

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAMPUS – DOIS VIZINHOS

CURSO DE AGRONOMIA

EDUARDO CONACO

**INSUMOS BIOESTIMULADORES DO SOLO: alterações nos atributos químicos  
do solo e na produtividade do feijão**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2018

EDUARDO CONACO

**INSUMOS BIOESTIMULADORES DO SOLO: alterações nos atributos químicos do solo e na produtividade do feijão**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a 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: Prof. Dr. Carlos Alberto Casali

DOIS VIZINHOS

2018

Aos meus pais, EneDir e Laci, aos meus irmãos Eder e Junior, a minha avó Maria Martha, a minha namorada Thayná.

**Dedico esse trabalho!**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer a deus pelo dom da vida. A minha mãe que não mediu esforços para eu estar aqui hoje, pelo apoio e motivação, sempre me orientando a seguir o caminho correto, compartilhando comigo o sonho da formação e aos meus irmãos pelo companheirismo.

À minha namorada, Thayná Thomazi, que sempre me incentivou durante esse período, pelo companheirismo, amizade e sua intensa dedicação as atividades, que me inspiram.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, pela excelente estrutura e capacidade de formação profissional, em especial ao Grupo de Pesquisa em Ciência do Solo pela ajuda na condução do experimento.

Ao meu orientador professor Carlos Alberto Casali, pela sua amizade, e por me orientar durante esse período com extrema sabedoria e dedicação, por acreditar no meu potencial, pelas cobranças e incentivos fazendo com que eu me tornasse melhor a cada dia.

Aos meus primos, Marcos e Adriane que acompanharam e me apoiaram durante todo processo da minha formação acadêmica.

Por último, porém não menos especial aos ausentes, (meu pai Laci Braz Conaco e minha avó Maria Martha) que me auxiliaram enquanto puderam em vida, e hoje do céu.

Enfim a todos que estiveram comigo durante esse período e que me ajudaram direta ou indiretamente durante o curso e contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**INSUMOS BIOESTIMULADORES DO SOLO: alterações nos atributos químicos do solo e na produtividade do feijão**

por

**EDUARDO CONACO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ou esta Monografia ou esta Dissertação foi apresentado(a) em 26 de Junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato 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  
UTFPR-DV

---

Membro titular  
Laércio Ricardo Sartor  
UTFPR-DV

---

Responsável pelos Trabalhos  
de Conclusão de Curso

---

Coordenador(a) do Curso  
UTFPR –Dois Vizinhos

## RESUMO

CONACO, Eduardo. **INSUMOS BIOESTIMULADORES DO SOLO: alterações nos atributos químicos do solo e na produtividade do feijão**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

A busca por aumento de produtividade das culturas, aliada ao sistema de plantio direto alavancou a utilização de fertilizantes minerais. Com isso surgiu no mercado insumos biológicos que prometem atender essa demanda de nutrientes principalmente o fósforo (P), cuja sua disponibilidade é baixa nos solos Brasileiros. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito do Bioestimulador Bioestimulador, aliado ou não, a adubação mineral fosfatada nos atributos químicos de um Nitossolo Vermelho e na produtividade da cultura do feijão. O experimento foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). Em maio de 2015 foram implantados os tratamentos com doses do bioestimulador conforme dosagem preconizada pela empresa, associado com fertilizante mineral solúvel com N, e K, conforme recomendado no manual de adubação e calagem para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004). O delineamento experimental realizado em quatro blocos ao acaso, com parcelas de 4 x 8 metros, totalizando 20 parcelas, sendo que as parcelas e os blocos estão distanciados por 10 metros, Em março de 2017 a cultura do feijão foi semeada (220.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e manejado seguindo as orientações técnicas conforme as suas peculiaridades. Os tratamentos foram definidos da seguinte forma: T1 = 0% P e 0% de Bioestimulador; T2: 0% P e 100% Bioestimulador; T3= 50% P e 100% Bioestimulador; T4= 100% P e 100% Bioestimulador e T5= 100% P e 0% Bioestimulador. Aos 80 dias no estágio de florescimento da cultura foram retiradas amostras de tecido da parte aérea para análises nos teores de nutrientes da parte aérea, e na maturação fisiológica foi avaliado o número de grãos, peso mil grãos e a produtividade de grãos da cultura. Após a colheita realizou-se amostragens de solo em três profundidades (0-5, 5-10, 10-20) em cada parcela, as amostras de solo foram secas ao ar, moídas e peneiradas e encaminhados para a realização das análises de Carbono orgânico, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e pH. Para os parâmetros de produtividade da cultura do feijão, o insumo bioestimulador não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Da mesma forma não influenciou nos níveis de nutrientes da parte aérea e nos teores dos mesmos no solo nas diferentes profundidades analisadas, porém o fertilizante mineral solúvel elevou o teor de fósforo apenas na camada de 5-10 cm e conseqüente aumento de produtividade da cultura.

**Palavras-chave:** Fertilidade do solo, insumos biológicos, liberação de fósforo.

## ABSTRACT

CONACO, Eduardo. **SOIL BIO-STIMULATOR INSPECTIONS: changes in soil chemical attributes and bean yield.** Completion of course work - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

The search for increased crop productivity, coupled with the no-tillage system leveraged the consumption of mineral fertilizers, with the result that biological inputs that promise to meet this demand for nutrients, mainly phosphorus (P), whose availability is low in Brazilian soils. The objective of the present work was to evaluate the effect of Penegetic® Biostimulator, allied or not, phosphate mineral fertilization on the chemical attributes of a Red Nitosol and on the yield of the bean crop. The experiment was developed at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). In May 2015, the treatments were implanted with doses of the biostimulator according to the dosage recommended by the company, associated with mineral fertilizer soluble with N, and K, according to recommended in the fertilization manual for the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina (CQFS, 2004), the treatments were defined as follows: T1 = 0% P and 0% of Bioestimulador; T2: 0% P and 100% Bioestimulador; T3 = 50% P and 100% Bioestimulador; T4 = 100% P and 100% Bioestimulador and T5 = 100% P and 0% Bioestimulador. The experimental design was carried out in four randomized blocks, with plots of 4 x 8 meters, totaling 20 plots, with the plots and blocks being distanced by 10 meters. In March 2017 the bean crop was planted (220,000 plants ago- 1) and managed according to the technical guidelines according to their peculiarities. At 80 days at the stage of flowering of the crop, tissue samples were taken for analyzing the contents of nutrients of the aerial part, and in the physiological maturation was evaluated the number of grains, thousand grain weight and grain yield of the crop. After sampling, soil samples were collected at three depths (0-5, 5-10, 10-20) in each plot, the soil samples were ground, sieved and sieved and sent to the analysis of Carbon, Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium and pH. For the productivity parameters of the bean crop, pods per plant, grains per plant and weight of a thousand grains. The biostimulator Bioestimulador did not present statistical difference between the treatments. In the same way, it did not influence the nutrient levels of the aerial part and their contents in the soil in the different analyzed depths, however, the soluble mineral fertilizer increased the phosphorus content only in the layer of 5-10 cm and consequent increase of crop productivity.

**Key words:** Soil fertility, biological inputs, release of phosphorus.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Teores de fósforo e potássio disponível nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018 ..... 22

Tabela 2- Teor de matéria orgânica em camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018..... 23

Tabela 3- Tabela 3: pH em água e SMP nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018..... 24

Tabela 4- Teores de Cálcio e Magnésio disponível nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018 ..... 24

Tabela 5-Teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio presentes no tecido vegetal do feijão sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018..... 25

Tabela 6- Parâmetros de produtividade da cultura do feijão cultivado sob bioestimulante associado a diferentes doses de Adubação fosfatada solúvel. Dois Vizinhos 2018..... 26



## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
3.1 FERTILIDADE DO SOLO.....	13
3.2 SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO.....	14
3.3 MICROBIOLOGIA DO SOLO.....	15
3.4 INSUMOS BIOLÓGICOS.....	17
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	18
4.2 ANÁLISES DO SOLO.....	19
4.3 ANÁLISES DE DADOS.....	20
<b>9. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>10. CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Um solo fértil é consequência da interação entre seus atributos químicos, físicos e biológicos e permite a adequada produção de culturas agrícolas. Contudo, é raro encontrar naturalmente esse tipo de solo e não é possível manter a produção em níveis adequados por muito tempo, devido à extração de nutrientes pelas plantas, o que exige a reposição de nutrientes com o uso racional de fertilizantes e corretivos.

A busca constante pelo aumento da produtividade e rentabilidade estimula a aplicação de fertilizantes que, quando feita sem critério técnico, causa prejuízo econômico ao agricultor, pois pode utilizar super dosagens, bem como pode causar desequilíbrio nutricional no solo e danos ao ambiente como a contaminação do solo e da água. A adubação mineral pode chegar até 40% dos custos de produção da cultura do feijão o que torna ainda mais importante a racionalização desse insumo.

Atualmente, a sustentabilidade é palavra de ordem na agricultura, que deve buscar a produção sem comprometer o ambiente de modo que não afete as gerações futuras. Nesse sentido, tem crescido a busca para aumentar a eficiência e disponibilidade dos nutrientes para as plantas, reduzindo o uso de fertilizantes minerais e orgânicos solúveis e suas complicações ao ambiente.

O aumento da massa microbiana no solo pode aumentar a eficiência dos fertilizantes minerais solúveis o que seria benéfico ao produtor rural, pois gera uma redução de custos e também ao ambiente. No solo os microorganismos são os principais agentes da mineralização de nutrientes, interferem diretamente na atividade bioquímica do solo, ou seja, esses processos biológicos interferem diretamente nos processos químicos do solo (CORREIA; OLIVEIRA, 2005). Segundo Lepsch, (2007) a ação dos microorganismos na decomposição de vegetais e animais no solo contribuem com a formação de húmus e conseqüente agregação do solo. Assim, deve-se estimular o aumento da quantidade de microrganismos no solo para que a sua atividade propicie o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo.

Uma alternativa é a utilização de insumos bioestimuladores, os quais prometem otimizar o uso dos nutrientes já existentes no solo aumentando a

atividade dos microorganismos, acelerando a mineralização da biomassa, liberando fósforo e outros nutrientes fixados no solo. Estudos realizados por Castro e Vieira (2001) afirmam que com a aplicação de bioestimulantes na cultura soja (*Glycinemax* L.), e por Alleoni (2000) na aplicação do mesmo produto na cultura do feijão (*Phaseolusvulgaris* L.) obtiveram maior crescimento radicular bem como acréscimos significativos na produção de grãos e de massa seca por planta. Porém sua eficiência no fornecimento de nutrientes e produtividade das culturas ainda não foram totalmente elucidados e comprovados.

Portanto, torna-se necessário avaliar os efeitos desses insumos bioestimuladores sobre atributos do solo e na produtividade de culturas anuais com o intuito de aumentar a eficiência dos fertilizantes minerais solúveis.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos do Bioestimulador e da adubação mineral fosfatada sobre os atributos químicos de um Nitossolo e na produtividade de grãos na cultura do feijão no Sudoeste do Paraná.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência do bioestimulador nos atributos químicos do solo: pH, teor de matéria orgânica, e teor disponível dos nutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg);
- Avaliar a influência da adubação mineral fosfatada nos teores de fósforo do solo em diferentes profundidades;
- Avaliar o efeito do bioestimulador e adubação mineral fosfatada nos parâmetros de produtividade de grãos da cultura do feijão.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 FERTILIDADE DO SOLO

A produção agrícola busca a maximização da produtividade com uso de fertilizantes em quantidades adequadas que permitam harmonizar a produção e resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais do solo com o meio ambiente. Historicamente, para produzir alimentos o homem retira a vegetação nativa, prepara o solo, adiciona fertilizante e cultiva plantas de interesse econômico. Contudo, a possibilidade de expansão para novas áreas agrícolas diminui cada vez mais, por questões ambientais ou por falta de território disponível. Existem projeções de que nos próximos 50 anos a demanda por alimentos irá dobrar já que a população mundial está em crescimento rápido e constante, por isso hoje a palavra de ordem na agricultura é sustentabilidade (AMADO, 2011).

O aumento da produtividade na agricultura tem se dado a partir do uso de fertilizante, pesticidas e de variedades melhoradas, e isso proporciona problemas como: eutrofização de águas, salinização do solo, contaminação ambiental e deterioração da estrutura do solo (WHITE, 2009). Para isso, o que se busca atualmente é manter a condição do solo a mais próxima do natural possível, utilizando apenas a quantidade demandada de fertilizantes pela lavoura, bem como plantas fixadoras de nitrogênio e retornando os resíduos de plantas para o solo (WHITE, 2009). As pesquisas sobre a fixação biológica de nitrogênio e que aumentem a eficiência na absorção de fósforo pelas plantas são assuntos de grande importância (CASARIN; PROCHNOW, 2011).

Portanto, é necessário aperfeiçoar áreas agrícolas cultivadas, ou seja, aumentar a produção por área, para que não tenha necessidade de transformar áreas com vegetação nativa em lavouras. Porém, a solução que é ofertada aos agricultores para se obter um aumento de produtividade do solo, desde a revolução verde até hoje, é a utilização de fertilizantes minerais, solução que é vista como simples e que é habitual a produtores que utilizam deste recurso muitas vezes sem o conhecimento técnico necessário (AMADO, 2011).

### 3.2 SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO

O sistema de plantio direto (SPD) consiste em três premissas básicas, o mínimo revolvimento do solo, cobertura do solo e rotação de culturas. Este método de cultivo foi implantado primeiramente no Brasil, no estado do Paraná ainda na década de 1970, sendo considerada uma tecnologia inovadora e que trouxe bons resultados. No mundo cerca de 64 milhões de hectares são cultivados neste sistema, O Brasil é o segundo país em área cultivada sob SPD ficando atrás apenas dos EUA, no sul do Brasil temos grande adoção do SPD tendo o Rio grande do Sul 3,8, Santa Catarina 0,8 e o Paraná 4,5 milhões de hectares (LOPES et al., 2005).

A massa vegetal que fica sobre o solo, influencia os microrganismos que vivem no solo principalmente pela disponibilidade de matéria orgânica e conseqüentemente também influencia no desenvolvimento das plantas que são cultivadas na área (ALMEIDA, 1985). Em conjunto, no SPD, a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo reduz sua taxa de decomposição, aumentando o conteúdo de matéria orgânica (BOLLIGER et al., 2006; CALEGARI, 2006; CASALI, 2012) e beneficiando a atividade microbiana e o estoque de P orgânico na biomassa microbiana (TIECHER et al., 2012). Isso ocorre apenas no SPD e não no SPC, pois os resíduos vegetais, mesmo que em mesma quantidade que no SPD, são incorporados ao solo e assim os microrganismos decompõem estes resíduos rapidamente por terem maior contato com os resíduos. Com isso, as populações aumentam e tem quedas drásticas, seguindo a variação na disponibilidade de alimentos, além de que quando o solo fica desprotegido no SPC os microrganismos ficam vulneráveis as intempéries.

Contudo, atualmente, o uso de fertilizantes tem aumentado drasticamente, elevando excessivamente o teor de nutrientes nos primeiros 5 cm do solo. Nesse sistema os fertilizantes são aplicados na base junto ao sulco de plantio ou em cobertura na superfície do solo o que acarreta no aumento dos teores de P (RHEINHEIMER; ANGHINONI, 2001; TIECHER et al., 2012) e K, bem como o pH da camada superficial do solo, mas com os teores da subsuperfície se mantendo baixos.

Como consequência, a perda de água das lavouras tem acarretado em perdas de nutrientes para os recursos hídricos, causando eutrofização. O P é considerado um grande poluente de cursos de água, especialmente as águas superficiais, já que pouco ocorre percolação deste elemento. O excesso de P causa a eutrofização que é o enriquecimento excessivo da água, sendo assim os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas, que prejudicam a utilização da água, o crescimento excessivo de algas pode consumir o oxigênio e causar mortalidade de peixes (KLEIN & AGNE, 2012). No solo além de acarretar em perdas na produtividade o excesso de P aplicado aumenta o custo de produção da lavoura. Segundo Resende (2012), as medidas que possibilitam o controle da eutrofização pelo P nas áreas de exploração agrícola, se restringe ao correto dimensionamento da adubação, associada a praticas conservacionistas de controle de erosão.

Além disso, o uso exagerado de fertilizantes tem encarecido as lavouras, diminuindo a margem de lucro dos produtores rurais. O custo com adubação da cultura do feijão no Paraná fica em torno de R\$ 1.600,00 por hectare, o que representa até 40% da produção, com isso fica ainda mais claro a necessidade da diminuição desses produtos para que se torne sustentável e aumente a margem de lucro do produtor.

### 3.3 MICROBIOLOGIA DO SOLO

Os microrganismos estão presentes principalmente na superfície do solo, nos primeiros centímetros de profundidade, pois ali que está concentrada maior quantidade de matéria orgânica. Os microrganismos são definidos como microfauna, sendo os animais do solo que possuem menos que 0,2 mm de comprimento, e microflora que são as bactérias, actinomicetos, fungos, algas e vírus. Nos primeiros 15 cm de profundidade do solo estima-se que existam de 500 a 2000 kg ha<sup>-1</sup> de C da biomassa microbiana (WHITE, 2009). Eles desempenham o papel de limpeza do planeta e sem eles se tornaria impossível existir vida na Terra graças à ciclagem das substancias básicas que formam os seres vivos. Os microrganismos decompõem restos vegetais e animais,

retornando tudo ao meio em água, gás carbônico e mineral, apenas perdendo a luz que se perde no ambiente em forma de calor (PRIMAVESI, 1999).

Os microrganismos do solo atuam diretamente na ciclagem de nutrientes através da decomposição da matéria orgânica, tendo importância no desenvolvimento das plantas, pois torna os nutrientes disponíveis para as mesmas. Os microrganismos transformam substâncias orgânicas em substâncias inorgânicas processo chamado mineralização, convertendo essas substâncias orgânicas em substâncias que podem ser absorvidas pelas plantas como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Além disso, destaca-se os microrganismos simbióticos e associativos com as plantas que exercem efeito benéfico sobre elas (BALOTA et al., 1996) como a fixação biológica de nitrogênio e/ou produção de substâncias estimuladoras do crescimento vegetal.

Ceretta; Giroto (2011) afirmam que os microrganismos permitem uma maior eficiência no uso de N pelas plantas. Por isso é de grande importância disponibilizar um ambiente propício ao desenvolvimento destes microrganismos. Para estimular a atividade microbiana do solo é fundamental que seja feita a manutenção e/ou o incremento dos teores de matéria orgânica do solo, tendo uma redução do impacto ambiental causado pela agricultura, essa manutenção e incremento da matéria orgânica do solo para estimular o desenvolvimento de microrganismos do solo são pré-requisitos para se ter um sistema de produção sustentável (AMADO, 2011).

Além do benefício na fertilidade e disponibilidade de nutrientes do solo, microrganismos são benéficos para a estrutura física do solo. Com microrganismos atuando no solo obtemos uma melhora na sua estrutura, definindo assim, que este solo oferece condição melhor para o desenvolvimento de plantas já que essa melhora na estrutura física do solo proporciona um melhor armazenamento de água, e as plantas tem capacidade de enraizar melhor e absorver água em maiores profundidades (CERETTA; GIROTO, 2011).



### 3.4 INSUMOS BIOLÓGICOS

A agricultura sustentável deve ser uma meta para todos os agricultores, profissionais e estudiosos das ciências agrárias. O uso de fertilizantes, como já citado neste trabalho, é empenhado na grande maioria dos sistemas de produção agrícolas do mundo para se aumentar a fertilidade do solo e a consequente produtividade das culturas. Porém, a estes fertilizantes minerais além de terem seus estoques finitos, a sua utilização causa problemas ambientais, para isso em uma agricultura sustentável buscamos alternativas para a substituição destes recursos minerais ou formas de aumentar a eficiência e disponibilidade deste para as plantas.

Uma alternativa para a redução do impacto ambiental causado pela agricultura é a utilização de insumos orgânicos no lugar de inorgânicos, porém a eficiência destes insumos a capacidade de com o uso deles se produzir alimentos suficientes para suprir a demanda da população mundial ainda não foram suficientemente elucidados e comprovados. Segundo trabalho realizado por Gitti; Roscoe (2015), o insumo bioestimulador Microgeo® proporcionou as áreas de milho que receberam a adubação biológica um ganho de até 14,7% a mais no teor de P quando comparadas às que não receberam tal tratamento, e consequente aumento na produtividade.

Ferreira (2015) realizou trabalho semelhante com os bioestimuladores Pilatus® e Biozyme® e concluiu que o insumo não influenciou os atributos químicos do solo e o teor de matéria orgânica, quando comparado aos tratamentos sem o uso dos mesmos. Cobucci, (2015) Concluiu que o uso do Bioestimulador independente da dose de fósforo utilizada proporcionou aumento de produtividade de grãos na cultura do feijão comparado aos tratamentos sem o bioestimulador.

Os produtos Bioestimulador são formulados a partir da argila bentonítica, húmus, sacarose e oxigênio que seria o Penergetic K®, que teria como função organização populacional dos microorganismos e aumento da decomposição aeróbica, e no Penergetic P® além de oxigênio alguns preparos biodinâmicos com função de aumentar a capacidade fotossintética e de associação da planta com os microorganismos. (AZAMBUJA JUNIOR, 2011).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente projeto foi desenvolvido na área experimental da UTFPR-DV, com o apoio da empresa Penergetic®. A área está situada em altitude média de 502 m, com clima predominante do tipo Cfa (subtropical úmido), segundo a classificação de Köppen (ALVARES, 2013). 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). E o solo predominante um Nitossolo vermelho (EMBRAPA, 2013). Atualmente, a área é manejada sob SPD e cultivada com culturas anuais.



**Figura 1.** Local de realização do experimento e disposição dos blocos com 5 parcelas por bloco. UTFPR-DV, 2018. Fonte: O autor, 2018.

O experimento está sob delineamento de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições, em parcelas de 4 x 8 metros, totalizando 20 parcelas, sendo que as parcelas e os blocos estão distanciados por 10 metros, conforme orientação do fabricante do bioestimulador. Em maio de 2015 foram implantados os tratamentos: T1 = sem P e sem Bioestimulador; T2: sem P e 100% Bioestimulador; T3= 50% P e 100% Bioestimulador; T4= 100% P e 100%

Bioestimulador e T5= 100% P e sem Bioestimulador. A recomendação de P estará baseada na CQFS (2004) para elevar o teor de P do solo até a classe de disponibilidade “alta”. Os tratamentos com adubação fosfatada foi em cobertura, sendo na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (dose 100%) na forma de super fosfato triplo no momento da semeadura da cultura.

Para o presente estudo, a cultura do feijão foi implantada dia 10 de março de 2017, sob sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,45m e população média de 220 mil plantas ha<sup>-1</sup>, seguindo orientações técnicas conforme as suas peculiaridades. Os tratamentos fitossanitários foram realizados pela empresa terceirizada Insuagro® LTDA.

A adubação nitrogenada (N) e potássica (K<sub>2</sub>O) foram realizadas nas doses de 50 e 60 kg ha<sup>-1</sup> por meio de ureia e cloreto de potássio, respectivamente, aplicados em cobertura 35 dias após emergência da cultura. Os bioestimuladores foram aplicados em três momentos, sendo a primeira com bioestimulador do solo 30 dias antes da semeadura na dose de 125g ha<sup>-1</sup> (0,8g/parcela diluídos em 2,5L de água), a segunda de Bioestimulador de plantas 30 dias após a emergência da cultura na dose de 125g ha<sup>-1</sup> (0,4g/parcela diluídos em 2,5 L de água) e a terceira realizada 30 dias após a segunda aplicação seguindo os mesmos critérios da anterior.

Aos 80 dias após a emergência, as plantas foram coletas, secadas em estufa a 65°C para avaliação da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA). Após, amostras da MSPA foram moídas em moinho tipo Willey e analisadas quanto ao teor de N, P, K, Ca e Mg (TEDESCO et al., 1995). No final do ciclo da cultura foi avaliada a produtividade de grãos.

#### 4.2 ANÁLISES DO SOLO

Após a colheita da cultura do feijão, o solo foi amostrado com pá de corte nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, e secados ao ar, moídos e peneirados em malha 2,0 mm e encaminhados para a realização das análises, realizada a determinação em laboratório do pH em água e do teor dos nutrientes P, K, Cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocável (TEDESCO et al., 1995), além do teor de Carbono (C) orgânico (EMBRAPA 1997).



**Figura 2.** Coleta de solo realizada com pá de corte (A), demarcação das profundidades de amostragem (B). UTFPR-DV Fonte: Prestes, V. Joailson 2018.

#### 4.3ANÁLISES DE DADOS

Os dados obtidos no presente estudo foram normalizados, quando necessário, transformando-os para  $\text{Log}(n+0,5)$  antes de realizar a análise da variância (ANOVA). As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SASM - Agri.

## 9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de P variaram de 11,9 a 30,6 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 0-5 cm, 5,9 a 10,9 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 5-10 cm e de 4,3 a 5,3 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 10-20 cm (Tabela 1). Considerando a camada de 0-10 cm, a preconizada segundo o manual de adubação e calagem para os estados do RS e SC. (CQFS, 2004). Os teores variaram de 8 a 20 mg dm<sup>-3</sup>, sendo considerado classes de disponibilidade alto e muito alto de P.

Em relação aos níveis de K a variação foi de 166,3 a 181,0 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 0-5 cm, 77,0 a 166,1 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 5-10 cm e de 32,0 a 57,0 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 10-20 cm. (Tabela 2). Considerando a camada de 0-10 cm, os teores variam de 54,5 a 111,5 mg dm<sup>-3</sup> sendo considerado classes de disponibilidade médio e alto de K (CQFS, 2004). A utilização do insumo Bioestimulador deveria aumentar a disponibilidade e quantidade dos nutrientes no solo principalmente o P nos tratamentos sem fertilizante mineral através da elevação da atividade biológica e mineralização dos nutrientes presentes no solo na forma orgânica, porém não influenciou os teores de P e K no solo nas três camadas avaliadas, comprovando a ineficiência do Bioestimulador no aumento da disponibilidade destes nutrientes em condições como a do presente experimento.

Já a adubação mineral com P elevou os teores deste na camada de 0-5 do solo, mas não interferiu na disponibilidade do mesmo nas camadas de 5-10 e 10-20 cm. (Tabela 1). Isso se deu devido a baixa mobilidade do nutriente no perfil do solo, principalmente em solos argilosos como o do presente estudo, associada à aplicação superficial do nutriente.

**Tabela 1:** Teores de fósforo e potássio disponível nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018.

Camada do solo (cm)	Fósforo			Potássio		
	0 - 5	5 - 10	10 - 20	0 - 5	5 - 10	10 - 20
Tratamento	----- mg dm <sup>-3</sup> -----					
0% P + 0%B	11,9 b	5,9 ns	5,5 ns	181,0 ns	123,7 ns	42,0 ns
0% P + 100%B	14,1 b	7,1	4,3	203,7	112,3	32,0
50% P + 100%B	19,4 b	6,1	4,8	228,7	87,5	36,0
100 %P + 100%B	29,8 a	10,9	4,8	196,0	77,0	57,0
100% P + 0%B	30,6 a	8,1	5,3	166,3	166,1	37,0

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si para teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os teores de MOS variaram de 4,4% a 4,8% na camada de 0-5 cm, de 3,3% a 3,5% na camada de 5-10 cm e de 2,5% a 2,8% na camada de 10-20 (Tabela 2). Percebemos que os maiores teores se restringem nas camadas superficiais do solo devido ao sistema de plantio direto.

Segundo a empresa o insumo Bioestimulador poderia aumentar os teores de MOS no solo através da atividade biológica, porém não foram encontrados resultados significativos em todas as profundidades analisadas. Percebemos que os maiores teores se restringem nas camadas superficiais do solo devido ao sistema de plantio direto.

Em trabalho realizado com o bioestimulador Microgeo® Bellini, Schmidt Filho e Moresk (2011), observaram que a MOS foi influenciada pelo tratamento 300 L ha<sup>-1</sup> e não tendo o mesmo incremento para o tratamento com 100 L ha<sup>-1</sup>. Isso provavelmente está associado ao fato de que o composto, além de ser “fonte” de microorganismos, é também fonte de matéria orgânica para o solo uma vez que é um composto com esterco bovino, o que contribui para incrementar os teores de MO presentes no solo além de influenciar para a degradação da MO não humificada que por ventura poderia existir nesse ambiente devido à presença dos microorganismos do biofertilizante.

**Tabela 2:** Teor de matéria orgânica em profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018.

Camada do solo (cm)	0 – 5	5 - 10	10 - 20
Tratamento	-----%-----		
0% P + 0% B	4,5 <sup>ns</sup>	3,5 <sup>ns</sup>	2,8 <sup>ns</sup>
0% P + 100% B	4,5	3,4	2,8
50% P + 100%B	4,4	3,4	2,8
100 %P + 100%B	4,8	3,3	2,7
100% P + 0% B	4,4	3,3	2,5

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si para teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O pH do solo variou de 6,1 a 6,3 quando analisado em água e de 6,4 a 6,6 pelo método SMP em todas as profundidades do solo, os resultados encontrados não se diferem estatisticamente (Tabela 3). Em trabalho semelhante Bellini, Schmidt Filho e Moresk (2011), analisaram o efeito do bioestimulador Microgeo® sob diferentes doses na cultura do arroz e concluiu que o mesmo não apresentou aumento significativo do pH no solo, apenas observou que em doses de 300 L ha<sup>-1</sup> quantidade acima do recomendado pelo fabricante, que seria 150 L ha<sup>-1</sup> houve uma menor redução no pH de 5,5 para 5,15 já nos tratamentos com doses menores a redução foi maior, indicando que o produto pode ter uma ação tampão no solo impedindo que o pH reduza drasticamente após a colheita da cultura quando aplicado em doses elevadas.



**Tabela 3:** pH em água e SMP nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018.

Camada do solo (cm)	pH H <sub>2</sub> O			pH SMP		
	0 – 5	5 – 10	10 - 20	0 - 5	5 - 10	10 – 20
Tratamento						
0% P + 0% B	6,2 <sup>ns</sup>	6,3 <sup>ns</sup>	6,2 <sup>ns</sup>	6,4 <sup>ns</sup>	6,5 <sup>ns</sup>	6,5 <sup>ns</sup>
0% P + 100% B	6,3	6,3	6,3	6,5	6,6	6,5
50% P + 100%B	6,3	6,2	6,2	6,5	6,4	6,5
100 %P + 100%B	6,2	6,3	6,2	6,5	6,5	6,5
100% P + 0% B	6,3	6,2	6,1	6,5	6,4	6,5

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si para teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O insumo Bioestimulador também não apresentou resultados significativos entre os tratamentos nos teores de Cálcio e Magnésio do solo, o que podemos observar também que os níveis de ambos nutrientes são maiores nas camadas superficiais do solo devido ao sistema de plantio direto adotado na área ao longo dos anos (Tabela 4).

**Tabela 4:** Teores de Cálcio e Magnésio nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm do solo sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018.

Tratamento	Cálcio			Magnésio		
	0 - 5	5 – 10	10 - 20	0 - 5	5 - 10	10 – 20
mg L <sup>-1</sup>						
0% P + 0% B	4,5 <sup>ns</sup>	3,4 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	6,0 <sup>ns</sup>	3,3 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
0% P + 100% B	4,5	2,9	1,5	6,4	3,4	1,2
50% P + 100%B	4,4	2,7	1,2	5,9	3,5	2,1
100 %P + 100%B	3,7	2,5	1,3	5,3	1,6	1,8
100% P + 0% B	4,2	2,2	1,2	6,8	1,9	1,5

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si para teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Em relação aos teores de nutrientes, o N do tecido vegetal variou de 16,6 g kg<sup>-1</sup> a 20,1 g kg<sup>-1</sup>, o fósforo do tecido de 3,9 g kg<sup>-1</sup> a 5,0 g kg<sup>-1</sup> e K de 14,9 g kg<sup>-1</sup> a 16,6 g kg<sup>-1</sup> indicando a não eficiência do produto avaliado no presente trabalho (Tabela 5).

**Tabela 5:** Teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio presentes no tecido vegetal do feijão sob uso de bioestimuladores associado ou não a adubação fosfatada solúvel. Dois vizinhos 2018.

Nutriente	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamento	----- g kg <sup>-1</sup> -----		
0% P + 0% B	16,6 <sup> Ns</sup>	4,8 <sup> Ns</sup>	15,5 <sup> Ns</sup>
0% P + 100% B	20,1	5,0	16,6
50% P + 100%B	18,9	5,0	16,2
100 %P + 100%B	17,8	3,9	14,9
100% P + 0% B	17,8	4,8	16,2

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si para teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para os parâmetros vagens por planta, grãos por vagem e peso de mil grãos não foi observada diferença estatística referente ao uso do insumo biológico Bioestimulador (Tabela 6). As diferenças estatísticas podem ser observadas no número de grãos por planta e na produtividade da cultura do feijão, onde se diferem os tratamentos com 100% de adubação mineral fosfatada dos demais tratamentos com 50% e 0% da dose recomendada de fósforo (Tabela 6).

Em experimento utilizando o bioestimulador Penergetic e diferentes doses de adubação mineral realizado por Cobucci, Nascente e Lima (2015), A produtividade de grãos do feijoeiro na safra de 2012 foi significativamente afetada pelas doses de fósforo. O resultado obtido no presente trabalho se difere do realizado por Cobucci, Nascente e Lima (2015), onde se verificou que a aplicação de Bioestimulador proporcionou incrementos significativos ao peso de mil grãos e produtividade final da cultura quando comparado ao tratamento controle (sem o uso de Bioestimulador). Brito et al. (2012) também verificou

que a aplicação de Penergetic proporcionou aumentos significativos na produtividade de grãos do feijoeiro quando comparado com o tratamento controle. Segundo os autores a tecnologia proporciona melhores condições ao desenvolvimento das plantas melhorando a absorção dos nutrientes pela planta como o fósforo.

A ausência de resultados positivos em relação ao uso do insumo bioestimulador Bioestimulador pode estar ligada à elevada fertilidade do solo no local em que foi realizado o experimento, como teor de P alto, K alto, considerando o manual de adubação e calagem para os estados do RS e SC. (CQFS, 2004). Para Roel, (2007) a fertilidade do solo e a adubação utilizada podem ser o motivo da falta de resposta dos biofertilizantes, ou seja, as plantas podem ter alcançado um bom desempenho em presença de níveis satisfatórios de nutrientes.

Por outro lado, houve melhoria na fertilidade do solo com o uso recomendado da adubação mineral solúvel que foi refletida com aumento de produtividade da cultura do feijão com uso de fertilizantes. A elevação dos teores de P na camada de 0-5 de 11,9 mg dm<sup>-3</sup> (testemunha) para 30,6 mg dm<sup>-3</sup> (100% de P ) contribuiu para o aumento na produtividade da cultura (Tabela 6), mesmo em solo com classe de disponibilidade considerada alta segundo o manual de adubação e calagem para os estados do RS e SC. (CQFS, 2004).

**Tabela 6.** Parâmetros de produtividade da cultura do feijão cultivado sob bioestimulante associado a diferentes doses de adubação fosfatada. Dois Vizinhos 2018.

Tratamento	Vagens/ Planta	Grãos/ Planta	Grãos/ Vagens	1000 Grãos	Produtividade
	Unidade	Unidade	Unidade	g	kg ha <sup>-1</sup>
0% P + 0% B	9,4 <sup>ns</sup>	43,5 <sup>b</sup>	4,8 <sup>ns</sup>	226,9 <sup>ns</sup>	1425,9 <sup>b</sup>
0% P + 100% B	11,6	54,8 <sup>a</sup>	4,8	225,0	1469,1 <sup>b</sup>
50% P + 100%B	10,7	44,5 <sup>b</sup>	4,6	221,6	1633,9 <sup>b</sup>
100 %P + 100%B	14,3	74,5 <sup>a</sup>	5,1	217,4	1871,6 <sup>a</sup>
100% P + 0% B	12,0	59,6 <sup>a</sup>	5,0	218,8	1852,2 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si para teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

## 10. CONCLUSÕES

O insumo bioestimulador não influenciou a disponibilidade dos nutrientes P, K, Ca, Mg, além do teor de MOS e pH do solo nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm.

Da mesma forma, o uso do bioestimulador não afetou o teor de nutrientes N, P e K da parte aérea e os parâmetros de produtividade da cultura do feijão.

Porém, a adubação fosfatada mineral solúvel elevou a disponibilidade de P apenas na camada de 0-5 cm, aumentando a produtividade da cultura do feijão em 29%.

## 10. REFERÊNCIAS

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**. Ponta Grossa, v.6, p. 23-35, 2000.

ALMEIDA, F. S. **Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo**. Fancelli, Antonio Luiz. Atualização em plantio direto. 1985.

AMADO, T. J. C. Manejo da fertilidade do solo e desenvolvimento agropecuário sustentável. In: (Ed.)FONSECA, A. D.; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, p. 5-22, 2011.

BALOTA, E.L. **Alterações microbiológicas em solo cultivado sob o plantio direto**. Plantio direto: caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa, IAPAR, PRP/PG, 1997a. p.222-233.

BELLINI, Gabriel; SCHMIDT FILHO, Edison; MORESK, Humberto Misdei. **NFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE UM FERTILIZANTE BIOLÓGICO SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO**. 2011. 1 v. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Cesumar – Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2011.

BERTO, J. MIRANDA, C. R. **A sustentabilidade ambiental das propriedades suinícolas da microrregião do meio oeste catarinense: Uma avaliação com base no balanço de nutrientes**. Revista Brasileira de Agroecologia, v.2, n.1, fev. 2007

BOLLIGER, A. et al. **Taking stock of the brazilian "zero-till revolution": a review of landmark research and farmers' practice**. Advances in Agronomy, v. 91, p. 48-110, 2006.

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

CASARIN, V.; PROCHNOW, L. I. Nutrição de plantas: passado, presente e futuro. In: (Ed.)FONSECA, A. D.; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 311-327, 2011.

CASTRO, P. R. C; VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor dasplântulas, crescimento radicular e produtividade de soja**. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 23, n. 2, p. 222- 228, 2001.

CALEGARI, A. **Sequestro de carbono, atributos físicos e químicos em diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Argiloso do Sul do**

**Brasil.** 2006. 191 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

CERETTA, C. A.; GIROTTO, E. Contexto para definir manejo de nitrogênio no sistema plantio direto. In: (Ed.) FONSECA, A. D.; CAIRES, E. F.; BARTH, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto.** 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, p. 81-103, 2011.

COBUCCI, Tarcísio; NASCENTE, Adriano Stephan; LIMA, Daniel Paiva. **Aducação fosfatada e aplicação de Penergetic na produtividade do feijoeiro comum.** 2015. 8 v. - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2014.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes. **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 77-99, 2005.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** Brasília: EMBRAPA. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

GALDOS, M.V. **Perdas de fósforo e metais pesados por enxurrada em solo com aplicação do lodo de esgoto e cultivado com milho.** 2003. 57f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) IAC, Campinas, 2003.

HAMMOND, J.P.; BROADLEY, M.R.; WHITE, P.J. Genetic responses to phosphorus deficiency. **Annals of Botany**, v. 94, p. 323–332, 2004.

KLEIN & AGNE, v(8), **FÓSFORO: de nutriente à poluente** nº 8, p. (1713-1721) 2012.

LEPSCH, I. F.; **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de textos, 2007

LOPES, A. S. et al. **Sistema Plantio Direto: Bases para o manejo da fertilidade do solo.** 2005.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo.** 2ª edição. UFLA, Lavras, 2006, 728 p.

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

PÔRTO, M. L. et al. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no Brejo Paraibano. 2009.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1999. 549 p.

RESENDE, A. V. de. **Agricultura e qualidade da água**: contaminação da água por nitrato. Embrapa Cerrados. Documentos. 2002. 29 p.

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.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. **Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, p. 151-160, 2001.

TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**, 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TIECHER, T.; RHEINHEIMER, D.S.; CALEGARI, A. **Soil organic phosphorus forms under different soil management systems and winter crops, in a long term experiment**. Soil and Tillage Research, v. 124, p. 57-67, 2012.

WHITE, R. E. **Princípios e práticas da ciência do solo: o solo como um recurso natural**. Organização Andrei Editora, 2009.