

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS**

WINICYUS BECKER ZANINI

**AVALIAÇÃO DO EFEITO RESIDUAL DE DIFERENTES FONTES E
PROFUNDIDADES DE APLICAÇÕES DE FÓSFORO NAS CULTURAS DA SOJA
E AVEIA**

**DOIS VIZINHOS
2023**

WINICYUS BECKER ZANINI

**AVALIAÇÃO DO EFEITO RESIDUAL DE DIFERENTES FONTES E
PROFUNDIDADES DE APLICAÇÕES DE FÓSFORO NAS CULTURAS DA SOJA
E AVEIA**

**EVALUATION OF THE RESIDUAL EFFECT OF DIFFERENT PHOSPHORUS
SOURCES AND APPLICATION DEPTHS IN SOYBEAN AND OAT CROPS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo em nome do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor.

**DOIS VIZINHOS
2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

WINICYUS BECKER ZANINI

**AVALIAÇÃO DO EFEITO RESIDUAL DE DIFERENTES FONTES E
PROFUNDIDADES DE APLICAÇÕES DE FÓSFORO NAS CULTURAS DA SOJA
E AVEIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo em nome do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

27 de junho de 2023

Laércio Ricardo Sartor
Prof. Orientador
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.

André Pellegrini
Membro titular
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.

Sergio Luiz Kuhn
Membro titular
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.

**DOIS VIZINHOS
2023**

RESUMO

O fósforo (P) é um dos macronutrientes primário mais requerido pelas plantas, sendo essencial para o desenvolvimento e produção. Devido a sua afinidade com os óxidos de ferro (Fe) e de alumínio (Al) do solo a disponibilidade desse nutriente é limitada às plantas. Existem diversas fontes de P disponíveis atualmente para os produtores, por esse motivo, o presente trabalho foi realizado, de modo a auxiliar com dados quais fontes apresentam dados positivos nos componentes de rendimento da soja e aveia preta, foi avaliado o efeito residual de diferentes fontes de (P) e em diferentes profundidades de adubação, feitas nos dois anos anteriores a esse trabalho, 2018 e 2019. Nos tratamentos foram utilizadas três fontes de P: Top-Phos®, Superfosfato Simples (SFS), e Fosfato Natural Reativo aplicados a lanço (superfície), no sulco da semeadura nas profundidades de 5,0, 8,0 e 11,0 cm, além da testemunha sem adubação fosfatada. O trabalho contou com três anos de avaliações, 2020/2021, 2021/2022 (soja) e 2022 (aveia preta), no qual foi avaliado os componentes de rendimentos da cultura da soja e a produção de massa seca da aveia. O delineamento experimental foi blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e 13 tratamentos em unidades experimentais divididas em parcelas do tamanho de 12 x 2,5 metros, com 30 m² cada. Os dados foram submetidos ao método estatísticos diferença mínima significativa (LSD), com confiabilidade de 95%. No ano safra 2020/2021, o rendimento da soja apresentou ganhos com o uso das fontes Top-Phos® e Fosfato Natural, no ano safra 2021/2022 na cultura da soja, o peso de mil grãos, apresentou ganhos nas fontes Top-Phos® e Fosfato Natural, e para a Massa Seca da aveia no ano de 2022 a fonte Super Fosfato Simples apresentou maior acúmulo de biomassa. Houve maior ganho de produção na soja 2020/2021 em função de profundidades maiores de deposição dos fertilizantes, nas fontes SFS e Top-Phos® a maior produção ocorreu na camada de deposição de 11 cm, já para a fonte FN a maior produção ocorreu na camada 5 cm, de forma geral a soja teve melhores respostas em relação as fontes do que a aveia preta. Portanto, é possível o uso dessas fontes no manejo de fertilidade do solo.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; Fertilizante; Fonte de Fósforo; Produção vegetal.

ABSTRACT

Phosphorus (P) is one of the primary macronutrients most required by plants, being essential for development and production. Due to its affinity with iron (Fe) and aluminum (Al) oxides in the soil, the availability of this nutrient is limited to plants. There are several sources of P currently available to producers, for this reason, the present work was carried out, in order to assist with data which sources present positive data in the yield components of soybean and black oat, the residual effect of different sources was evaluated of (P) and at different fertilization depths, made in the two years prior to this work, 2018 and 2019. Three sources of P were used in the treatments: Top-Phos®, Simple Superphosphate (SFS), and Reactive Natural Phosphate applied to haul (surface), in the sowing furrow at depths of 5.0, 8.0 and 11.0 cm, in addition to the control without phosphate fertilization. The work had three years of evaluations, 2020/2021, 2021/2022 (soybean) and 2022 (black oat), in which the soybean crop yield components and oat dry mass production were evaluated. The experimental design was randomized blocks (DBC), with four replications and 13 treatments in experimental units divided into plots measuring 12 x 2.5 meters, with 30 m² each. Data were submitted to the least significant difference (LSD) statistical method, with 95% reliability. In the 2020/2021 crop year, the soybean yield showed gains with the use of Top-Phos® and Natural Phosphate sources, in the 2021/2022 crop year in the soybean crop, the weight of a thousand grains, showed gains in the Top-Phos sources ® and Natural Phosphate, and for the Dry Mass of oats in the year 2022, the source Super Simple Phosphate showed the highest accumulation of biomass. There was a greater production gain in soybean 2020/2021 due to greater fertilizer deposition depths, in the SFS and Top-Phos® sources the highest production occurred in the 11 cm deposition layer, while for the FN source the highest production occurred in the 2020/2021 layer. layer 5 cm, in general, soy had better responses in relation to the sources than black oats. Therefore, it is possible to use these sources in soil fertility management.

Keywords: Soil fertility; Fertilizer; Phosphorus Source; Vegetables production.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 1.1 Justificativa..... | 8 |
| 2 OBJETIVOS..... | 9 |
| 2.1 Objetivos geral | 9 |
| 2.2 Objetivos específico | 10 |
| 3 REVISÃO DA LITERATURA | 10 |
| 3.1 Importâncias da cultura da soja no Brasil | 10 |
| 3.2 Aveia como planta de cobertura | 11 |
| 3.3 Fósforo no solo | 11 |
| 3.4 Fontes de fósforo | 13 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 4.1 Localização e caracterização da área experimental..... | 15 |
| 4.2 Caracterizações química do solo..... | 15 |
| 4.3 Conduções do experimento | 16 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 24 |
| REFERÊNCIAS | 24 |

1 INTRODUÇÃO

O Fósforo (P) é um dos macronutrientes primários essenciais para o desenvolvimento e produção da planta. (VERZUTTI, 2021). O P no solo pode ser encontrado na forma de P não Lábil, ou seja, o P que se encontra adsorvido a superfície de um mineral por mais tempo, esse P está indisponível para as plantas.

Outra forma de P no solo, é o P lábil, ou seja, um P de adsorção recente, que pode ser mais facilmente retirado da solução do solo e ser utilizado pela planta. Por último, temos o P que está presente na solução do solo e que estará prontamente disponível para absorção das plantas após a adoção de uma adubação mineral ou orgânica. (VERZUTTI, 2021).

Durante anos os adubos que são mais utilizados na agricultura brasileira são os fosfatos solúveis e os fosfatos naturais, e isso continua na atualidade. A escolha da fonte de P, tem como base a sua eficiência em suprir o P para as plantas e a sua relação custo/benefício (ALMEIDA, et al., 2016).

As fontes de P com elevada solubilidade apresentam maior eficiência em menor espaço de tempo, quando comparada aos fosfatos naturais, porém, em solos tropicais, a elevada adsorção de P pelos colóides do solo, o P oriundo através das fontes de adubação mais solúveis pode ser retirado e convertido em formas menos disponíveis para a planta com o passar do tempo, diminuindo sua eficiência técnica (LOURENZI et al., 2014).

A adoção do sistema de plantio direto (SPD) aumenta a eficiência do P em relação ao sistema de plantio convencional (SPC) (NUNES 2015). O menor revolvimento do solo ocasiona diminuição da exposição do P a novos sítios de adsorção e diluição do P no perfil do solo, o acúmulo de M.O (matéria orgânica) na camada superficial do solo, contribui para o incremento de P nas formas mais lábeis, devido a capacidade de solubilizar P através da exsudação das raízes, a qual contém ácidos orgânicos que proporcionam suprimento de P às plantas, agindo na dissolução dos colóides, resultando na maior eficiência da adubação fosfatada (SOUSA et al., 2010).

Para solucionar o problema da adsorção de P, pesquisas relacionadas a adubos revestidos vêm sendo desenvolvidas (JAGADEESWARAN et al., 2005; GUARESCHI et al., 2011), como o fertilizante TOP-PHOS®, que foi avaliado nesse

trabalho, caracteriza-se como fonte de fertilizante fosfatado protegido pela tecnologia CSP, uma molécula que promove a proteção do P da fixação com Al, Fe e Ca, fazendo com que ele se torne mais aproveitado e disponível para as plantas, além de outras características, como maior efeito residual estimulando o crescimento radicular da cultura, promovendo maior absorção de água e nutriente. (ALMEIDA, et al., 2016).

O P é um nutriente considerado de baixa mobilidade no solo, devido a sua fixação pelos minerais da argila, devido as características dos solos tropicais que apresentam altos teores de óxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al), (PEREIRA, 2009). A alta capacidade dos solos em reter P na fase sólida ocasiona limitação para o desenvolvimento da atividade agrícola. (GAZOLA et al., 2013). Estudos demonstram que 20% a 60% do P aplicado como fertilizante é aproveitado pelas culturas anuais em solos tropicais, sendo necessário uma adubação maior (PEREIRA, 2009).

1.1 Justificativa

Do volume de fertilizantes importados pelo Brasil, os fosfatos representam cerca de 23% do volume total, por conta da dependência de importação, tem-se preocupação com a escassez de adubos fosfatados, pois importamos mais da metade do fósforo que utilizamos, cerca de 55%, aproximadamente 24,96 milhões de toneladas. (GOVBR, 2020)

Mais de 75% das reservas de fósforo estão localizadas no Marrocos e no Sahara Ocidental, o Brasil possui grandes reservas de matérias primas necessárias para a produção de fertilizantes, como as rochas fosfáticas, mas esbara nas dificuldades para a obtenção do licenciamento ambiental para a exploração dessas reservas (GOVBR, 2020)

O Superfosfato Simples apresenta uma alta solubilidade e eficiência maior em curto espaço de tempo, porém, o fosfato de fonte solúvel é fixado sendo convertido em forma menos disponíveis as plantas (LOURENZI et al., 2014), devido sua fixação no solo aos óxidos de Fe e Al no solo.

A aplicação de fontes de P com menor solubilidade como o Fosfato Natural, geralmente apresentam custo inferior devido ao seu processo de beneficiamento, sendo proveniente de rocha fosfatada com aproximadamente 24% de P,

apresentando baixo teor de P solúvel. Os fosfatos naturais apresentam menor eficiência inicial em relação aos superfosfatos, melhorando após alguns anos de aplicação. (CORRÊA et al., 2005).

Pensando em diminuir a fixação do P e promover uma maior disponibilidade no solo, pesquisas vêm sendo desenvolvidas em relação a produção de adubos revestidos (JAGADEESWARAN et al., 2005; GUARESCHI et al., 2008), um fertilizante que contém essa tecnologia é o Top-Phos®, apresentando em sua composição 3% de N; 28% de P; 10% de Ca; 5% de S; 0,12% de Cu; 0,12% de B; 0,3% de Mn e 0,3% de Zn. Propõe-se que o fertilizante fosfatado protegido promova uma proteção do elemento P da fixação com Al, Fe e Ca, tornando este nutriente mais disponível e aproveitável pelas plantas (ALMEIDA et al., 2016).

Uma técnica para a redução das perdas de P é através da adoção de fonte com liberação gradual, que reduz a adsorção do P pelos coloides do solo, fazendo com que ocorra um menor contato do P com os óxidos de Fe e Al e a argila seja menor, diminuindo a formação de compostos estáveis (SILVA et al., 2012; GAZOLA et al., 2013).

O plantio é o único momento em que é possível realizar a adubação fosfata em profundidade, no sulco da plantadeira e próximo das raízes da planta (SANTIAGO, 2005), esse posicionamento é importante, visto que o P é um elemento considerado de baixa mobilidade, devido a sua fixação pelos minerais da argila, Al e Fe (PEREIRA, 2009).

Portanto, apesar das pesquisas que já se tem desenvolvidas, são poucas as informações de pesquisa testando o efeito residual das fontes de P solúvel, P natural e P protegido. Por isso é importante a realização desse trabalho, afim de se avaliar a eficiência residual das fontes, em diferentes profundidades, obtendo-se uma relação de eficiência, para assim, ajudar os agricultores em uma escolha mais assertiva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos geral

Avaliar o efeito residual de diferentes fontes de (P) e em diferentes profundidades nas culturas da soja (*Glycine Max*) e aveia preta (*Avena strigosa*),

após duas safras consecutivas fazendo uso das fontes de P, Top-Phos®, Superfosfato Simples (SFS), e Fosfato Natural Reativo.

2.2 Objetivos específico

Apurar a respostas das culturas da soja e aveia preta, sob o efeito residual das diferentes fontes de P e de profundidades de aplicação;

Verificar qual das fontes terá maior eficiência de uso para cultura da soja em relação aos seus componentes de rendimento, peso de mil grãos (PMG) e produção final.

Levantar qual das fontes resultará em maior acúmulo de massa seca na aveia, da parte área.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Importâncias da cultura da soja no Brasil

A soja é considerada o grão de maior importância econômica mundial, sendo a principal fonte de renda para muitas propriedades rurais brasileiras, cultivada tradicionalmente na primeira safra, a cada ano vem ganhando espaço em relação as áreas para exploração de grãos devido a sua rentabilidade, além do surgimento de sementes resistentes, atrelado a alta demanda pelo mercado consumidor (SANTOS, 2021).

A soja na década de 70 era tradicionalmente cultivada na região sul, mas com as novas tecnologias, como o desenvolvimento de cultivares adaptadas as mais diversas regiões brasileiras, expandiu em área cultivada no Brasil e a produtividade da cultura. (APROSOJA BRASIL).

Na safra de 1976/1977 a produtividade média da soja no Brasil era de 1.748 kg.ha⁻¹, nos tempos atuais a produtividade já ultrapassou as 3 t.ha⁻¹ (CONAB, 2021), isso é destaque dos avanços tecnológicos na agricultura nacional. Na última safra 2020/2021, o Brasil teve um aumento de 4,2% da área cultivada com soja em comparação com a safra 2019/2020, já a produtividade teve um aumento de 4,5%, resultando em uma produção aproximada de 135.911,7 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

No mercado externo, o Brasil é um grande exportador de soja, e seguem com um cenário positivo, a exportação prevista é de 83 milhões de toneladas de soja, sendo a China o principal mercado (CONAB, 2021), essa exportação influencia diretamente toda a economia nacional.

3.2 Aveia como planta de cobertura

A aveia preta (*Avena strigosa*) é uma planta de cobertura amplamente utilizada na agricultura por suas propriedades benéficas ao solo. Além de ser uma fonte de nutrientes para as culturas seguintes, a aveia ajuda a prevenir a erosão do solo e a melhorar sua estrutura, aumentando sua capacidade de retenção de água e nutrientes.

A aveia pode ser uma excelente opção como planta de cobertura em sistemas de produção de grãos, pois sua utilização aumenta a produtividade e a qualidade do solo. A aveia pode aumentar a capacidade de infiltração de água no solo, o que é fundamental para regiões com baixa disponibilidade hídrica (PEREIRA et al, 2019).

Além disso, a aveia pode ser uma importante aliada no controle de plantas daninhas. De acordo com um estudo realizado por Pereira et al. (2011), as deposições de palha de aveia-preta e milheto reduzem a densidade e massa seca das plantas daninhas.

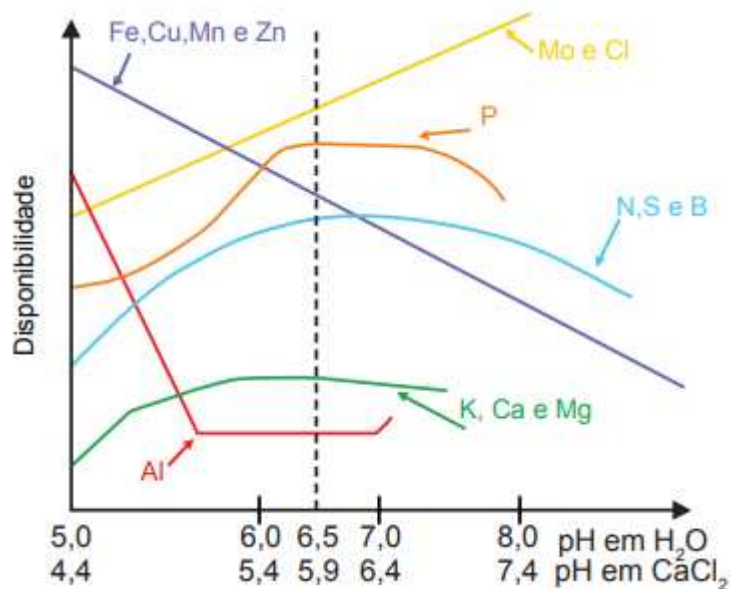
Como planta de cobertura ela agrega diversas propriedades benéficas ao solo e ao sistema de produção agrícola. Sua utilização pode aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do solo e controlar plantas daninhas.

3.3 Fósforo no solo

O P absorvido pelas plantas, encontra-se na solução do solo, absorvido pelas plantas nas formas inorgânicas H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , portanto, o P presente na matéria orgânica (palhada) não está prontamente disponível para a planta, sendo necessário passar pela ação dos microrganismos para transformação em forma inorgânica (MAISSOJA, 2021).

Dentre os fatores que afetam a disponibilidade do P para as plantas podemos destacar os níveis de P no solo, teor de argila, M.O e o pH, Segundo Gitti & Roscoe (2017), a maior disponibilidade do fósforo no solo é observada em faixas de pH variando entre 6 e 7 (FIGURA 1).

Figura 1 - Disponibilidade de fósforo em função do pH.



FONTE: EMBRAPA (2013).

O P é um nutriente considerado de baixa mobilidade no solo, devido a fixação aos minerais de argila, isso ocorre devido as características dos solos tropicais os quais apresentam altos teores de óxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al) em sua composição (PEREIRA, 2009).

Desta forma, os sistemas de cultivos necessitam de constantes aplicações de P, em quantidades relativamente elevadas para garantir a produtividade das culturas, para maximizar a eficiência da absorção do nutriente pela planta, um dos principais cuidados é a profundidade de deposição do P, o ideal é que seja realizado o mais próximo possível da raiz, ou seja, seja aplicado em profundidade no momento da semeadura (SANTIAGO, 2005).

Com a adoção do Sistema de Plantio Direto (SPD) interferência positivas na dinâmica do P no solo é observado, com o decorrer do tempo de adoção do SPD, há um aumento dos teores de nutrientes, principalmente fósforo, e, em menores proporções, também de cálcio, magnésio e potássio, na camada de 0 a 5 cm do solo

(WIETHÖLTER et al., 1997). Outro benefício que é possível observar da M.O sobre a disponibilidade do P, é a formação de complexos organometálicos, que envolve o recobrimento da superfície dos óxidos de Fe e Al por moléculas dos ácidos húmico, acético e málico, de maneira a reduzir os sítios de fixação de P (ANDRADE et al., 2003).

Neste sistema conservacionista, a aplicação de P no sulco ou a lanço, e o menor revolvimento do solo, diminui as taxas de erosão, resultando na saturação gradual dos sítios de maior afinidade do nutriente, fazendo com que o P remanescente seja redistribuído em frações retidas com menor energia e maior disponibilidade as plantas (RHEINHEIMER et al., 2000). A consequência da saturação dos sítios de adsorção de P, é a maior concentração de P na solução do solo, na camada superficial do solo, favorecendo, ao menos nos períodos iniciais de desenvolvimento da cultura, uma maior absorção pelas raízes (ANGHINONI, 1992; CASTILHOS; ANGHINONI, 1988).

Por essas razões, o SPD, favorece a eficiência e aproveitamento de P pelas plantas cultivadas.

3.4 Fontes de fósforo

O fósforo (P) é constituído por ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, fosfolipídios, entre outros, desempenhando papel fundamental em reações que envolvem ATP (trifosfato de adenosina) na planta, a ATP é a principal fonte de energia para a realização da fotossíntese, divisão celular, transporte de assimilados e carga genética (Taiz et al., 2017).

Existem diversas fontes de P disponíveis, entretanto, o mais importante no momento da escolha da fonte é a determinação do custo de pontos (unidade) de P_2O_5 que será utilizada (GITTI E ROSCOE, 2017). Cada fonte tem suas particularidades, como por exemplo a presença de outros nutrientes e solubilidade, portanto, cabe analisar a escolha da fonte levando em consideração o custo e a disponibilidade. Dentre as principais fontes de P, pode-se citar as fontes solúveis e insolúveis.

As principais fontes de P solúvel em água são: Fosfato Monoamônico (MAP), com cerca de 48% de P_2O_5 , 9% de N, mínimo de 44% solúvel em água;

Fosfato Diamônico (DAP) com cerca de 45% de P_2O_5 , 16% de N, mínimo de 38% solúvel em água; Super fosfato simples, cerca de 18% de P_2O_5 , 18% a 20% de Ca e 10% a 12% de S, mínimo de 16% de solúvel em água; Superfosfato triplo, com cerca de 41% de P_2O_5 , 12% a 14% de cálcio, mínimo de 37% solúvel em água (GITTI E ROSCOE, 2017).

Dentre as fontes que apresentam baixa solubilidade e insolúvel em água, destacam-se o Fosfato Natural (insolúvel), com cerca de 24% de P_2O_5 , 23% a 27% de Ca, mínimo de 4% solúvel em ácido cítrico e o Termofosfato Magnesiano, cerca de 17% de P_2O_5 , 18% a 20% de Ca, mínimo de 14% solúvel em ácido cítrico. (GITTI E ROSCOE, 2017).

O Superfosfato Simples é pioneiro quando se trata de fertilizante fosfatados, é o primeiro fertilizante fabricado de forma industrial, tem uma grande demanda devido as suas concentrações de fósforo, enxofre e cálcio que estão prontamente disponíveis para a absorção das plantas (BR FÉRTIL, 2018). É o fertilizante fosfatado que apresenta a maior amplitude de oferta e tem como diferencial a presença de enxofre na forma de sulfato de cálcio, (AEGRO, 2020).

O Fosfato Natural, é obtido principalmente a partir de rochas sedimentares, como a fosforita. Essas rochas são formadas pelas deposições de restos animais marinhos, apresentando como característica alta porosidade e reatividade. (VELOSO, 2021)

Como o P normalmente é recomendado sob formas altamente solúveis (superfosfatos simples e triplo), em contato com a água liberam ácido fosfórico e fosfatos ácidos de cálcio, em solos ácidos muito intemperizados estes fosfatos fixam os óxidos de Fe, Al e Mn ocasionando retenção de P no solo (MAGALHÃES, 1993).

A opção pela aplicação de fosfatos naturais nos solos ácidos ocorre devido a sua lenta solubilização, promovendo redução da fixação de P no solo (BARBOSA FILHO 1984). Esta solubilidade mais lenta provoca efeito residual mais longo, embora os índices de recuperação destes fosfatos sejam inferiores aos obtidos com as fontes solúveis (GOEDERT, 1983).

O Top-Phos® é caracterizado por proporcionar maior disponibilidade de P, maior concentração de nutrientes em sua composição, gerando economia e otimização no tempo de plantio (SILVA et al., 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido na área experimental de Ensino, Pesquisa e Extensão, pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus de Dois Vizinhos-PR, localizada nas coordenadas geográficas com latitude 25°41'32" S, longitude 53°05'42" W em uma altitude de 561 metros. O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2018). O clima da região é classificado como sub tropical do tipo Cfa (Clima subtropical úmido) na escala de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013).

A área em que o experimento foi desenvolvido está sendo cultivada no Sistema de Plantio Direto há mais de 15 anos, com as culturas de foco comercial no verão Soja (*Glycine Max*) e milho (*Zea Mays*), e com as gramíneas no inverno, aveia preta e azevém. Nos anos de 2018/2019 e 2019/2020 a cultura estival que foi implementada na área experimental foi o milho (PIZZATO, 2021), e na safra de 2020/2021 e 2021/2022 foi a cultura da soja, sendo implementado a aveia preta no inverno de 2022.

4.2 Caracterizações química do solo

Valores dos atributos químicos da área experimental obtidos no trabalho anteriormente realizado na área, através de análise de solo. Foi realizado coleta de solo no ano de 2018, antes da implementação da cultura do milho, na profundidade de 0,0 a 20,0 cm, realizado uma única coleta no centro de cada parcela (tabela 1), (PIZZATTO, 2021).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental, mehlich- 1: matéria orgânica (MO, g dm⁻³) e saturação de base (V%)

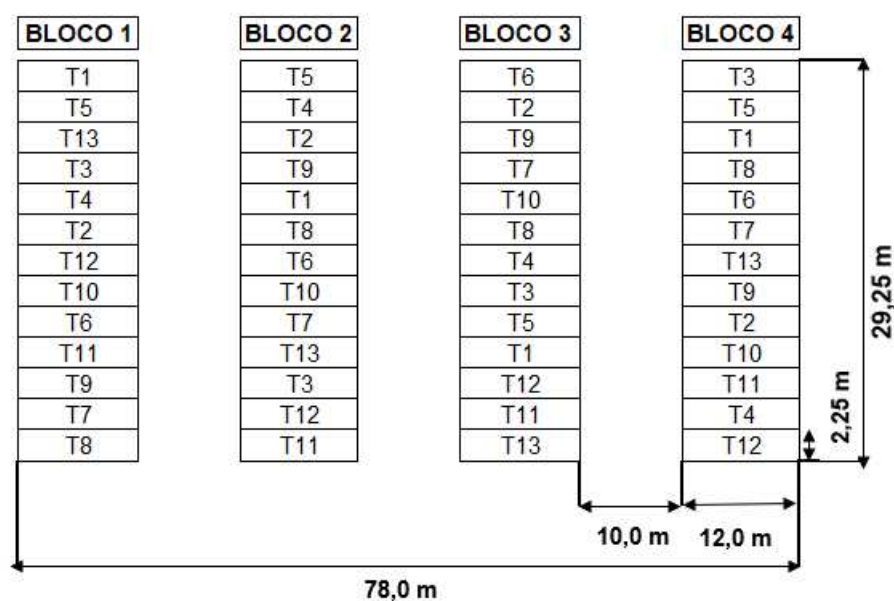
| Variáveis | Média | Mediana | Mínimo | Máximo |
|------------------------------|-------|---------|--------|--------|
| MO | 51,45 | 51,6 | 33,51 | 67,01 |
| P (mg dm ⁻³) | 18,02 | 16,25 | 9,62 | 45,57 |
| K (cmolc dm ⁻³) | 0,77 | 0,75 | 0,19 | 1,65 |
| pH (CaCl ₂) | 5,93 | 5,95 | 4,60 | 6,90 |
| Ca (cmolc dm ⁻³) | 8,93 | 8,80 | 4,80 | 13,20 |
| Mg (cmolc dm ⁻³) | 2,24 | 2,20 | 1,40 | 3,50 |
| V% | 78,55 | 80,22 | 55,38 | 90,41 |

Fonte: PIZZATO (2021)

4.3 Condições do experimento

Foi utilizado o delimitamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial, composto por 12 tratamentos + tratamento testemunha, com quatro repetições, totalizando 52 unidades experimentais. As parcelas consistem de 12,0 m de comprimento e 2,25 m de largura, totalizando uma área de 30,0 m² cada (Figura 2). O método estatístico para análise dos resultados, foi o teste da diferença mínima significativa (LSD).

Figura 2 - Croqui do experimento, em esquema fatorial conduzido em delineamento de blocos casualizados, em função das fontes de fósforo e profundidades de adubação. UTFPR, Dois Vizinhos – PR



Fonte: PIZZATTO (2021).

Foi avaliado o efeito residual dos 13 diferentes tratamentos (Tabela 2), que contém as três diferentes fontes de P, Superfosfato Simples (SFS) 19% de P_2O_5 , Top-Phos® 28% de P_2O_5 , e Fosfato Natural Reativo (FNR) 24% de P_2O_5 , sendo avaliado o efeito residual dos quatro métodos de aplicação, a lanço 0 cm (superfície) e três aplicações no sulco da semeadura, em 5,0, 8,0 e 11,0 cm de profundidade, mais tratamento testemunha sem aplicação de P. A quantidade de P_2O_5 que foi aplicado na área nos anos de 2018, 2019 foi de 80 kg ha^{-1} , estimando uma produtividade de 12 t ha^{-1} de milho, nos anos de 2020, 2021 e 2022 não foi realizada aplicação de adubação fosfatada, como forma de avaliar o efeito residual da adubação anterior.

Tabela 2 - Relação e designação dos tratamentos realizado no trabalho anterior da área experimental. UTFPR, Dois Vizinhos – PR

| Tratamentos | Fonte de fósforo | Profundidade de adubação (cm) |
|-------------|------------------------------------|-------------------------------|
| T1 | Fosfato Natural Reativo | 0,0 |
| T2 | Top-Phos® | 0,0 |
| T3 | Superfosfato Simples | 0,0 |
| T4 | Fosfato Natural Reativo | 5,0 |
| T5 | Top-Phos® | 5,0 |
| T6 | Superfosfato Simples | 5,0 |
| T7 | Fosfato Satural Reativo | 8,0 |
| T8 | Top-Phos® | 8,0 |
| T9 | Superfosfato Simples | 8,0 |
| T10 | Fosfato Natural R | 11,0 |
| T11 | Top-Phos® | 11,0 |
| T12 | Superfosfato Simples | 11,0 |
| T13 | Testemunha - Sem adição de fósforo | -- |

Fonte: PIZZATTO (2021)

Os plantios das culturas da soja foram realizados com plantadeira pneumática, pantográfica, com espaçamento de 0,45 m, a aveia preta foi plantada com a semeadeira de inverno, com espaçamento de 0,17m. Para a safra de 20/21 foram arrancadas plantas em 4 m linear por unidade experimental, no ano 21/22 devido à seca, foram arrancadas plantas em 5 m linear, e posteriormente, foi realizado a debulha das plantas no batedor elétrico. A aveia foi realizada a coleta de $0,25 \text{ m}^2$ por unidade experimental.

A cultura da soja implementada foi Brasmax Zeus IPRO®, estando final de aproximadamente 288 mil plantas por hectare, todas as pulverizações foram

tratorizadas, com um pulverizador hidráulico, sendo utilizado diversos herbicidas, fungicidas e inseticidas, afim de expressar o máximo potencial produtivo das culturas.

Os componentes avaliados foram, produção da soja (kg ha^{-1}), peso de mil sementes (PMG), em gramas e a massa seca (MS) da aveia (kg ha^{-1}). A produtividade foi obtida pela colheita das amostras debulhadas na área útil de cada unidade experimental, umidade corrigida e posteriormente esses dados foram extrapolados para a área referente a um hectare.

Para obter o PMS, foi retirado a impureza, onde obtemos a amostra de trabalho, posteriormente, foi contado 800 grãos e extrapolado os valores para 1000 grãos, conforme é determinado pela Regra para análise de Sementes (Ministério da agricultura, 2009).

A massa seca da aveia foi realizada coletando $0,25 \text{ m}^2$ da parte área de cada unidade experimental, levada a estufa por 120 horas, a 45°C .

Os resultados relacionados aos componentes de rendimento da soja, pms e MS da aveia, foram submetidos ao método estatístico Diferença Mínima Significativa (LSD) com um nível de confiança de 95%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a tabela 3, o rendimento da soja em função das diferentes fontes de P, em 2020/2021, obteve o melhor resultado com TOP-PHOS® e Fosfato Natural, que não se diferenciaram significativamente, seguido por SFS e testemunha.

Resultados semelhante ao encontrado por Haach (2017) que testou o uso de SFS, termofosfato e Top-phos® na produção da soja, não foi encontrado diferença estatística entre os fertilizantes utilizados, somente destes em relação à testemunha. Para o experimento de doses do fertilizante Top-Phos® houve resposta quadrática para a produtividade de grãos em função das doses de P_2O_5 . A máxima eficiência técnica do fertilizante é na dose de $109 \text{ kg de } \text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$.

De acordo com Artuso (2018), constatou que as fontes, fosfato natural e superfosfato triplo apresentam semelhanças, na cultura da soja.

Fontoura et al. (2010), testou o uso de doses de superfosfato triplo e fosfato natural reativo durante 6 anos, onde verificou não haver diferença na produtividade

da soja, utilizando a fonte solúvel e a não solúvel.

A produção final da soja 2021/2022 e o PMG 20/21 não obteve diferença estatística, isso pode ter ocorrido devido aos teores altos e muito altos de P no solo (tabela 1), solos com mais de 40% de argila e mais de 10 mg dm³ de P (MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DO PARANÁ, 2019), onde apenas a mudança de fonte e a ausência de P, não foi possível obter uma diferença estatística, conforme é afirmado pela Embrapa “para teores muito altos de P no solo, pode-se deixar de realizar a adubação fosfatada por um ano ou mais, até o retorno para a classe alto, sem comprometer o potencial produtivo” (SOUSA et al., 2016).

Lana et al. (2014) realizaram um estudo que verificou que não houve uma resposta significativa na massa de mil grãos do milho com a aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 30, 60, 90, 120 kg ha⁻¹ na forma de P₂O₅) e duas fontes de adubação fosfatada, Umostart (46% de P₂O₅) e fosfato monoamônico (MAP) (48% de P₂O₅). Isso se deve ao fato de que os níveis desse nutriente no solo estavam adequados, ou seja, não havia a necessidade de suplementação adicional para obter aumento na massa dos grãos de milho.

Tabela 3 - PFS (Produção final da soja), PMG (Peso de Mil Grãos) e MAS (Massa Seca Aveia) em função das fontes de adubação fosfatada, nas safras 2020/2021 e 2021/2022. UTFPR, Campus Dois Vizinhos – PR, 2023

| Fontes de Fósforo | Fontes | | | |
|----------------------------------|---------|--------|-----------|-------------------|
| | FN | SFS | TOP-PHOS® | Testemunha |
| PFS 20/21 (kg ha ⁻¹) | 4051 ab | 3914 b | 4409 ab | 3650 b |
| PMG soja 20/21 (g) | 148 | 151 | 153 | 148 ^{ns} |
| PFS 21/22 (kg ha ⁻¹) | 569 | 638 | 660 | 549 ^{ns} |
| PMG soja 21/22 (g) | 168 a | 162 b | 165 ab | 158 b |
| MSA (kg ha ⁻¹) | 3501 b | 4285 a | 3480 b | 3881 ab |

^{ns}: não significativo; *Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de LSD, 95% de confiabilidade. Fonte: autoria própria (2023)

Outra explicação possível para a não diferença estatísticas na produção da soja, foi o efeito do déficit hídrico ocorrido na safra 21/22, em que o acumulado de chuva em dezembro de 2021, foi de 2 mm (GEBIOMET, 2021), a soja estava no estágio fenológico de R3 a R4, esse déficit hídrico fez com que a soja produzisse pouco, média de 604 kg ha⁻¹, inferior a produção nacional, que foi de 3026 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2022), e inferior a media da região oeste do paraná, que foi estimada em 1272 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Essa seca afetou severamente o segmento da

agricultura do Paraná, reduzindo em 13% o faturamento bruto da agricultura, que foi de R\$ 85,1 bilhões (SEAB, 2023).

O componente de rendimento PMG 21/22, obteve o maior resultado nas fontes FN e TOP-PHOS®, seguidos por SFS e testemunha, como não era aplicado P no solo a mais de dois anos, e devido à baixa solubilidade de fosfatos naturais nos solos (BARBOSA FILHO 1984). O efeito residual do FN conseguiu expressar maior PMG na soja. FN E TOP-PHOS® não apresentaram diferença estatística.

Para a MSA, SFS e testemunha não apresentaram diferença significativa, seguidos por FN e TOP-PHOS®.

Pereira (2017) evidenciou que ocorre o aumento da produção de matéria seca da parte aérea das plantas de aveia com o aumento das doses de fósforo, independentemente da fonte de fósforo utilizada. O superfosfato simples demonstrou ser a fonte de fósforo mais eficiente, resultando em maior produção de matéria seca nas plantas de aveia.

Sendo assim, todas as fontes apresentaram resultados positivos em relação a testemunha, em especial ao Fosfato Natural, que por sua baixa solubilidade, apresentou resultados positivo na PFS 20/21 e PMG da soja 21/22, sendo similar a fonte mais utilizada atualmente de P, o SFS. Isso ocorre devido ao considerável aumento de eficiência relativa das fontes menos solúveis (fosfato natural) com o passar do tempo, esta explicação está relacionada as condições que interferem na dissolução dos fosfatos reativos (RESENDE et al. 2006).

O SFS apresentou destaque na MSA, já o TOP-PHOS®, obteve destaque no PFS 20/21 E PMG SOJA 21/22

Tabela 4 - Fosfato Natural (FN), Super Fosfato Simples (SPS) e TOP-PHOS em função de diferentes profundidades e componentes de rendimento, Peso de mil grãos (PMG), Produção Final Soja (PFS) e Massa Seca Aveia (MSA), nas safras 2020/2021 e 2021/2022. UTFPR, Campus Dois Vizinhos – PR, 2023.

| Profundidades | Safr 2020/2021 | |
|-------------------|----------------------|----------------------------|
| | PMG soja (g) | PFS (kg ha ⁻¹) |
| T1 (FN 0) | 146,50 ^{ns} | 3986,0 bc |
| T2 (FN 5) | 153,90 | 4590,25 ab |
| T3 (FN 8) | 145,25 | 4041,25 bc |
| T4 (FN 11) | 148,72 | 3587,00 c |
| T5 (TOP-PHOS® 0) | 144,99 | 3633,25 c |
| T6 (TOP-PHOS® 5) | 158,28 | 4177,50 bc |
| T7 (TOP-PHOS® 8) | 160,82 | 4694,00 ab |
| T8 (TOP-PHOS® 11) | 148,82 | 5133,00 a |
| T9 (SPS 0) | 151,15 | 3770,50 c |
| T10 (SPS 5) | 150,25 | 3806,25 c |
| T11 (SPS 8) | 151,15 | 3951,25 bc |
| T12 (SPS 11) | 153,57 | 4131,25 bc |
| Testemunha | 150,57 | 3650,50 c |

^{ns}: não significativo; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste LSD, 95% de confiabilidade. Fonte: autoria própria (2023)

Na safra 20/21, foram avaliados os componentes de rendimento da cultura da soja, sendo eles o PMG e a produção final da cultura, em função das diferentes fontes e profundidades.

Analisando a tabela 4, no ano de 2020/2021 a produção final da soja, podemos observar que a fonte Fosfato Natural, na profundidade de 5 cm (T2) e top-phos® 8 e 11 cm (T7 E T8), não apresentaram diferença estatística, o tratamento top-phos® 11 cm de profundidade, obteve a maior produção entre os demais tratamentos.

Este resultado é correlato com Almeida et al. (2016), o qual verificou que o uso do fertilizante fosfatado protegido demonstrou ser eficiente na cultura do milho, especialmente no aumento da produção de massa de matéria seca e na produtividade de grãos, em comparação com o superfosfato simples, em solos com correção de acidez e teores médios a altos desse nutriente.

Os tratamentos T1 (FN 0), T2 (FN 5), T3 (FN 8), T6 (TOP-PHOS® 5), T7 (TOP-PHOS® 8), T11 (SPS 8) e T12 (SPS 11) não apresentaram diferença significativa entre si. T1 (FN 0), T3 (FN 8), T4 (FN 11), T5 (TOP-PHOS® 0), T6 (TOP-PHOS® 5), T9 (SPS 0), T10 (SPS 5), T11 (SPS 8), T12 (SPS 11) e

Testemunha, apresentaram as piores produções e não se diferenciaram estatisticamente.

A produtividade média da soja variou entre 3.587 a 5.133 kg ha⁻¹, obtendo uma média maior do que a produção nacional de soja, que fechou em 3.528 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021).

A fonte FN, teve a maior produção na profundidade 5 cm, obtendo 4590,25 kg ha⁻¹, já a menor produção foi com a profundidade de 11 cm, obtendo 3587 kg ha⁻¹. Na fonte Top-Phos®, houve um acréscimo em produção em profundidades maiores, a menor produção foi de 3633,25 kg ha⁻¹ em 0 cm, já a maior produção foi de 5133 kg ha⁻¹, na profundidade de 11 cm. SPS também apresentou a mesma característica, a menor produção foi em 0 cm, apresentando 3770,50 kg ha⁻¹, a maior foi na profundidade de 11cm, com produção de 4131,25 kg ha⁻¹.

A fonte Top-Phos® obteve uma produção da soja maior em relação aos demais tratamentos, na safra 20/21, em especial nas profundidades de 8 e 11 cm de deposição.

Na tabela 4, é possível observar as baixas produções, próximas a testemunha, e sem diferença estatística, adubações em baixas profundidades 0 e 5 cm e FN em 11 cm de profundidade.

O componente de rendimento PMG, na safra 20/21 não obteve diferença estatísticas entre os tratamentos, com uma média de 151 g o peso de mil grãos.

Produções maiores em profundidades maior, como ocorreu no Top-phos®, SPS, e no FN em 5cm, pode ser explicado devido à baixa mobilidade de P no solo, que é fixado pelos minerais da argila (PEREIRA, 2009).

Os dados contrapõem o estudo de Teixeira et al. (2013) concluíram que em níveis adequados de fósforo no solo possibilita a implementação da técnica de distribuição total de fósforo a lanço (superficial), sem resultar em diminuição da produtividade da cultura da soja. Em solos cultivados com a cultura da soja utilizando o sistema de semeadura direta, sem a presença de compactação na camada superficial, é possível dispensar o uso da haste no mecanismo de aplicação de fertilizantes da semeadora.

Tabela 5 - Fosfato Natural (FN), Super Fosfato Simples (SPS) e TOP-PHOS em função de diferentes profundidades e componentes de rendimento, Peso de mil grãos (PMG), Produção Final Soja (PFS) e Massa Seca Aveia (MSA), nas safras 2020/2021 e 2021/2022. UTFPR, Campus Dois Vizinhos – PR, 2023

| | Safrá 2021/2022 | | |
|-------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|
| | PMG soja (g) | PFS (kg ha ⁻¹) | MSA (kg ha ⁻¹) |
| T1 (FN 0) | 165,30 abcde | 519,75 ^{ns} | 3425,00 ^{ns} |
| T2 (FN 5) | 168,75 abc | 553,75 | 3761,00 |
| T3 (FN 8) | 169,87 ab | 647,75 | 3907,00 |
| T4 (FN 11) | 168,25 abc | 558,00 | 3896,00 |
| T5 (TOP-PHOS® 0) | 167,50 abcd | 599,00 | 4077,00 |
| T6 (TOP-PHOS® 5) | 164,25 abcde | 663,00 | 3796,00 |
| T7 (TOP-PHOS® 8) | 156,75 e | 735,50 | 3825,00 |
| T8 (TOP-PHOS® 11) | 172,00 a | 642,50 | 4090,00 |
| T9 (SPS 0) | 168,37 abc | 618,75 | 3596,19 |
| T10 (SPS 5) | 160,75 cde | 670,00 | 3664,00 |
| T11 (SPS 8) | 162,50 bcde | 647,00 | 3745,00 |
| T12 (SPS 11) | 158,00 e | 618,75 | 3880,00 |
| Testemunha | 159,37 de | 549,75 | 3531,25 |

^{ns}: não significativo; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste LSD, 95% de confiabilidade. Fonte: autoria própria (2023)

Na safra 21/22, foram avaliados a cultura da soja e da aveia, como na safra anterior, na cultura da soja foram avaliados os componentes de rendimento, o PMG e a produção final da soja, já na cultura da aveia, foi realizado a quantidade de massa seca produzida pela aveia, em função das diferentes fontes e profundidades.

A PFS não se diferenciou estatisticamente, devido aos altos teores de P no solo e a baixa precipitação no mês de dezembro de 2021, correlato com os estudos de Fouani e Baraldo (2020), em que a aplicação de formulado NPK a lanço ou em sulco não interferiu nos caracteres de rendimento da cultura de soja.

A Massa Seca da Aveia não se diferenciou estatisticamente em função das diferentes profundidades.

O PMG da soja, obteve diferença estatística, o melhor tratamento foi o T8 (TOP-PHOS® 11) e o pior o T7 (TOP-PHOS® 8), de forma geral, esse componente de rendimento obteve muita variabilidade, devido estiagem sofrida no momento de enchimento de grãos, o que comprometeu o enchimento dos grãos, não sendo possível afirmar que as profundidades de deposição do fertilizante influenciaram no mesmo. Como analisado na tabela 3, de forma geral a Fonte FN e TOP-PHOS® se demonstraram superiores a SFS e a testemunha.

5 CONCLUSÕES

Os efeitos residuais das diferentes fontes e em diferentes profundidades, após dois anos sem adubação fosfatada, mostraram-se positivo em relação a testemunha.

O fertilizante Fosfato Natural, se comportou semelhante as outras fontes, e devido a sua baixa solubilidade apresentou dados positivos no seu efeito residual.

Na safra 2020/2021, rendimento apresentou ganhos com Top-Phos® e Fosfato Natural, seguido por Super Fosfato Simples e testemunha, em 2021/2022, na cultura da soja, o peso de mil grãos, apresentou ganhos nas fontes Top-Phos® e Fosfato Natural, e para a Massa Seca da aveia no ano de 2022 a fonte Super Fosfato Simples apresentou maior acúmulo de biomassa.

De forma geral, a soja respondeu mais a mudança de fontes de fosforo e a profundidade de deposição dos fertilizantes em comparação a aveia.

Ocorreu maior ganho de produção na soja 2020/2021 em função de profundidades maiores de deposição dos fertilizantes, já para produtividade da soja do ano 2021/2022, não obteve diferença significativa.

Portanto, conclui-se que as fontes apresentam efeito residual positivo.

REFERÊNCIAS

AEAGRO. **Solubilidade, formas e diferenças do superfosfato triplo e simples**, 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/superfosfato-triplo/> Acesso em: 11 nov. 2021

ARTUSO, Vitor Alfredo. **Produtividade da soja sob efeito residual de fontes de fósforo e plantas de cobertura de ciclo hibernal**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

ALMEIDA, T.; POCOJESKI, E.; NESI, C. N.; OLIVEIRA, J. P. M.; SILVA, L. S. **Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho**. Revista Scientia Agraria, v. 17, n.1, p. 29-35, 2016.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.;

SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan 2014. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf. Acesso: 15 out. 2021.

ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ VENEGAS, V. H.; NOVAIS, R. F. **Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1003-1011, nov./dez. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/YXv3dkLBdxxwLnzcP9f6Pqw/?format=pdf&lang=pt>
Acesso em: 11 nov. 2021

ANGHINONI, I. **Uso de fósforo pelo milho afetado pela fração de solo fertilizada com fosfato solúvel.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 16, n. 3, p. 349-353, set./dez. 1992.

APROSOJA BRASIL. **A SOJA. Associação Brasileira dos Produtores de Soja.** Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>, Acesso em: 11 nov. 2021.

APROSOJA BRASIL. **SOJA BRASILEIRA: HISTÓRIA E PERSPECTIVAS. Associação Brasileira dos Produtores de Soja, 2020.** Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/comunicacao/blog/2020/08/27/brazilian-soybean-exports/>, Acesso em: 11 nov. 2021.

ARAUJO, F. F. **Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curture natural e compostado.** Acta Scientiarum Agronomy, v. 33, n. 2, p. 355-360, 2011.

BARBOSA FILHO, M.P. **Utilização de fosfatos naturais em solos de cerrado.** Informações Agronômicas, Piracicaba, n.2828, p. 1-4,1984

BRFÉRTIL. **Produtos – Fertilizantes e Matérias-primas.** Disponível em: <http://brfertil.com.br/produto/superfosfato-simples/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

CASTILHOS, D. D.; ANGHINONI, I. **Influência do suprimento de fósforo a diferentes frações do sistema radicular sobre o comportamento do milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 12, n. 3, p. 263-267, set./dez. 1988.

CONAB. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: GRÃOS, SAFRA 2020/21.** 10º Levantamento, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 11 nov. 2021.

CONAB, **CONJUNTURAS DA AGROPECUARIA, 2022.** Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analise-regional-do-mercado-agropecuario/analise-regional-pr-soja/item/download/41159_2e1e8373f647daac6aa4ac18be16eb95. Acesso em: 11 nov. 2022.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2021/22.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4744-producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas>

CONAB. **PORTAL INFORMAÇÕES AGROPECUÁRIAS: SOJA. Companhia Nacional de Abastecimento, 2021.** Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html> , Acesso em: 11 nov. 2021.

CARNEIRO, K. A. A.; AZEVEDO M. C.; FRAGA V. S.; DIAS B. O.; SOUZA T. A. F.; CORRÊA M. M.; ANTONINO A. C. D.; SALCEDO I. H. **PERDAS DE FÓSFORO POR LIXIVIAÇÃO EM NEOSSOLO REGOLÍTICO ADUBADO COM ESTERCO BOVINO CURTIDO EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS**. Revista EDUCAmazônia, v. 23, n. 2, p. 261-285, 2019.

CORRÊA, R. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOUZA, S. K. S.; FREIRE, F. J.; SILVA, G. B. **GAFSA ROCK PHOSPHATE AND TRIPLE SUPERPHOSPHATE FOR DRY MATTER PRODUCTION AND P UPTAKE BY CORN**. Revista Scientia Agricola, v.62, n.2, p.159-164, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília, p. 356, 2018.

EMBRAPA, 2022, **embrapa soybean**.

<https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: mar. 2023.

FOUANI, Arthur Kil; BARALDO, Wermerson Marcos. **Produtividade de soja submetida a diferentes formas de adubação**. Artigo apresentado ao curso de graduação em Agronomia da UNICESUMAR, 2020.

FONTOURA, Sandra Mara Vieira et al. **Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em Latossolo sob plantio direto**. Revista brasileira de ciência do solo. Campinas. Vol. 34, n. 6 (nov./dez. 2010), p. 1907-1914, 2010.

GAZOLA, R. D. N.; BUZETTI, S.; DINALLI, R. P.; FILHO, M. C. M. T.; CELESTINO, T. 90 S. **Efeito residual da aplicação de fosfato monoamônio revestido por diferentes polímeros na cultura de milho**. Revista Ceres, v. 60, n. 6, p. 876-884, 2013.

GEBIOMET, 2021. **Grupo de estudos em biometeorologia**. Vieira, Frederico Márcio Corrêa; Deniz, Matheus. Disponível em: <http://www.gebiomet.com.br/downloads.php>. Acesso em: mar. 2023.

GITTI, D. C.; ROSCOE, R. **MANEJO E FERTILIDADE DO SOLO PARA A CULTURA DA SOJA**. Fundação MS, Tecnologia e Produção: Soja 2016/2017, 2017. Disponível em: https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/267/267/5ae094693ac7eb62b18892214e39e87c4db50d63f6523_capitulo-01-manejo-e-fertilidade-do-solo-para-a-cultura-da-soja-somente-leitura-.pdf, acesso em: 11 nov. 2021.

GOEDERT, WJ. **Avaliação de efeito residual de fosfatos naturais em solos de Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.5, IL 18, p.499-506,1983

GOVBR. **Produção nacional de fertilizantes**, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/documentos/estudos-estrategicos/sae_publicacao_fertilizantes_v10.pdf. Acesso em: 18 nov. 2021.

GUARESCHI R. F., GAZOLLA P. R., PERIN A., SANTINI J. M. K. **Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros**. Ciências Agrotécnicas., v.35, n.4, p.643-648, 2011

HAACH, Renan. **Resposta da cultura da soja a fontes e a doses de fertilizante fosfatado**. 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos.

JAGADEESWARAN R., MURUGAPPAN V., GOVINDASWAMY M. **Effect of slow release NPK fertilizer sources on the nutrient use efficiency in turmeric (Curcuma longa L.)**. World Journal of Agricultural Sciences, v.1, p.65-69, 2005.

LANA, M. C.; RAMPIM, L.; VARGAS, G. Adubação Fosfatada no Milho com Fertilizante Organomineral em Latossolo Vermelho Eutroférico. **Global Science and Technology**, v. 7, n. 1, p. 26-36, 2014.

LOURENZI, C. R. CERETTA, C. A.; CERINI, J. B.; FERREIRA, P. A. A.; LORENSINI, F.; GIROTTO E.; TIECHER T. L.; SCHAPANSKI D. E.; BRUNETTO, G. **Available content, surface runoff and leaching of phosphorus forms in a typic Hapludalf treated with organic and mineral nutrient sources**. Revista Brasileira de 92 Ciência do Solo, v. 38, n.2, p. 544-556, 2014.

LOURENZI, C. R. CERETTA, C. A.; TIECHER, T. L.; LORENSINI, F.; CANCIAN, A.; STEFANELLO, L.; GIROTTO, E.; VIEIRA, R. C.; FERREIRA, P. A. A.; BRUNETTO, G. **Forms of phosphorus transfer in runoff under no-tillage in a soil treated with successive swine effluents applications**. Environ Monit Assess, v. 37, n. 1, p. 187-209, 2015.

MAISSOJA, SANTOS, M. S. **QUAL A IMPORTANCIA DA SOJA PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA?** Disponível em: <https://maissoja.com.br/qual-a-importancia-da-soja-para-a-agricultura-brasileira/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

MAISSOJA, SANTOS, M. S. **Conheças as principais fontes de fósforo (P) disponíveis?** Disponível em: <https://maissoja.com.br/conhecacas-as-principais-fontes-de-fosforo-p-disponiveis/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DO PARANÁ. 2ª EDIÇÃO, Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NEPAR-SBCS). 2019.

MAGALHÃES. A. F. J. **FOSFATOS NATURAIS NO BRASIL**. 1993, disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81543/1/Fosfatos-Naturais-Antonia-Magalhaes-Documentos-53-1993.pdf>, Acesso em: 11 nov. 2021.

MENDES, G. A.; LOPES, J. V. R.; MACHADO, K. C. **Análise de viabilidade da produção de etanol derivado do milho: um estudo comparativo**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 1, n. 6, p. 67-85, 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **REGRAS PARA ANALISE DE SEMENTES**. 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 20 de janeiro 2023.

NORDESTERURAL. **A importância do fósforo para os solos na agricultura.**

Disponível em: <https://nordesterural.com.br/a-importancia-do-fosforo-para-os-solos-na-agricultura/>. Acesso em: 15 out. 2021.

NUNES, R. S.; SOUSA, D. M. G.; GOEDERT, W. J.; REIN, T. A. **Eficiência de uso do fósforo por soja e milho em Latossolo do Cerrado em função do sistema de manejo do solo e da adubação fosfatada por um longo período.** Disponível em: <http://eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1133.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021

PEREIRA, H. S. **Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados.** Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Fertilidade04.pdf>. Visão agrícola Nº 9. 2009. Acesso em: 20 out. 2021.

PEREIRA, Luan Carlos de Almeida. **Morfogênese e rendimento forrageiro da aveia branca (Avena sativa L.) sob fontes e níveis de fósforo.** 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul.

Pereira, R. A., Alves, P. L. C. A., Corrêa, M. P., & Dias, T. C. S. (2011). **Influência da cobertura de aveia-preta e milho sobre comunidade de plantas daninhas e produção de soja.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v6, n1, p.1-10 Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/72273/2-s2.0-80052424737.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: mar., 2023.

PIZZATO, I. F. **Fontes e profundidades de aplicação de fósforo na cultura do milho.** 29 f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURTI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L. F.; **Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 453-466, 2006.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; KAMINSKI, J. **Depleção do fósforo inorgânico de diferentes frações provocada pela extração sucessiva com resina em diferentes solos e manejos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 345-354, abr./jun. 2000.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Adubação mineral.** Ageitec – agência embrapa de informação tecnológica. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_38_711200516717.html. Acesso em 18 nov. 2021.

SEAB, **VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO 2022 Análise dos Resultados Preliminares 21 de junho de 2023,** Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/vbp>. Acesso em: 01 julho de 2023.

SILVA, A. A. SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. **Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual 97 na cultura do milho.** Bioscience Journal, v. 28, n. 1, p. 240-250, 2012

SILVA, J. P. da; SANTOS, M. G. dos; SOUZA, A. H. de; LIMA, M. A. C.
Potencialidades do milho na alimentação humana e animal. Archivos de Zootecnia, v. 65, n. 251, p. 71-82, 2016.

SOUSA, D.M.G.; REIN, T.A.; GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. & NUNES, R.S.
Fósforo. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Eds.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**: volume 2, nutrientes. Piracicaba: INPI - Brasil, 2010. p.67-132.

SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de et al. **Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado.** 2016. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/154889/1/CT-33.pdf>. Acesso em: 2023.

TAIZ, L. et al. **FISIOLOGIA E DESENVOLVIMENTO VEGETAL.** Porto Alegre, ed. 6, 2017.

TEIXEIRA, Rafael Belisario; ROQUE, Cassiano Garcia; LEAL, Aguinaldo José Freitas; MINOTTO, Vagner Andre; FREITAS, Ueslei Carlos de. **Formas de aplicação da adubação fosfatada na cultura da soja em semeadura direta.** **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, MT, v. 11, n. 1, p. 9-15, 2013.

TOSI, Livia Gabriela; SOARES, Paulo Fernando. **A expansão do etanol de milho no Brasil: uma avaliação dos potenciais impactos ambientais e econômicos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 20, n. 1, p. 201-215, 2020. Disponível em:
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672020000100201&lng=en&nrm=iso&tlng=pt.

VALADÃO, F. C. A.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SCAPINELLI, A.; FILIPE RAFAELI DEINA, F. R.; BIANHINI, A. Adubação fosfatada e compactação do solo: sistema radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, p. 243-255, 2015.

VELOSO, C. **As vantagens e limitações do fosfato natural para a adubação agrícola.** 2021, Disponível em: <https://blog.verde.ag/nutricao-de-plantas/as-vantagens-e-limitacoes-do-fosfato-natural-para-a-adubacao-agricola/> **Acesso em: 11 nov. 2021**

VERZUTTI, J. Fósforo para plantas: Conheça a dinâmica desse macronutriente. Disponível em: <https://agropos.com.br/fosforo-para-plantas/>. Acesso em: 15 out. 2021.

WIETHÖLTER, S.; BEN, J. R.; KOCHHANN, R. A.; PÖTTKER, D. **Fósforo e potássio no solo no sistema plantio direto.** In: NUERNBERG, N. J. (Ed.). Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais. Lages: SBCS, Núcleo Regional Sul, 1997. p. 121-147.