

## PRODUTIVIDADE DA SOJA EM RESPOSTA A FONTES E DOSES DE FÓSFORO

Rafael de Oliveira Gonçalves<sup>1\*</sup>, Antônio Saraiva Muniz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá - UEM, Campus de Umuarama, Departamento de Ciências Agrônomicas.  
Estrada da Paca s/n, Bairro São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190. E-mail:

[rafael.agronomo@gmail.com](mailto:rafael.agronomo@gmail.com), [asmuniz@uem.br](mailto:asmuniz@uem.br)

\*autor correspondente: [rafael.agronomo@gmail.com](mailto:rafael.agronomo@gmail.com)

**RESUMO:** A busca por altas produtividades, geralmente é o maior objetivo do produtor de soja, porém, nem sempre a produtividade mais elevada é a que se traduz em maior retorno econômico. O uso de ferramentas para verificar a capacidade tampão e outros atributos analíticos podem auxiliar na correta adubação fosfatada proporcionando um maior retorno econômico. O estudo realizado no Campo Experimental da Agroensaio Pesquisa e Consultoria Agrônômica, no município de Campo Mourão-PR, teve como objetivo verificar a produtividade da soja utilizando fontes e doses de adubos fosfatados, determinando as melhores fontes e doses de fósforo em solo com elevado teor de P. Os resultados mostraram que em áreas com teor alto de fósforo pelo extrator Mehlich-1, mas com histórico de uso de fosfato de baixa solubilidade, observou-se resposta à adubação fosfatada. Não houve diferença significativa entre as fontes superfosfato triplo, termofosfato de Yorin e Top Phos e suas interações com doses nas variáveis analisadas. A máxima eficiência técnica (MET) foi estimada na dose em 55,08 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, independente das fontes, com produtividade de 4.438,4 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. A máxima eficiência econômica (MEE) foi obtida apenas com a fonte superfosfato triplo e dose de 29,75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a produtividade de 4.291,98 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de soja. Nas adubações de restituição é fundamental utilizar fontes de fósforo que apresentem valores mais baixos por unidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicada.

**PALAVRAS-CHAVE:** adubação fosfatada, nível crítico de fósforo (NiCriP), máxima eficiência técnica (MET), máxima eficiência econômica (MEE).

## SOYBEAN GRAIN YIELD IN RESPONSE TO SOURCES AND DOSES OF PHOSPHORUS

**ABSTRACT:** The search for high grain yield is generally the major objective of soybean producer, however, higher grain yield is not ever that translates into greater economic return. Tools use to check buffer capacity and other analytical attributes may assist in the correct phosphate fertilizer, providing a greater economic return. The study conducted out at Experimental Field of Agroensaio Pesquisa e Consultoria Agrônômica, in Campo Mourão County, Parana State, aimed to verify soybean grain yield by using sources and doses of phosphate fertilizers, determining the best sources and doses for phosphate fertilizers in soil with high P content. Obtained results showed that in areas with high phosphorus content by Mehlich-1 extractor, but with a history of using low-solubility phosphate, it was observed a response to phosphate fertilizer. There was no significant difference between sources: triple superphosphate, Yorin thermophosphate and Top Phos and their interactions with doses in analyzed variables. Maximum technical efficiency (MTE) was estimated at a dose of 55.08 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, regardless of the sources, with a grain yield of 4,438.41 kg ha<sup>-1</sup>. Maximum economic efficiency (MEE) was obtained only with triple superphosphate source and a dose of 29.75 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> for a grain yield of 4,291.98 kg ha<sup>-1</sup> of soybean. In restitution fertilizers, it is essential the use phosphorus sources that present lower values per unit of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> applied.

KEY WORDS: phosphate fertilizer, critical phosphorus level (PCriLe), maximum technical efficiency (MTE), maximum economic efficiency (MEE).

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a soja foi introduzida no século XIX, sendo que, em 2024, comemoram-se 142 anos de sua introdução e 110 anos de destinação da leguminosa à alimentação humana. Atualmente, a tecnologia de ponta com variedades adaptadas às diferentes regiões e climas vem levando a cultura a produtividades cada vez maiores (Duclós, 2014). Nesse contexto, a adubação fosfatada merece atenção especial, sendo que o entendimento do nutriente no solo e sua determinação por diferentes metodologias são ferramentas essenciais para se atingir elevada produção com economia, proporcionando maior retorno financeiro ao produtor.

Com relação ao nível crítico de P (NiCriP), após atingi-lo, as plantas aumentam muito pouco a produtividade com a aplicação de fertilizantes fosfatados, quando o P passa a não ser um fator limitante para o crescimento das plantas. O teor de P no solo adequado para as culturas (nível alto), é quando o teor se encontra entre uma e duas vezes o valor do nível crítico, possibilitando 90% a 100% do rendimento relativo das culturas. Se ocorrerem adições de P ao solo, após ser atingido o teor de duas vezes o nível crítico, o teor no solo continuará aumentando, porém, sem reflexo na produtividade das culturas (Gatiboni, 2014).

Na determinação do P-rem, quanto menor seu valor, maior será a capacidade tampão do solo, ou seja, maior será a capacidade desse solo em repor o fósforo lábil para a solução do solo (Alvarez et al., 2000). A capacidade tampão de fosfatos e a capacidade máxima de absorção de fósforo pelo solo apresentam estreita correlação com o fósforo remanescente (P rem) e também com o nível crítico de fósforo (NiCriP) do solo (Novais e Smith, 1999), com o P rem correlacionando positivamente com o NiCriP, ou seja, quanto maior o P rem, maior o nível crítico e vice-versa. Desse modo, a determinação do P rem é uma ferramenta auxiliar para se conhecer a capacidade tampão, o NiCriP e o P relativo.

Existem três tipos fundamentais de adubação: correção, manutenção e restituição. A adubação de correção é realizada para correção das deficiências minerais do solo; no caso do P, elevar seu nível ao adequado, de acordo com a análise de solos. Pode ser gradativa ou total, sendo que doses até 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> devem ser aplicadas no sulco de plantio (Sousa e Lobato, 1996).

Já a adubação de manutenção visa repor os nutrientes que são exportados na forma de frutos, sendo que a sua recomendação é realizada com base na produtividade a ser alcançada. Com relação ao P, é recomendada quando o nível de P é considerado bom ou alto. A adubação de manutenção é independente da adubação corretiva e deve ser sempre efetuada para manter o nível de P no solo (Sousa e Lobato, 2003).

Durante a etapa de construção da fertilidade do solo são empregadas adubações corretivas complementadas pelas adubações de manutenção. Quando a disponibilidade de P se encontra nas classes Alto ou Muito Alto, a decisão mais coerente é repor somente a exportação, por meio da adubação de restituição (De Bona et al., 2016).

Quando os níveis de fósforo no solo se encontram acima do NiCri, pode-se fazer apenas a adubação de manutenção repondo as necessidades de extração das culturas, ou repor, por meio da adubação fosfatada, apenas a quantidade de fósforo exportado, nos casos em que os teores forem muito altos (Cantarutti et al., 2007). Por outro lado, em solos adubados com fosfatos naturais, os extratores ácidos, dada a sua ação sobre formas de P-Ca, podem extrair quantidade de fósforo superiores àquelas consideradas disponíveis, não apresentando boas correlações com rendimentos das culturas (Oliveira, 2010).

Assim, o estudo teve como objetivo verificar a resposta da soja à adubação fosfatada em solo com elevado teor de P determinado por Mehlich-1, considerando o NiCriP e P relativo estimados com base em P rem.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Caracterização da área de estudo*

O estudo foi realizado no Campo Experimental da Agroensaio Pesquisa e Consultoria Agrônômica, localizada na Rodovia Anel Viário BR-369, Km 352, s/n, no município de Campo Mourão - PR, durante a safra agrícola 2022/2023, a 24°05'33,79" S de latitude e 52°23'17,03" O de longitude, a 620 metros de altitude. O clima da região é do tipo Cfa segundo a classificação climática de Koppen e o solo como Latossolo Vermelho Eutrófico típico (Embrapa, 2013).

O experimento foi instalado em solo que havia recebido uma adubação de correção de P utilizando fosfato baixa solubilidade, no ano de 2021. As análises química e textura do solo da área experimental são apresentadas na Tabela 1.

A cultivar de soja utilizada foi a NA 5909 RG, por apresentar características agrônômicas como precocidade com alta produtividade, máxima estabilidade em diferentes

ambientes, possibilidade de escalonar plantio e arquitetura favorável ao controle de pragas e doenças.

**Tabela 1** - Resultados da análise química e granulométrica do Latossolo Vermelho Eutrófico típico antes da aplicação dos tratamentos. Campo Mourão/PR, 2023

pH (CaCl <sub>2</sub> )	P mg dm <sup>-3</sup>	K -----mg dm <sup>-3</sup> -----	Ca	Mg	Al	H + Al	M.O %	Prem mg L <sup>-1</sup>
5,78	35,25	285	846	386	0,00	44,40	5,86	14,56

SB	CTC	V	%Al	%Ca	%Mg	%K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
cmolc dm <sup>-3</sup>		-----%				Relações			
8,15	12,59	64,73	0,00	33,60	35,34	5,80	1,33	5,79	4,37

S-SO <sub>4</sub>	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Argila	Silte
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						-----g kg <sup>-1</sup> -----		
3,72	0,25	2,76	30,00	56,20	9,90	176	664	160

A cultivar de soja usada foi a NA 5909 RG, por apresentar características agronômicas como precocidade com alta produtividade, máxima estabilidade em diferentes ambientes, possibilidade de escalonar plantio e arquitetura favorável ao controle de pragas e doenças. A semeadura foi realizada em 08/12/2022, utilizando o espaçamento de 0,50 m entre linhas, 15,44 sementes por metro linear, perfazendo um total de 308.800,00 mil plantas por hectare.

A análise de solo indicou alto teor de fósforo, sendo que a recomendação de adubação foi de acordo com as recomendações de Embrapa (2002) para alta produtividade (4000 kg ha<sup>-1</sup>), correspondendo a 41 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e, com base nesta recomendação, foram definidos os tratamentos com doses de 0, 20,5, 41 e 82 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, ou seja, 0, 1/2, 1 e 2 vezes a recomendação. As doses de fósforo foram fornecidas pelas fontes Superfosfato triplo, Termofosfato Yoorin e Top Phos (Tabela 2).

*Delineamento experimental*

O experimento consistiu em 12 tratamentos (Tabela 2) em esquema fatorial 3 x 4 com avaliação de três fontes de fósforo (Superfosfato triplo, Termofosfato Yoorin e Top Phos) e

quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 1/2, 1 e 2 vezes a dose recomendada), em quatro repetições, no delineamento experimental de blocos casualizados (DBC). As parcelas experimentais constituíram-se de 9 m de comprimento e 3 m de largura cada, com uma área total de 27 m<sup>2</sup> cada parcela, totalizando 1296 m<sup>2</sup> e área útil de 768 m<sup>2</sup>, ou seja, descartou-se 1,0 m de borda em todo perímetro da parcela.

**Tabela 2** - Tratamentos, concentrações e doses dos produtos utilizados

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose (kg ha <sup>-1</sup> ) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – (p.c.)
1. Yoorin (18% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Fósforo	0 – (0)
2. Yoorin (18% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		20,5 – (116)
3. Yoorin (18% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		41 – (232)
4. Yoorin (18% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		82 – (464)
5. Super Triplo (41% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Fósforo	0 – (0)
6. Super Triplo (41% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		20,5 – (50)
7. Super Triplo (41% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		41 – (100)
8. Super Triplo (41% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		82 – (200)
9. Top Phos (28% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Fósforo	0 – (0)
10. Top Phos (28% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		20,5 – (75)
11. Top Phos (28% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		41 – (150)
12. Top Phos (28% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		82 – (300)

p.c. - produto comercial

#### *Aplicações dos tratamentos*

A aplicação dos tratamentos foi sob forma de adubação de base, no sulco de semeadura. Durante a condução do experimento, adotou-se alguns tratos culturais de acordo com a necessidade da cultura. A cultura permaneceu livre de plantas daninhas, onde os inseticidas e herbicidas foram aplicados de acordo com as dosagens recomendadas (Tabela 3).

**Tabela 3** - Tratos culturais durante a condução da cultura

Produto	IA	Dose (L ha <sup>-1</sup> )	Fase	Data
Armero	Protioconazol + Mancozebe	2,5	R-1	21/12/22
Novaluron	Novaluron	0,075		
Óleo vegetal	Ésteres de ácidos graxos vegetais	0,5	R-3	06/01/23
Blindado	Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe	2,5		
Novaluron	Novaluron	0,075	R-5	20/01/23
Óleo vegetal	Ésteres de ácidos graxos vegetais	0,5		
Blindado	Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe	2,5	R-5	20/01/23
Novaluron	Novaluron	0,075		
Óleo vegetal	Ésteres de ácidos graxos vegetais	0,5		

### *Análise de solo pré e pós-colheita*

Com o auxílio de um trado caneca com rosca modelo COAMO foram realizadas em cada parcela três amostras simples de 0 a 20 cm de profundidade na entrelinha da cultura anterior, sendo estas coletadas no meio do primeiro terço da parcela, a segunda, no meio da parcela e, a terceira, no meio do terceiro terço da parcela. Estas amostras simples foram adicionadas em um balde sem contaminantes, sendo misturadas e homogeneizadas com as mãos, utilizando luvas de nitrílica, retirando uma amostra composta e enviadas para o laboratório.

### *Massa de mil grãos e produtividade*

Determinou-se a massa de 1000 grãos através da pesagem em balança de precisão e os resultados foram expressos em gramas. Para a produtividade, as plantas das quatro linhas centrais (9 m) de cada parcela foram colhidas para avaliação da produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e a umidade dos grãos foi padronizada em 13%. As avaliações foram realizadas no momento da colheita (16/03/2023).

### *Nível crítico de fósforo (NiCrip) e Fósforo relativo (PR)*

O NiCriP e o PR foram estimados segundo a metodologia de Alvarez et al. (2000), sendo obtidos pelas expressões:

$$\text{NiCriP} = 4,62 + 0,324731\text{Prem} + 0,00160568 \text{Prem}^2$$

(Prem = fósforo remanescente)

$$\text{PR} = (\text{Pmeh}-1 / \text{NiCriP}) \times 100$$

### *Máxima eficiência técnica (MET) e máxima eficiência econômica (MEE)*

A MET foi calculada utilizando a expressão:

$$X = -b/2a \quad Y = b^2 - 4ac/4a$$

A MEE foi calculada pela expressão:

$$\text{MEE} = (\text{Preço do insumo/preço do produto}) - (b/2a)$$

### *Fósforo remanescente (P rem) pós-colheita para as diferentes doses de P*

Foram estimados os valores do P rem segundo a metodologia de Alvarez et al. (2000), para os tratamentos 0, 50%, 100% e 200% da dose de cada fonte, obtendo-se a média para cada dose, de acordo com a expressão:

$$\text{Prem dose } x = \text{Prem dose } x (\text{fonte } 1) + \text{Prem dose } x (\text{fonte } 2) + \text{Prem dose } x (\text{fonte } 3) / 3$$

*Análise estatística*

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância, através do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2014).

O efeito de fontes foi verificado pela comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, e o efeito de doses, quando significativo, por equação de regressão múltipla, com a dose de 41 kg ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, correspondendo a 100%

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para as variáveis produtividade, massa de mil grãos, fósforo disponível pelo extrator Mehlich-1 e fósforo remanescente não houve diferença estatística (Tabela 4) entre as fontes de fósforo, doses, bem como para a interação fontes e doses utilizadas (Tabelas 4 e 5). No entanto, houve diferença significativa para a variável produtividade em função das doses utilizadas (Tabela 4).

**Tabela 4** - Resumo ANOVA (F<sub>calc</sub> + CV) para as variáveis produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), massa de mil grãos (MMG), fósforo (P), e fósforo remanescente (P REM) repetições

Fonte de variação	G.L.	kg ha <sup>-1</sup>	MMG	P	P_REM
Bloco	3	0,6507ns	0,6673ns	0,7840ns	0,0922ns
Fonte (F)	2	0,1182ns	0,8485ns	0,9742ns	0,5954ns
Dose (D)	3	0,0046*	0,5414ns	0,1004ns	0,1391ns
F x D	6	0,8415ns	0,9956ns	0,9920ns	0,1482ns
Resíduo	33	33	33	33	33
Total	47	47	47	47	47
CV (%)	-	6,67	4,38	32,44	9,36

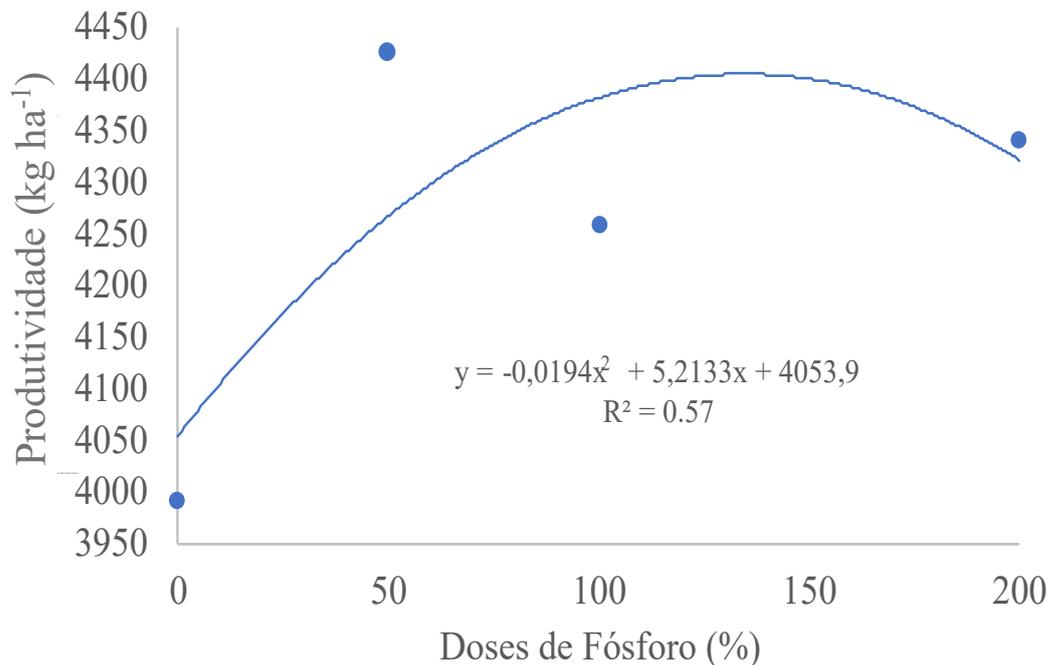
G.L.: graus de liberdade; ns – não significativo pelo teste F; \* significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade; \*\* significativo pelo teste F, a nível de 1% de probabilidade; †: dados transformados ( $\sqrt{X+0,5}$ )

**Tabela 5** - Média de resultados de produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), massa de mil grãos (MMG), fósforo (P) e fósforo remanescente (P REM), em função dos tratamentos de adubação fosfatada aplicados na cultura da soja (*G. max. L.*)

Tratamento	Avaliações					
	Estande	Estande	kg ha <sup>-1</sup>	MMG	P	P_REM
	Inicial	Final				
plantas/m <sup>2</sup>	plantas/m <sup>2</sup>					
1 Yoorin (0)	30	29	3993,46	148,36	31,45	17,50
2 Yoorin (1/2)	29	29	4457,29	148,81	32,80	18,14
3 Yoorin (1)	32	31	4255,08	146,76	40,18	18,54
4 Yoorin (2)	31	31	4238,76	147,69	42,41	20,20
Yoorin (média)	30,5	30	4221,14	147,90	36,71	18,58
5 Super Triplo (0)	31	31	3993,46	148,36	31,45	17,50
6 Super Triplo (1/2)	32	31	4586,55	148,94	29,14	17,05
7 Super Triplo (1)	30	29	4349,15	144,72	42,66	19,30
8 Super Triplo (2)	30	29	4555,93	144,49	40,21	19,34
Super Triplo (média)	30,5	30	4371,27	146,63	35,86	18,29
9 Top Phos (0)	30	30	3993,46	148,36	31,45	17,50
10 Top Phos (1/2)	29	29	4237,60	148,39	34,33	17,05
11 Top Phos (1)	32	31	4177,49	146,79	38,30	19,30
12 Top Phos (2)	31	30	4229,54	144,49	39,60	19,34
Top Phos (média)	30,5	30	4177,02	147,01	35,92	18,30
Média Geral	30,5	30	4255,65	147,18	36,16	18,30
(CV%)	4,45	4,45	6,67	4,38	15,57 <sup>t</sup>	8,88

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); %: concentração de produto comercial em porcentagem; CV (%): coeficiente de variação; <sup>t</sup>: dados transformados ( $\sqrt{X+0,5}$ )

A análise de regressão mostrou ajuste quadrático significativo para a relação entre as doses de fósforo e produtividade, com a maior eficiência técnica (MET) para a dose correspondente a 134,36 % da dose (100% = 41 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ou 55,08 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e produtividade de 4.438,41 kg ha<sup>-1</sup> de grãos (Figura 1).



**Figura 1** – Produtividade de grãos de soja em função das doses de fósforo, em solo com alto teor do nutriente pelo extrator Mehlich-1

A dose para MET foi obtida com a dose de 55,08 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, acima da adubação de manutenção utilizada de 41 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (100%).

Kaneko et al. (2020) avaliaram quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 40, 80, e 120 kg ha<sup>-1</sup>) utilizando apenas uma fonte (superfosfato simples 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e, em outro experimento, cinco fontes de P (Controle sem P; na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup>). Registraram que a dose de 63 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foi a dose de maior eficiência econômica. Em relação às fontes, todas proporcionaram maior produtividade de grãos que o tratamento controle, porém, sem haver diferenças entre si. Apesar do solo apresentar baixo nível de P (Mehlich-1), os resultados crescentes quanto ao aumento da dose e a não diferença quanto ao uso das fontes são semelhantes ao resultado encontrado no presente estudo.

Alcântara Neto et al (2010) avaliaram o rendimento de grãos de soja, cultivada em solo com baixo teor de fósforo e submetida a diferentes níveis de adubação fosfatada. As doses de fósforo influenciaram de forma quadrática a produtividade de grãos com rendimento máximo estimado de 2.614,7 kg de grãos de soja para a dose de 94,8 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Na pesquisa realizada, apesar da influência das doses também ter sido de forma quadrática, a produtividade para a dose de maior eficiência física foi maior que a encontrada por Alcântara et al. (2010) e que pode estar relacionada a outros fatores de natureza edafoclimáticas.

Em um estudo realizado durante três anos em três safras de cultivo de soja utilizando o fertilizante Top Phos, Leite et al. (2017) verificaram aumento na produtividade com as doses crescentes do adubo fosfatado, em solo com elevado teor de P ( $11,25 \text{ mg dm}^{-3}$ ), semelhante ao obtido no presente estudo.

Na Tabela 6, são apresentados os valores de P rem observados nas diferentes doses de fósforo, após a colheita de soja, em 2023.

**Tabela 6** - Média P rem após colheita nos tratamentos doses de fósforo aplicada no solo

Doses ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ )	Prem ( $\text{mg L}^{-1}$ )
0,0	17,49
20,5	18,09
41,0	18,82
82,0	18,84

Altas doses de fertilizantes fosfatados aumentam os valores de P rem no solo (Sandim, 2012). Neste estudo, utilizando doses baixas de P também se verificou tendência de aumento de P rem, embora não significativos (Tabela 6). Também, Sampaio et al. (2015) verificaram que os valores de P rem de um solo argiloso de Minas Gerais cultivado com café aumentou, no decorrer de três anos, em função da adubação utilizada na lavoura.

O aumento ou a diminuição de 1 unidade de P no extrato de determinação de P rem é equivalente ao aumento ou diminuição na capacidade de adsorção de P na ordem de  $46 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Rogeri, 2013), ou seja, as adubações fosfatadas, normalmente aplicadas, não modificariam significativamente os valores de P rem dos solos.

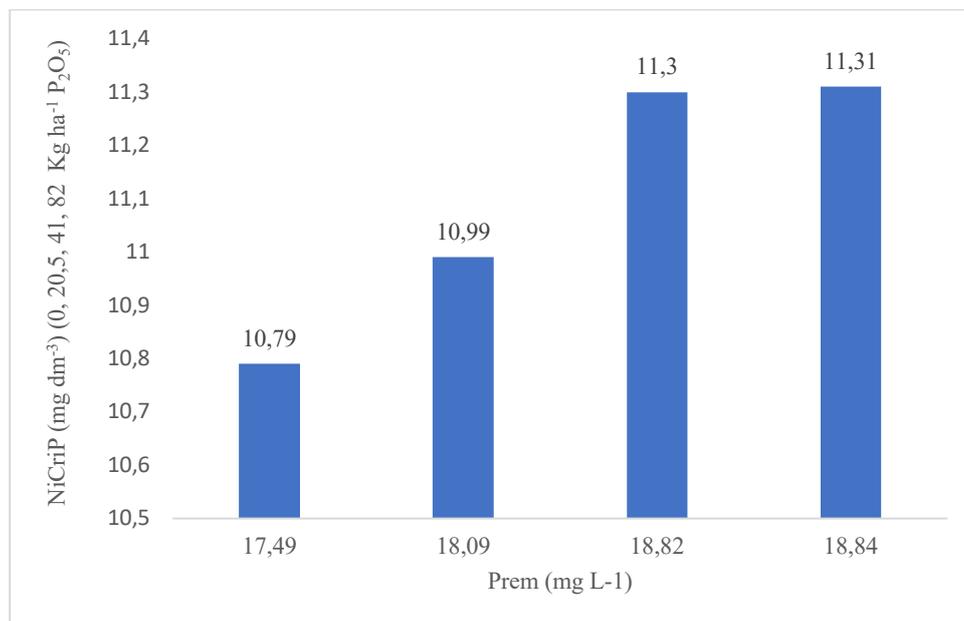
O aumento das doses de P no presente estudo resultou em aumento nos teores de P pelo extrator Mehlich-1 (Tabela 7).

**Tabela 7** - Média dos teores de P ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) extraídos por Mehlich 1 após a colheita em função da adubação fosfatada

Doses ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ )	P ( $\text{mg dm}^{-3}$ )
0,0	30,70
20,5	31,19
41,0	40,71
82,0	40,74

Para solos com mais de  $400 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, valores entre  $10$  e  $12 \text{ mg dm}^{-3}$  de P são considerados altos, portanto, os valores encontrados são considerados muito altos (Pauletti e Motta., 2017).

Na Figura 2, são apresentados os valores de nível crítico (NiCriP) em função de P rem obtidos nas doses de P, estimados segundo Alvarez et al. (2000). Os valores estimados de NiCriP, na faixa de 10,79 a 11,31, nas diferentes doses dos adubos fosfatados se encontram abaixo dos valores de P pelo extrator Mehlich-1 (Tabela 7) obtidos na análise de solos, que variaram de 30,70, 31,19, 40,71 e 40,74 mg dm<sup>-3</sup> para as doses 0, 20,5, 41 e 82 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente.



**Figura 2** – Nível crítico de fósforo estimados em função do P rem nos tratamentos doses de fósforo

Sabe-se que, no processo de adsorção, o fósforo adicionado por meio de adubos fosfatados solúveis, passa para a solução do solo (I) sendo adsorvido (Q), e a velocidade de adsorção, assim como a quantidade adsorvida, dependem das características químicas e mineralógicas do solo (Novais et al., 2007). Também, se pode verificar (Figura 2) que, quanto menor o P rem, menor o NiCriP, concordando com o verificado por Alvarez et al., 2000, Sousa et al., 2002 e Moreira et al., 2021.

Quanto à relação P Mehlich-1 e o NiCriP, em percentual (PR), verificou-se que os valores de P estimados por Mehlich-1 (Tabela 07) se encontram 284% acima do NiCriP mesmo quando não se utilizou adubação fosfatada e com 20,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Quando se utilizou a dose de 41 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 82 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o valor de P por Mehlich-1 foi 360% superior

ao NiCriP. São valores na classe positivamente significativos, de acordo com Alvarez et al. (2000).

Na área onde se realizou o presente estudo, por ser uma propriedade onde se realizam experimentos com diferentes protocolos, verificou-se, por meio de informações dos proprietários, que na safra 2021/2022, no cultivo da soja, foi utilizado fosfato natural para correção dos níveis de P, visando produtividade de 3600 kg de grãos por ha. Segundo Bortolon et al. (2011), Mehlich-1 extrai, preferencialmente, as formas de P ligadas a cálcio superestimando a disponibilidade de P em solos recentemente adubados com fosfatos naturais.

No teor de 35,25 mg dm<sup>-3</sup> de P disponível (Tabela 1), o resultado provavelmente esteja superestimado, em decorrência do fosfato natural aplicado, justificando o aumento da produtividade com a adubação fosfatada, mesmo o NiCriP estimado estando três vezes acima do valor de suficiência.

Bedin et al. (2003), Silva (2006) e Silva et al. (2009) observaram os efeitos de fontes de fósforo em solos diferentes. Os autores verificaram que a maior quantidade de silício presente em termofosfatos pode aumentar a disponibilidade de P em solos com alta capacidade tampão, que o aumento na adsorção de P restringiu a absorção e contribuiu para maior eficiência de utilização do nutriente pela soja, nivelando os efeitos dos tratamentos, bem como as fontes de maior solubilidade proporcionaram as maiores produções, além da capacidade tampão de fósforo dos solos influenciar a solubilidade das fontes fosfatadas.

Schwade et al. (2015) verificaram, em seus estudos, utilizando diferentes doses de fósforo em solo com alto teor de P (23 mg dm<sup>-3</sup>) que as diferentes doses aplicadas em solos argilosos com diferentes concentrações de P, não trouxeram aumento da produtividade para a variedade FTS 4188 e que, quando os teores de P disponíveis no solo forem maiores ou iguais a 23 mg dm<sup>-3</sup>, não haveria necessidade de adubação fosfatada, resultado diferente do encontrado no presente estudo.

Vieira (2021) avaliou o efeito de doses e fontes de fósforo em solos com diferentes teores de argila. O autor concluiu que, para todas as fontes, as doses de P proporcionaram aumento significativo na produção de MSPA, NV, PG e o teor de P, em solos argiloso e arenoso.

Os diferentes custos dos adubos fosfatados e sua relação com o preço da soja e a função quadrática permitiram verificar a máxima eficiência econômica (MEE). Com os valores dos adubos fosfatados em maio de 2023 (Superfosfato triplo (R\$ 2.420,00 ton., R\$5,90 por kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (Termofosfato Yoorin (R\$ 3.400,00 ton., R\$18,89 por kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Top Phos (R\$

3.500,00, R\$12,50 por kg de  $P_2O_5$ ) e o preço da soja (R\$ 120,00 a saca de 60 kg, R\$2,00 o kg de soja), encontrou-se a MEE para o fertilizante Superfosfato triplo com a dose de 23,92 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$  (58,33% da dose recomendada) e produtividade de 4.291,98 kg de soja (Tabela 8). Para Termofosfato Yoorin, e Top Phos, o elevado valor do produto (R\$ 18,89 e 12,50 por Kg de  $P_2O_5$ , respectivamente) resultaram em valores negativos para a MEE, de -44,71 e -10,66 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , o que não se constituiria em valor concreto de recomendação de adubação, ou seja, a recomendação desses produtos na nestas relações seria de 0 kg por hectare.

A relação entre preço do insumo e preço do produto (Pi/Pp) que viabilizaria a adubação econômica de qualquer das fontes utilizada teria que ser menor que 5,2, (Tabela 8), ou seja, para um preço da soja (Pp) de R\$2,00, o Pi teria que ser menor que R\$ 10,40. Estas condições foram obtidas apenas com o superfosfato triplo. Assim, para que Termofosfato Yoorin e Top Phos mostrassem dose para uma MEE, os valores deveriam ser pelo menos 20% e 48% menores que os obtidos na compra.

A alta concentração de  $P_2O_5$  contida no superfosfato triplo e o valor abaixo de 40% dos preços do Termofosfato Yoorin e Top Phos foram os responsáveis pela MEE com 56,41% (23,95 kg  $P_2O_5$ ) da dose utilizada.

**Tabela 8** - Máxima eficiência econômica (MEE), Relação Pi/Pp encontrada, Relação Pi/Pp ideal e Valor R\$ para relação ideal, Campo Mourão 2024

Tratamentos	Relação Pi/Pp observada	MEE estimada (kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ )	Recomendação (kg $P_2O_5$ $ha^{-1}$ )	Relação Pi/Pp adequada para MEE
SSP	2,95	23,92	23,95	< 5,2
Termofosfato	9,45	-44.71	0 <sup>1</sup>	< 5,2
Top Phos	6,25	-10.66	0 <sup>1</sup>	< 5,2

SSP = superfosfato simples; <sup>1</sup> O valor de MEE calculado é menor que zero, não se constituindo em recomendação de adubação concreta

Souza e Lobato (2003) preconizam para solos corrigidos e com elevado teor de  $P_2O_5$  adubações anuais de manutenção com 50 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  no sulco, quando se obtém uma maior relação benefício /custo (Sousa e Lobato, 2003). Contudo, verifica-se que essa recomendação poderia ser menor, ou inviável, a depender da relação *Preço do Insumo/Preço do produto*

(Pi/Pp). As relações de 9,45 e 6,25 para o Termofosfato Yorim e Top Phos, respectivamente, indicaram inviabilidade de uso destes produtos na recomendação de adubação. Só haveria viabilidade econômica se a relação Pi/Pp fosse menor que 5,2.

Silva et al. (2009) afirmam que mesmo obtendo boas produtividades, termofosfatos são fontes de menor vantagem econômica devido ao custo mais elevado em relação às demais fontes, o que também se verificou com o Yoorin e Top Phos, em relação ao custo do Superfosfato triplo, no presente estudo. Também Molin et al. (2015) verificaram uma melhor relação custo/ benefício para fertilizante de alta solubilidade (superfosfato 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) em relação ao Top Phos (28% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Sousa e Lobato (2003) verificaram em seus estudos os fatores que influenciam na resposta da adubação fosfatada sendo que solos com elevado teor de argila e, dependendo do tipo de argila, conseguem repor o fósforo na solução com melhor aproveitamento. No estudo, o solo classificado como Latossolo Vermelho eutrófico apresentou elevado teor de argila (664 g kg<sup>-1</sup>) o que, dependendo do tipo das argilas, pode ter contribuído para uma reposição com melhor aproveitamento de P (35,25 mg dm<sup>-3</sup>), resultando em maior produtividade da soja.

Rogoski et al. (2011) estudaram o efeito de diferentes doses de adubação fosfatada aplicadas em ambiente de produção comercial de grãos em solos de alta fertilidade em Sistema de Semeadura Direta (SSD). O teor de fósforo no solo era de 18,32 mg dm<sup>-3</sup> onde a melhor dose foi de 104 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, atingindo uma produtividade de 5070 kg ha<sup>-1</sup>. No presente estudo, com o teor de fósforo igual a 35,25 mg dm<sup>-3</sup>, a dose para a MET foi de 55,08 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com produtividade de 4.438,41 Kg ha<sup>-1</sup> de grãos, sendo que essas diferenças podem ser devido ao teor de P no solo.

No estudo realizado por Rogoski et al. (2011), a variável massa de grãos não foi alterada significativamente pelas diferentes doses de fósforo, observando-se resposta significativa para teores de P no solo e produtividade. Do mesmo modo que no presente estudo, a massa de grãos também não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de fósforo utilizadas e também com diferenças na produtividade. Porém, para os teores de P no solo, no presente estudo realizado, não houve diferença significativa.

Amorim (2022) avaliou o efeito de doses de superfosfato triplo em solo corrigido e sem correção na produtividade da cultura da soja da safra 2020/2021 em Rio Verde – GO. A adubação fosfatada mostrou influência positiva no crescimento, desenvolvimento e incremento na produtividade na cultura da soja até a dose 200 kg ha<sup>-1</sup> em área com restrição de fósforo. Já

em área sem restrição de fósforo (teor alto de P), a aplicação desse macronutriente não mostrou efeito que justificasse a sua aplicação, pois o aumento das doses até 200 kg ha<sup>-1</sup> não mostrou diferença significativa da dose 0, que possibilitou uma produtividade de 6000 kg ha<sup>-1</sup>. No presente estudo, os resultados obtidos diferem do obtido por Amorim (2022) na área sem restrição, pois os tratamentos que receberam adubação fosfatada diferiram do tratamento testemunha (dose 0), justificando sua aplicação. Este resultado pode estar associado a uma superestimativa do P disponível na área do experimento, pelo extrator Mehlich-1.

Quando se tem a determinação do teor de P no solo, é de importância ímpar conhecer o histórico de adubação fosfatada da área, pois se a área foi anteriormente adubada com fosfatos de baixa solubilidade, como ocorreu na área do presente experimento, pode-se ter a extração de P não disponível, superestimando esse valor. Desse modo, o P rem não contorna a superestimativa do P, mas é uma ferramenta eficaz em áreas com histórico de manejo com fosfatos solúveis.

A recomendação na adubação de restituição utilizando fontes de P de baixo custo da unidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, como no caso do superfosfato triplo, é ideal para se atingir a máxima eficiência econômica da cultura.

## CONCLUSÕES

Em áreas com teor muito alto de fósforo pelo extrator Mehlich-1, mas com histórico de uso de fosfato de baixa solubilidade, observou-se resposta à adubação fosfatada.

Não houve diferença significativa entre as fontes superfosfato triplo, termofosfato de Yorin e Top Phos e suas interações com doses nas variáveis analisadas.

A máxima eficiência técnica (MET) foi estimada na dose em 55,08 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, independente das fontes, com produtividade de 4.438,4 1kg ha<sup>-1</sup> de grãos.

A máxima eficiência econômica (MEE) foi obtida apenas com a fonte superfosfato triplo e dose de 29,75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para a produtividade de 4.291,98 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de soja.

Nas adubações de restituição é fundamental utilizar fontes de fósforo que apresentem valores mais baixos por unidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicada.

## REFERÊNCIAS

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

ALVAREZ, V. H. V.; NOVAIS, R. F.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 27-32, 2000.

AMORIM, P. H. T. **Doses de fósforo na cultura da soja em condições de cerrado**. 2022. 41p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2022.

BEDIN, I.; FURTINI NETO, 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, v.27, n.4, p.639–646, 2003.

BORTOLON, L.; GIANELLO, C.; WELTER, S.; ALMEIDA, R. G. O.; GIASSON, E. Simultaneous extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils and potassium recommendations for crops in Southern Brazil. **Pedosphere**, Nanjing, v.21, p. 365-372, 2011.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 769-850.

DE BANA, F. D.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; SOUSA, R. O.; SILVA, L. S.; GATIBONI, L. C. Grãos. In: SILVA, L. S.; GATIBONI, L.C.; ANGHINONI, I.; SOUSA, R.O. (Ed.). **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2016. p. 101-34.

DUCLÓS, N. **A marcha do grão de ouro**: Soja, a cultura que mudou o Brasil. Florianópolis: Editora Expressão, 2014. 144p.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2002/2003**. Londrina: Embrapa soja, 2002. 245p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 Ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2014.

GATIBONI, L. C.; SMYTH, T. J.; SCHMITT, D. E.; CASSOL, P. C.; OLIVEIRA, C. M. B. de. **Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina**. Lages: UDESC/CAV, 2014. 38 p.

KANEKO, F. H.; RINZO, R. T.; OLIVEIRA, B. L. de; PRADO, J. A. do; ASSIS, G. P. B. de; PILETTI, L. M. M. da S.; SILVA, I. P. de F. Doses e fontes de fósforo na cultura da soja. **Revista Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.29, n.4, p.400- 411, 2020.

LEITE, R. da C.; SILVA, J. A. da S.; FREITAS, G. A. de; CASLALI, M. E.; SILVA, R. R. da. Adubação fosfatada na soja durante tres safras consecutivas na nova fronteira agrícola brasileira. **Scientia Agrária**, Marechal Cândido Rondon, v.18, n.4, p.28-35, 2017.

MOREIRA, A. G.; SCHLINDWEIN, J. A.; FIORELLI, E. C.; AGUIAR, I. S. de. Doses de máxima eficiência técnica e econômica de nitrogênio, fósforo, potássio e calcário para o capim-marandu. **Enciclopédia Biosfera**. Jandaia, v.18 n.37, p.191-203, 2021.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. do; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238 p.

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

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; LIMA, J.C. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2077. p.471-550.

OLIVEIRA, C. M. B. de. **Comportamento dos métodos mehlich 1, mehlich 3 e resina trocadora de ânions frente ao poder tampão do solo e a utilização de fosfatos naturais**. 2010. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UDESC, Lages, 2010.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482 p.

ROGERI, D. A. **Uso do índice P-remanescente como indicador do poder tampão de fósforo em solos**. 2013. 156p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ROGOSKI, T.; LANGE, A.; BENITES, V. de M.; BRAGANTE, W.; ANDRADE, K.; MELLO, J. M. de. Doses de fósforo em solo de alta fertilidade sob sistema de semeadura direta na cultura da soja na região de sorriso-MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. **Anais**. Uberlândia: SBCS, 3p.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; SILVA, F. M.; POZZA, E. A.; OLIVEIRA, M. S. Avaliação do comportamento da variabilidade espacial do fósforo remanescente no solo de lavoura cafeeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 8p.

SANDIM, A. S. **Disponibilidade de fósforo em função da aplicação de calcário e silicatos em solos oxidicos**. 2012. 299p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Botucatu, 2012.

SCHWADE, S.; GALLO, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; OLIVEIRA, D.R.; MELEM JÚNIOR, N.J.; SANTOS, D. B. Avaliação da produtividade da soja sob diferentes doses de fósforo na região de Santarém – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35, 2015, Natal. **Anais**. Natal: SBCS, 5p.

SILVA, F. N. **Crescimento e produção da soja em função de fontes e doses de fósforo e aporte de elementos-traço no sistema solo-planta por fertilizantes fosfatados.** 2006. 127p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVA, F. N. da; FURTINI NETO, A. E.; CARNEIRO, L. F.; MAGALHÃES, C. A. de S.; CARNEIRO, D. N. M. Crescimento e produção de grãos de soja sob diferentes doses e fontes de fósforo em solos distintos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, p.1220-1227, 2009.

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

SOUSA, D. M. G de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G de; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação.** Brasília: Embrapa: informação tecnológica, 2002. p. 147-168.

SOUZA, R. P. D.; PEGORARO, R. F.; REIS, S. T. Disponibilidade de fósforo e produção de biomassa de pinhão manso em solos com distintas texturas e doses de fósforo. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v.11, n.1, p.1-10, 2017.

VIEIRA, N. D. **Resposta da soja a fontes e doses de fósforo em solos com diferentes teores de argila.** 2021. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

ADAPAR - Agência de defesa agropecuária do Paraná—ADAPAR. **Engeo – bula completa - Logomarca do produto**. 2024. 20p. Disponível em: [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2023-05/engeo.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-05/engeo.pdf). Acesso em 20 jan. 2024.

ADAPAR - Agência de defesa agropecuária do Paraná. **GALIL SC - Atreus - Safari**. 18p. 2023. Disponível em [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2023-05/galilsc.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-05/galilsc.pdf). Acesso em 20 jan. 2024.

ADAPAR - Agência de defesa agropecuária do Paraná. **Perito 970 SG**. 15p. 2023. Disponível em: [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2022-11/perito970sg.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2022-11/perito970sg.pdf). Acesso em 20 jan. 2024.

BARIQUELO, B. C.; CARLSON, V. H. B. **Percevejo marrom em soja: principais aspectos e estratégias de controle**. Frederico Westphalen, 2023. 2p. Disponível em: <https://www.3tentos.com.br/triblog/post/161#:~:text=Para%20evitar%20essa%20praga%20na,sementes%20que%20controle%20essa%20praga>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CAVALCANTE, J. K. G.; CONTE, H.; DAQUILA, B. V.; CALEFFE, R. R. T. Potencial biotecnológico de *Chromobacterium subtsugae*: uma breve revisão voltada ao manejo biológico de artrópodes-praga. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.13, n.3, p.200-211, 2022.

FERNANDES, P. H. R. **Danos e controle do percevejo marrom (*Euschistus heros*) em soja e do percevejo barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) em milho**. 2017. 84p. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GALLARDO, E.; SECA, A. M. L. Secondary metabolites ad their applications. **Applied Sciences**, Amsterdam, v.12, p.2317-2322, 2022.

GRIJALBA, E.; HURST, M.; IBARRA, J. E.; JURAT, J. L.; JACKSON, T. Bacterias entomopatogenas en el control biológico de insectos. In: COTES, A.M. (Ed.) **Control biológico de fitopatogenos, insectos y ácaros: agentes de control biológico**. Mosquera: Edeitorial Agrosavia, s018, p. 298–333.

HIROSE, E. **Estudo de simbioses associados a *Nezara viridula* (L.) (*Hemiptera: pentatomidae*)**. 2005. 139 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, 2005.

LEMUS-SORIANO, B. A.; ALONSO-BUENAVENTURA, M. B.; OSEGUERA-ALONSO, M. A.; PÉREZAGUILAR, D. A. Efectividad biológica de Grandevo® (*Chromobacterium subtsugae*) sobre *Tetranychus urticae* Koch (PROSTIGMATA: TETRANYCHIDAE) Y

Frankliniella occidentalis Pergande (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) en zarzamora. **Entomología Mexican**, México, v. 4, p. 310–314, 2017.

MARTIN, P.A., GUNDERSEN-RINDAL, D., BLACKBURN, M. AND BUYER, J. Chromobacterium subtsugae sp. Nov., a betaproteobacterium toxic to colorado potato beetle and other insect pests. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, London, v.57, p. 993–999, 2007.

MEDEIROS, L.; MEGIER, G. A. Occurrence and performance of Euschistus heros (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) on alternative host plants in Rio Grande do Sul State, Brazil **Neotropical Entomology**, Londrina, v.38, n.4, p.459-463, 2009.

MENDES, W. M.; OLIVEIRA, J. A dos S. Chromobacterium subtsugae como fonte de metabólitos inseticidas e acaricidas: uma alternativa eco-friendly. **Saber Científico**, Porto Velho, v.11, n.1, p.1 – 7, 2022.

MULLER, D.; LAMERS, N.; GNIECH, L.; SAUSEN, D.; MAMBRIN, R. B. Controle de percevejo-marrom em soja com o uso de produtos químicos e biológicos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIENCIAS AGRÁRIAS, 2, 2018, Natal. **Anais**. Natal: IFRN, 10p.

NIDERA SEMENTES. **Tecnologia e inovação que geram valor**. Floresta, 2023. 47p. Disponível em: [https://www.niderasementes.com.br/wp-content/uploads/2023/01/catalogo\\_produtos\\_sul\\_2023.pdf](https://www.niderasementes.com.br/wp-content/uploads/2023/01/catalogo_produtos_sul_2023.pdf). Acesso em 10 out. 2023.

OLIVEIRA, J. A. dos S. de; MENDES, W. M. Chromobacterium subtsugae como fonte de metabólitos inseticidas e acaricidas: uma alternativa eco-friendly. **Saber Científico**, Porto Velho, V.11, n.1, p.1 – 7, 2022.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; SILVA, F. A. C. da. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Eds.) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 335-420.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. 1 Ed. Curitiba: SBCS/NEPAR. 2017, 482 p.

ROLAND, A. **Percevejos na lavoura de soja: uma grande ameaça para o sucesso do produtor**. Ibirubá: Portal Fator Brasil. 2016. 2p.

ROSSI-ZALAF, L. S.; ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; SILVEIRA NETO, S.; TANZINI, M. R. Interação de micro-organismo com outros agentes de controle de pragas e doenças. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (Eds.) **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 279–302.

SHANNAG, H. K.; CAPINERA, J. L. Comparative effects of two novel betaproteobacteria based insecticides on Myzus persicae (Hemiptera: Aphididae) and Phenacoccus madeirensis (Hemiptera: Pseudococcidae). **Florida Entomological Society**, Gainesville, v. 101, n. 2, p. 212–218, 2018.

TRUMPER, E.V.; EDELSTEIN, J.D. **El complejo de chinches fitofagos en soja: revision y avances en el estudio de su ecología y manejo**. Manfredi: INTA, 2008. 190p.

VALICENTE, F. H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, n.251, p.48-55, 2009.

VIONE, M. L. B. **Percevejo-marrom em soja: identificação e controle**. Santa Maria: UFSM, 2023. 7p. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2023/03/06/percevejo-marrom-em-soja-identificacao-e-controle#:~:text=O%20percevejo%2Dmarrom%20inicia%20a,atacam%20ramos%2C%20hastes%20e%20vagens>. Acesso em: 05 de mai. 2024