

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE AGRONOMIA
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

JOANILSON VIEIRA PRESTES JUNIOR

**FORMAS DE FÓSFORO DO SOLO SOB UTILIZAÇÃO DE
ESTIMULADOR MICROBIOLÓGICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2017

JOANILSON VIEIRA PRESTES JUNIOR

**FORMAS DE FÓSFORO DO SOLO SOB UTILIZAÇÃO DE
ESTIMULADOR MICROBIOLÓGICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Casali

DOIS VIZINHOS

2017

Aos meu pais, Angelita de Fátima Kreling e Joilson Vieira Prestes, que sempre me incentivaram, encorajaram e fizeram de enorme esforço para a realização dessa empreitada, sendo fonte de minhas forças e dedicação.

Dedico este trabalho!

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo à Deus pelo Dom da vida. Aos meus pais, que sempre me mostraram os caminhos corretos, de bem e de caráter, me apoiando e dando forças para as realizações da minha carreira, compartilhando comigo o sonho da formação.

À minha namorada, Stheffani Lucca dos Santos, que desde o início me incentivou a ser melhor a cada dia, por sua paciência comigo e sua intensa dedicação às tarefas, que me inspiram.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, pela estrutura capaz de formar um excelente profissional, proporcionando todas as condições de um ensino público de qualidade.

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Carlos Alberto Casali, primeiramente pela amizade. Por seu comprometimento com o melhor, paciência, extrema sabedoria e capacitação. Por suas cobranças e apoio pessoal, “espremendo a laranja que tem suco” e por sempre acreditar em meu potencial de melhorar cada vez mais.

A todos os colegas de iniciação científica, do grupo de pesquisa em ciência do solo, orientados do Prof. Carlos Alberto Casali, que foram fundamentais para a efetuação deste trabalho e dos demais trabalhos durante os 4 anos de iniciação científica e extensão dentro dessa instituição.

Meus sinceros agradecimentos!



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

FORMAS DE FÓSFORO NO SOLO SOB UTILIZAÇÃO DE ESTIMULADOR MICROBIOLÓGICO

por

JOANILSON VIEIRA PRESTES JUNIOR

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ou esta Monografia ou esta Dissertação foi apresentado(a) em 20 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro(a) Agrônomo(a). O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.(a) Orientador(a)
Carlos Alberto Casali
UTFPR-DV

Membro titular
Elisandra Pocojeski
Instituição de Vínculo

Membro titular
Laércio Ricardo Sartor
UTFPR-DV

Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso

Coordenador(a) do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos

RESUMO

PRESTES JUNIOR, J. V. FORMAS DE FÓSFORO DO SOLO SOB UTILIZAÇÃO DE ESTIMULADOR MICROBIOLÓGICO 2017. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

O fósforo (P) é essencial para as plantas, por isso a manutenção da sua disponibilidade no solo é fundamental, que se dá principalmente com a adubação mineral solúvel. Contudo, o uso indiscriminado da adubação fosfatada pode causar problemas ambientais, principalmente a eutrofização de recursos hídricos superficiais. Para minimizar o uso de fertilizante fosfatado solúvel, deve-se melhorar o uso do P de formas menos lábeis. Nesse sentido, algumas empresas desenvolveram bioestimuladores (Bio) do solo que prometem solubilizar o P de formas orgânicas e inorgânicas de menor labilidade. O trabalho objetivou avaliar as formas de fósforo no solo sob uso de estimulador microbiológico. O projeto foi desenvolvido na UTFPR-DV, sobre um Nitossolo Vermelho manejado sob SPD. Em maio de 2015 foram implantados os tratamentos: (0% p sem Bio) solo sob SPD sem aplicação dos tratamentos, (0% P + Bio) 0% de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (50% P + Bio) 50% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100% P + Bio) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100 % P sem Bio) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, sem aplicação do bioestimulador. Em março de 2016 coletaram-se amostras de solo nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, que foram secadas, moídas e peneiradas e submetidas ao fracionamento químico de P conforme Hedley et al. (1982), com as modificações propostas por Condrón et al. (1985). Os dados referentes ao teor de P foram submetidos à análise de variância e para os efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na camada de 0-5 cm as formas lábeis inorgânicas e orgânicas de P foram maiores que as observadas na camada de 5-10 cm, o que demonstra que o P é pouco móvel no perfil do solo. Também se verifica que as formas lábeis de P na camada de 0-5 cm variaram em função do uso da adubação fosfatada, mas não responderam ao uso do bioestimulador. Por outro lado, o uso do bioestimulador elevou as formas inorgânicas moderadamente lábeis do solo da camada de 0-5 cm, ao mesmo tempo que diminuiu as formas orgânicas moderadamente lábeis. Tanto a adubação fosfatada quanto o bioestimulador não interferiram nos teores totais, geoquímico e biológico de P do solo. Diante dos dados obtidos, conclui-se que o efeito da adubação fosfatada solúvel aplicada em superfície se restringe aos primeiros 5 cm do solo, onde eleva principalmente as formas lábeis inorgânicas do P. O uso do bioestimulador eleva as formas inorgânicas moderadamente lábeis do solo, em função da mineralização das formas orgânicas moderadamente lábeis, principalmente quando associada ao uso de adubação fosfatada mineral.

Palavras chaves: Fósforo no solo; Bioestimulador microbiológico; Adubação fosfatada.

ABSTRACT

PRESTES JUNIOR, J. V. SOIL PHOSPHORUS FORMS UNDER THE USE OF MICROBIOLOGICAL STIMULATOR. 2017. Completion of course work – Federal Technological University of Paraná. 2017

Phosphorus (P) is essential for plants, so the maintenance of their availability in the soil is fundamental, which occurs mainly with soluble mineral fertilization. However, the indiscriminate use of phosphate fertilization can cause environmental problems, especially eutrophication of surface water resources. To minimize the use of soluble phosphate fertilizer, the use of P in less labile forms should be improved. In this sense, some companies have developed a soil biostimulator that promises to solubilize the P in organic and inorganic forms of lower lability. The objective of this work was to evaluate the phosphorus forms in the soil under the use of a microbiological stimulator. The work was developed in UTFPR-DV, on a Red Nitosol under SPD. In May of 2015 the treatments were: (0% p without Bio) soil under SPD without application of the treatments, (0% P + Bio) 0% mineral phosphate fertilization, with application of biostimulator, (50% P + Bio) (100% P without Bio) 100% of the recommended dose of mineral phosphatic fertilizer, with application of the biostimulator, (100% P + Bio) 100% of the recommended dose of mineral phosphate fertilization, with application of the biostimulator, Phosphate mineral fertilization, without application of the biostimulator. In March 2016 soil samples were collected in the 0-5 and 5-10 cm layers, which were dried, ground and sieved and subjected to the chemical fractionation of P as Hedley et al. (1982), with the modifications proposed by Condron et al. (1985). The data concerning the P content were submitted to analysis of variance and for the significant effects the means were compared by the Tukey test at 5% probability. In the 0-5 cm layer the inorganic and organic labile forms of P were larger than those observed in the 5-10 cm layer, which shows that the P is slightly mobile in the soil profile. It is also verified that the labile forms of P in the 0-5 cm layer varied according to the use of phosphate fertilization, but did not respond to the use of the biostimulator. On the other hand, the use of the biostimulator elevated the moderately labile inorganic forms of the soil from the 0-5 cm layer, while decreasing the moderately labile organic forms. Both the phosphate fertilization and the biostimulator did not interfere in the total, geochemical and biological P content of the soil. Based on the obtained data, it is concluded that the effect of soluble phosphate applied to the surface is restricted to the first 5 cm of the soil, where it mainly elevates the inorganic labile forms of P. The use of the biostimulator raises the moderately labile inorganic forms of the soil, Due to the mineralization of the moderately labile organic forms, especially when associated with the use of mineral phosphate fertilization.

Keywords: Phosphorus in soil; Microbiological biostimulator; Phosphate fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Disposição das parcelas e tratamentos.....	17
Figura 2: Coleta de solo realizada com pá de corte	19
Figura 3: Delimitação das profundidades de coleta, 0-5 cm e 5-10 cm	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Formas de Fósforo na camada de 0-5 cm de um Nitossolo Vermelho sob adubação fosfatada mineral e bioestimulador do solo no Sudoeste do Paraná. Dois Vizinhos, 2017..... 22

Tabela 2- Formas de Fósforo na camada de 5-10 cm de um Nitossolo Vermelho sob adubação fosfatada mineral e bioestimulador do solo no Sudoeste do Paraná. Dois Vizinhos, 2017..... 24

Tabela 3- Somatório das frações de fósforo do fracionamento químico e teores de fósforo geoquímico e biológico na camada de 0-5 e 5-10 cm de um Nitossolo Vermelho sob adubação fosfatada mineral e bioestimulador no Sudoeste do Paraná. Dois Vizinhos, 2017..... 25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 FÓSFORO NO SOLO E SUAS TRANSFORMAÇÕES	13
3.2 O SOLO SOB PLANTIO DIRETO	14
3.3 INSUMOS BIOLÓGICOS	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATAMENTOS	17
4.2 ANÁLISE DO SOLO	18
4.3 ANÁLISE DE DADOS	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
6. CONCLUSÃO	26
7. REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O fósforo (P) desempenha muitas funções na planta, assim torna-se um elemento indispensável, principalmente em solos altamente intemperizados, onde a disponibilidade do P é baixa, tornando-se um elemento limitante à produção agrícola. Nesse contexto, para aumentar a produtividade das culturas a adubação fosfatada é fundamental, geralmente feita na forma de fertilizantes minerais solúveis. O P carece de atenção especial, pois é o nutriente com maior dose de recomendação, mesmo não sendo o mais exigido pelas plantas, devido principalmente ao seu baixo aproveitamento (VALE, et al., 1993).

Atualmente, o sistema de manejo do solo mais difundido no Brasil é o Sistema Plantio Direto (SPD), onde o aumento da adubação fosfatada refletiu em tetos produtivos cada vez maiores, porém, pouco se sabe sobre como o P comporta-se em seus compartimentos de estoque do solo. Nesse contexto, novas tecnologias devem ser apontadas para amenizar possíveis encargos ambientais, causados pelo uso indistinto da adubação mineral de P.

A análise de solo é o melhor veículo de informações para tomada de decisão sobre a adubação fosfatada, porém, a determinação do P disponível por Mehlich, método mais utilizado no Brasil, nem sempre caracteriza a real disponibilidade desse nutriente. Assim, em estudos sobre a dinâmica do P no solo para fins de avaliação de insumos que interfiram nela, torna-se importante a determinação de frações menos lábeis. Para tanto, o fracionamento químico de P do solo torna-se pertinente, destacando a metodologia proposta por Hedley et al. (1982), com alterações de Condon (1985), que utiliza sequencialmente extratores químicos, removendo o P inorgânico e orgânico, desde frações mais disponíveis até as mais estáveis.

A bioativação do solo, é uma prática interessante para contornar o problema da disponibilidade de P de estoques menos lábeis. Moraes; Gatiboni (2015) afirmam que a retenção do P por meio da biomassa microbiana apresenta desempenho análogo ao P prontamente disponível, assim atestando que a atividade microbiana pode interferir na ciclagem do P, podendo destacar o envolvimento da atividade microbiana, na qual pode agir no armazenamento do nutriente no tecido microbiano e na mineralização do elemento contido em compostos orgânicos (TIESSEN et al., 1984;

CASALI, 2012), ou também pode ocorrer pela produção enzimática que precipitam a liberação do fosfato de compostos orgânicos (TURNER, 2008). Diante disso, muitas empresas têm lançado no mercado produtos que prometem ativar a biologia do solo, elevando a disponibilidade de nutrientes, principalmente o P.

Logo, o trabalho teve por objetivo avaliar as formas de fósforo do solo sob uso de bioestimulador microbiológico em um Nitossolo vermelho, no Sudoeste do Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve por objetivo avaliar as formas de fósforo do solo sob uso de bioestimulador microbiológico em um Nitossolo Vermelho no Sudoeste do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar as formas de P lábeis e não lábeis do solo sob uso de bioestimulador microbiológico.
- Quantificar as formas de P orgânico do solo sob uso de bioestimulador microbiológico.
- Quantificar as formas de P inorgânico do solo sob uso de bioestimulador microbiológico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 FÓSFORO NO SOLO E SUAS TRANSFORMAÇÕES

O P desempenha muitas funções na planta, sendo muito importante para a fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão de células, crescimento de célula e vários outros processos nas plantas (FAQUIN, 2005). Assim, a presença desse elemento no solo é indispensável, principalmente onde a produção de alimentos e fibras ocorre em larga escala.

O P pode ser encontrado no solo em formas inorgânicas (Pi) e orgânicas (Po), sendo distribuído na solução do solo de acordo com a variação na natureza química do ligante e na energia de ligação entre o solo e este elemento (GATIBONI et al, 2007). O P é constituído por compostos derivados do ácido ortofosfórico e, em alguns casos, dos pirofosfatos, tendo como material de origem, minerais primários como a apatita, e sua liberação ocorre de acordo com o grau de intemperismo que esse material irá sofrendo (RHEINHEIMER, 2008).

Em muitas regiões a disponibilidade do P do solo é baixa, principalmente em solos altamente intemperizados, pois predominam as formas inorgânicas com ligação na fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas, física e quimicamente (RHEINHEIMER, 2008). Assim, o P se torna limitante à produção agrícola, sendo necessário a realização de acréscimos periódicos por meio da adubação (KLEIN; AGNE, 2013), fazendo com que na camada mais superficial do solo ocorra a formação de uma faixa com alto teor de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes, inclusive P (CONTE et al., 2003). Esse comportamento é consequência da adição consecutiva de fertilizantes na camada superficial do solo, ausência de revolvimento do solo e diminuição da taxa de erosão (GATIBONI ET AL., 2007).

O melhor meio de transferência de informações sobre as propriedades do solo, é feito por meio da análise de solo, e as recomendações de adubação e calagem dependem diretamente do grau de deficiência de determinados elementos (SILVA; VAN RAIJ, 1999), na qual é realizada geralmente com soluções extratoras estimando a fração disponível, ou seja, que potencialmente, podem repor rapidamente a solução

do solo quanto da absorção pelas plantas (GATIBONI et al.,2003). Assim, torna-se importante a determinação de frações menos lábeis, principalmente em áreas agrícolas que recebem aplicação de fósforo, podendo ser realizada pelo método do fracionamento químico de P, destacando-se a metodologia proposta por Hedley et al. (1982), com alterações de Condron (1985), como utilizada por TIECHER et al. (2011) e CASALI (2012).

A técnica proposta por Hedley et al (1982) usa, seqüencialmente, extratores químicos que removem o P inorgânico e orgânico, desde frações mais disponíveis até as mais estáveis. Cada fração de P extraída apresenta diferentes labilidades. A resina trocadora de ânions (RTA) extrai frações lábeis de P inorgânico (Pirta) e o NaHCO_3 extrai formas lábeis de P inorgânico e orgânico (Pibic e Pobic). Essas duas frações lábeis podem contribuir para o suprimento do nutriente às plantas, e parte dela pode ser transferida pela solução escoada na superfície do solo ou percolada no perfil do solo (GATIBONI et al., 2007). Já o P extraído pelo NaOH $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ (Pihid e Pohid) e NaOH $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ (Pihid₀₅ e Pohid₀₅) representam o P inorgânico ligado aos óxidos e às argilas silicatadas com energia de ligação intermediária e o P orgânico de frações moderadamente lábeis (CROSS &SCHLESINGER, 1995). O HCl extrai o P inorgânico contido nos fosfatos de cálcio e fortemente adsorvido e, finalmente, a digestão do solo com $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{MgCl}_2$ extrai o P residual inorgânico + orgânico (Presidual) do solo, denominado de P recalcitrante, que pode contribuir para a nutrição das plantas em situações de extrema carência no solo, porém não em taxas adequadas ao suprimento das plantas (GATIBONI et al., 2007).

3.2 O SOLO SOB PLANTIO DIRETO

O SPD é o mais utilizado nas lavouras, principalmente do Sul do Brasil, e estabelece que o solo não seja revolvido, ou que haja o mínimo possível de revolvimento, uso de plantas de cobertura, associado ao manejo de palhada. Conforme Júnior (2006), os benefícios que o SPD proporciona perante o Sistema de Cultivo Convencional (SCC), pode ser verificado no controle da erosão, menor

variação da temperatura e umidade do solo, maior eficiência agronômica e operacional, bem como em atributos químicos e físicos do solo.

Nos solos sob o SPD, a alta taxa de investimentos em adubos reflete em tetos produtivos cada vez maiores, e o elemento utilizado para balizar o cálculo de adubação geralmente é o P. No SPD, os fertilizantes minerais fosfatados são adicionados principalmente na superfície, ou no sulco de semeadura em uma profundidade muito rasa, o que, juntamente com o acúmulo de material vegetal na superfície, beneficia a ciclagem na camada superficial, o que ocasiona o acúmulo de P nessa camada (Muzilli, 1983). Com a adição de fertilizantes fosfatados, há acúmulo de P em formas inorgânicas e orgânicas com diferentes graus de energia de ligação, embora o acúmulo seja mais pronunciado nas formas inorgânicas (Daroub et al., 2000).

Os solos da região Sudoeste do Paraná, que são altamente intemperizados, apresentam uma maior interação aniônica, por exemplo os fosfatos, onde ocorre uma competição entre solo e planta pelo P que é disponibilizado (CONTE et al., 2003). Assim, ocorre uma elevada taxa de reposição anual para se realizar os cultivos, atitude essa que eleva os custos e pode-se tornar um passivo ambiental como constatado por Conte et al. (2003) na possibilidade de eutrofização dos corpos de água.

Nesse sentido, a dinâmica do P no solo sob SPD deve ser melhorada, tendo em vista que a adição de adubação fosfatada está exageradamente alta, elevando os custos das lavouras e gerando impactos ambientais, como a perda do P do solo para os recursos hídricos superficiais. Em especial acontece a eutrofização da água, onde ocorre o enriquecimento excessivo de nutrientes em corpos d'água, principalmente fosfatos, que estimulam o crescimento de algas e plantas aquáticas, podendo exaurir o oxigênio presente na água, tornando limitada a vida aquática nesse ambiente (KLEIN; AGNE, 2013).

3.3 INSUMOS BIOLÓGICOS

A bioativação de solo vem sendo empregada na agricultura moderna, e é uma tecnologia que busca a ativação microbiológica no solo, ou seja, ativa e proporciona

condições ideais aos microrganismos no solo, o que possibilita um melhor aproveitamento dos nutrientes disponíveis e imobilizados neste (FERREIRA et al., 2008). A capacidade de mobilização de P no solo pode ocorrer por vários motivos, dentre eles a capacidade microbiológica, como por exemplo pelas micorrizas, onde Primavesi (2002) relata a capacidade desses fungos, na mobilização de P a partir da produção de ácido keto-glutamônico. Outro viés que a bioativação do solo remete, é o passivo ambiental que a utilização indiscriminada da adubação mineral pode trazer ao ambiente, assim pode-se afirmar que a bioativação do solo pode ser empregada para redução da adubação mineral fosfatada (Paes et al., 2003), aumento da produtividade (Cobucci, 2014), aumento do valor energético de grãos (Pekarskas, et al., 2011), acréscimo de sacarose (Jakiene et al., 2009), entre outros.

Por isso, nos últimos tempos o mercado tem lançado novos produtos com tecnologias de bioativação do solo, com o intuito de aproveitar melhor os nutrientes do solo. Nessa linha, tem-se o insumo biológico Microgeo[®] que possui componentes balanceados, onde ao alimentar os microrganismos do conteúdo ruminal em Compostagem Líquida Contínua, produz um adubo biológico (MICROGEO, 2017). Pode-se exemplificar também a empresa Penergetic[®] que disponibiliza o Penergetic P[®] e o Penergetic K[®], uma tecnologia que visa contribuir na liberação do fósforo adsorvido no solo, de forma que este fique prontamente disponível as plantas na solução do solo (PENERGETIC, 2015).

Os produtos da Penergetic[®] são formulados a partir da argila bentonítica, e que carrega consigo ainda húmus, sacarose e oxigênio, no Penergetic K[®], que exercem a função de organização populacional nos microorganismos e auxilia na decomposição aeróbica. Já no Penergetic P[®], possui além do oxigênio algumas informações a partir de preparados biodinâmicos com a função de auxiliar na capacidade fotossintética da planta e na associação microrganismo/planta (AZAMBUJA JUNIOR, 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATAMENTOS

A área experimental está situada entre as coordenadas geográficas 25°41'31.2"S 53°05'32.2"W, em altitude média de 527 m, dentro da fazenda do campus da UTFPR-DV. O clima predominante do Município de Dois Vizinhos é do tipo Cfa (subtropical úmido), segundo a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013), sem estação seca definida, apresentando temperaturas médias anuais entre 19°C e 20°C, com ocorrência de geadas frequentes (MAACK, 1981). A precipitação média anual é de 2.044 mm, sendo outubro o mês com chuvas mais intensas e os meses de março e agosto, considerados os mais secos anualmente (POSSENTI et al., 2007). O solo predominante é um Nitossolo Vermelho (Embrapa 2013). Atualmente, a área é manejada sob SPD e cultivada com culturas anuais no verão com soja, milho e feijão, e na estação de inverno cultivada com trigo ou aveia.



Figura 1. Disposição dos blocos. UTFPR-DV, 2015. Fonte: O autor, 2017.

O experimento possui delineamento de blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, nas dimensões de 4 x 10 metros, totalizando 20 parcelas, onde cada parcela e cada bloco estão distanciados por 10 metros, conforme recomendado pelo fabricante do bioestimulador.

Os tratamentos foram Testemunha; 0 P + Bioestimulador; 50% P + Bioestimulador; 100% P + Bioestimulador; 100% P + 0 Bioestimulador. A recomendação de P foi baseada na CQFS (2004) para elevar o teor de P do solo até a classe de disponibilidade “alto”. A aplicação do Bioestimulador foi baseada na recomendação do fabricante, sendo realizada com pulverizador costal de 5 litros e seguiu em duas etapas: primeiro foi aplicado no solo, 30 dias antes da semeadura da soja o Bioestimulador K, na dose de 250 g ha⁻¹; a segunda etapa consistiu em duas aplicações na dose de 125 g ha⁻¹ do Bioestimulador P, sendo realizadas 30 e 60 dias após a emergência da soja.

No dia 29/10/2015 foi realizado a semeadura da cultura da soja, cultivar Pioneer® 95R51 e manejadas sob SPD, seguindo as orientações técnicas conforme as suas peculiaridades, onde os tratamentos fitossanitários foram realizados pela empresa terceirizada Insuagro LTDA. O ciclo da cultura foi de 114 dias, sendo realizada a colheita no dia 19/02/2016.

4.4 ANÁLISE DO SOLO

A amostragem de solo foi realizada em março de 2016, com duas subamostras por parcela, sendo respeitada as bordaduras. A amostragem foi realizada com pá de corte nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Ainda em campo as subamostras foram unidas em uma única amostra composta, o que totalizou 60 amostras de solo. Após, elas foram secadas ao ar, moídas e peneiradas em malha de 2,0 mm.

As amostras de solo foram submetidas ao fracionamento químico do P, mediante extrações sucessivas, conforme Hedley et al. (1982), com as modificações propostas por Condon et al. (1985), que extraem formas de P orgânico (Po) e P inorgânico (Pi). Amostras de 0,5 g de solo seco foram submetidas à extração sequencial na seguinte ordem: resina trocadora de ânions em lâminas (AR 103 QDP 434) (fração P_{ir}ta); NaHCO₃ 0,5 mol L⁻¹ (frações P_{ibic} e P_{obic}); NaOH 0,1 mol L⁻¹

(frações P_{hid} e P_{ohid}); HCl 1,0 mol L⁻¹ (fração P_{iHCl}); e NaOH 0,5 mol L⁻¹ (frações P_{hid05} e P_{ohid05}). Após as extrações, o solo remanescente foi seco em estufa e submetido à digestão com H₂SO₄ + H₂O₂ + MgCl₂ (fração Presidual), conforme descrito em Gatiboni (2003). Nos extratos alcalinos, o P total foi determinado por digestão com persulfato de amônio + ácido sulfúrico, em autoclave, sendo o P_o obtido pela diferença entre P total e o P_i. As frações de P determinadas no fracionamento de Hedley foram agrupadas em P geoquímico e biológico, de acordo com o proposto por Cross & Schlesinger (1995), sendo o primeiro obtido pela soma das frações inorgânicas mais o Presidual (P_{irta} + P_{ibic} + P_{ihid} + P_{ihid05} + P_{iHCl} + Presidual) e o segundo pela soma das frações orgânicas (P_{obic} + P_{ohid} + P_{ohid05}). Foram também avaliadas formas de fósforo total (P_t), fósforo orgânico total (P_{ot}) pela metodologia de Olsen; Sommers (1982). O P dos extratos ácidos foi determinado segundo Murphy & Riley (1962). O P inorgânico (P_i) dos extratos alcalinos (NaHCO₃ e NaOH) foi determinado pelo método proposto por Dick & Tabatabai (1977).

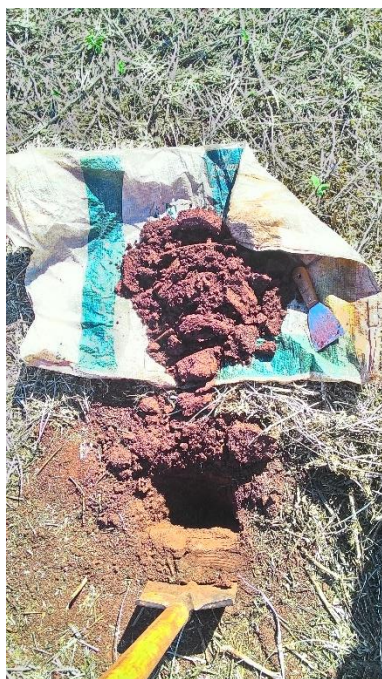


Figura 2. Coleta de solo realizada com pá de corte. Fonte: O autor.



Figura 3. Delimitação das profundidades de coleta, 0-5 cm e 5-10 cm. Fonte: O autor.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados qualitativos, referentes ao teor de P foram submetidos à análise de variância e para os efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A união das frações P_{resina} , P_{ibic} e P_{obic} constituem as formas de P mais lábeis e dinâmicas existentes no solo (HEDLEY et al., 1982). Na camada do solo de 0-5 cm, o teor de P_{irta} variou de 14 a 30 mg Kg⁻¹ (Tabela 1), sendo respectivamente, teores médio e alto, segundo o manual de adubação e calagem para Estados do RS e SC (CQFS, 2004). A fração inorgânica lábil do solo, compreendida pela $P_{\text{irta}} + P_{\text{ibic}}$ (resina + NaHCO₃), aumentou em função da adubação fosfatada, contudo, não variou significativamente em função do uso do bioestimulador (Tabela 1). Já o P orgânico lábil do solo, extraído por NaCOH₃ (P_{obic}), não apresentou diferença significativa em função do uso da adubação fosfatada, tampouco do uso do bioestimulador (Tabela 1). Verifica-se que o menor estoque de P lábil no solo se dá onde não se aplicou adubação fosfatada ou a dose foi menor que a preconizada pela CQFS (2004) (Tabela 1), atestando que a dose prescrita pelo manual de adubação e calagem deve ser respeitada, garantindo assim uma melhor disponibilidade de P às plantas.

Após a extração das frações lábeis de P, o solo foi submetido à extração das formas orgânicas e inorgânicas moderadamente lábeis com NaOH 0,1 mol L⁻¹ e NaOH 0,5 mol L⁻¹. A fração P_{hid} aumentou em função do uso da adubação fosfatada apenas quando aplicou-se juntamente o bioestimulador (Tabela 1). Essa elevação da forma inorgânica pode estar associada à diminuição da fração P_{ohid} observada para os tratamentos que se aplicou o bioestimulador (Tabela 1). O acúmulo de P na camada superficial do solo direciona a distribuição proporcional entre as frações orgânicas e inorgânicas com a adição de P via fertilizante mineral (CONTE et al., 2003; CASALI, 2012). Ademais, as formas de P propostas pelo fracionamento de Hedley possuem capacidades tamponante e disponibilizadora de formas solúveis de P (GATIBONI et al., 2007), verificando assim elevação dos teores de P conforme o aumento da dose na adubação fosfatada e emprego do bioestimulador até mesmo nas frações moderadamente lábeis.

Para o $P_{\text{hid0,5}}$ não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1), possivelmente porque o Pi está fortemente ligado aos coloides do solo e a caulinita (GATIBONI, 2003), assim como podem estar adsorvidos nos óxidos de Fe e Al (CONTE et al., 2003), não sendo influenciado pela adição de adubação fosfatada que,

primeiramente, se redistribui nas formas lábeis. Já a fração orgânica de P extraída por NaOH 0,5 mol L⁻¹ foi maior onde não se aplicou adubação fosfatada, independente do uso de bioestimulador (Tabela 1).

Tabela 1- Formas de Fósforo do solo na camada de 0-5 cm sob tratamentos com adubação fosfatada mineral e bioestimulador do solo no Sudoeste do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Frações de P do solo	TRATAMENTOS					CV %
	0% p sem B	0% P + B	50% P + B	100% P + B	100 % P sem B	
	-----mg Kg ⁻¹ -----					
P resina	14 c **	17 bc	16 c	30 a	25 ab	7
Pi bic	22 c **	24 c	27 bc	47 a	35 ab	5
Po bic	24 a *	24 a	27 a	37 a	33 a	7
Pi hid	99 b **	123 b	147 ab	198 a	115 b	4
Po hid	192 ab **	152 b	170 ab	159 b	211 a	2
Pi hid0,5	67 ns	62	57	73	62	5
Po hid0,5	154 ab **	180 a	119 c	141 bc	121 c	2
P HCl	16 ns	16	15	18	12	9
P residual	594 a *	685 a	654 a	555 a	560 a	2

(0% p sem B) solo sob SPD sem aplicação dos tratamentos, (0% P + B) 0% de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (50% P + B) 50% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100% P + B) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100 % P sem B) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, sem aplicação do bioestimulador, (Pirta) fósforo extraído por resina trocadora de ânions, (Pibic) fósforo inorgânico extraído por NaHCO₃ 0,5 mol L⁻¹, (Pobic) fósforo orgânico extraído por NaHCO₃ 0,5 mol L⁻¹, (Pihid) fósforo inorgânico extraído por NaOH 0,1 mol L⁻¹, (Pohid) fósforo orgânico extraído por NaOH 0,1 mol L⁻¹, (PiHCl) fósforo extraído por HCl 1,0 mol L⁻¹, (Pihid05) fósforo inorgânico extraído por NaOH 0,5 mol L⁻¹, (Pohid05) fósforo orgânico extraído por NaOH 0,5 mol L⁻¹.

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si para o teste deTukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si para o teste deTukey ao nível de 1% de probabilidade.

ns não significativo.

Fonte: O autor, 2017.

As frações de P não lábeis do solo são as que as plantas não absorvem o nutriente, seja por fortes ligações aos óxidos de ferro por meio da adsorção específica, ou por estar contido nos fosfatos de cálcio (CONTE et al., 2003) e são extraídas pelo P_{residual} e HCl. Essas frações não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Os teores da fração HCl são menores que as outras formas (Tabela 1), tendo em vista que o pH do solo se encontra em torno de 6,0, o que não permite a formação de fosfato de cálcio, tendo pouca importância para a

disponibilidade às plantas, principalmente em solos altamente intemperizados (GATIBONI et al., 2007), como é o caso do Nitossolo Vermelho utilizado neste experimento. A extração do P_{residual} , alcançada pela digestão ácida do solo, é constituída pelo P_i e P_o recalcitrantes, que não são extraídos pelos extratores mais seletivos (GATIBONI, 2007). Assim como nesse trabalho, Rheinheimer (2000) e Conte (2001) em condições de solos semelhantes, observaram que os teores de P_{residual} são encontrados em teores muito mais elevados que as outras formas do fracionamento (Tabela 1), indicando alta sortividade do solo e que grande parte do P se encontra em formas de alta energia de ligação com os colóides do solo.

Na camada de 5-10 cm, a fração orgânica moderadamente lábil ($P_{\text{ohid}} + P_{\text{ohid0,5}}$) e fração não lábil ($P_{\text{HCL}} + P_{\text{residual}}$) os resultados obtidos não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2). Em P_{bic} , os melhores teores foram nos tratamentos de 0% P sem B e 50% P + B (Tabela 2), assim a adubação fosfatada e o bioestimulador não interferiram na fração orgânica lábil na profundidade 5-10. A porção de P_{resina} apresentou maior teor no tratamento 100% P + B (Tabela 2), acompanhando tendência da camada 0-5 (Tabela 1). Na fração moderadamente lábil de P_i ($P_{\text{ihid0,5}}$) da camada 5-10 cm, o acúmulo de P pode ser resultante da adição de adubação fosfatada (Tabela 2), assim como observado por Rheinheimer, (2003) e Friesen et al., (1997). Já na fração P_{hid} , onde aplicou-se apenas o bioestimulador houve maior teor de P_i no solo (Tabela 2), isso pode ter ocorrido devido a mineralização do P_o , possivelmente ocasionado pelo aumento da atividade microbiana do solo, assim como observado por Beck & Sanches (1994) e Gatiboni et al., (2007). Os valores de P_o encontrados nas extrações evidenciaram a importância do P_o como fonte de P às plantas, principalmente em solos intemperizados e, ou, em sistemas com baixas adições de fertilizantes fosfatados (CONTE et al., 2003; TIESSEN et al., 1984).

Tabela 2- Formas de Fósforo de um Nitossolo vermelho na camada de 5-10 cm sob adubação fosfatada mineral e bioestimulador do solo no Sudoeste do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Frações de P do solo	TRATAMENTOS					CV %
	0% P sem B	0% P + B	50% P + B	100% P + B	100 % P sem B	
	----- mg Kg ⁻¹ -----					
P _{resina}	7 ab *	8 ab	7 ab	10 a	6 b	9
Pi _{bic}	16 ns	14	13	19	17	8
PO _{bic}	36 a**	27 b	36 a	28 b	25 b	3
Pi _{hid}	85 b **	103 a	78 b	80 b	76 b	2
PO _{hid}	183 a *	179 a	199 a	199 a	207 a	1
Pi _{hid0,5}	37 b	40 b	39 b	46 ab	54 a	4
PO _{hid0,5}	114 ns	119	107	97	123	4
P _{HCl}	6 ns	6	7	8	7	23
P _{residual}	649 ns	673	714	709	651	9

(0% p sem B) solo sob SPD sem aplicação dos tratamentos, (0% P + B) 0% de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (50% P + B) 50% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100% P + B) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100 % P sem B) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, sem aplicação do bioestimulador, (Pirta) fósforo extraído por resina trocadora de ânions, (Pibic) fósforo inorgânico extraído por NaHCO₃ 0,5 mol L⁻¹, (Pobic) fósforo orgânico extraído por NaHCO₃ 0,5 mol L⁻¹, (Pihid) fósforo inorgânico extraído por NaOH 0,1 mol L⁻¹, (Pohid) fósforo orgânico extraído por NaOH 0,1 mol L⁻¹, (PiHCl) fósforo extraído por HCl 1,0 mol L⁻¹, (Pihid05) fósforo inorgânico extraído por NaOH 0,5 mol L⁻¹, (Pohid05) fósforo orgânico extraído por NaOH 0,5 mol L⁻¹.

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si para o teste deTukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si para o teste deTukey ao nível de 1% de probabilidade. ns não significativo.

Fonte: O autor, 2017.

Tanto para a camada de 0-5 e 5-10 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos para a fração P_{geoquímico}, sendo este obtido pela soma de todas as frações inorgânicas lábeis e moderadamente lábeis (Presina + Pibic + Pihid + Pihid05 + PHCl + Presidual) (Tabela 3). O mesmo comportamento foi observado na fração P_{biológico}, obtido pela soma das frações orgânicas (Pobic + Pohid + Pohid05) (Tabela 3). Isso indica que a análise de P total não representa a realidade da disponibilidade do nutriente para as plantas.

Tabela 3- Somatório das frações de fósforo do fracionamento químico e teores de fósforo geoquímico e biológico nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de um Nitossolo vermelho sob adubação fosfatada mineral e bioestimulador no Sudoeste do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Frações de P do solo	TRATAMENTOS					CV
	0% p sem B	0% P + B	50% P + B	100% P + B	100 % P sem B	
	-----0-5 cm (mg Kg ⁻¹) -----					%
Total	1181 ^{ns}	1283	1232	1258	1173	6
Pgeo	812 ^{ns}	926	915	922	808	8
Pbio	370 ^{ns}	357	316	336	365	8
	-----5-10 cm (mg Kg ⁻¹) -----					
Total	1133 ^{ns}	1170	1200	1195	1167	6
Pgeo	800 ^{ns}	844	858	871	812	8
Pbio	333 ^{ns}	325	342	324	354	8

(0% p sem B) solo sob SPD sem aplicação dos tratamentos, (0% P + B) 0% de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (50% P + B) 50% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100% P + B) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, com aplicação do bioestimulador, (100 % P sem B) 100% da dose recomendada de adubação fosfatada mineral, sem aplicação do bioestimulador

(**Soma) soma de todas as frações, (Pgeo) fósforo geoquímico obtido pelo somatório das frações inorgânicas mais o Presidual, (Pbio) fósforo biológico obtido pelo somatório das frações orgânicas.

^{ns} não significativo.

** Soma das frações de fósforo obtido no fracionamento.

Fonte: O autor, 2017.

Em meio aos manejos adotados, pode-se observar que na camada de 5-10 cm as formas lábeis inorgânicas e orgânicas de P foram menores que as observadas na camada de 0-5 cm, o que demonstra como o P é um nutriente pouco móvel no perfil do solo (Tabela 2). Também se verifica que essas formas de P não variaram em função da adubação fosfatada, mas sim em função do uso do bioestimulador, o que indica que o mesmo pode ter efeito sobre o P das camadas mais inferiores do solo.

6. CONCLUSÃO

Diante dos dados obtidos, conclui-se que o efeito da adubação fosfatada solúvel aplicada em superfície se restringe aos primeiros 5 cm do solo, onde eleva principalmente as formas lábeis inorgânicas do P.

O uso do bioestimulador eleva as formas inorgânicas moderadamente lábeis do solo, em função da mineralização das formas orgânicas moderadamente lábeis, principalmente quando associada ao uso de adubação fosfatada mineral.

7. REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G.. **Koopen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift. 18 p. 2013.

AZAMBUJA JUNIOR, J.R. PENERGETIC. 2011. Disponível em: <<https://issuu.com/azambujadesigner/docs/folderpenergetic>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

BECK, A.J.; SANCHES, P.A.. Soil phosphorus fraction dynamics during 18 years of cultivation on a TypicPaleudult. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 58:1424- 1430, 1994.

CASALI, C.A.. **Sistemas de culturas sob diferentes manejos por longa duração alteram as formas de fósforo do solo?**. 2012. 149 f. Tese (Doutorado), Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

COBUCCI, T.; NASCENTE, A.S.; LIMA, D.P. Adubação fosfatada e aplicação de Penergetic na produtividade do feijoeiro comum. Revista Agrarian, Dourados, v. 8, p.358-368, 2015.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

CONDRON, L.M.; GOH, K.M.; NEWMAN, R.H. Nature and distribution of soil phosphorus as revealed by a sequential extraction method followed by ³¹P nuclear magnetic resonance analysis. **Journal of Soil Science**, Oxford, v 36, p.199-207, 1985.

CONTE, E. **Atividade de fosfatase ácida e formas de acumulação de fosfato em solo no sistema plantio direto**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 65p. (Tese de Mestrado).

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

CROSS, A.F.; SCHLESINGER, W.H.A. literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. **Geoderma**, Amsterdam, v 64, p. 197-214, 1995.

DAROUB, S.H.; PIERCE, F.J. & ELLIS, B.G. Phosphorus fractions and fate of phosphorus-33 in soils under plowing and no-tillage. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 64:170-176, 2000.

DICK, W. A.; TABATABAI, M. A. determination of orthophosphate in aqueous solutions containing labile organic and inorganic phosphorus compounds. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v 6, p. 82-85, 1977.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)**, 3º Edição. 2013. 306p.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas** -- Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: il. - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.

FERREIRA, A.S. et al. Atividade respiratória da microbiota e conteúdo de glicose em resposta à adição de fósforo em solo de Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 5, p.1891-1897, 2008.

FRIESEN, D.K.; RAO, I.M.; THOMAS, R.J.; OBERSON, A. & SANZ, J.I. Phosphorus acquisition and cycling in crop and pasture systems in low fertility tropical soils. **Plant Soil**, 196:289-294, 1997.

GATIBONI, L.C.. **Disponibilidade de formas de fósforo às plantas. Dissertação** (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; FLORES, J.P.C.. Biodisponibilidade de Formas de Fósforo Acumuladas em Solo sob Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:691-699, 2007.

HEDLEY, M. J.; STEWART, J. W. B.; CHAUHAN, B. S. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v 46, p. 970-976, 1982.

JAKIENE, E.; VENSKUTONIS V.; LIAKAS, V. Fertilization of sugar beetroot with ecological fertilizers. **Agronomy Research**, 7 (Special issue I), 269–276, 2009.

KLEIN, C.; AGNE, S.A.A.. Fósforo: de nutriente à poluente!. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p.1713-1721, 2013.

MAACK, R.. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro, J. Olympio, 1981.

MICROGEO. **O QUE É MICROGEO®?** Disponível em: <<http://www.microgeo.com.br/ns/o-que-e>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MORAIS, F.A.; GATIBONI, L.C.. Phosphorus availability and microbial immobilization in a Nitisol with the application of mineral and organo-mineral fertilizers. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p.2289-2299, 2015.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta** 27:31-36. 1962.

MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **R. Bras. Ciência do Solo**, 7:95-100, 1983.

OLSEN, S. R.; SOMMERS, L. E.; Phosphorus. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, Q. R. (Eds.) **Methods of Soil Analysis**, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2. ed. SSSA. Madison, 1982 p. 403-430.

PAES, J. M. V.; CIOCIOLA, J. A. I.; WRUCK, M. D. S.; SOUZA, J. A.; ARANTES, N. E.; ZITO, R. K. **Avaliação da eficiência agrônômica do Penergetic na cultura da soja**. In: Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Central Do Brasil, 25., Uberaba. Resumos. Londrina: Embrapa Soja: Epamig: Fundação Triângulo, 2003.

PAVAN JÚNIOR, Á. **Sistema plantio direto: avaliação de semeadora em função do manejo da palhada e velocidade de trabalho na cultura da soja**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

PEKARSKAS, J.; VILKENYTE, L.; SILEIKIENE, D.; CESONIENE, L.; MAKARENKO, N. Effect of organic nitrogen fertilizers provita and fermentator Penergetic-K winter wheat and on soil quality. **8th International Conference**, Lithuania, p. 2029-7092, 2011.

PENERGETIC. **Penergetic Product Film.** Disponível em: <<http://www.penergetic.br/>>. Acesso em: 09 de abril de 2015.

POSSENTI, J.C.; GOUVEA, A.; MARTIN, T.N.; CADORE, D. **Distribuição da Precipitação Pluvial em Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.** In: I Seminário Sistemas De Produção Agropecuária Na Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Dois Vizinhos – PR. Anais. Dois Vizinhos (PR), 2007.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

RHEINHEIMER, D.S. **Dinâmica do fósforo em sistemas de manejo de solos.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 210p. (Tese de Doutorado.

RHEINHEIMER, D.S.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. *Revista Ciência Rural*, v. 38, p. 576-586, 2008.

SANTOS, J.Z.L. et al. Frações de fósforo em solo adubado com fosfatos em diferentes modos de aplicação e cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, n. 32, p.705-714, 2007.

SILVA, F.C.; VAN RAIJ, B. Disponibilidade de fósforo em solos avaliada por diferentes extratores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p.267-288, 1999.

SMECK, N.E. Phosphorus dynamics in soil and landscapes. **Geoderma**, 36:185-199, 1985.

TIECHER, T.. **Dinâmica do fósforo em solo muito argiloso sob diferentes preparos de solo e culturas de inverno.** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

TIESSSEN, H.; STEWART, J.W.B. & COLE, C.V. Pathways of phosphorus transformations in soils of differing pedogenesis. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 48:853-858, 1984.

TURNER, B.L. Resource partitioning for soil phosphorus: a hypothesis. **Journal of Ecology**, v. 96, p. 698–702, 2008.