

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE AGRONOMIA**

VITOR ALFREDO ARTUSO

**PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB EFEITO RESIDUAL DE FONTES DE  
FÓSFORO E PLANTAS DE COBERTURA DE CICLO HIBERNAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS  
2018

VITOR ALFREDO ARTUSO

**PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB EFEITO RESIDUAL DE FONTES DE  
FÓSFORO E PLANTAS DE COBERTURA DE CICLO HIBERNAL**

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: Prof. Dr. Laercio Ricardo Sartor

DOIS VIZINHOS  
2018



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**

**PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB EFEITO RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO E  
PLANTAS DE COBERTURA DE CICLO HIBERNAL**

por

Vitor Alfredo Artuso

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 20 de novembro 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. Dr. Laercio Ricardo Sartor  
(UTFPR-DV)  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Carlos André Bahry  
(UTFPR-DV) Membro titular 2

---

Profa. Dra. Angélica Signor Mendes  
(Resp. pelo TCCII)

---

Prof. Dr. Lucas Domingues da Silva  
(Coordenador do Curso de Agronomia)  
UTFPR – Dois Vizinhos

---

Prof. Dr. Paulo Cesar Conceição  
(UTFPR-DV) Membro titular 1

## AGRADECIMENTOS

Ao longo destes cinco anos de vida acadêmica, estou levando é uma vivencia inesquecível, que me permitiu acima de tudo dar um valor maior ainda á fé, família e amigos, porque julgo ser isso o mais importante na formação de uma pessoa completa e satisfeita com a vida.

Primeiramente agradeço a Deus, pelas dadiva de me permitir ter entrado numa universidade excelente, cercado de pessoas boas, no curso que eu sempre quis, sendo hoje um orgulho participar desta profissão tão rica.

A minha família, meu pai Jovani, minha mãe Marilene, que com certeza foram muito felizes em me passar toda a sua essência, em valores, educação, caráter, em me ensinar que para se conquistar algo, o caminho é trabalhar duro, dar o melhor de si, ter paciência, reconhecer o próprio erro e que quando ainda não der certo é porque ainda não é a hora certa. A minha irmã Amanda, que sempre carregou os apelidos carinhosos por mim dados, sempre foi a pessoa a quem eu olhava e sentia a necessidade de fazer a coisa certa, para que servisse de exemplo, e é quem eu gostaria de dar bons testemunhos de vida, tendo que ser mais forte, para ela ver em mim uma base forte para ter com quem contar.

Aos meus avós Aldino e Jandira, Santo e Dilva, que sempre serviram de espelho e inspiração para mim, pelos exemplos de superação e resiliência, pessoas de fibra que sempre estiveram perto de mim e fazendo parte da minha vida.

A minha amada namorada Adriana, agradeço por todo o carinho nestes 3 anos e 7 meses, que esteve do meu lado, me dando suporte, me aguentando em momento de estresse, a sua ajuda com palavras e com gestos foram fundamentais para mim nesta caminhada, onde a convivência me permitiu desenvolver, aprendi a me posicionar no lugar do outro, isso é muito enriquecedor e torna o ser humano melhor, devo esta vitória a ti também.

Ao meu professor orientador, Laércio, pela confiança e oportunidade nestes cinco anos, com certeza levarei muitos ensinamentos para toda a vida, sou muito grato por toda atenção a mim disponibilizada. Aos meus irmãos de outras mães, onde posso citar Junimar (xuite), João, Joel, Ezequiel e Alisson, agradeço a Deus por ter vocês como amigos, que seja uma amizade para toda a vida, agradeço a ajuda neste e em todos os outros trabalhos durante a graduação, mas principalmente pela parceria como irmãos, neste período.

## RESUMO

ARTUSO, Vitor Alfredo. PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB EFEITO RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO E PLANTAS DE COBERTURA DE CICLO HIBERNAL. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

Os solos brasileiros apresentam alto grau de intemperismo e caracterizam-se pela presença significativa de óxidos de ferro e alumínio, causando baixa disponibilidade de fósforo devido à retenção desse nutriente pelos colóides do solo. O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da utilização de plantas de cobertura de inverno associadas à aplicação de fontes de fósforo, solúvel e insolúvel em água, na produção de biomassa das plantas de cobertura e rendimento da soja. O trabalho foi realizado na UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, em Latossolo Vermelho Distroférico com textura argilosa. O experimento teve início no ano de 2009, porém no presente trabalho, serão tratados os dados das safras 2016/17 e 2017/18. O ensaio possui 21 tratamentos com blocos ao acaso, em modelo bifatorial (3 x 7), com três repetições. Possui o fator A - fontes de fósforo, e fator B - diferentes plantas de cobertura de inverno (PCI). As fontes de P utilizadas foram superfosfato triplo (44% de  $P_2O_5$ ) e fosfato natural reativo (24% de  $P_2O_5$ ) e uma testemunha, sem P. As plantas de cobertura de inverno utilizadas foram aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), tremoço branco (*Lupinus albus*), azevém comum (*Lolium multiflorum*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth), centeio (*Secale cereale* L.), e testemunha, mantida em pousio no inverno. As fontes de P foram aplicadas na dosagem de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , até o ano de 2014. As plantas de cobertura foram implantadas em abril/maio e a soja em outubro. As variáveis analisadas na soja foram altura de planta e inserção de primeira vagem, número de nós produtivos, número de vagens e grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade, empregando uma área útil de  $5,4 \text{ m}^2$ . Na produção de biomassa de modo geral, houve destaque para as gramíneas e, principalmente, para a aveia, os maiores acúmulos foram utilizando as fontes fosfatadas, não havendo diferenças entre si. Para os atributos da soja, a ausência do fósforo em adubação ocasionou redução em todas as variáveis; as duas fontes utilizadas não apresentaram diferença entre si, para as variáveis, exceto para massa de mil grãos na safra 2017/2018. Obteve-se que o efeito residual de fósforo, das duas fontes avaliadas, foram equivalentes e capazes de sustentar produtividades satisfatórias, a longo prazo.

**Palavras chaves:** Fosfato natural. Superfosfato triplo, rendimento.

## ABSTRACT

ARTUSO, Vitor Alfredo. SOYBEAN PRODUCTIVITY ON THE RESIDUAL EFFECT OF PHOSPHORUS SOURCES AND HIBERNAL CYCLE COVERING PLANTS. 34 f. Course Completion Work (Agronomy Course) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

Brazilian soils present a high degree of weathering and are characterized by the presence of iron and aluminum oxides, causing low availability of phosphorus due to the retention of this nutrient by soil colloids. The present work aims to evaluate the effects of the use of different winter cover crops associated to the application of different sources of phosphorus, soluble and insoluble in water, biomass production of cover crops and yield of soybean. The study was carried out at UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, in a clay latosol with a clay texture. The experiment began in 2009, but in the present work, data from the 2016/17 and 2017/18 harvests will be considered. The assay has 21 treatments with random blocks, in a bifactorial model (3 x 7), with three replicates. Factor A - sources of phosphorus, and factor B - different winter cover crops. The phosphorous sources used will be triple superphosphate (44% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and natural phosphate (24% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and a control, without phosphorous. The used pigeons will be black oats (*Avena strigosa Schreb*), Radish forage (*Raphanus sativus L.*) White lupine (*Lupinus albus*), Ryegrass (*Lolium multiflorum*), Hairy vetch (*Vicia villosa Roth*), Rye (*Secale cereale L.*) and witness, kept in winter fallow.. The sources of P were applied in the dosage of 100 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, until the year 2014. The hedge plants were implanted in April / May and the soybean in October. The variables analyzed will be biomass of cover plants, plant height and first pod insertion, number of productive nodes, number of pods and grains per pod, mass of one thousand grains and productivity, using a useful area of 5.4 m<sup>2</sup>. In the biomass production, grasses were predominantly present, mainly oats. The largest accumulations were using the phosphate sources, with no differences between them, so that both were superior to the control with absence of phosphorus. For the soybean attributes, the use of the absence of the nutrient caused a drastic reduction in all the variables, the two sources used did not present difference for any variable, except for a thousand grain mass in the 2017/2018 harvest. It was obtained that the residual phosphorus effect of the two sources evaluated were equivalent and capable of sustaining satisfactory long-term yields.

**Keywords:** Natural phosphate. Triple superphosphate. Yield.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	10
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A maioria dos solos brasileiros têm alta taxa de intemperização, possuindo uma composição oxídica, rica em ferro e alumínio, que mantem o P retido no solo (TIECHER, 2011). Deste modo, o fenômeno compromete o pleno aproveitamento do fósforo e eficiência de uso, afetando o desenvolvimento da cultura ou impossibilitando de a mesma expressar o seu máximo potencial produtivo. Visando reduzir os efeitos da retenção do P no solo, estratégias como altas doses de fertilizantes são utilizadas, porém isso acarreta no aumento de custo de produção (SOUSA; LOBATO; REIN, 2004), refletindo em menor lucro do agricultor.

O uso de fontes solúveis de P propiciam a imediata liberação, em que parte pode ser utilizada pela planta e outra retida no solo, havendo a adsorção do nutriente (BHATTI; YAWAR, 2010). Uma estratégia que pode ser utilizada é o emprego de fosfatos naturais, os quais possuem efeito de liberação gradual. A solubilidade deste fertilizante é mais acentuada em solos com pH ácidos, sendo que em solos alcalinos a disponibilidade é reduzida, ou se dá de forma lenta; este critério deve ser levado em consideração para escolha da fonte, visto que seu custo de compra é menor, comparativamente.

Há uma diversidade na maneira em que as plantas obtém o P do solo, em que umas têm maior eficiência que outras. Isso está ligado à capacidade destas exsudarem compostos que propiciam quebras das ligações dos argilominerais com o nutriente, principalmente o malato e citrato (WATT, 1999). Nahas (2002) relata que, quando ocorre a associação de fungos micorrízicos há um incremento significativo nas quebras de ligações, favorecendo ainda mais o processo de disponibilização do nutriente.

É crescente o interesse pelo produtor quanto aos custos de produção da sua lavoura, visto que altas produtividades somadas a baixos preços de venda e, alto custo para produzir, nem sempre é sinônimo de lucro. Ainda, com as particularidades dos solos brasileiros que tendem a reter o P, ou seja, se faz necessário a constante reposição a cada cultivo; isso acaba gerando aumento no custo de produção e maior demanda operacional no momento da semeadura.

Outra questão é que o fósforo proveniente de fertilizantes solúveis tem maior tendência a serem adsorvidos pelo solo, reduzindo seu aproveitamento. Este excesso de aplicação de P no solo pode causar desequilíbrios no sistema; em que um solo suscetível à erosão pode ter seus componentes carreados a um efluente, causando sérios riscos ambientais, eutrofização, contaminação das águas, entre outros (Daniel et al., 1998).



É de conhecimento comum, os atributos e melhorias que o uso de plantas de cobertura, proporcionam no sistema de produção, dentre este pode-se elencar alguns, como; aumento da umidade do solo, diminuição da temperatura, incremento de matéria orgânica, aumento da microbiota, supressão de daninhas, controle da erosão e ciclagem de nutrientes. Sendo importante obter conhecimento sobre produção e capacidade destas plantas proporcionarem incrementos produtivos sobre as culturas sucessoras, principalmente pelas características destas plantas assimilarem e disponibilizarem nutrientes (CRUSCIOL et al., 2008; WEBER & MIELNICZUK, 2009).

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho objetivou avaliar a produtividade da soja e produção de biomassa de plantas de cobertura, em dois anos, sob combinação da exploração do efeito residual de fósforo com diferentes fontes e plantas de cobertura de inverno.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

-Avaliar produção de biomassa das plantas de cobertura de inverno sob fontes e uso do fósforo.

-Avaliar os componentes de rendimentos na soja em relação ao efeito residual das fontes fosfatadas e plantas de cobertura de inverno.

-Avaliar a produtividade da soja em relação ao efeito residual das fontes fosfatadas e plantas de cobertura de inverno.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja (*Glycine max*), ficando atrás dos EUA. Possui mais de 33 milhões de hectares plantados e uma produção, com expectativa de ultrapassar 119 milhões de toneladas na safra 2018/2019, alcançando uma produtividade média superior a 3,3 toneladas por hectare. (CONAB, 2018).

A soja é responsável por grande número de empregos diretos e indiretos, distribuídos em toda sua cadeia produtiva; até o ano de 2008, este número se encontrava acima de 80 mil empregos (RAIS/TEM, 2008, *apud* SILVA et al., 2011), incluindo o setor primário de produção, secundário responsável pelo beneficiamento, originando produtos como óleo, farelo entre outros mais elaborados, também apresenta grande importância no setor de serviços, transportes (SILVA et al., 2011)

Para manter e elevar a competitividade da soja, é importante o cuidado com a fertilidade dos solos e nutrição das plantas. Na soja, sua deficiência acarreta na diminuição da altura da planta e de inserção de primeira vagem (TANAKA e MASCARENHAS, 1992), menor produção de flores e maior índice de aborto floral (VENTIMIGLIA et al., 1999), culminando em baixa produtividade. O fósforo é um nutriente essencial para as plantas, participa das estruturas, processos metabólicos, respiração celular e promove desenvolvimento celular. A disponibilidade deste nutriente é dada pelas condições do solo, sendo que ele é essencialmente absorvido via sistema radicular. Um pH entre 5 a 6 facilita sua disponibilidade, outro ponto importante é como este mineral é encontrado no solo, na forma dihidrogenofosfato, apresentando menor energia de ligação com os argilominerais do solo (DECHEN e NACHTIGALL, 2007; HAYNES, 1984; BARROW, 1985). A forma preferencial de absorção pelas plantas se dá na forma do ânion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , e em menor taxa como  $\text{HPO}_4^{2-}$  (MASCARENHAS et al., 2013).

O Brasil possui predominantemente solos tropicais e subtropicais, onde cerca de um quarto apresenta baixos teores de nutriente disponível (SANCHEZ & LOGAN, 1992). Estes solos apresentam avançado grau de intemperismo, onde se elevam os teores de oxihidróxidos de ferro e alumínio, caracterizados por reterem o mineral (NOVAIS & SMYTH, 1999; RHEINHEIMER et al., 2008).

O nutriente é translocado rapidamente na planta, podendo partir dos tecidos mais velhos para os mais novos, em caso de déficit no seu fornecimento. Isto se evidencia nas folhas

mais velhas, apresentando coloração verde escuro, azulado ou bronzeado, caules finos, folhas pequenas, menor desenvolvimento de ramificações laterais (MASCARENHAS et al, 2013).

O P é considerado por Choudhary e Fujita (1998) um nutriente de grande importância, além da nutrição de leguminosas, mas também para nodulação e fixação biológica de N<sub>2</sub>. De forma geral, é exigido em baixas quantidades, no entanto o sistema produtivo atual, grandes doses do mineral vêm sendo empregadas visando manter os níveis adequados do nutriente e compensar a adsorção pelos argilominerais (SOUSA; LOBATO; REIN, 2004).

As fontes mais utilizadas para a reposição do fósforo no solo são, na maioria, solúveis, com custo maior, que acarreta em um custo de produção mais elevado. A partir disso, outras fontes alternativas estão ganhando espaço, dentre elas os fosfatos naturais, que possuem menor custo, porém, baixa solubilidade nos primeiros cultivos (SCHONINGER; GATIBONI; ERNANI, 2013), apresentando resultados satisfatórios de produtividade em diversas culturas (LANA, et al, 2004).

Os fertilizantes fosfatados são classificados de acordo com a solubilidade em água, em citrato neutro de amônio (CNA) e em ácido cítrico (AC). Visto que isso tem ligação direta com a eficiência agrônômica em fornecer fósforo para as plantas (CHIEN et al., 2011).

O fosfato natural consiste basicamente na rocha fosfática moída, sem passar por nenhum tratamento químico. Com isso, apresenta eficiência mediana em primeiros cultivos anuais, no entanto, ao passar dos anos, tende a ter boa disponibilidade de P, principalmente se situado em solos ácidos, isto propicia maior eficiência em uso de P pelas culturas (SOUSA et al., 2010).

O fosfato natural é considerado por Goedert e Souza (1984), o método mais “agroeconomicamente” viável para o produtor, por congrega menor custo do produto somado à eficácia de absorção de fósforo pelas plantas. Este fato é dependente das condições de solo, entre elas pH, teor inicial do nutriente, pois o uso de fontes naturais, não possui capacidade de atender prontamente com excelência as demandas dos cultivos.

Já os fertilizantes fosfatados solúveis agregam uma fabricação mais complexa; consistem na rocha fosfatada moída e submetida ao ataque de ácidos sulfúricos e fosfóricos, originando principalmente superfosfatos simples e triplos, respectivamente (SILVEIRA, 2000).

Estes fertilizantes supracitados possuem mais de 90% de fósforo solúvel em citrato neutro de amônio (CNA) + água, caracterizando alta eficiência agrônômica ainda nos primeiros cultivos e, ainda, correspondem a cerca de 95% do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizado na agricultura brasileira (SOUSA et al., 2010).

Apesar da eficiência agronômica inicial, destacada por Bhatti; Yawar (2010), os autores ainda corroboram a maior tendência à perda do nutriente pela retenção do solo. De forma que a reposição do nutriente tende a ser constante, aumentando os custos de produção. As plantas possuem diferentes meios de acessarem o mineral do solo, de forma que as raízes exsudam hidrolases ou compostos orgânicos, como malato e citrato (WATTS & EVANS, 1999), complexam metais associados ao fósforo ou acidificam a rizosfera, permitindo a dissolução de compostos, pela ação de micorrizas ou outros microorganismos, capazes de quebrar compostos orgânicos e liberarem fósforo lábil, na forma de íons fosfato (NAHAS, 2002; SILVA et al, 2011).

O uso de plantas de cobertura possui suas vantagens reconhecidas pelos produtores, como evitar erosão, manter maior umidade no solo e melhorar a drenagem da água da chuva. Inerente a estes fatores, Conte (2001) e Muzilli (1983) discorrem que a deposição de resíduos na superfície melhora a ciclagem do elemento, este acúmulo retarda a taxa de degradação da MO do solo, beneficiando o estoque de fósforo orgânico. Seguindo o exposto, deve se ressaltar a importância de produzir resíduos orgânicos no sistema; este acúmulo é obtido principalmente com o uso de plantas de cobertura, que possuem esta finalidade, congregando geralmente a capacidade de gerar alta produção de biomassa, sistema radicular vigoroso e adaptabilidade no ambiente de cultivo.

Entre as espécies estudadas se incluem aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), azevém (*Lolium multiflorum*), centeio (*Secale cereale* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), tremoço (*Lupinus albus* L.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), que são potenciais tanto em ciclagem de nutrientes como na produção de resíduos para o solo. O incremento de plantas com boa capacidade de ciclagem do nutriente pode apresentar bons resultados nas culturas sucessoras, aumentando a produtividade, produção de matéria seca, além de reduzir o uso intenso de elemento em toda semeadura. O conhecimento sobre as espécies com esta capacidade, tanto quanto sua dinâmica de decomposição e disponibilização de nutrientes, são pontos importantes a serem levados em consideração para uso de determinada espécie de planta de cobertura.

A literatura atual apresenta um aporte interessante sobre potencialidades de algumas plantas em relação ao uso e ciclagem do componente, advindo de fosfatos naturais não reativos. Habib et al., (1999) demonstraram aumento da solubilização do fósforo em solos calcários, com a utilização do nabo; isso é atribuído à exsudação de compostos orgânicos pelas suas raízes.

Leguminosas têm maior capacidade em acumular nutrientes em seus tecidos, em relação às gramíneas, refletindo numa maior oferta de fósforo para as culturas sucessoras, e sendo as mais eficientes num cultivo com intuito de melhoria de solubilização de minerais (DAROS, 1993, e GIACOMINI et al. 2003). Rao et al. (1997) defendem o fato das leguminosas serem mais eficientes na aquisição deste, por unidade de raiz, pela morfologia da raiz e fosfatase ácida.

Gramínea de inverno, a aveia preta (*Avena strigosa Schreb*) é utilizada como forragem, feno e planta de cobertura. Rústica, com baixa exigência em fertilidade do solo (DERPSCH e CALEGARI, 1992), alto rendimento de matéria fresca, fatores que fazem com que a espécie seja a mais utilizada como cobertura de solo no outono-inverno no sul do Brasil (AITA, 1997). Os restos culturais são fornecedores de nutrientes às culturas sucessoras a médio e longo prazo (FLOSS, 2002).

O azevém (*Lolium multiflorum*), também gramínea de inverno que se destaca pelo verde intenso e brilho nas folhas. Possui lento crescimento sob baixas temperaturas e a produção de matéria seca aumenta com temperaturas mais elevadas na primavera (FILHO & QUADROS, 1995). Possui ótima capacidade de ressemeadura natural, permitindo baixo custo de implantação (FARINATTI et al., 2006). Importante característica que permite seu emprego em sistemas de plantio direto e pomares de frutíferas (GALVAN et al., 2010).

Pertencente à família Brassicaceae o nabo forrageiro (*Raphanus sativus L*) possui sistema radicular pivotante e profundo (BURLE et al., 2006). Apresenta boa produção de massa seca, até 6ton ha<sup>-1</sup>, no período de floração, mesmo sem adubação complementar (CALEGARI, 2008).

Planta muito eficaz na ciclagem de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, o que elenca esta planta uma importante opção num sistema de rotação de culturas (OHLAND et al., 2005; CARVALHO & AMABILE, 2006).

Também gramínea de inverno, o centeio (*Secale Cereale*), se destaca pela rusticidade, adaptações a solos pobres, inclusive arenosos, possui sistema radicular profundo e agressivo onde este se torna mais eficiente que outras espécies na absorção de nutrientes indisponíveis (BAIER, 1994). No mesmo trabalho, o autor ainda destaca a aptidão do centeio além de planta de cobertura, mas também como forrageira de inverno.

O trabalho de Schdnhammer e Fischbeck (1987) constatou que em solos com monocultivo de centeio, os agregados se apresentavam com estabilidade melhor, além de uma

menor densidade. Marschier (1986), relata que a exsudação de citrato pelas raízes do centeio, permite a troca aniônica com os argilominerais, de forma a disponibilizar o P antes adsorvido.

Pertencente à família fabaceae, o tremoço branco (*Lupinus albus L.*), apresenta sistema radicular pivotante, profundo podendo atingir até 2 metros, com bom potencial para atuar na melhoria física, química e biológica do solo (COSTA et al., 1992).

Esta leguminosa tem potencial para melhorar a qualidade do solo, devido ao incremento de MO, aporte e ciclagem de nutrientes, como o nitrogênio, pelo fato de ser uma leguminosa (HUYGHE, 1997) e realizar simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. Possui capacidade de produção de biomassa seca de até 12,9 ton ha<sup>-1</sup>, em Latossolo vermelho no bioma cerrado (PEREIRA e SILVA, 1985).

Também uma leguminosa de inverno, a ervilhaca peluda (*Vicia villosa Roth*), é uma das principais plantas de cobertura de inverno, possui capacidade de fixação de N<sub>2</sub> e ciclagem de nutrientes, pode ser utilizada com forrageira, silagem, feno ou adubação verde e produção de grãos (ORTIZ et al, 2015). Apresenta uma produção de massa seca de até 6 ton ha<sup>-1</sup> (FORMENTINI et al, 2008).

## 4 METODOLOGIA

O presente experimento foi realizado na estação experimental da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, no Sudoeste do Paraná, com latitude 25°42' S, longitude 53°08' W e altitude média de 561m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico com textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

O experimento foi implantado em 2009 e foram avaliadas as safras 2016/17 e 2017/18, para o presente trabalho, sendo a cultura da soja implantada e avaliada nos meses de outubro a março. Nos anos anteriores cultivou-se no experimento milho, soja, e dois anos consecutivos de milho, respectivamente.

**Tabela 1.** Análise de solo em três profundidades (0-5,5-10,10-20 cm) antes da implantação do experimento, 2009.

Profundidade cm	pH	MO	P res.	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	V
	CaCl <sup>2</sup>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mmolc/dm <sup>3</sup>					%
0-5	5,4	40,2	8,1	0	34,2	54	26,9	5	71,5
5-10	5,2	40,2	9,7	0	36,8	56,2	29,8	2,8	70,7
10-20	5	26,8	4,8	0,8	39,7	43,2	21,3	1,3	62,4

Foram aplicados 21 tratamentos com blocos ao acaso, em modelo bifatorial (3 x 7), com três repetições. O fator A são as fontes de fósforo e o fator B as diferentes plantas de cobertura de inverno (PCI). As fontes utilizadas foram o superfosfato triplo (44% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em Citrato neutro de amônio + água) e fosfato natural não reativo (24% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel ácido cítrico) (BRASIL, 2007), e uma testemunha, sem aplicação de P.

As PCI utilizadas foram aveia preta cv. IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), tremoço branco (*Lupinus albus*), azevém comum (*Lolium multiflorum*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa* Roth), centeio (*Secale cereale* L.) e testemunha, mantida em pousio no inverno.

As plantas de cobertura foram cultivadas entre abril e maio, sendo estas conduzidas até o florescimento, quando se realizou o corte, utilizando um quadrado de 0,25m<sup>2</sup>, para avaliação da matéria seca produzida. As amostras foram secas em estufa á 55°C por 72 horas e pesadas em balança semi-analítica, permitindo quantificar a massa seca, posteriormente estimar



a produção por hectare. Após o corte da unidade amostral, foi realizado manejo das coberturas com dessecação, utilizando glyphosate, 3,0 lt. p.c. ha<sup>-1</sup>.

As fontes foram aplicadas a lanço no período do inverno após implantação das PCI, na dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, desde 2009 até a safra de 2014/15. Neste ano através de análise de solo e interpretação tendo como base o Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2004), constatou-se o alto teor do nutriente nas parcelas que recebiam a aplicação, onde a decisão foi de cessar as aplicações e seguir explorando o efeito residual do elemento e a provável influência das plantas de cobertura na disponibilização do nutriente para as cultura de interesse.

A semeadura da soja foi realizada no mês de outubro, para os dois anos, na safra 2016/2017 utilizou-se a cultivar TMG 7062 IPRO<sup>®</sup> e na safra 2017/2018 utilizou-se a cultivar PIONEER 96Y90 RR. A manejo de ervas daninhas foi realizado através da aplicação de Glifosato 2,5 lt.ha<sup>-1</sup> p.c., quando a planta se encontrava em estágio V3-V4.

O manejo de insetos pragas se baseou no monitoramento das mesmas, levando em consideração o manual da Embrapa “Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga” (HOFFMANN et al., 2012), onde foram realizadas para ambas as safras 3 aplicações por cultivo, visando ataque de percevejos e lagartas. Para manejo das doenças da soja, principalmente Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), também se realizou 3 aplicações para ambas as safras, apesar de a cultivar TMG 7062 IPRO, possuir a tecnologia INOX. As aplicações iniciaram em estágio R1, e eram repetidas em 15 dias, as moléculas utilizadas foram estrobilurina, triazol e carboxamida.

Quando a cultura se encontrava em ponto de maturação de colheita (R9), com aproximadamente 14% de umidade nos grãos, foram realizadas as amostragens utilizando uma área útil de 5,4 m<sup>2</sup> no centro da parcela, eliminando-se 0,5m das bordas com as parcelas adjacentes, de modo a coletar 4 metros lineares com 3 linhas centrais de 0,45 m. Desta área, dez plantas representativas foram utilizadas para determinação dos seguintes componentes de rendimento: de altura de planta e inserção da primeira vagem, número de nós produtivos com vagens, número de grãos por vagem. A área útil colhida foi trilhada sendo pesada em balança semi-analítica permitindo estimar a produtividade por hectare, uma sub amostra homogênea de 300 grãos foi utilizada para a determinação da massa de mil grãos em balança analítica. Simultaneamente outra sub-amostra foi utilizada para determinação da umidade dos grãos, em medidor eletrônico do tipo caneco, a qual permitiu corrigir as variáveis a 13% de umidade.

As coletas de solo se deram em três profundidades, 0-5, 5-10 e 10-15 cm, com auxílio de pá de corte e após o manejo das PCI. O nutriente foi determinado pelo método da Resina Trocadora de Ânions (RTA). As análises de solo foram realizadas no laboratório de Solos da Esalq-USP utilizando a metodologia de Hedley *et al.* (1982). As análises estatísticas utilizaram o teste F (0,05), quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (0,05), utilizando o programa estatístico Stathgraphic Plus 4.1, para aferir as diferenças estatísticas das variáveis no presente trabalho.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de fósforo do primeiro ano de avaliação (Tabela 2), foram compilados a partir de dados presentes no trabalho não publicado de GASPERINI (2015), que avaliou resultados do mesmo experimento, que o trabalho em questão. Verificou-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) para os fatores fontes de fósforo e plantas de cobertura, para acúmulo do nutriente no solo. Um ponto importante, foi observado nestes resultados a formação de um gradiente de concentração do componente no perfil do solo, de forma a apresentar altos valores na superfície (0-5cm). O que pode ser explicado pela maneira de aplicação até então utilizadas, a lançar, sem incorporação. Tiecher et al. (2012) reforça que o fósforo é um elemento com uma mobilidade extremamente baixa, explicando a ocorrência do gradiente de concentração em superfície.

A análise estatística para as fontes de P (Tabela 2), permitem observar que apenas o centeio diferiu absolutamente no fator A, em ambas profundidades, apresentando superioridade para o FN sobre o SFT, que por sua vez também foi superior ao tratamento com ausência de P. Nas demais coberturas e pousio, se observou o mesmo efeito, porém mantendo este padrão, apenas na profundidade de 0-5cm, comprovando os maiores acúmulos em superfície do FN, em ambos tratamentos.

Nas outras duas profundidades ocorreram alternância de resultados, demonstrando os diferentes comportamentos dos tratamentos, cabe ressaltar que o FN apresentou os maiores teores, porém nem sempre a caracterizou diferença estatísticas das demais fontes, nas profundidades de 5-10 e 10-20 cm.

Em comparação a plantas de cobertura se observou uma diferença em ausência de P, em pousio, onde o mesmo teve superioridade em ambas profundidades, com o uso de SFT, houve superioridade em absoluto de ervilhaca, nabo forrageiro, azevem, aveia preta. Já com uso de FN, o pousio e centeio apresentaram superioridade absoluta, nas três profundidades.

É válido ressaltar uma particularidade do tratamento pousio, que pode gerar uma interpretação equivocada dos dados, este tratamento possui a característica de não utiliza cobertura, com isso não possui P imobilizado na biomassa, como no caso dos demais tratamentos, isto implica que praticamente toda o P existente neste sistema está no solo, ao contrário dos tratamentos que utilizam coberturas, onde P do sistema se divide entre o solo e a biomassa presente. Implicando em dizer que uma análise do solo apenas, subestima-se a quantificação de P, no sistema que utilizam cobertura.

**Tabela 2:** Teores de fósforo no solo em diferentes profundidades, submetidos a diferentes fontes de P e plantas de cobertura de inverno, 2015. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2018.

Profund. (cm)	Plantas de cobertura de inverno							média fontes
	pousio	ervilhaca	tremoço branco	nabo forrageiro	azevem	aveia preta	centeio	
ausência de P (mg .dm <sup>-3</sup> )								
0-5	10,6 aC	14,6 aC	15,3 aC	12 aC	13 aC	9 aC	11,3 aC	12,0
5-10	9,3 abB	14,3 aA	11 abB	6,3 abA	9,3 abA	6,3 abB	9 abC	9,4
10-15	4,6 aB	9,6 bA	9 bA	5,3 bA	6,3 bA	5 bA	9,3 bC	7,0
SFT (mg .dm <sup>-3</sup> )								
0-5	54 aB	65,3 aB	91,3 aB	73 aB	60 aB	66 aB	115 aB	75,0
5-10	11,3 aB	12,6 aA	13,3 aB	15,6 aB	16,3 aA	16,3aB	40 bB	18,0
10-15	5,3 bB	13,6 aA	8,3 bA	9 abA	9,6 abA	11 abA	17,3 aB	10,6
FN (mg .dm <sup>-3</sup> )								
0-5	372,3 abA	480,6 abA	512 aA	283 bA	409,3 abA	503,6 aA	384,3 abA	420,0
5-10	77,3 aA	29,3 bA	84 aA	24,6bA	34 bA	50,3 bA	59,6 abA	51,3
10-15	33,3 aA	10,6 bA	21,6 bA	10 bA	14 bA	11,3 bA	30,6 aA	18,8

Extração de Fósforo do solo através do método de Resina Trocadora de Aníons (RTA). Onde: ausência de P- tratamento testemunha, sem aplicação de P, SFT- uso de superfosfato triplo; FN- uso de fosfato natural. Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si para fontes de P e letras minúsculas entre plantas de cobertura pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Compilado de GASPERINI, Andressa Marcon (2015), dados não publicados.

Analisando estes teores com base no manual de adubação e calagem (SBCS, 2004), onde o teor crítico para resina trocadora de aníons é 20 mg.dm<sup>-3</sup>, verifica-se que os tratamentos que receberam a aplicação do nutriente, demonstraram teores muito superiores ao nível crítico, na camada 0-5 cm, principalmente com o uso de fosfato natural. Já na camada 5-10 cm, observa-se uma superioridade para os tratamentos de centeio com SFT e todas as coberturas com uso de FN. Ficando restrito apenas aos tratamentos de pousio, tremoço branco e centeio.

Costa e Lovato (2004) avaliaram a atividade da enzima fosfatase ácida, proveniente da liberação de exsudatos das raízes e alcalina, proveniente do desenvolvimento de fungos e bactérias, no cultivo de milho em sucessão á tremoço branco, nabo forrageiro, aveia preta e ervilhaca, onde os autores constataram maior atividade da enzima, tanto ácida quanto alcalina nos tratamentos com tremoço branco e nabo forrageiro, estando de acordo com o exposto na Tabela 2, com as fonte de fosfato natural e ausência de P, de forma que para os tratamentos com fosfato natural, apenas o tremoço branco que se manteve com maior acúmulo, sendo que as outras três coberturas não mantiveram o padrão, encontrado pelos autores.

A Tabela 3 apresenta a produção de matéria seca das diferentes plantas de cobertura de inverno no ano de 2016 e 2017, onde não se verificou interação entre os fatores testados. Para o fator fontes de fósforo apenas a média em ausência de P diferiu dos tratamentos que utilizaram

o nutriente, apresentando maiores valores de produção com o uso do mineral, visto que, para as duas fontes testadas não houve diferença estatística.

No ano de 2016, apesar de não apresentar diferença estatística para as fontes, observou-se que superfosfato triplo proporcionou um incremento médio de 14,8% superior ao uso de fosfato natural; este por sua vez, apresentou uma produção média de 40% superior aos tratamentos em ausência de P. Já no ano de 2017, também não diferindo, houve destaque menos acentuado, que no ano anterior para o uso de fosfato natural, apresentando 4,7% superior em relação ao superfosfato triplo, este por sua vez, apresentou uma produção 34% superior em relação a testemunha com ausência de P.

**Tabela 3** – Produção de matéria seca das plantas de cobertura de inverno em kg.ha<sup>-1</sup>, ano de 2016 e 2017, submetidas efeito residual de diferentes fontes fosfatadas. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2018.

Plantas de Cobertura	Fontes			Média
	TEST P	SFT	FN	
Ano de 2016				
Aveia preta	3806	6450	5062	5106AB
Azevém	3231	4971	5194	4465,5AB
Centeio	3232	7442	5580	5417,7A
Ervilhaca	2496	3890	3650	3345,6B
Nabo forrageiro	3157	5444	4585	4395,6AB
Tremoço branco	2378	7289	6371	5346,4A
Média kg.ha <sup>1</sup>	3050 b	5914,3 a	5073,7 a	
Ano de 2017				
Aveia preta	3906,7	3853,3	3586,7	3782,2A
Azevém	1333,3	2293,3	2586,7	3893,3A
Centeio	2093,3	2560,0	3213,3	2622,2AB
Ervilhaca	1546,0	2840,0	2240,0	2208,9AB
Nabo forrageiro	466,7	2320,0	2840,0	1875,6B
Tremoço branco	1480,0	2546,7	2760,0	2262,2AB
Média kg.ha <sup>1</sup>	1804,3 b	2735,5 a	2871,1 a	

Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna e letras minúsculas na linha pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2018).

Comparando as médias do fator plantas de cobertura de inverno (Tabela 3), no ano de 2016 verificou-se destaque para centeio e tremoço branco, respectivamente, sendo as duas plantas que geraram os maiores acúmulos de massa seca, onde ambas não diferem

estatisticamente entre si e das demais plantas de cobertura, exceto da ervilhaca com menores produções. Contudo a mesma não diferiu do restante dos tratamentos, apenas do centeio e tremoço branco. A ordem decrescente das médias de produção de matéria seca, se dispõe da seguinte forma: centeio > tremoço branco > aveia preta > azevém > nabo forrageiro > ervilhaca.

Na comparação de médias do fator plantas de cobertura de inverno, para o ano 2017, houve destaque para a produção do azevém e a aveia preta, que diferiram estatisticamente apenas do nabo forrageiro, no entanto os demais tratamentos, não diferiram estatisticamente entre si, sendo que a ordem decrescente dos tratamentos se dá, na seguinte forma: azevém > aveia preta > centeio > tremoço branco > ervilhaca > nabo forrageiro.

Richart et al. (2006), em trabalho semelhante, encontraram maiores produções de massa seca de aveia, utilizando o superfosfato triplo, em comparação ao fosfato natural. Fontes de fósforo com maior solubilidade, ou seja, que tenham o nutriente prontamente disponível, favorecem a absorção por culturas de ciclo curto (BEDIN et al., 2003), como é o caso da aveia.

Gatiboni et al. (2000) trabalhando com implantação de azevém em campo nativo, utilizando superfosfato triplo, na dose de  $180 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}^2\text{O}^5$ , alcançou produção de massa seca de  $3776 \text{ kg.ha}^{-1}$ , aproximadamente de 24% inferior à produção de 2016, e cerca de 39% superior ao produzido no ano de 2017.

Comparando os valores de produção do ano de 2016, com as produções encontradas por Derpsch et al. (1985), que traz a produção de várias plantas de coberturas, cultivadas em solo de lavoura, verificou-se nos tratamentos centeio, ervilhaca e tremoço branco, produções superiores às encontradas pelos autores, diferentemente de aveia preta e nabo forrageiro, que apesar de apresentarem valores similares, porém, inferiores, comparado às apresentadas no trabalho de 1985. No entanto ao se comparar as produções encontradas no ano de 2018, apenas a ervilhaca superou a produção descrita pelos autores, de forma que os tratamentos com aveia preta, centeio, nabo forrageiro e tremoço branco, se mantiveram todos com menores produções em comparação.

Ao analisar as variáveis que atribuem os componentes de rendimento da soja, para as safras 2016/2017 e 2017/2018 (Tabela 4), número total de vagens e massa de mil grãos e atributos como, altura de planta, altura inserção de primeira vagem, número de nós, observou-

se que não houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores plantas de cobertura de inverno e as fontes fosfatadas, para dois anos analisados.

Na safra 2016/2017, houve diferença para o fator fontes de fósforo, sendo que as parcelas que não receberam aplicação apresentam menores valores para todas as variáveis, comparativamente às que receberam aplicação com elemento. As duas fontes de fósforo não diferiram entre si, inclusive apresentando valores muito próximos para as respectivas variáveis. Sendo que, para a massa de mil grãos, número de vagens e altura de plantas, o uso de fosfato natural proporcionou maiores valores em comparação ao uso de superfosfato triplo. Já na safra 2017/2018, houve diferença para todas variáveis analisadas, com exceção da altura de inserção de primeira vagem, onde as parcelas que não receberam aplicação de fontes de fósforo apresentam menores valores em comparação à aplicação de alguma fonte, idem à safra anterior

Para o fator plantas de cobertura de inverno, não se observou diferença entre si, para nenhuma das safras avaliadas, não havendo variações nos atributos, que possam destacar alguma espécie, perante as outras, no que diz respeito aos atributos na cultura da soja.

**Tabela 4** - Componentes de rendimento da soja, cultivar TMG 7062 IPRO INOX, safra 2016/2017. Sob diferentes plantas de cobertura de inverno e efeito residual de diferentes fontes fosfatadas. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2018.

Fontes	Componentes de rendimento				
	Alt. Pl. (m)	Alt. 1ª vg (cm)	nº nós	nº vagens	grãos.vg <sup>-1</sup>
Safra 2016/2017					
TEST P	1,1b	30,4b	15,2b	41,4b	2,5 b
SFT	1,3a	34,5a	17,1a	56,2a	2,6 a
FN	1,4a	34,3a	17,1a	58,4a	2,6 a
Safra 2017/2018					
TEST P	0,94b	18,9a	13,5b	41,7b	2,6 b
SFT	1,29a	20,1a	15,1a	56,2a	2,7 a
FN	1,31a	21,1a	15,4a	57,6a	2,7 a

Letras minúsculas diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. **Alt. Pl. (m)**: altura de plantas em metros, **Alt. 1º vg (cm)**: altura de inserção da primeira vagem, **nº nós**: número de nós produtivos por planta, **nº vagens**: número total de vagens por planta, **grãos.vg<sup>-1</sup>**: número de grãos por vagem. Fonte: Autor (2018).

As Tabela 5 demonstra a massa de mil grãos das duas safras avaliadas, ambas divergem de modo geral nos valores, possivelmente atribuído ao fato de ter se utilizado duas cultivares diferentes, e do atributo ter grande influência genética. Pode se observar na safra 2016/2017

maiores variações para o fator planta de cobertura, em detrimento a safra 2017/2018. Ainda na primeira safra se observa superioridade para a aveia preta, que diferiu apenas do tremoço branco, não havendo diferença para com os demais tratamentos. Já na segunda safra em questão, não foi comprovada diferença para o fator plantas de cobertura, sugerindo que não teve influência do fator plantas de cobertura para o atributo massa de mil grãos na cultivar PIONEER 96Y90 RR.

Entre as fontes de fósforo apenas os tratamentos cultivados em ausência de fósforo diferiram dos tratamentos utilizando o nutriente, culminando em massa de mil grãos cerca de 6,8% e 5,9%, respectivamente para superfosfato triplo e fosfato natural, em relação à ausência de P. Na safra 2017/2018 os tratamentos em ausência de fósforo apresentaram massa de mil grãos 10,8% menor que os tratamentos com superfosfato triplo.

**Tabela 5** – Massa de mil grãos em soja, cultivar TMG 7062 IPRO INOX, safra 2016/2017, sob diferentes plantas de cobertura de inverno e efeito residual de diferentes fontes fosfatadas. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2018.

Plantas de Cobertura	Fontes			Média (g)
	TEST P	SFT	FN	
Safra 2016/2017				
Aveia preta	189,7	210,2	204,0	201,3 A
Azevem	185,9	196,6	207,0	196,5 AB
Centeio	182,2	190,5	196,2	189,6 AB
Ervilhaca	181,0	200,4	202,5	194,7 AB
Nabo forrageiro	184,7	196,9	193,7	191,8 AB
Tremoço branco	185,5	198,8	179,5	187,8 B
Pousio	179,4	197,8	195,5	190,9 AB
Média (g)	185,2 b	198,7 a	196,9 a	
Safra 2017/2018				
Aveia preta	137,1	150,4	149,1	145,5 A
Azevem	136,3	147,6	151,7	145,2 A
Centeio	131,4	150,1	146,9	142,7 A
Ervilhaca	135,7	150,1	149,2	145,2 A
Nabo forrageiro	128,5	149,7	158,5	145,6 A
Tremoço branco	129,4	151,8	151,9	144,4 A
Pousio	133,1	145,1	155,2	144,2 A
Média (g)	133,1 c	149,3 b	151,8 a	

Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna e letras minúsculas na linha pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2018).

Em trabalho semelhante, Richart et al. (2006) constataram que o uso das diferentes fontes de P não promoveu diferenças estatísticas para a variável massa de mil grãos. Sugerem



ainda que em solos com teor adequado do nutriente, ambos fertilizantes teriam comportamento equivalente.

Derpsch et al. (1985) avaliaram a massa de mil sementes em soja submetida à sucessão de tremoço branco, ervilhaca, aveia preta, nabo forrageiro e em pousio, de forma a encontrar valores para esta variável absolutamente inferiores, em comparação em ambas às safras 2016/2017 e 2017/2018, para todas as espécies avaliadas, porém encontrou o maior valor para a respectiva variável, para a cultura em sucessão ao tremoço branco (139 g), divergindo dos valores encontrados na safra 2016/2017, em aveia preta (201,3g), e na safra 2017/2018, em nabo forrageiro (145,6g).

A Tabela 6 demonstra o rendimento da soja nas safras 2016/2017 e 2017/2018, onde não se observou interação significativa entre os fatores fontes de fósforo e plantas de coberturas de inverno, apresentando apenas diferenças entre as médias dentro de cada fator. Para fontes de fósforo, na safra 2016/2017 apenas o tratamento com ausência de fósforo apresentou diferença estatística dos demais, com as menores produtividades. A produtividade nos tratamentos que utilizaram a aplicação do nutriente foi bem semelhante, sendo que o superfosfato triplo foi 1,8% superior ao fosfato natural, que por sua vez apresentou diferença de 11,7% em relação aos tratamentos com ausência de P.

Para fator plantas de cobertura, na safra 2016/2017, houve destaque para o azevém, que apresentou a maior produtividade, diferindo estatisticamente dos tratamentos ervilhaca, pousio e tremoço, com produtividades 15,6%, 16,7% e 17,7% menores, respectivamente, em comparação a uso de azevém. A produtividade da soja em sucessão aos tratamentos com aveia, centeio e nabo não apresentaram diferença com os tratamentos azevém, ervilhaca, pousio e tremoço.

Para a safra 2017/2018, obteve-se diferença estatísticas entre os rendimentos em sucessão à aveia preta com rendimento médio 12,3% superior ao do centeio, este com menores valores. Contudo, ambos tratamentos não diferem do restante dos tratamentos com as demais plantas de cobertura e pousio.

**Tabela 6** – Rendimento da soja em kg.ha<sup>-1</sup>, cultivar TMG 7062 IPRO INOX, safra 2016/2017, e PIONEER 96Y90 RR, safra 2017/2018, sob diferentes plantas de cobertura de inverno e efeito residual de diferentes fontes fosfatadas. UTFPR, Dois Vizinhos, PR, 2018.

Plantas de Cobertura	Fontes			Média
	TEST P	SFT	FN	
Safr 2016/2017				
Aveia preta	3499,8	3673,4	4678,0	3950,4 AB
Azevem	4000,3	4864,5	4244,7	4369,8 A
Centeio	2847,7	4474,3	4393,2	3905,1 AB
Ervilhaca	2824,2	4184,3	4052,7	3687,0 B
Nabo forrageiro	3261,2	4388,7	4024,9	3891,6 AB
Tremoço branco	3247,3	3952,0	3595,0	3598,2 B
Pousio	2636,3	4144,0	4141,5	3640,6 B
Media kg.ha <sup>-1</sup>	3726,3 b	4240,17 a	4161,4 a	
Safr 2017/2018				
Aveia preta	3332,3	4210,4	4310,1	3950,9 A
Azevem	3254,1	3947,2	4061,9	3754,4 AB
Centeio	2389,6	3949,8	4054,2	3464,5 B
Ervilhaca	2297,4	4418,5	4617,4	3777,8 AB
Nabo forrageiro	2623,7	4030,7	4287,3	3647,2 AB
Tremoço branco	2323,6	4053,3	4641,0	3672,6 AB
Pousio	2255,8	3966,5	4509,1	3577,1 AB
Media kg.ha <sup>-1</sup>	2639,5 b	4082,3 a	4354,4 a	

Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si na coluna e letras minúsculas na linha pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2018).

Para ambas as safras analisadas, pode-se verificar resultados semelhantes, verificado por não haver em nenhum dos casos interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores fontes e plantas de cobertura. Se observou que as duas fontes utilizadas não diferiam entre si, apesar de na safra 2016/2017 o superfosfato triplo ter apresentado valor médio ligeiramente superior, em relação ao fosfato natural, fato que se inverteu na safra 2017/2018. Já para os fatores plantas de cobertura as variações foram maiores, visto que na safra 2016/2017 o azevém foi quem proporcionou maior produtividade na soja em sua sucessão, sendo que ervilhaca, pousio e tremoço proporcionaram as menores produtividades. No entanto, para a safra 2017/2018 obteve-se a aveia preta como planta de cobertura antecessora que proporcionou maior produtividade da soja, sendo que o centeio apresentou os menores valores.

O rendimento da soja nas duas safras avaliadas apresentou resultados de acordo com os expostos no trabalho de Fontoura et al. (2010), que testou o uso de doses do elemento utilizando superfosfato triplo e fosfato natural reativo durante 6 anos, onde verificou não haver diferença na produtividade da soja, utilizando a fonte solúvel e a não solúvel.

A boa produtividade da soja pode ser argumentada com base no trabalho de Resende et al. (2006), que verificou o aumento da eficiência econômica ao longo de três anos de cultivo, utilizando fosfato natural reativo, ocasionando aumento gradativo de produtividade, com o passar dos anos.

Oliveira Junior et al. (2008) encontrou resultados divergentes para a produtividade, do que as duas safras avaliadas no trabalho em questão, de forma que o uso de superfosfato triplo proporcionou resultados superiores, em comparação ao fosfato natural, na média de três cultivos de soja, porém deve-se ressaltar que o trabalho foi implantado em solo com baixo teor do nutriente disponível ( $< 2 \text{ mg dm}^{-3}$ , por resina), houve o fornecimento no primeiro e segundo ano, sendo que no terceiro ano foi explorado o efeito residual do nutriente. Isso evidencia a necessidade do solo estar em níveis adequados de P, antes de pensar em explorar efeito residual, de forma que uma fonte prontamente disponível, tem maior capacidade de atender a demanda nutricional da cultura em menor tempo, concordando com Motomiya et al. (2004), que em seu trabalho comparando superfosfato triplo e fosfato natural de gafsa, discute que após o solo já estar com teores adequados do nutriente disponível, o uso do fosfato natural se equivale ao superfosfato triplo, ambos aplicados a lanço.

No mesmo trabalho supracitado, Oliveira Junior et al. (2008), testou também formas de aplicação, averiguando maior eficiência na aplicação a lanço do fosfato natural, comparado à em sulco, já para o superfosfato triplo, que se mostrou mais eficiente em detrimento ao fosfato natural, para ambas formas de aplicação, não constatou-se diferenças significativas perante as mesmas.

Resende et al. (2004), trabalhando com milho, avaliou diferentes formas de suprir a demanda, encontrando resultados satisfatórios acima de  $16 \text{ ton. ha}^{-1}$ , para ambas fontes, e apesar do superfosfato triplo apresentar leve superioridade no rendimento de grãos, perante o fosfato natural, esta fonte se mostrou ser mais viável economicamente, evidenciando a viabilidade “agroeconômica”, defendida também por Goedert e Souza (1984).

Derpsch et al. (1985), avaliaram em seu trabalho a produção da soja em sucessão as seguintes plantas de cobertura de inverno, aveia preta, centeio, ervilhaca, nabo forrageiro, tremoço branco e também em pousio. Comparando as produtividades encontradas pelos autores com as da safras 2016/2017 e 2017/2018, verificou-se que os rendimentos apresentados, são em absoluto inferiores, para todas as plantas coberturas testadas, porém vale ressaltar que no trabalho dos autores, a aveia preta proporcionou a maior produtividade da soja, corroborando

com os resultados encontrados nas duas safras., quando se exclui o azevem da análise, devido ao mesmo não ter sido avaliado pelos pesquisadores. Em mesmo trabalho, os autores descrevem como sucessão que proporcionou a menor produtividade, o centeio, estando de acordo com os resultados da safra 2017/2018.

## **6 CONCLUSÃO**

O uso de fontes de P, atuou diretamente na produção de massa seca das plantas de cobertura, evidenciando a importância do nutriente no suprimento da demanda nas coberturas avaliadas.

Dentre as plantas de cobertura, pode se citar que as gramíneas apresentaram maior estabilidade de produção, tanto para acúmulo de biomassa e também na produtividade da soja, em comparação com os demais gêneros, havendo maior estabilidade em produção para aveia e azevém.

O uso de P, independente da fonte, contribuiu com valores positivos dos componentes de rendimento da soja avaliados, refletindo-se em aumento de produtividade de grãos.

A exploração residual de P, com diferentes fontes fosfatadas, foi eficaz em proporcionar altas produtividades de soja, demonstrando a viabilidade técnica, desta modalidade de adubação, além disso, atestou que o fosfato natural possui a mesma eficiência técnica que fosfatos solúveis, dentro de um longo período de cultivo (6 anos).

## 7 REFERÊNCIAS

- AITA, Celso. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R. & DALMOLIN, R.S.D., coords. Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Pallotti, 1997. p.76-111.
- BAIER, A.C. Centeio. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 29p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 15). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84080/1/CNPT-DOCUMENTOS-15->
- BARROW, N.J. Reaction of anions and cations with variable-charge soils. *Advances in Agronomy*, San Diego, 38:183-230, 1985.
- BEDIN, I.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; FAQUIN, V.; TOKURA, A.M. & SANTOS, J.Z.L. Fertilizantes fosfatados e produção da soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:639- 646, 2003.
- BHATTI, Tariq M.; YAWAR, Wasim. Bacterial solubilization of phosphorus from phosphate rock containing sulfur-mud. *Hydrometallurgy*, Amsterdam, v. 103, n. 1-4, p. 54-59, June 2010.
- CALEGARI, Ademir. Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto. *Informações Agronômicas*, nº 122. 2008.
- CARVALHO, Arminda Moreira de.; AMABILE, Renato Fernando. Cerrado Adubação Verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 369p. 2006.
- CENTEIO-FL-13620.pdf > Acesso em 20 de Abril de 2017.
- CHIEN, S. H.; PROCHNOW, L.I.; TU, S.; SNYDER, C.S. Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilizers varying in source and solubility: an update review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Dordrecht, v. 89, p. 229–255, 2011.
- CHOUDHARY, Muhamed Iqbal.; FUJITA, Kounosuke. Comparison of phosphorus deficiency effects on the growth parameters of mashbean, mungbean, and soybean. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, v.44, n.1, p.19-30, 1998.
- Conab. Acompanhamento Da Safra Brasileira Grãos, V. 6 - SAFRA 2018/19- N. 2 - Segundo levantamento | NOVEMBRO 2018. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras> > acesso em 02 de dezembro de 2018.
- CONTE, Elaine. Atividade de fosfatase ácida e formas de acumulação de fosfato em solo no sistema plantio direto. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- COSTA, M. D.; LOVATO, P.E. Fosfatases na dinâmica do fósforo do solo sob culturas de cobertura com espécies micorrizicas e não micorrizicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, p 603-605, 2004.
- COSTA, M.B.B.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A. Adubação Verde no sul do Brasil. *AS-PTA*, Rio de Janeiro, 342.p. 1992.

- CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa.; MORO, Edegar.; VALLE LIMA, Eduardo do.; ANDREOTTI, Marcelo. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. *Revista Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 2, p. 481- 489, 2008.
- DA ROS, Clóvis Orlando. Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. 1993. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.
- DANIEL, T.C.; SHARPLEY, A.N. & LEMUNYON, J.L. Agricultural phosphorus and eutrophication: A symposium overview. *J. Environ. Qual.*, 27:251-257, 1998.
- DECHEN, Antonio Roque.; MUZILLI, Osmar. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 7:95-100, 1983.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. Londrina: IAPAR, 1992. 80 p. (IAPAR. Circular, 73).
- DERPSCH, Rolf; SIDIRAS, Nikolaos; HEINZMANN, Franz X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 20, n. 7, p. 761-773, 1985.
- FARINATTI, L. H. E., RESTLE, J., CHIEZA, E. D., ARBOITTE, M. Z., KOEFENDER, I., CATTELAN, J., ... & CHASSOT, R. C. Avaliação de diferentes cultivares de azevém no desempenho de bezerras. *Embrapa Clima Temperado*, 166(1), 3-16. 2006.
- FILHO, Roblein Cristal Coelho.; QUADROS, Fernando Luis Ferreira de. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. *Ver. Ciência Rural*, v. 25, nº 2, p.289-293, 1995.
- FLOSS, Elmar Luiz. Aveia, um sustentáculo do sistema de semeadura direta. *Revista Plantio Direto*, Passos Fundo, v. 72, n. 69, p. 14-18, 2002.
- FONTOURA, Sandra Mara Vieira et al. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em Latossolo sob plantio direto. *Revista brasileira de ciência do solo*. Campinas. Vol. 34, n. 6 (nov./dez. 2010), p. 1907-1914, 2010.
- FORMENTINI, Eegar Antonio., LÓSS, F. R., BAYERL, M. P., LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. Cartilha sobre adubação verde e compostagem. Vitória: Incaper, 324. 2008.
- GALVAN, Jônatas.; RIZZARDI, Marcel.; CARNEIRO, Cerci Maria. Caracterização anatômica de órgãos vegetativos de *Lolium multiflorum* Lam sensível e resistente ao glifosato. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Ribeirão Preto, SP. 2010.
- GASPERINI, Andressa Marcon. Plantas de cobertura de inverno na disponibilidade de fósforo no solo e seus efeitos em culturas de verão. 39 p. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- GATIBONI, Luciano Colpo et al. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 8, p. 1663-1668, 2000.
- GIACOMINI, Sandro José.; AITA, Celso.; HÜBNER, André Paulo.; LUNKES, Adilson.; GUIDINI, Elias.; AMARAL, Elizandro Brum do. Liberação de fósforo e potássio durante a

decomposição de resíduos culturais em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, p.1097-1104, 2003.

GOEDERT, Wenceslau J.; SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de. Uso de Fertilizantes Fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, DF. Anais... Brasília: EMBRAPA-DID, 1984, p. 255-290.

HABIB, L.; CHIEN, S.H.; CARMONA, G.; HENAO, J. Rape response to a Syrian phosphate rock and its mixture with triple superphosphate on a limed alkaline soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Philadelphia, v. 30, p. 449-456, 1999

HAYNES, R.J. Lime and phosphate in the soil-plant system. Advances in Agronomy, San Diego, 37:249-315, 1984.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, I. de C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Embrapa Soja; Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2001.

HUYGHE, Christian. White lupin (*Lupinus albus* L.). Field Crops Research, v.53, p.147-160, 1997. Disponível em:  
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429097000282>>. Acesso em: 30 abril 2017.

LANA, Regina Maria.Q.; ZANÃO JÚNIOR, Luiz Antônio.; LUZ, José Magno Q.; SILVA, Julierme Candido da. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.3, p. 525-528, jul-set 2004.

MARSCHNER, H. Plant nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1986. 674p.

MASCARENHAS, Hipólito Assunção Antonio et al. DEFICIÊNCIA E TOXICIDADE VISUAIS DE NUTRIENTES EM SOJA. Nucleus, v. 10, n. 2, 2013.

MOTOMIYA, Wagner Rogério et al. Métodos de aplicação de fosfato na soja em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 4, p. 307-312, 2004.

NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: SBCS- Sociedade Brasileira e Ciência do Solo. Fertilidade do Solo, 1017 p. Editores: NOVAIS, Roberto Ferreira.; ALVAREZ, Victor Hugo.; BARROS, Nairam Félix de.; FONTES, Renildes Lúcio F.; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola.; NEVES, Júlio César Lima. 2007, Viçosa.

NAHAS, Ely. Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. Bragantia, v. 61, p. 267-275, 2002.

NOVAIS, Roberto Ferreira de.; SMYTH, Jot T. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

NOVAIS, Roberto Ferreira.; ALVAREZ, Victor Hugo.; BARROS, Nairam Félix de.; FONTES, Renildes Lúcio F.; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola.; NEVES, Júlio César Lima. Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG. 2007.

OHLAND, Regiani Aparecida Alexandre.; SOUZA, Luiz Carlos Ferreira de.; HERNANI, Luís Carlos.; MARCHETTI, Marlene Estevão.; GONÇALVES, Manoel Carlos. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.29, p.538-544, 2005.



- ORTIZ, Sidney.; MARTIN, Thomas Newton.; BRUM, Marcons da Silva.; NUNES, Nathália Vasconcelos.; STECCA, Jessica Deolinda Leivas.; LUDWIG, Rodrigo Luiz. Densidade de semeadura de duas espécies de ervilhaca sobre caracteres agronômicos e composição bromatológica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.2, p.245-251, fev. 2015
- PEREIRA, J.; SILVA, M.A da. Cultivo do tremoço nos cerrados. Observações Preliminares. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados-CPAC. Comunicado Técnico, 43.1985
- RAO, L. M.; BORRERO, V.; RICAURTE, J.; GARCIA, R.; AYARZA, M. A. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils. III. Differences in phosphorus acquisition and utilization as influenced by varying phosphorus supply and soil type. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 20, n. 1, p. 155-180, 1997
- RESENDE, Alvaro Vilela et al. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. Embrapa Cerrados-Outras publicações científicas (ALICE), 2004.
- RHEINHEIMER, Danilo dos S.; ANGHINONI, Ibanor.; KAMINSKI, João. Depleção do fósforo inorgânico de diferentes frações provocada pela extração sucessiva com resina em diferentes solos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24, p. 345-354, 2000.
- RICHART, Alfredo et al. Disponibilidade de fósforo e enxofre para a cultura da soja na presença de fosfato natural reativo, superfosfato triplo e enxofre elementar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 4, 2006.
- SANCHEZ Pedro A.; LOGAN Terry J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., 5585 Guilford Rd., Madison, WI 53711 USA, 1992.
- SBCS- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed.– Porto Alegre, 2004.400p.
- SCHONHAMMER. A.; FISCHBECK G. Untersuchungen an getreidereichen fruchtfolgen - und getreidemonokulturen. 111 Veränderungen von bodeneigenschaften. *Bayesisches Landwirtschaftliches Jahrbuch*, v.64, n.6, p.681 á 94, 1987.
- SCHONINGER, Evandro Luiz.; GATIBONI, Luciano Colpo.; ERNANI, Paulo Roberto. Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 95-106, jan./fev. 2013.
- SILVA, Ariana Cericatto da; DE LIMA, EP Carvalho; BATISTA, Henrique Rogê. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. *ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE*, 2011.
- SILVA, Tácio Oliveira da.; NETO, Antônio Eduardo Furtini.;CARNEIRO; Leandro Flávio;PALUDO, Vinitius. Plantas de cobertura submetidas a diferentes fontes de fósforo em solos distintos. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1315-1326, out./dez. 2011.
- SILVEIRA, T.I. Tecnologia de fabricação e características gerais de adubos. Piracicaba: esalq, 2000. 120p.

SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de.; LOBATO, Edson.; REIN, Thomaz. A. Adubação com fósforo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 147-168.

SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de.; THOMAZ A. Rein.; WENCESLAU, J. Goedert.; LOBATO, Edson.; NUNES, Rafael de Souza; Fósforo. In: PROCHNOW, Luis Ignacio.; CASARIN, Valter.; STIPP, Silvia Regina. (Eds.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Piracicaba: IPNI – Brasil, v. 2, 2010, p.67-132.

TANAKA, R. T.: MASCARENHAS, H. A. A. soja, nutrição, correção do solo e adubação. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 60p.

TIECHER, Tales. Dinâmica do fósforo em solo muito argiloso sob diferentes preparos de solo e culturas de inverno. 80p. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Santa Maria, 2011.

VENTIMIGLIA, L. A.: THOMAS, A.L.: PIRE, J.L.F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fosforo no solo e dos espaçamentos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1999.

WATT, Michelle; EVANS, John R. Proteoid roots physiology and development. Plant Physiology, v.121, p.317-323, 1999. Disponível em:  
<<http://www.plantphysiol.org/content/121/2/317.full.pdf+html>> Acesso em: 14 fev. 2016

WEBER, Mirla Andrade.; MIELNICZUK, João. **Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, p. 429- 437, 2009.