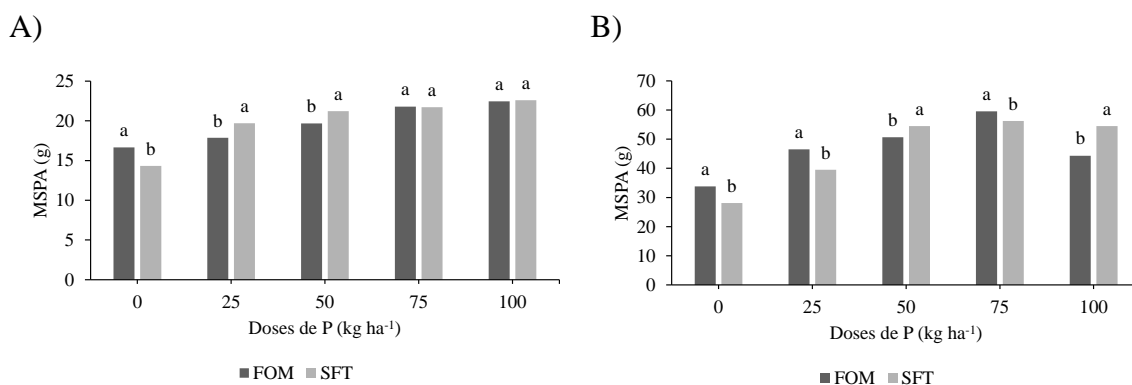
A altura de plantas da soja adubada com organomineral (06-22-01), em área com restrição de fósforo foi 5,94% maior do que a altura de plantas da soja adubada com superfosfato triplo, para a dose de fósforo de 50 kg ha⁻¹; já para a dose de fósforo de 100 kg ha⁻¹, a altura de plantas da soja adubada com superfosfato triplo foi 5,42% maior do que a altura de plantas da soja adubada com organomineral (06-22-01) (Figura 6A).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (06-22-01) e o superfosfato triplo na altura de plantas da soja em área com teores de fósforo corrigido, para as doses de fósforo de 25 e 50 kg ha⁻¹ (Figura 6B). Sousa et al., (2021) em algumas doses de adubação também não verificou diferença significativa entre a fonte de fertilizante organomineral e de fertilizante mineral no crescimento e desenvolvimento da cultura.

A altura de plantas da soja adubada com organomineral (06-22-01), em área com teores de fósforo corrigido foi 4,71 e 5,47% maior do que a altura de plantas da soja adubada com superfosfato triplo, para as doses de fósforo de 0 e 75 kg ha⁻¹,

respectivamente. Dentre as formas de disponibilização de nutrientes essenciais para as culturas, que proporciona incremento no seu crescimento e potencial produtivo, pode-se destacar como a mais rentável a utilização da adubação orgânica por meio dos fertilizantes organominerais (RAMOS et al., 2017; SANTOS et al., 2021b). Para a dose de fósforo de 100 kg ha^{-1} , a altura de plantas da soja adubada com superfosfato triplo foi 5,37% maior do que a altura de plantas da soja adubada com organomineral (06-22-01) (Figura 6B).

Não foi verificada diferença significativa entre o fertilizante organomineral (06-22-01) e o superfosfato triplo na massa seca da parte aérea da soja em área com restrição de fósforo, para as doses de fósforo de 75 e 100 kg ha^{-1} (Figura 7A); já para as doses de fósforo de 25 e 50 kg ha^{-1} , a massa seca da parte aérea da soja adubada com superfosfato triplo foi 9,35 e 7,23% maior do que a massa seca da parte aérea da soja adubada com organomineral (06-22-01), respectivamente (Figura 7A).



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

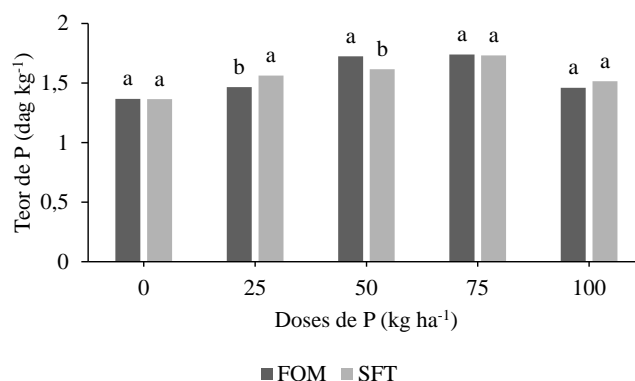
Figura 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Na ausência de fósforo, o rendimento e a produtividade da cultura da soja são baixos, há redução no porte da planta, na massa seca da parte aérea e na altura de inserção das primeiras vagens (VENTIMIGLIA et. al., 1999; RUFATTO, 2016).

A massa seca da parte aérea da soja adubada com organomineral (06-22-01), em área com teores de fósforo corrigido foi 17,00; 15,05 e 5,59% maior do que a massa

seca da parte aérea da soja adubada com superfosfato triplo, para as doses de fósforo de 0, 25 e 75 kg ha⁻¹, respectivamente; já para as doses de fósforo de 50 e 100 kg ha⁻¹, a massa seca da parte aérea da soja adubada com superfosfato triplo foi 7,03 e 18,65% maior do que a massa seca da parte aérea da soja adubada com organomineral (06-22-01), respectivamente (Figura 7B).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (06-22-01) e o superfosfato triplo no teor de fósforo foliar da soja em área com restrição de fósforo, para as doses de fósforo de 0, 75 e 100 kg ha⁻¹ (Figura 8).



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

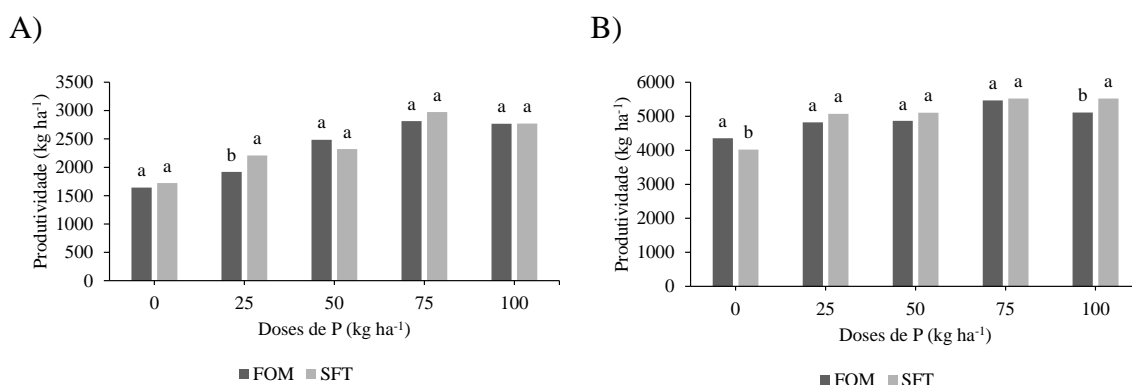
Figura 8. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo.

Os teores ótimos de Ca, S, Mn e Zn na folha permanecem praticamente inalterados na cultura de soja com crescimento e desenvolvimento poucos expressivos e com baixas produtividades, passando a aumentar novamente a partir desse nível produtivo, enquanto os teores ótimos de N, P, K, Mg, B, Cu e Fe não variam mesmo para produtividades elevadas (KURIHARA, 2004; LUENGO et al., 2018).

O teor de fósforo foliar da soja adubada com superfosfato triplo em área com restrição de fósforo foi 6,24% maior do que o teor de fósforo foliar da soja adubada com organomineral (06-22-01), para a dose de fósforo de 25 kg ha⁻¹; já para a dose de fósforo de 50 kg ha⁻¹, o teor de fósforo foliar da soja adubada com organomineral (06-22-01) foi 6,38% maior do que o teor de fósforo foliar da soja adubada com superfosfato triplo (Figura 8). A adição de fertilizantes (mineral, orgânico ou

organomineral) ricos em P favorecem o aumento da concentração desse nutriente no solo, assim, as plantas tendem a obter maiores teores de fósforo nas folhas, proporcionando incrementos no crescimento e desenvolvimento da soja (DEON, 2007; SANTOS et al., 2021a).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (06-22-01) e o superfosfato triplo na produtividade de grãos da soja em área com restrição de fósforo, para as doses de fósforo de 0, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ (Figura 9A). A adubação organomineral pode ser utilizada para a redução do uso de adubo químico, além disso, os fertilizantes organominerais incrementam a produção de grãos, obtendo rendimento médio igual ou superior as obtidas com o exclusivo de fonte química (MARTINS et al., 2017; CAVALCANTE et al., 2020). Para a dose de fósforo de 25 kg ha⁻¹, a produtividade de grãos da soja adubada com superfosfato triplo foi 13,02% maior do que a produtividade de grãos da soja adubada com organomineral (06-22-01) (Figura 9A).



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

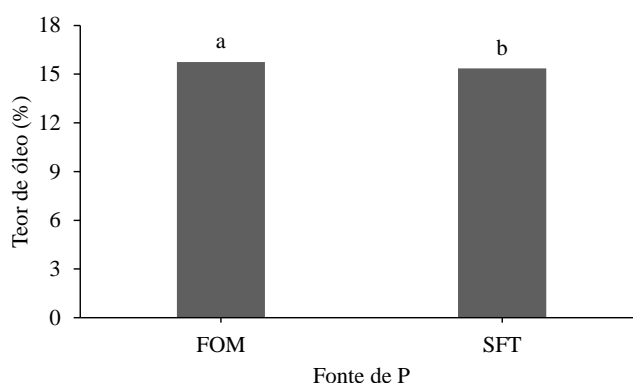
Figura 9. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (06-22-01) e o superfosfato triplo na produtividade de grãos da soja em área com teores de fósforo corrigido, para as doses de fósforo de 25, 50 e 75 kg ha⁻¹ (Figura 9B); em um solo com elevado teor inicial de P, o emprego de fertilizante organomineral pode proporcionar

produtividade de grãos semelhante ou maior do que o fertilizante mineral (GROHSKOPF et al., 2019).

Para a dose de fósforo de 100 kg ha^{-1} , a produtividade de grãos da soja adubada com superfosfato triplo foi 7,40% maior do que a produtividade de grãos da soja adubada com organomineral (06-22-01) (Figura 9B).

O teor de óleo dos grãos da soja adubada com organomineral (06-22-01), em área com restrição de fósforo foi 2,55% maior do que o teor de óleo dos grãos da soja adubada com superfosfato triplo (Figura 10).



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 10. Teor de óleo dos grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das fontes de P (fertilizante organomineral (06-22-01) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo.

Conforme Gobira et al., (2014) o teor de óleo dos grãos de soja sob condições de baixo e alto fósforo foi de aproximadamente 18,98 e 19,27% para a cultivar M8867RR, respectivamente.

3.4 CONCLUSÕES

A máxima produtividade de grãos da soja (variedade DM 68i69IPRO) em Latossolo Vermelho de Cerrado com restrição de fósforo e com teores de fósforo corrigido, ocorre quando a cultura é adubada com 100 e $84,71 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, para o fertilizante organomineral (06-22-01), 100 e $84,97 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, para o fertilizante mineral (superfosfato triplo), respectivamente.

A aplicação de fertilizante organomineral (06-22-01) aumenta significativamente a altura de planta (solo com restrição de fósforo e com teores de fósforo corrigido), a massa seca da parte aérea (solo com teores de fósforo corrigido), o teor de fósforo foliar (solo com restrição de fósforo) e o teor de óleo (solo com restrição de fósforo) da soja (variedade DM 68i69IPRO).

A aplicação de fertilizante organomineral e mineral praticamente não apresenta diferença significativa no rendimento da soja (variedade DM 68i69IPRO) nas doses de P aplicadas (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹), para cultivo em Latossolo Vermelho de Cerrado com restrição de fósforo e com teores de fósforo corrigido.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA NETO, F.; GRAVINA, G. A.; SOUZA, N. O. S.; BEZERRA, A. A. C. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 266-271, 2010.

ALCÂNTARA NETO, F.; PETTER, F. A.; PAVAN, B. E.; SCHMITT, C. R.; ALMEIDA, F. A.; PACHECO, L. P.; PIAUILINO, A. C. Desempenho agrônômico de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no cerrado piauiense. **Comunicata Scientiae**, 3(3): 215-219, 2012.

ANDREA, M.C.S.; ROMANELLI, T.L.; MOLIN, J.P. Energy flows in lowland soybean production system in Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.8, p.1395-1400, 2016.

AQUINO, L. A.; BERGER, P. G.; NEVES, J. C. L.; LIMA, T. C.; AQUINO, R. F. B. A. Parcelamento de fósforo em algodoeiro irrigado. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2012.

BEDIN, I.; FURTINI, A.E.; RESENDE, A.V.; FAQUIN, V.; TOKURA, A.M.; SANTOS, J.Z.L. Fertilizantes fosfatados e produção da soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.27, p.639-646, 2003.

BELLALOU, N; GILLEN, A.M. Soybean seed protein, oil, fatty acids, N, and S partitioning as affected by node position and cultivar differences. **Journal Agricultural Science**, v.01, n.03, p.110-118, 2010.

CAVALCANTE, V. S.; BORGES, L. S.; MOURA, W. M.; JACOB, L. L.; FREITAS, M. A. S. Adubação organomineral na nutrição e produtividade de café arábica. **Cadernos de Agroecologia**, 15(1), 2020.

CÉSAR, R. L. **Dependência externa de fertilizantes NPK é debatida em Audiência Pública**. Produção vegetal. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/30098853/dependencia-externa-de-fertilizantes-npk-e-debatida-em-audiencia-publica>. Acesso em: 22 set. 2021.

COLOMBO, G.A.; PELUZIO, J.M.; PIRES, L.P.M.; DARONCH, D.J.; MACHADO FILHO, G.C. Phosphorus use efficiency of soybean cultivars in cerrado conditions of Tocantins, Brazil. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.3, n.1, p.42-49. 2016.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Acomp. safra brasileira de grãos, v.9 – Safra 2021/22, n.3, Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-99, 2021.

CRUZ, S. C. S.; MOURA, A. G.; MACHADO, C. G.; SENA JÚNIOR, D. G.; CRUZ, S. J. S. Adubação nitrogenada foliar na cultura da soja. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.9, n.1, p.54-64, 2018.

DEON M. D. **Crescimento e nutrição mineral da soja submetida a excesso de P, S, K, Ca e Mg em solução nutritiva**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 72p., 2007.

FURTADO, G. F.; CHAVES, L. H. G.; SOUZA, L. P.; SOUSA JUNIOR, J. R.; LIMA, G. S.; SOUSA, J. R. M. Índices fisiológicos do girassol em função da adubação com

biocarvão e NPK. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 11(7), 1924-1933, 2017.

GENARI, D. A.; PALIN, D.; TAKAHARA, L. H.; FRANCISCO, J. P.; LOPES, A. D. Adubação fosfatada em soja: Potencialidades de diferentes fontes. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e28210514970, 2021.

GIOVANAZ, D. **Fertilizantes produzidos no Brasil contêm fosfato roubado do Saara Ocidental**. Agronegócio, Brasil de Fato, São Paulo (SP), 2021. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/01/28/fertilizantes-produzidos-no-brasil-contem-fosfato-roubado-do-saara-ocidental>. Acesso em: 22 set. 2021.

GOBIRA, R. M.; BASTOS, V. S.; GOBIRA, P. S. S. C.; OSTER, V. V.; SALES, P. V. G. Teor de óleo em grãos de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.19; p. 2014.

GROHSKOPF, M. A.; CORRÊA, J. C.; FERNANDES, D. M.; BENITES, V. D. M.; TEIXEIRA, P. C.; CRUZ C. V. Phosphate fertilization with organomineral fertilizer on corn crops on a Rhodic Khandiudox with a high phosphorus content. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 54, e00434- e00443, 2019.

JIANG, Y.; WU, C.; ZHANG, L.; HU, P.; HOU, W.; ZU, W.; HAN, T. Long-day effects on the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] variety. **Plant Science**, v.180, n. 3, p.504-510, 2011.

KIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Embrapa Soja, 2014.

KURIHARA, H. C. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 114p., 2004.

LISBOA, L. A. M.; VIANA, R. S.; PASCOALOTO, I. M.; HEINRICHS, R.; FIGUEIREDO, P. A. M. Efeitos da fosfatagem no desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Ciência & Tecnologia**: Fatec-JB, Jaboticabal (SP), v.8, n.1, p. 31-41, 2016.

LUENGO, R. F. A.; BUTRUILLE, N.-M. S.; MELO, R. A. C.; SILVA, J.; MALDONADE, I. R.; COSTA JÚNIOR, A. D. Determinação de minerais no solo e análise de folhas de couve produzida em Brasília. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2017141, 2018.

MARTINS, D. C.; RESENDE, A. V.; GALVÃO, J. C. C.; SIMÃO, E. D. P.; FERREIRA, J. D. C.; ALMEIDA, G. D. O. Organomineral phosphorus fertilization in the production of corn, soybean and bean cultivated in succession. **Am. J. Plant Sci** 017. 8, 2407–2421, 2017.

MUNIZ, A. S.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CESAR, J. Nível crítico de fósforo na parte aérea da soja com variável do fator capacidade de fósforo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, n. 1, p. 237-243, 1985.

NOGUEIRA, P. D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; RAGAGNIN, V. A. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 2, 2010.

NOTIAGRI. **Quatro estados produzem 87,5% da área de soja convencional brasileira.** Notícias agrícolas. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/soja/261766-quatro-estados-produzem-875-da-area-de-soja-convencional-brasileira.html#.YeF8bf7MJPY>. Acesso em: 22 set. 2021.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; PROCHNOW, L. I; KLEPKER, D. Eficiência agronômica de fosfato natural reativo na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 05, p. 623-631, 2008.

PEREIRA, V. J.; RODRIGUES, J. F.; GOMES FILHO, R. R.; REIS, J. M. R. Comportamento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetida à adubação nitrogenada de plantio. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.10, 2010.

QUEIROZ, A. S. B.; SÁGIO, S. A.; TEIXEIRA JUNIOR, T. Doses de fósforo no desenvolvimento da cultura da soja na região central do Tocantins. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO, v. 6, e020005, p.1-7, 2020.

RAMOS. L. A.; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; SILVA, A. A. Effect of organo-mineral fertilizer and poultry litter waste on sugarcane yield and some plant and soil chemical properties. **African Journal of Agricultural Research**, Grahamstown, v. 12, n. 1, p. 20-27, 2017.

RUFATTO, L. S. **Teor foliar de macronutrientes em diferentes cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill) sob fontes de fósforo no município de Paragominas, Pará.** Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas - PA, 41p., 2016.

SALES, V. H. G.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; OLIVEIRA JUNIOR, W. P.; SALES, P. V. G. Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 22 - 29, janeiro-março, 2016.

SANTINI, J. M. K.; BUZETTI, S.; PERIN, A.; CASTRO, C. F. S.; FURQUIM, L. C.; NUNEZ, D. N. C.; SILVEIRA, F. O.; LOPES FILHO, L. C.; CABRAL, A. C. Dinâmica do fósforo em solos de alta fertilidade: fontes e doses fosfatadas em cultivo da cultura de soja no cerrado. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v.7, n.2, 14–23, 2019.

SANTOS, J. K. F.; CABRAL FILHO, F. R.; BASTOS, A. V. S.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SANTOS, E. A.; VIDAL, V. M.; MORAIS, W. A.; AVILA, R. G.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento de plantas de milho submetidas a doses de adubação NPK mineral e organomineral. **Research, Society And Development**, v. 10, p. e41210515123-e41210515138, 2021b.

SANTOS, J. K. F.; CABRAL FILHO, F. R.; BASTOS, A. V. S.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SANTOS, E. A.; VIDAL, V. M.; MORAIS, W. A.; AVILA, R. G.; SOARES, F. A. L. Acúmulo de matéria seca e nutrientes pelo milho cultivado sob doses de formulados NPK mineral e organomineral. **Research, Society And Development**, v. 10, p. e35010515126-e35010515142, 2021a.

SILVA, M. O.; DUDA, G. P.; MENDES, A. M. S.; OLIVEIRA, D. A. Desempenho da mucuna preta quando adubada com diferentes tipos de fosfato. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 07, n. 01, p. 127-132, 2007.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; CUNHA, F. N.; AZEVEDO, L. O. S.; SOUZA, F. C.; SANTOS, M. A. Uso de fertilizantes foliares e avaliação nutricional na fase vegetativa da cultura da soja. **Gl. Sci Technol**, Rio Verde, v.10, n.03, p.28-38, set/dez. 2017.

SMITH, M. **Brasil importa 85% dos fertilizantes usados na agricultura**. 5º Fórum Agronegócio Sustentável. Folha de S.Paulo. 2021. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2021/05/brasil-importa-85-dos-fertilizantes-usados-na-agricultura.shtml>. Acesso em: 22 set. 2021.

SOUSA, A. E. C.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C. A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão manso submetido a estresse salino e adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 144-152, mar.-jun., 2012.

SOUSA, R. T. X.; SILVA, E. G.; MEDEIROS, M. H.; MORAES, M. D.; DELVAUX, J. C.; SILVA, R. V.; LANA, R. M. Q.; MORAES, E. R. Altura de planta e diâmetro de colmo em Cana-de-Açúcar de terceiro corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 36509-36516, 2021.

STREY, L.; NAVA, I. A.; GONÇALVES JR, A. C.; NACKE, H.; SCHWANTES, D. Produtividade e componentes de produção de soja cultivada com fertilizantes

comerciais formulados com diferentes fontes de zinco. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 1-3, 2009.

VALADÃO JÚNIOR, D. D.; BERGAMIN, A. C.; VENTUROSO, L. R.; SCHLINDWEIN, J. A. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia Agraria**, v. 09, n. 03, p. 369-375, 2008.

WANDERLEY, J. A. C.; AZEVEDO, C. A. V.; BRITO, M. E. B.; ALVINO, F. C. G.; SOUSA, J. S. Crescimento do girassol sob sistema de captação de água “in situ” e adubação orgânica. **Revista Verde**, 9(2), p.129 -138, 2014.

CAPÍTULO II - COMPONENTES DE RENDIMENTO DA SOJA ADUBADA COM ORGANOMINERAL EM LATOSSOLO VERMELHO DE CERRADO

(Normas de acordo com a Revista Caatinga)

RESUMO – O uso dos fertilizantes organominerais pode ser uma alternativa inovadora na produção de grãos, pois podem reduzir os custos de produção, otimizar recursos naturais que não poderiam ser descartados e ainda gerar economia. Objetivou-se avaliar o crescimento, massa seca da parte aérea, produtividade de grãos e teor de óleo de soja (variedade DM 68i69IPRO) adubada com organomineral (05-16-02) em Latossolo Vermelho de Cerrado com diferentes níveis de disponibilidade de P. O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Rio Verde -GO. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho de textura média. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 2×5 , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em duas fontes de fósforo (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo) e em cinco doses de fósforo (0, 50; 100; 150 e 200 kg de P_2O_5 ha⁻¹). O fertilizante organomineral (05-16-02) se caracteriza por ser constituído por maiores concentrações dos macronutrientes P, K, Mg, Ca e S. O mesmo experimento foi realizado em duas áreas experimentais: para uma área com restrição de fósforo e para uma área com teores de fósforo corrigido. A variedade de soja utilizada foi a DM 68i69IPRO. As variáveis avaliadas foram à altura de planta, massa seca da parte aérea, teor de fósforo foliar, produtividade de grãos e teor de óleo. O aumento na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para o solo com restrição de fósforo, promove o incremento na produtividade de grãos da soja até a dose de 200 kg há⁻¹ de P (3327,10 kháha⁻¹) e até a dose de 180,20hág ha⁻¹ de P (5155,56 kg ha⁻¹) para o solo com teores de fósforo corrigido.

Palavras-chave: *Glycine Max* L., fósforo, produtividade, fertilizante.

CHAPTER II - YIELD COMPONENTS OF SOYBEAN FERTILIZED WITH ORGANOMINERAL IN RED OXISOL OF CERRADO

ABSTRACT - The use of organomineral fertilizers can be an innovative alternative in grain production, as they can reduce production costs, optimize natural resources that could not be discarded and still generate savings. The objective was to evaluate the growth, shoot dry mass, grain yield and oil content of soybean (variety DM 68i69IPRO) fertilized with organomineral (05-16-02) in Red Oxisol of Cerrado with different levels of P availability. The experiment was carried out under field conditions, in the municipality of Rio Verde -GO. The soil in the experimental area is classified as a medium texture Red Oxisol. The experimental design used was in randomized blocks, analyzed in a 2×5 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two phosphorus sources (organomineral fertilizer (05-16-02) and triple superphosphate) and five doses (0, 50; 100; 150 and 200 kg of P_2O_5 ha⁻¹). The organomineral fertilizer (05-16-02) is characterized by being constituted by higher concentrations of macronutrients P, K, Mg, Ca and S. The same experiment was carried out in two experimental areas: an area with phosphorus restriction and another one with corrected phosphorus levels. The soybean variety used was DM 68i69IPRO. The variables evaluated were plant height, shoot dry mass, leaf phosphorus content, grain yield and oil content. The increase in the phosphorus dose, in soybean fertilized with organomineral (05-16-02) for soil with phosphorus restriction, promotes an increase in soybean grain yield up to the dose of 200 kg ha⁻¹ of P (3327.10 kg ha⁻¹) and of 180.20 kg ha⁻¹ of P (5155.56 kg ha⁻¹) for soil with corrected phosphorus levels.

Key words: *Glycine Max* L., phosphorus, productivity, fertilizer.

4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill), cultura que possui o maior potencial de expansão em área cultivada no Brasil, com isso a cultura da soja se tornou amplamente difundida em suas variadas formas de utilização e de segmentos, tendo papel importante para a economia brasileira, e a soja está sendo utilizada para a produção de óleo, de proteína animal e alimentação humana (CONAB, 2017; VANDOIR, 2017; QUEIROZ et al., 2020); além disso, a soja representa mais de 50% da produção total de grãos do País, o seu cultivo está concentrado nas regiões Sul e Centro-Oeste que possuem os cinco estados maiores produtores nacionais da cultura, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul (EMBRAPA, 2020).

Em Goiás, a cultura da soja não é apenas a mais cultivada, mas, também corresponde por mais da metade das exportações de grãos, cabe destacar que nesse estado, a região Sul é responsável por mais de 75% da produção de soja, com área plantada atingindo 3.948,9 mil hectares (CONAB, 2021; MORAES et al., 2021). O solo dessa região apresenta elevada acidez, alta saturação de alumínio e baixa saturação de bases, além de baixas concentrações de fósforo (NOVAIS; SMYTH, 1999; QUEIROZ et al., 2020).

O fósforo (P), apesar de ser requerido em pequenas quantidades pelas plantas é um dos nutrientes mais limitantes para a produção agrícola brasileira, por seu baixo teor disponível e facilidade de fixação pelos coloides do solo (ARAÚJO, 2011).

Para uma correta recomendação da adubação fosfatada, não somente a fonte é de interesse, mas, também a dose de aplicação, pois doses abaixo da necessária podem ocasionar degradação química do solo e doses elevadas podem ocasionar aumentos nos custos dos agricultores, assim para melhor recomendação e adubação de cada cultura se faz necessário avaliar os reflexos diretos dos fertilizantes orgânicos e minerais nos componentes de produção e produtividade (SANTINI et al., 2019).

Os fertilizantes organominerais que se originam de uma mistura a partir de fertilizantes orgânicos (origem animal e vegetal) e fertilizantes minerais, aparecem como opção para a melhoria da eficiência das adubações sem comprometer o desenvolvimento da planta e o meio ambiente (RAMOS et al., 2017).

A aplicação de fertilizantes orgânicos e organominerais pode conferir a melhoria dos atributos físicos e biológicos do solo, com a disponibilização gradativa de

nutrientes (ABISOLO, 2016), cuja aplicação permite reduzir os altos custos com adubação essencialmente mineral e fornece nutrientes minerais e matéria orgânica (TEJADA et al., 2005); com isso, o uso dos fertilizantes organominerais pode ser uma alternativa inovadora na produção de grãos, podendo reduzir os custos de produção, otimizar recursos naturais que não poderiam ser descartados e ainda gerar economia (SILVA et al., 2006).

Objetivou-se avaliar o crescimento, massa seca da parte aérea, produtividade de grãos e teor de óleo de soja (variedade DM 68i69IPRO) adubada com organomineral (05-16-02) em Latossolo Vermelho de Cerrado com diferentes níveis de disponibilidade de P.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no município de Rio Verde - GO. As coordenadas geográficas do local são: 17° 49' 22.63" Sul e 50° 56' 21.87" Oeste, com altitude média de 725 m. O clima para a região de estudo é do tipo Aw (tropical), com chuvas em dezembro, janeiro e fevereiro superiores a 250 mm por mês e um inverno seco de maio a setembro. A precipitação anual varia entre 1.600 e 1.900 mm e a temperatura média anual entre 19° e 20° C (ALVAREZ et al., 2014).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 2×5 , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em duas fontes de fósforo (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo) e em cinco doses de fósforo (0, 50; 100; 150 e 200 kg de P_2O_5 ha⁻¹). O mesmo experimento foi realizado em duas áreas experimentais: para uma área com restrição de fósforo e para uma área com teores de fósforo corrigido.

A área em que foram instalados os experimentos sob restrição de fósforo o relevo é suavemente ondulado, com 8% de declividade e o solo classificado como Latossolo Vermelho de textura média (EMBRAPA, 2013). As características químicas, granulometria e classificação textural estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com restrição de fósforo.

Camada ¹	pH	Ca	Mg	K	Al	SB	CTC
m	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----					
0,0-0,20	6,0	1,10	0,60	0,15	0,0	1,85	3,50
Camada	P	S	Zn	B	Cu	Mn	V
m	-----mg dm ⁻³ -----						%
0,0-0,20	2,20	6,50	0,50	0,40	1,90	8,70	57
Camada	Areia	Silte	Argila	M.O	Classificação textural		
m	-----g kg ⁻¹ -----			g dm ⁻³	-		
0,0-0,20	720	50	230	21,20	Franco argiloso arenosa		

¹P: extrator Mehlich⁻¹; K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L⁻¹; Al: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O: Matéria Orgânica; pH: em CaCl₂; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação da CTC por bases.

A área em que foram instalados os experimentos sob solo com fósforo corrigido o relevo é suavemente ondulado, com 6% de declividade e o solo classificado como Latossolo Vermelho de textura média (EMBRAPA, 2013). As características químicas, granulometria e classificação textural estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas, granulometria e classificação textural do solo da área com teores de fósforo corrigido.

Camada ¹	pH	Ca	Mg	K	Al	SB	CTC
m	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----					
0,0-0,20	5,8	2,30	0,82	0,28	0,02	3,40	10,40
Camada	P	S	Zn	B	Cu	Mn	V
m	-----mg dm ⁻³ -----						%
0,0-0,20	11,20	12,50	1,90	0,75	1,10	85,20	39,50
Camada	Areia	Silte	Argila	M.O	Classificação textural		
m	-----g kg ⁻¹ -----			g dm ⁻³	-		
0,0-0,20	620	100	280	32,90	Franco argiloso arenosa		

¹P: extrator Mehlich⁻¹; K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L⁻¹; Al: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O: Matéria Orgânica; pH: em CaCl₂; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação da CTC por bases.

As fontes de fósforo usadas nos experimentos em área com restrição de fósforo e em área com teores de fósforo corrigido foram o superfosfato triplo e o fertilizante organomineral (05-16-02); o superfosfato triplo é um fertilizante mineral com concentração de 45% a 46% de P₂O₅ e aproximadamente 10% de Cálcio (Ca), já o fertilizante organomineral (05-16-02) se caracteriza por ser constituído por maiores concentrações dos macronutrientes P, K, Mg, Ca e S, além de alta concentração de aditivo biotecnológico (Tabela 3).

Tabela 3. Características químicas do fertilizante organomineral (05-16-02).

Elementos ¹												
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Na	M.O	Mn	Cu	Zn	B
-----%									-----ppm-----			
5	16	2	6,18	0,54	5,50	0,08	0,21	12,30	90,20	82	246	82

¹M.O: Matéria Orgânica

Em todos os experimentos a área foi previamente preparada e foi realizada a correção do solo de acordo com o resultado da análise de solo elevando a saturação por bases para 60%. A adubação com fósforo foi de acordo com os tratamentos. Todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com potássio K₂O (150 kg ha⁻¹), na forma de cloreto de potássio, e micronutrientes, conforme resultados das análises de solo e recomendação de Sousa e Lobato (2004).

A variedade de soja utilizada foi a DM 68i69IPRO. As principais características da variedade são: hábito de crescimento: indeterminado, ciclo médio: 100 a 105 dias, população de plantas: 320 a 350 mil, também apresenta estabilidade produtiva, alto potencial produtivo, resistência ao acamamento, resistente a mancha olho-de-rã e a reação ao cancro da haste (AGRANDA, 2021).

As parcelas experimentais foram formadas por seis linhas de plantio espaçadas em 0,5 m entre si e 3 m de comprimento, totalizando 9 m². Em cada parcela, as variáveis avaliadas foram: altura de planta, massa seca da parte aérea, produtividade, teor de óleo e teor de fósforo foliar. A altura de planta foi determinada medindo a altura

da região do coleto até a folha mais alta de três plantas por parcela utilizando uma régua graduada. Para a determinação da massa seca da parte aérea foram coletadas três plantas por parcela. Estas plantas foram cortadas na região do coleto no início da floração, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa a 65°C por 72 horas.

Na determinação dos teores de fósforo das folhas foram colhidas a terceira folha a partir do ápice na haste principal com pecíolo por ocasião do florescimento, posteriormente foi realizada a secagem das folhas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Após este procedimento as folhas foram moídas em moinho tipo Willey, pesadas (0,5 g) colocadas em cadinhos de porcelana e realizada a digestão a seco em mufla a 550°C por 3 horas. A determinação do teor de fósforo foi realizada utilizando a espectrofotometria com azul-de-molibdênio, em que o íon H_2PO_4^- em meio ácido reage com molibdato (MoO_4^{2-}) formando um complexo de coloração azul, e intensidade da coloração é proporcional a concentração de fósforo nos tecidos.

Para determinação da produtividade foi realizada a colheita em uma área equivalente a 3 m² no centro de cada parcela. Após a colheita o material passou pelo processo de trilhagem manual, após este processo foi levado para secar em estufa a 65°C por 72 horas para padronização da umidade e pesado. A determinação do teor de óleo dos grãos foi realizada em todas as parcelas utilizando a metodologia oficial da American Oil Chemist's Society - AOCS (1993), Método Ac 3 – 44 adaptada.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e em casos de significância, foi realizada a análise de regressão para os níveis de adubação com fósforo e para a fonte de fósforo as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação fonte × dose foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, para a massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO), em área com restrição de fósforo. A altura de planta (AP) e o teor de óleo (TO) foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para o fator isolado dose (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com restrição de fósforo.

FV ¹	GL	QM				
		AP	MSPA	TP	PG	TO
Fonte	1	0,96 ^{ns}	10,00 ^{**}	0,38 ^{**}	38646,94 [*]	0,009 ^{ns}
Dose	4	425,83 ^{**}	24,36 ^{**}	0,19 ^{**}	2617745,14 ^{**}	1,20 ^{**}
Fonte × Dose	4	2,12 ^{ns}	4,39 ^{**}	0,01 ^{**}	232803,20 ^{**}	0,09 ^{ns}
Bloco	3	0,49 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	30847,68 [*]	0,08 ^{ns}
Resíduo	27	1,30	0,24	0,001	7409,00	0,20
CV (%)	-	3,19	2,89	2,15	3,28	2,85

¹Fonte: organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo; Dose: 0, 50; 100; 150 e 200 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Fonte de variação (FV), Grau de liberdade (GL), Quadrado médio (QM) e Coeficiente de variação (CV). ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

As concentrações de fertilizantes organominerais e minerais aplicados nas culturas, geralmente afetam significativamente ($p > 0,05$) o crescimento das plantas, produção de fitomassa, teores foliares de nutrientes, parâmetros fisiológicos, produtividade e rendimento de grãos (RAMOS et al., 2019. FREITAS et al., 2021a; SANTOS et al., 2021b).

A interação fonte × dose foi significativa ao nível de 1% de probabilidade para a altura de planta, massa seca da parte aérea, teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO), enquanto para a produtividade de grãos essa interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade em área com teores de fósforo corrigido. O teor de óleo foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para o fator isolado dose (Tabela 5).

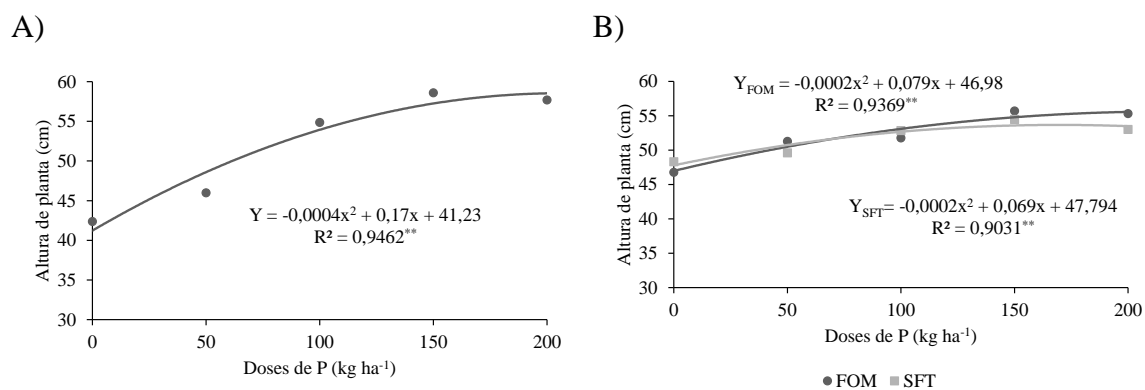
Tabela 5. Resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de fósforo foliar (TP), produtividade de grãos (PG) e teor de óleo (TO) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em área com teores de fósforo corrigido.

FV ¹	GL	QM
-----------------	----	----

		AP	MSPA	TP	PG	TO
Fonte	1	2,76 ^{ns}	32,40 ^{**}	0,0008 ^{ns}	8801,11 ^{ns}	0,29 ^{ns}
Dose	4	72,97 ^{**}	920,25 ^{**}	0,08 ^{**}	2673140,97 ^{**}	0,53 ^{**}
Fonte × Dose	4	5,88 ^{**}	13,17 ^{**}	0,05 ^{**}	197687,91 [*]	0,03 ^{ns}
Bloco	3	3,92 ^{ns}	3,89 ^{ns}	0,03 ^{ns}	54788,89 ^{ns}	0,37 [*]
Resíduo	27	1,30	2,17	0,009	51935,18	0,11
CV (%)	-	3,20	3,19	4,09	4,87	2,24

¹Fonte: organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo; Dose: 0, 50; 100; 150 e 200 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Fonte de variação (FV), Grau de liberdade (GL), Quadrado médio (QM) e Coeficiente de variação (CV). ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A altura de planta da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo, adequou-se ao modelo quadrático com R² de aproximadamente 95% (Figura 1A); já a altura de planta da soja, para área com teores de fósforo corrigido, adequou-se aos modelos quadráticos com R² médio de 92%, para a fonte de fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo (Figura 1B).



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 1. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo) (B).

O acréscimo na dose de fósforo na cultura da soja em área com restrição de fósforo promoveu o acréscimo na altura de planta da soja até a dose de 200 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançada a altura de planta máxima de

aproximadamente 58,75 cm. A altura de planta máxima verificada na dose de P de 200 kg ha⁻¹ foi 29,82; 17,26; 8,11 e 2,35% maior do que a altura de planta estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1A).

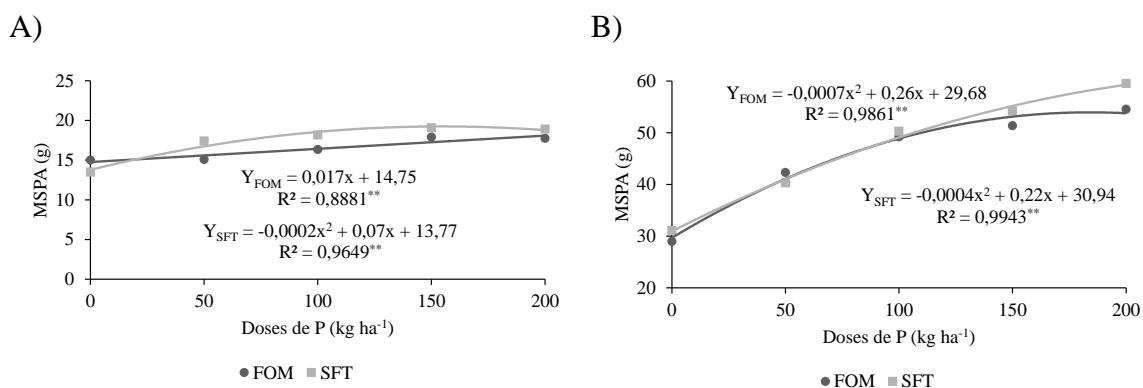
As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no crescimento e desenvolvimento, dos quais a cultura pode não se recuperar, mesmo que seja aumentando o suprimento de P a níveis adequados, pois o fósforo é essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al., 2001; RUFATTO, 2016; SANTOS et al., 2021).

A elevação na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o acréscimo na altura de planta da soja até a dose de 198,50 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a altura de planta máxima de aproximadamente 54,87 cm. A altura de planta máxima verificada na dose de P de 198,50 kg ha⁻¹ foi 14,37; 8,04; 3,54; e 0,86% maior do que a altura de planta estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100, e 150 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1B).

Plantas maiores apresentam maior acúmulo de nutrientes, os quais serão translocados no período de enchimento de grãos e pode influenciar positivamente e diretamente ganhos na produtividade e no rendimento da cultura (PARIZ et al., 2011; GOMES et al., 2018).

O incremento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o aumento na altura de planta da soja até a dose de 173,50 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a altura de planta máxima de aproximadamente 53,81 cm. A altura de planta máxima verificada na dose de P de 173,50 kg ha⁻¹ foi 11,18; 5,66; 2,00; 0,20 e 0,25% maior do que a altura de planta estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1B).

A massa seca da parte aérea da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo, adequou-se ao modelo linear e quadrático com R² acima de 88%, para a fonte de fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo, respectivamente (Figura 2A); já para a área com teores de fósforo corrigido a massa seca da parte aérea da soja adequou-se a modelos quadráticos com R² acima de 98%, para a fonte de fertilizante organomineral e superfosfato triplo (Figura 2B).



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 4,62% na massa seca da parte aérea, para cada aumento de 50 kg ha⁻¹ de P, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para a área com restrição de fósforo; comparando as doses de fósforo de 0 e 200 kg ha⁻¹, estima-se diferença na massa seca da parte aérea em relação a essas doses de fósforo de 18,46% (Figura 2A). A resposta encontrada na massa seca da parte aérea pode ser pelas variações na concentração de nutrientes disponíveis nos solos, relacionadas com a taxa de mineralização dos organominerais (DYNIA et al., 2006; SANTOS et al., 2021a).

O acréscimo na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com restrição de fósforo, proporcionou aumento na massa seca da parte aérea da soja até a dose de 176,75 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 20,02 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de P de 176,75 kg ha⁻¹ foi 31,21; 16,05; 5,88; 0,71 e 0,54% maior do que a massa seca da parte aérea estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2A). Freitas et al. (2018) verificou que as maiores diferenças na massa seca da parte aérea (>23%) no tratamento com fonte mineral ocorre principalmente nas doses mais elevadas.

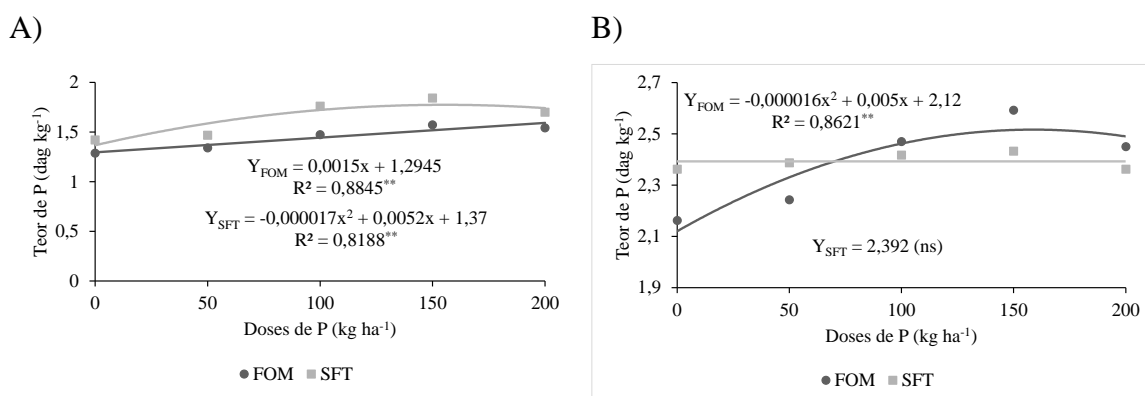
A elevação na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o acréscimo na massa seca da

parte aérea da soja até a dose de 188,43 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 54,54 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de P de 188,43 kg ha⁻¹ foi 45,57; 24,60; 10,04; 1,89 e 0,17% maior do que a massa seca da parte aérea estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2B).

Para todas as estimativas de produção de massa seca (parte aérea, raízes e total), para o fertilizante organomineral, pode-se verificar que no tratamento de maior dose de P ocorre a produção de massa seca máxima, isso indica que a cultura tem potencial para responder em produção de massa seca a doses superiores de P (MAGALHÃES et al., 2017; SILVA et al., 2017).

O incremento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o aumento na massa seca da parte aérea da soja até a dose de 200 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 59,22 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de P de 200 kg ha⁻¹ foi 47,75; 30,75; 17,12 e 6,87% maior do que a massa seca da parte aérea estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2B).

O teor de fósforo foliar da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo, adequou-se ao modelo linear e quadrático com R² acima de 81%, para a fonte de fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo, respectivamente (Figura 3A); já para a área com teores de fósforo corrigido, o teor de fósforo foliar da soja se adequou ao modelo quadrático com R² de aproximadamente 86%, para a fonte de fertilizante organomineral (05-16-02), enquanto para a fonte de superfosfato triplo o modelo linear e quadrático não foram significativos ao nível de 1 e 5% de probabilidade, o qual apresentou teor de fósforo foliar médio de aproximadamente 2,39 dag kg⁻¹ (Figura 3B).



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 3. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 4,70% no teor de fósforo foliar, para cada aumento de 50 kg ha⁻¹ de P, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para a área com restrição de fósforo; comparando as doses de fósforo de 0 e 200 kg ha⁻¹, estima-se diferença no teor de fósforo foliar em relação a essas doses de fósforo de 18,81% (Figura 3A).

Silva et al., (2017) verificaram que o teor de nutrientes foliar da soja em todos os tratamentos apresentaram maior concentração de macronutrientes primários (N, P e K), em relação ao tratamento controle e justificaram que os maiores valores de P foram observados apenas nos tratamentos que continham P, com aumento médio de 1,45 g kg⁻¹ (31,18%), em relação ao controle.

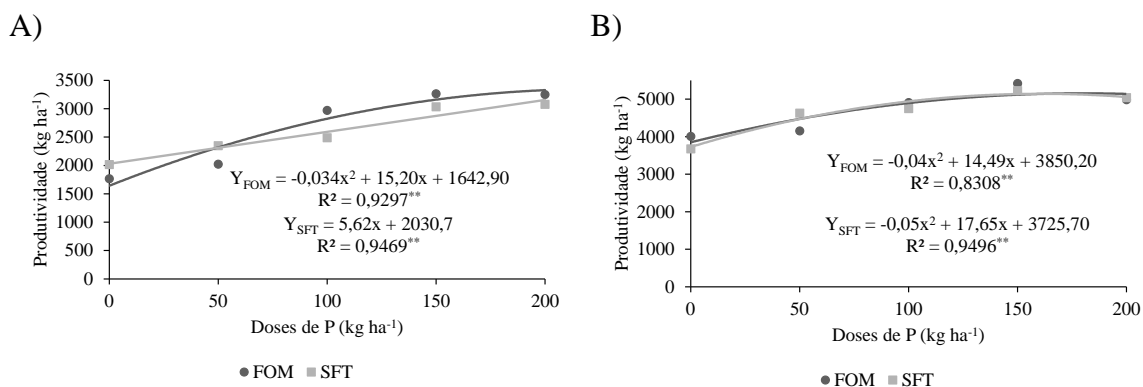
O incremento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com restrição de fósforo, promoveu o aumento no teor de fósforo foliar da soja até a dose de 155,07 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingido o teor de fósforo foliar máximo de aproximadamente 1,77 dag kg⁻¹. O teor de fósforo foliar máximo verificado na dose de P de 155,07 kg ha⁻¹ foi 22,92; 10,52; 2,89 e 1,92% maior do que o teor de fósforo foliar estimado nas doses de fósforo de 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3A).

Entre as melhorias constatadas na fertilidade do solo com uso de organominerais, destacam-se as alterações químicas caracterizadas pela formação de um ambiente

orgânico que favorece a preservação da umidade e da fertilidade do solo, e, que facilita a difusão do fósforo na solução do solo e sua absorção pelas plantas com consequente incremento no teor de fósforo foliar da soja (GATIBONI et. al., 2007; LUENGO et al., 2018).

O acréscimo na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o incremento no teor de fósforo foliar da soja até a dose de 159,01 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançado o teor de fósforo foliar máximo de aproximadamente 2,52 dag kg⁻¹. O teor de fósforo foliar máximo verificado na dose de P de 159,01 kg ha⁻¹ foi 15,77; 7,41; 2,17 e 1,05% maior do que o teor de fósforo foliar estimado nas doses de fósforo de 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3B).

A produtividade de grãos da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo, adequou-se ao modelo quadrático e linear com R² acima de 92%, para a fonte de fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo, respectivamente (Figura 4A); já para a área com teores de fósforo corrigido a produtividade de grãos da soja adequaram-se a modelos quadráticos com R² acima de 83%, para a fonte de fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo (Figura 4B).



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Figura 4. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

O incremento na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para a área com restrição de fósforo, promoveu o acréscimo na produtividade de grãos da soja até a dose de 200 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançada a produtividade de grãos máxima de aproximadamente 3327,10 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos máxima verificada na dose de P de 200 kg ha⁻¹ foi 50,62; 30,32; 15,12 e 5,01% maior do que a produtividade de grãos estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4A).

O uso de organomineral na adubação tem contribuído para incrementos no crescimento, rendimento e produtividade de diversas culturas agrícolas, pois favorece a fertilidade do solo (FREITAS et al., 2012; FREITAS et al., 2021a).

Conforme a equação de regressão, obteve-se acréscimo de 8,91% na produtividade de grãos para cada aumento de 50 kg ha⁻¹ de P, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com restrição de fósforo; comparando as doses de fósforo de 0 e 200 kg ha⁻¹, estima-se diferença na produtividade de grãos em relação a essas doses de fósforo de 35,63% (Figura 4A).

A aplicação do dobro da adubação recomendada proporciona o melhor desempenho vegetativo e logo os maiores valores para o rendimento, os componentes da produção e produtividade da soja em relação a dose recomendada (STREY et al., 2009; CUNHA et al., 2017).

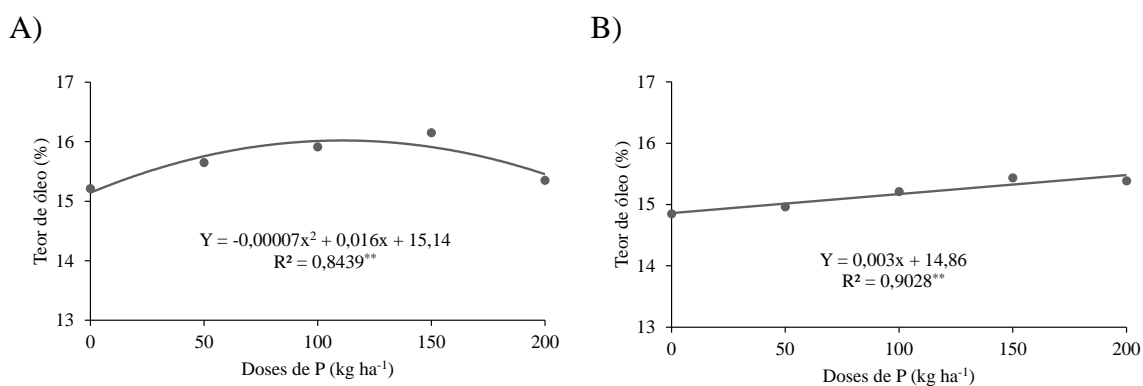
O acréscimo na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o incremento na produtividade de grãos da soja até a dose de 180,20 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi atingida a produtividade de grãos máxima de aproximadamente 5155,56 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos máxima verificada na dose de P de 180,20 kg ha⁻¹ foi 25,32; 13,22; 5,01; 0,71 e 0,31% maior do que a produtividade de grãos estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4B).

Dos nutrientes necessários para o adequado desenvolvimento e alta produtividade da soja, o fósforo (P) ocupa um lugar de destaque, pois um bom suprimento de fósforo para a planta promove incrementos significativos na produção de soja, mesmo em áreas no primeiro ano de cultivo (ARAÚJO et. al., 2005; RUFATTO, 2016).

O aumento na dose de fósforo, na soja adubada com superfosfato triplo para a área com teores de fósforo corrigido, promoveu o incremento na produtividade de grãos da soja até a dose de 160,49 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi

atingida a produtividade de grãos máxima de aproximadamente 5142,35 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos máxima verificada na dose de P de 160,49 kg ha⁻¹ foi 27,55; 13,06; 3,91; 0,12 e 1,67% maior do que a produtividade de grãos estimada nas doses de fósforo de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4B).

O teor de óleo dos grãos da soja em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo (Figura 5A) e para a área com teores de fósforo corrigido (Figura 5B), adequaram-se a um modelo quadrático e linear com R² de aproximadamente 84 e 90%, respectivamente.



** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

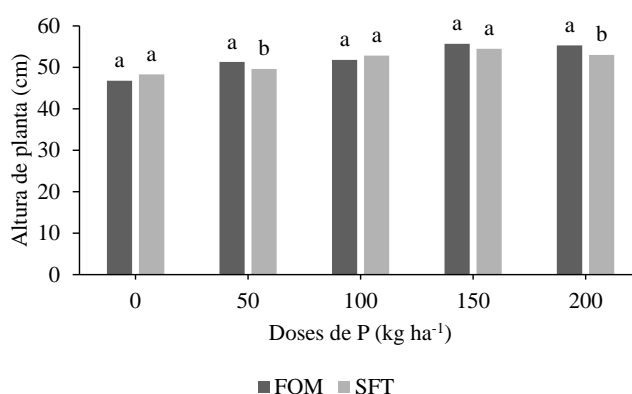
Figura 5. Teor de óleo dos grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P, para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

O incremento na dose de fósforo na cultura da soja em área com restrição de fósforo promoveu o acréscimo no teor de óleo dos grãos da soja até a dose de 110,89 kg ha⁻¹ de P, com a aplicação desta dose de fósforo foi alcançado o teor de óleo dos grãos máximo de aproximadamente 16,02%. O teor de óleo dos grãos máximo verificado na dose de P de 110,89 kg ha⁻¹, foi 5,48; 1,65; 0,68 e 3,54% maior do que o teor de óleo dos grãos estimado nas doses de fósforo de 0, 50, 150 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 5A). Segundo Gobira et al., (2014) o teor de óleo dos grãos de soja sob condições de baixo e alto fósforo apresenta diferença de 3,47% para a cultivar BR/EMGOPA 314.

Conforme a equação de regressão, obteve-se incrementos de 1,00% no teor de óleo dos grãos, para cada aumento de 50 kg ha⁻¹ de P, na cultura da soja em área com

teores de fósforo corrigido; comparando as doses de fósforo de 0 e 200 kg ha⁻¹, estima-se a diferença no teor de óleo dos grãos em relação a essas doses de fósforo de 4,00% (Figura 5B). A característica teor de óleo de soja em relação a fertilização com P, geralmente apresenta comportamento similar, demonstrando uma tendência de elevação no teor de óleo com o incremento na dose de fósforo, pois o aumento das doses de fósforo comumente favorece o conteúdo de óleo (WEHRMANN et al., 2009; GOBIRA et al., 2014).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (05-16-02) e o superfosfato triplo na altura de plantas da soja em área com teores de fósforo corrigido, para as doses de fósforo de 0, 100 e 150 kg ha⁻¹ (Figura 6). O fato de não ter ocorrido diferenças significativas entre o fertilizante organomineral e mineral na altura de plantas de soja, podem ser explicadas pelo fato do organomineral não ter induzido alterações suficientes no solo que produzissem incrementos no crescimento da cultura, e consequentemente minimizando os efeitos do composto nesse parâmetro (MACHADO et al., 2018).



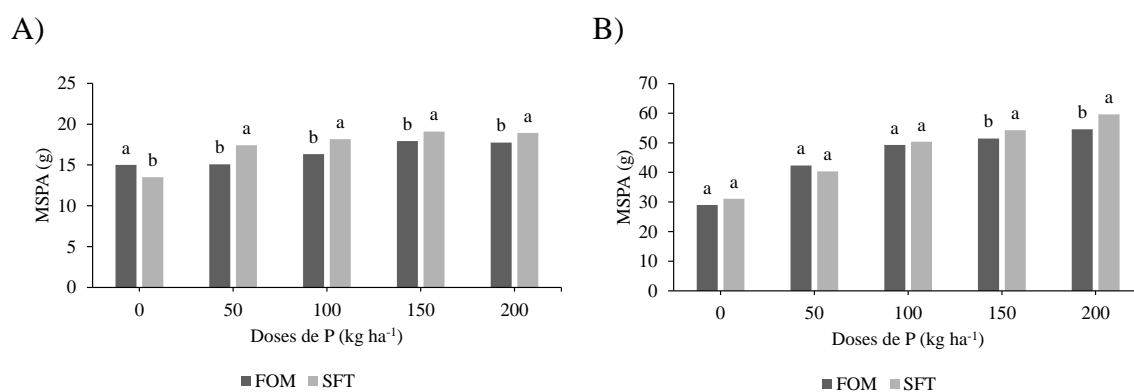
Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 6. Altura de planta da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com teores de fósforo corrigido.

A altura de plantas da soja adubada com organomineral (05-16-02), em área com teores de fósforo corrigido foi 3,27 e 4,16% maior do que a altura de plantas da soja adubada com superfosfato triplo, para as doses de fósforo de 50 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 6). O aporte de nutrientes por meio dos organominerais

proporciona melhor aproveitamento dos nutrientes na solução do solo, a maior exploração do volume de solo, o aumento da absorção dos nutrientes disponíveis e consequentemente incrementos no crescimento e rendimento da cultura (ROYO, 2010; SOUSA et al., 2021).

Para as doses de fósforo de 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, a massa seca da parte aérea da soja adubada com superfosfato triplo, em área com restrição de fósforo foi 13,40; 10,09; 6,11 e 6,17% maior do que a massa seca da parte aérea da soja adubada com organomineral (05-16-02), respectivamente (Figura 7A). Freitas et al. (2021a) também observaram que a fonte mineral proporciona maior massa seca e fresca da parte aérea e massa seca do caule do que a fonte organomineral.



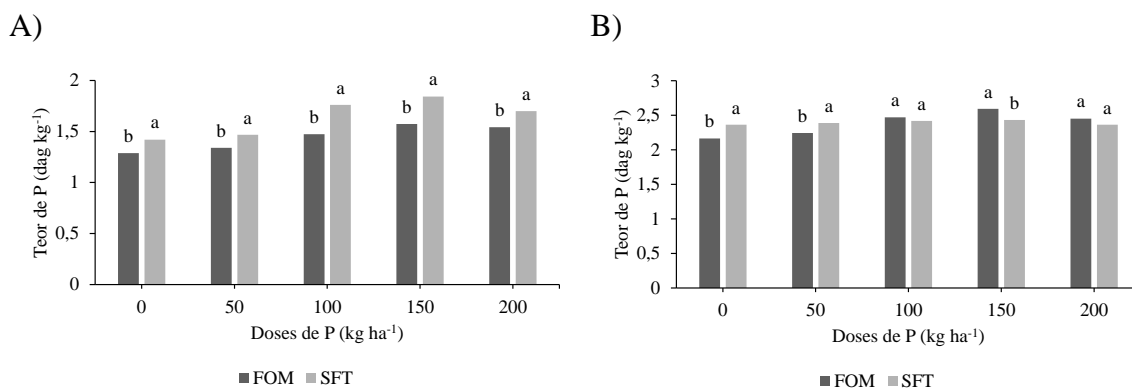
Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (05-16-02) e o superfosfato triplo na massa seca da parte aérea da soja em área com teores de fósforo corrigido, para as doses de fósforo de 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ (Figura 7B); em área com teores de fósforo corrigido em relação as doses menores de fertilizante organomineral, geralmente não tem ocorrido diferença significativa na produção de massa seca da parte aérea da soja (CIANCIO, 2010; SANTOS et al., 2021a). Para as doses de fósforo de 150 e 200 kg ha⁻¹, a massa seca da parte aérea da soja adubada com superfosfato triplo foi

5,22 e 8,39% maior do que a massa seca da parte aérea da soja adubada com organomineral (05-16-02) (Figura 7B).

O teor de fósforo foliar da soja adubada com superfosfato triplo em área com restrição de fósforo foi 9,33; 8,69; 16,33; 14,65 e 9,26% maior do que o teor de fósforo foliar da soja adubada com organomineral (05-16-02), para as doses de fósforo de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 8A).



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

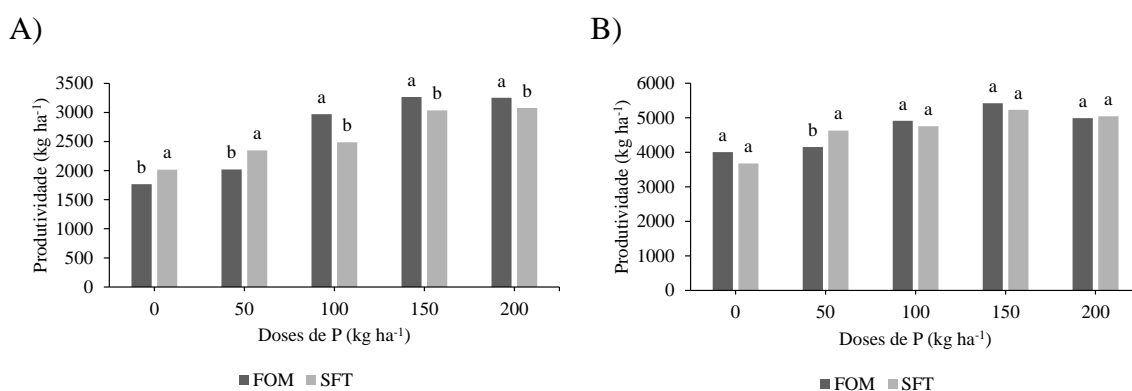
Figura 8. Teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (05-16-02) e o superfosfato triplo no teor de fósforo foliar da soja em área com teores de fósforo corrigido, para as doses de fósforo de 100 e 200 kg ha⁻¹ (Figura 8B).

O teor de fósforo foliar da soja adubada com superfosfato triplo em área com teores de fósforo corrigido foi 6,07% maior do que o teor de fósforo foliar da soja adubada com organomineral (05-16-02), para a dose de fósforo de 50 kg ha⁻¹; já para a dose de fósforo de 150 kg ha⁻¹, o teor de fósforo foliar da soja adubada com organomineral (05-16-02) foi 6,17% maior do que o teor de fósforo foliar da soja adubada com superfosfato triplo (Figura 8B). Em áreas com melhores concentrações de P, geralmente a fonte organomineral proporciona maior teor do nutriente comparada a fonte mineral, tal fato pode ser explicado pelos fertilizantes organominerais possuírem ácidos húmicos originários de sua parte orgânica, que podem ter contribuído para menor adsorção de P, com liberação gradativa de P para a solução do solo, assim,

incrementando o teor de P disponível à absorção e, conseqüentemente na parte aérea da planta (TIRITAN et al., 2010; LANA et al., 2014; SANTOS et al., 2021b).

A produtividade de grãos da soja adubada com organomineral (05-16-02), em área com restrição de fósforo foi 16,25; 7,07 e 5,33% maior do que a produtividade de grãos da soja adubada com superfosfato triplo, para as doses de fósforo de 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ (Figura 9A); Freitas et al., (2021b) verificaram a produtividade média de grãos 21,65% maior para o tratamento com o uso da adubação organomineral, e destacaram que o adubo mineral tendeu a promover maior desenvolvimento vegetativo da planta, enquanto o organomineral maior produtividade da cultura.



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas barras não diferem entre si segundo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 9. Produtividade de grãos da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) em função das doses de P (fertilizante organomineral (05-16-02) e superfosfato triplo), para a área com restrição de fósforo (A) e para a área com teores de fósforo corrigido (B).

Para a dose de fósforo de 50 kg ha⁻¹, a produtividade de grãos da soja adubada com superfosfato triplo foi 13,92% maior do que a produtividade de grãos da soja adubada com organomineral (05-16-02) (Figura 9A).

Não houve diferença significativa entre o fertilizante organomineral (05-16-02) e o superfosfato triplo na produtividade de grãos da soja em área com teores de fósforo corrigido, para as doses de fósforo de 0, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ (Figura 9B). Machado et al., (2018) em área com teores de fósforo corrigido também não verificaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre organomineral e fertilizante mineral na produtividade de grãos de soja nas doses mais elevadas, justificaram que provavelmente as doses mais

altas supre as necessidades nutricionais para a cultura, de modo que, a partir de uma certa dose não há aumento significativo da produção de grãos.

Para a dose de fósforo de 50 kg ha^{-1} , a produtividade de grãos da soja adubada com superfosfato triplo foi 10,28% maior do que a produtividade de grãos da soja adubada com organomineral (05-16-02) (Figura 9B).

4.4 CONCLUSÕES

O aumento na dose de fósforo, na soja adubada com organomineral (05-16-02) para o solo com restrição de fósforo, promove o incremento na produtividade de grãos da soja até a dose de 200 kg ha^{-1} de P ($3327,10 \text{ kg ha}^{-1}$) e até a dose de $180,20 \text{ kg ha}^{-1}$ de P ($5155,56 \text{ kg ha}^{-1}$) para o solo com teores de fósforo corrigido.

A aplicação de fertilizante organomineral (05-16-02) aumenta significativamente a altura de planta (solo com teores de fósforo corrigido), o teor de fósforo foliar (solo com teores de fósforo corrigido) e a produtividade de grãos (solo com restrição de fósforo) da soja (variedade DM 68i69IPRO).

A máxima massa seca da parte aérea e máximo teor de fósforo foliar da cultura da soja (variedade DM 68i69IPRO) adubada com organomineral em Latossolo Vermelho de Cerrado com restrição de fósforo ocorre na dose de 200 kg ha^{-1} de P, enquanto para o solo com teores de fósforo corrigido a melhor dose é de $173,72 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, e para essas doses, verifica-se incremento de aproximadamente 18,64 e 30,67%, em relação ao tratamento sem aplicação de P, respectivamente.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABISOLO. **Anuário brasileiro de tecnologia em nutrição vegetal**. Abisolo, 2016.

AGRANDA. **Soja DM 68i69 IPRO**. Agranda Sementes, Ribeirão Preto - SP. 2021. Disponível em: <https://www.agranda.com.br/produto/soja-dm-68i69-ipro/>. Acesso em: 22 set. 2021.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices** 4. ed. Champaign, v. 3, 1993.

ARAÚJO, F. F. Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. **Acta Scientiarum**, 33(2):355-360, 2011.

ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 02, p. 129-134, 2005.

CIANCIO, N. H. R. **Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, 85p., 2010.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Acomp. safra brasileira de grãos, v.9 – Safra 2021/22, n.3, Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-99, 2021.

CUNHA, F. N. **Desenvolvimento, produtividade e qualidade industrial da cana-de-açúcar fertirrigada com nitrogênio e zinco**. Tese (Doutorado). Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, 84p. 2017.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.855-862, 2006.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja**. Londrina: Embrapa Soja, Sistemas de Produção / Embrapa Soja, Londrina, PR, 347p., 2020.

FREITAS, G. Q.; CABRAL FILHO, F. R.; TEIXEIRA, M. B.; CUNHA, F. N.; ALVES, D. K. M.; SOARES, F. A. L.; SILVA, N. F.; SANTOS, L. N. S.; MORAIS, W. A. Acúmulo de biomassa e produtividade do girassol cultivado sob adubação orgânica e mineral. **Research, Society And Development**, v. 10, p. e4610615396-e46106153107, 2021a.

FREITAS, J. M.; VAZ, M. C.; DUTRA, G. A.; SOUZA, J. L.; ALVES, C. F. Rezende Resposta da produtividade do milho à adubação mineral e organomineral. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e26810514301, 2021b.

FREITAS, M. S. C.; ARAÚJO, C. A. S.; SILVA, D. J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido De Visu**, v.2, n.1, p.150-161, 2012.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; 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.

GOBIRA, R. M.; BASTOS, V. S.; GOBIRA, P. S. S. C.; OSTER, V. V.; SALES, P. V. G. Teor de óleo em grãos de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.19; p. 2014.

GOMES, F. H. F.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; LOPES FILHO, L. C.; MORAIS, W. A. Análise de crescimento do milho safrinha em diferentes épocas de aplicação de zinco. **Nativa**, v. 6, p. 557-562, 2018.

GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n.95, 2001.

LANA, M. C.; RAMPIM, L.; VARGAS, G. Adubação fosfatada no milho com fertilizante organomineral em latossolo vermelho eutroférico. **Global Science and Technology**. Rio Verde, 07(01),26-36, 2014.

LUENGO, R. F. A.; BUTRUILLE, N.-M. S.; MELO, R. A. C.; SILVA, J.; MALDONADE, I. R.; COSTA JÚNIOR, A. D. Determinação de minerais no solo e análise de folhas de couve produzida em Brasília. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2017141, 2018.

MACHADO, W. D.; RIBON, A. A.; RODRIGUES, M. S. M.; FERNANDES, K. L.; ALVES, A. R.; BACKES, C.; BARROS, L. R.; SANTOS, A. J. M.; JAIME, N. G. Fertilizante organomineral e mineral na produtividade da soja na região do cerrado. **Sci. Agrar. Parana.**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 4, out./dez., p. 465-471, 2018.

MAGALHÃES, C. A. S.; MORALES, M. M.; REZENDE, F. A.; LANGER, J. Eficiência de fertilizantes organominerais fosfatados em mudas de eucalipto. **Revista Scientia Agraria**, SA vol. 18 n°. 4 Curitiba, p. 80-85, 2017.

MORAES, G. N.; LEMANSKI, M. C.; JULIEN, M. Y. C.; CRUVINEL, M. E. M.; REZENDE, S. P. **Soja: a cultura que move o Brasil**. UNIFIMES, Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar. 14p., 2021.

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

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.41, n.5, p.875-882, 2011.

QUEIROZ, A. S. B.; SÁGIO, S. A.; TEIXEIRA JUNIOR, T. Doses de fósforo no desenvolvimento da cultura da soja na região central do Tocantins. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO, v. 6, e020005, p.1-7, 2020.

RAMOS, J. G.; DE LIMA, V. L. A.; DO NASCIMENTO, R.; DE ARAÚJO, N. C.; GUIMARÃES, R. F. B.; PEREIRA, M. O. Parâmetros fisiológicos do milho cultivado sob adubação organomineral de NPK, água amarela e manipueira. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 2, p. 444-459, 2019.

RAMOS, L. A.; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; SILVA, A. A. Effect of organomineral fertilizer and poultry litter waste on sugarcane yield and some plant and soil chemical properties. **African Journal of Agricultural Research**, 12(1)20-27., 2017.

ROYO, J. **Adubação organomineral reduz aplicações de nutrientes em 40%**. São Paulo: Jornal Dia de Campo, 2010. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21891&secao=Agr otemas/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

RUFATTO, L. S. **Teor foliar de macronutrientes em diferentes cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill) sob fontes de fósforo no município de Paragominas, Pará**. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas - PA, 41p., 2016.

SANTINI, J. M. K.; BUZETTI, S.; PERIN, A.; CASTRO, C. F. S.; FURQUIM, L. C.; NUNEZ, D. N. C.; SILVEIRA, F. O.; LOPES FILHO, L. C.; CABRAL, A. C. Dinâmica do fósforo em solos de alta fertilidade: fontes e doses fosfatadas em cultivo da cultura de soja no cerrado. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v.7, n.2, 14–23, 2019.

SANTOS, J. K. F.; CABRAL FILHO, F. R.; BASTOS, A. V. S.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SANTOS, E. A.; VIDAL, V. M.; MORAIS, W. A.; AVILA, R. G.; SOARES, F. A. L. Acúmulo de matéria seca e nutrientes pelo milho cultivado sob doses de formulados NPK mineral e organomineral. **Research, Society And Development**, v. 10, p. e35010515126-e35010515142, 2021a.

SANTOS, J. K. F.; CABRAL FILHO, F. R.; BASTOS, A. V. S.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; SANTOS, E. A.; VIDAL, V. M.; MORAIS, W. A.; AVILA, R. G.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento de plantas de milho submetidas a doses de adubação NPK mineral e organomineral. **Research, Society And Development**, v. 10, p. e41210515123-e41210515138, 2021b.

SILVA, A. J. **Efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim (*Sesamum indicum*, l) em segundo ano de cultivo**. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 48p., 2006.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; CUNHA, F. N.; AZEVEDO, L. O. S.; SOUZA, F. C.; SANTOS, M. A. Uso de fertilizantes foliares

e avaliação nutricional na fase vegetativa da cultura da soja. **Gl. Sci Technol**, Rio Verde, v.10, n.03, p.28-38, set/dez. 2017.

SOUSA, R. T. X.; SILVA, E. G.; MEDEIROS, M. H.; MORAES, M. D.; DELVAUX, J. C.; SILVA, R. V.; LANA, R. M. Q.; MORAES, E. R. Altura de planta e diâmetro de colmo em Cana-de-Açúcar de terceiro corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 36509-36516, 2021.

STREY, L.; NAVA, I. A.; GONÇALVES JR, A. C.; NACKE, H.; SCHWANTES, D. Produtividade e componentes de produção de soja cultivada com fertilizantes comerciais formulados com diferentes fontes de zinco. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 1-3, 2009.

TEJADA, M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. Effects of Application of Two Organomineral Fertilizers on Nutrient Leaching Losses and Wheat Crop. **Agronomy Journal**, 97(3), 960–967, 2005.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H.; FOLONI, J. S. S.; JÚNIOR, R. A. Adubação fosfatada mineral e organomineral no desenvolvimento do milho. **Colloquium Agrariae**, 6(1), 08-14, 2010.

WEHRMANN, M. E. S. F.; VIANNA, J. N. S.; DUARTE, L. M. G. **Biodiesel de soja: política energética, contribuição das oleaginosas e sustentabilidade**. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 3., 2006, Brasília, DF. Anais... São Paulo: ANPPAS, 21 p., 2006.

5. CONCLUSÃO GERAL

A aplicação de fertilizante organomineral (06-22-01 e 05-16-02) em soja cultivada em Latossolo Vermelho de Cerrado com restrição de fósforo e com teores de fósforo corrigido, pode ser recomendada a partir da dose de 50 kg ha⁻¹ de P, pois é acima desse ponto que praticamente não são verificadas diferenças significativas na altura de planta, massa seca da parte aérea, teor de fósforo foliar, produtividade de grãos e teor de óleo da soja, quando comparado com o fertilizante mineral (superfosfato triplo).

O crescimento e desenvolvimento da soja são beneficiados pela aplicação de fertilizante organomineral, com efeito direto na produtividade de grãos, podendo destacar que seu uso na agricultura pode trazer vantagens ambientais, econômicas e sociais, também permite a cultura da soja, alcançar o máximo potencial produtivo, assim como ocorre com o fertilizante mineral (superfosfato triplo).