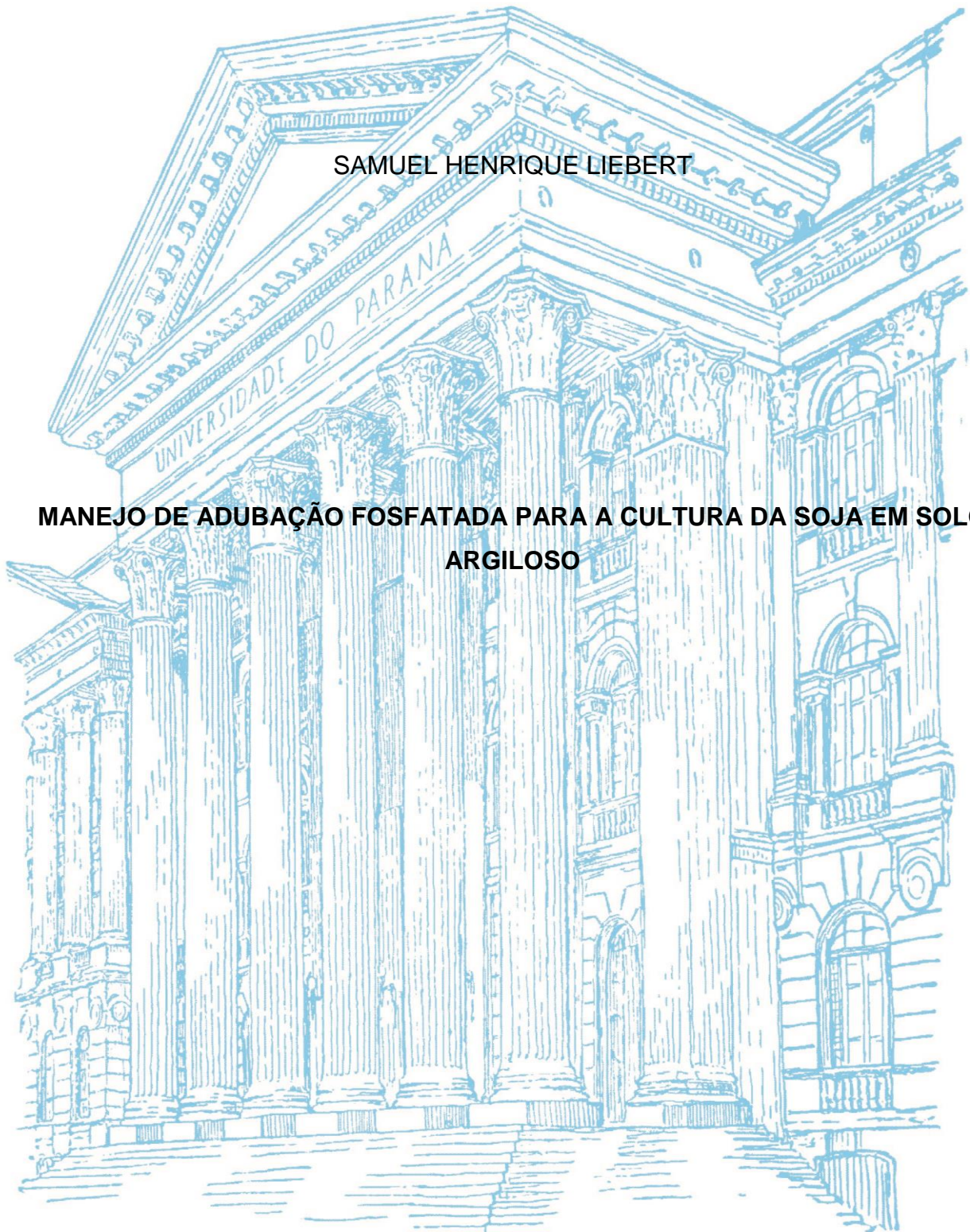


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SAMUEL HENRIQUE LIEBERT

**MANEJO DE ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA A CULTURA DA SOJA EM SOLO
ARGILOSO**



PALOTINA

2017

SAMUEL HENRIQUE LIEBERT

MANEJO DE ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA A CULTURA DA SOJA EM SOLO
ARGILOSO

Trabalho apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo,
Curso de Agronomia, Universidade Federal do
Paraná – Setor Palotina

Orientador: Prof. Dr Augusto Vaghetti Luchese

PALOTINA

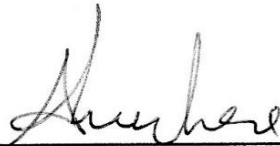
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

SAMUEL HENRIQUE LIEBERT

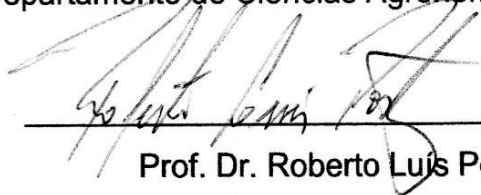
MANEJO DE ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA A CULTURA DA SOJA EM
SOLO ARGILOSO

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, Curso de Agronomia no Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



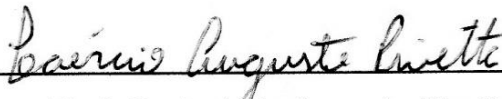
Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese

Orientador – Departamento de Ciências Agrônômicas- UFPR Setor Palotina



Prof. Dr. Roberto Luis Portz

Departamento de Ciências Agrônômicas - UFPR Setor Palotina



Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta

Departamento de Ciências Agrônômicas - UFPR Setor Palotina

Palotina, 11 de dezembro 2017

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, a minha mãe Agrid, meu pai Milton, minha irmã Daiane, minha namorada Cynthia, minha tia Irene e tio Celson por todo apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sua infinita bondade, por ter dado saúde, paciência, sabedoria para superar as dificuldades.

A minha família, que sempre esteve comigo, me apoiando, incentivado e ajudando para que tudo se realizasse em minha vida, sendo eles hoje o motivo dessa minha conquista. Agradeço também aos meus tios Celson e Irene por terem cedido a área para implantação do experimento.

Ao meu orientador, professor Dr. Augusto Vagheti Luchese, por me dar a oportunidade de trabalhar ao seu lado, e desenvolver esse trabalho, que foi uma grande experiência e aprendizado, e com certeza, sem a sua ajuda o mesmo não teria acontecido.

Aos professores do curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

A minha namorada, melhor amiga e companheira de todas as horas, Cynthia Natalli Boroski Strohschein, pelo carinho, compreensão, amor e solidariedade inefável.

Aos meus amigos, Junior Siebert, Leonardo Boldrini Mariano e Dian Sividini, que contribuíram para realização deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma participaram deste período tão especial da minha vida.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos”.

(Provérbios 16:3)

RESUMO

O Fósforo é um nutriente pouco móvel, e sua disponibilidade é influenciada por vários aspectos do solo que afetam a resposta das culturas à aplicação do mesmo, dessa maneira a aplicação de forma eficiente deste nutriente resulta em melhores produtividades e maior lucratividade. Esse objetivou avaliar a eficiência da adubação fosfatada aplicada em sulco ou a lanço em solo argiloso na cultura da soja. O estudo foi realizado em Latossolo Vermelho eutroférico textura argilosa no Município de Nova Santa Rosa – PR, sob semeadura direta na cultura da soja na safra 2016/2017, de textura argilosa. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em fatorial 2 x 3 +1 sendo o fator 1 a forma de aplicação (lanço ou sulco) e o fator 2 as 3 doses de fósforo (32, 63 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅) %, e um tratamento testemunha sem adubação fosfatada, realizados em 4 repetições. Coletou-se dados de produtividade e teores de P no tecido foliar, solo e grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância com o fator 1 avaliado por teste de Tukey e o fator 2 por regressão. A análise de variância não mostrou interação entre os fatores avaliados, e o tratamento testemunha não se diferiu dos demais em nenhuma variável analisada. As formas de aplicação à lanço ou na linha apresentaram diferenças significativas para a produtividade onde a aplicação em linha produziu 678,78 kg ha⁻¹ a mais que a aplicação a lanço. Os teores de P na semente e no tecido foliar não apresentaram nenhuma diferença estatística entre as doses e formas de aplicação. No solo, o aumento das doses promoveu um crescimento linear nos teores de P disponível, porém não refletiram nos demais parâmetros avaliados. O teor de P no solo considerado alto (8,53 mg dm⁻³) possivelmente reduziu o efeito da resposta das plantas as doses de P.

Palavras-chave: Modos de aplicação; Fósforo; *Glycine max*;

ABSTRACT

Phosphorus is a nutrient little mobile, and your availability is influenced by various aspects of soil that affect the response of crops to the implementation, that way the application effectively of this nutrient results in better productivity and greater profitability. This aimed to evaluate the efficiency of phosphate fertilization applied to Groove or throw in clay soil in soybean culture. The study was conducted in eutroférico red Latosol clayey texture in the municipality of Nova Santa Rosa-PR, under direct seeding culture of soybean 2016/2017 harvest, clayey texture. The experimental design was randomized blocks in 2 x 3+1 factorial, being 1 of form fator application (hit or line) and factor 2 the 3 doses of phosphorus (32,63 and 95 kg há⁻¹ of P₂O₅), and a treatment witness without phosphate fertilization, conducted in 4 replicates. Productivity data collected and P content in foliar tissue, soil and grain. The data were subjected to analysis of variance with the factor 1 reviewed by Tukey test and regression 2. The analysis of variance showed no has been shown to interact among the factors evaluated, and witness not the other in no variable was analyzed. Application forms to throw or on line showed significant differences for the productivity where the online application produced 678.78 kg ha⁻¹ on the application to throw. The P levels in the seed and leaf tissue did not show any significant difference between doses and application forms. In the soil, the increase the doses promoted a linear growth in levels of P available, but not reflected in the other parameters assessed. The concentration of P in soil considered high (8,53 mg dm⁻³) possibly the doses it reduced the effect of the answer of the plants of P.

key words: Application ways; Phosphor; *Glycine max*;

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – PRECIPITAÇÃO DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO..... | 17 |
| FIGURA 2 – TESTE DE TUKEY DENTRO DO FATOR FORMA DE APLICAÇÃO PARA TEOR DE P NO TECIDO FOLIAR..... | 18 |
| FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE DE GRÃOS (KG HA ⁻¹) NA SOJA EM FUNÇÃO DA FORMA DE APLICAÇÃO..... | 19 |
| FIGURA 4 – TEOR DE P (MG KG ⁻¹) NO GRÃO EM RELAÇÃO AS FORMAS DE APLICAÇÃO..... | 20 |
| FIGURA 5 – TEOR DE P (MG DM ⁻³) NO SOLO EM RELAÇÃO AS FORMAS DE APLICAÇÃO..... | 21 |
| FIGURA 6 – TEOR DE P (MG DM ⁻³) NO SOLO EM FUNÇÃO DE DOSES DE P ₂ O ₅ (KG HA ⁻¹)..... | 23 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - ANÁLISE DE SOLO – 2016..... | 15 |
|--|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA | 11 |
| 2 OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 14 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 14 |
| 3 METODOLOGIA | 15 |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL..... | 15 |
| 3.2 DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL GERAL | 15 |
| 3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO | 16 |
| 3.4 COLHEITA E AVALIAÇÕES | 16 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 4.1 INTERAÇÃO ENTRE FORMA DE APLICAÇÃO E DOSES | 18 |
| 4.2 FORMAS DE APLICAÇÃO | 18 |
| 5 CONCLUSÃO | 25 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 26 |

1 INTRODUÇÃO REFERÊNCIADA

A soja (*Glycine max*), é uma planta pertence à família Fabaceae e é empregada na alimentação humana e animal. A nível mundial, representa o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. A partir dos anos 1970 a produção da soja no Brasil passou a ter grande importância para o agronegócio, devido a utilização de sua proteína para ração de aves e suínos, a partir disso, a inserção de tecnologia na produção dessa cultura ajudou a alavancar sua produção. No contexto mundial, o Brasil figura como o segundo produtor, e ao que tudo indica será o primeiro ainda no decorrer desta década, devido as limitações de área para expansão nos demais países produtores e pelo domínio tecnológico que o Brasil possui para produzir em regiões tropicais com baixas latitudes (EMBRAPA, 2007).

A safra de soja 2016/2017 atingiu uma produção 113,923 milhões de toneladas, chegando a 33,890 milhões de hectares, com produtividade média de 3.363 kg/há⁻¹ segundo a CONAB (2017). A área de soja deve aumentar 9,3 milhões de hectares nos próximos 10 anos, chegando em 2027 a 43,2 milhões de hectares (MAPA, 2017).

Devido às características dos solos brasileiros, verificou-se a grande resposta da fertilização fosfatada na produtividade de grãos, de maneira que sua utilização tornou-se essencial para as plantas responderem em altas produtividades. A soja absorve cerca de 8,4 kg de P e exporta 6,1 kg de P para cada tonelada de grãos produzida, sendo a cultura mais exigente em relação às culturas de trigo e milho (MALAVOLTA, 1980).

Os fatores internos e externos da planta podem interferir na resposta das culturas a adubação fosfatada. Em relação aos fatores internos, pode ser mencionado o estado nutricional e a cultivar utilizada. Em relação aos fatores externos, podemos citar a umidade e textura do solo que tem relação direta no suprimento de fósforo, sendo fundamentais no processo de absorção do nutriente pelas plantas (SILVEIRA e MOREIRA, 1990).

O fósforo (P), por possuir baixa mobilidade no solo, caracteriza-se como o nutriente de maior acúmulo no horizonte superficial de solos manejados com a aplicação de fertilizantes a lanço sem incorporação, promovendo a concentração de

raízes na camada superficial do solo e podendo limitar a produtividade das culturas em períodos de deficiência hídrica (KOCHHANN; DENARDIN e FAGANELLO, 1999).

O fósforo no solo é transportado principalmente por difusão, sendo influenciada por vários aspectos. Dentre eles podemos citar a distância a percorrer até as raízes, o conteúdo volumétrico de água no solo, o teor do elemento, a interação fósforo-colóide do solo e a temperatura do solo. Valores muito baixos são observados em geral quanto ao transporte de P, devido sua forte interação com os colóides do solo, principalmente quando este está associado a solos tropicais muito intemperizados; assim, a baixa mobilidade do nutriente tem sido um problema para a nutrição fosfatada das culturas (KAMPF e CURY, 2003).

Quando se fala em modos de adubação, a aplicação a lanço e no sulco de semeadura são as mais discutidas na literatura. A aplicação a lanço promove um contato de, praticamente, 100% do nutriente com o solo, proporcionando alta adsorção de P e diminuindo o aproveitamento desse elemento pela planta. Para diminuir a adsorção, utiliza-se a aplicação no sulco do adubo fosfatado e, como consequência, uma parte do sistema radicular entra em contato com o P provindo do adubo (MALAVOLTA, 1981).

Segundo Sousa & Lobato (2004) a adubação a lanço com incorporação é recomendada para doses acima de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Quando se tem o interesse em fazer a adubação a lanço com incorporação, deve-se atentar para a capacidade de fixação de P do solo, isso porque esse modo de aplicação aumenta o contato do P com o solo, resultando em uma maior fixação do nutriente (RESENDE, 2004). Sendo assim, à medida que se aumenta o contato fertilizante-solo, deve-se aumentar a dose de P a ser aplicada (ANGHINONI e BARBER, 1980; SOUSA e LOBATO, 2004). Por outro lado, a aplicação de P em linha tem promovido acúmulo no local da aplicação (SELLES et al., 1987) e de acordo com Model (1990) e Klepker (1991) esse P só será redistribuído no solo mediante seu revolvimento.

Em razão do não revolvimento do solo e dinâmica dos nutrientes no sistema constatou-se um aumento das concentrações de nutrientes em superfície do solo, em especial do P (ELTZ et al., 1989; AMADO et al., 2006). Em virtude do surgimento da agricultura de precisão e essa sendo muito utilizada entre os agricultores, a aplicação superficial foi intensificada, contribuindo ainda mais nesse processo. Desta forma, o

manejo da fertilização se torna outro fator impactante, que pode interferir diretamente nas interações que ocorrem entre o fertilizante e o solo, e a consequente disponibilidade dos minerais para as plantas (CERETTA e FRIES, 1997). Sendo assim, o modo de aplicação poderia alterar a velocidade e a capacidade do fertilizante em reagir no solo, resultando na solubilização e disponibilização do P na solução do solo, determinando o grau de efeito da adubação fosfatada (BREVILIERI, 2012).

A adubação fosfatada a lanço vem sendo utilizada em algumas regiões do Brasil, visando maior rendimento operacional nas janelas de semeadura, de modo que se aproveite ao máximo os períodos de safra e safrinha. A região do cerrado é um exemplo disso, como as propriedades tem grande área em sua maioria, para evitar problemas operacionais e onerosos no plantio, costumam fazer essa adubação a lanço, com isso produtores de outras regiões inclusive no Paraná tem se interessado por esse sistema. Para regiões com solo argiloso tal prática não é recomendada, em função disso se faz importante estudar essas formas de aplicação e recomendá-las da melhor maneira.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o melhor manejo da adubação fosfatada, em solo argiloso na cultura da soja (*Glycine max*).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a melhor forma de aplicação e dose de adubo fosfatado (sulco ou lanço) para o rendimento da cultura da soja em solo argiloso, pelos parâmetros produtividade.
- Verificar as diferenças na disponibilidade de fósforo para a cultura da soja em função da forma e dose de P aplicado por meio da avaliação das concentrações de P na planta.
- Avaliar as diferenças do efeito residual de P no solo após o cultivo da soja devido as formas e doses aplicadas de adubo fosfatado.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no município de Nova Santa Rosa – PR, sob semeadura direta na safra 2016/2017, em um Latossolo Vermelho de textura argilosa. O clima da região é classificado como Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais quente de 22°C, conforme Köppen. As análises de caracterização do solo foram realizadas antes da implantação da cultura, possibilitando a correta caracterização das concentrações dos nutrientes do solo. Estas seguiram as metodologias analíticas descritas para análise de solo, plantas e fertilizantes da EMBRAPA (SILVA, 2009).

Em agosto de 2016, foi realizada a coleta do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, resultando em sub-amostras da área e estas misturadas para obter uma amostra composta (TABELA 1).

Tabela 1 - ANÁLISE DE SOLO – 2016

| P | C | pH | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | CTC | V |
|---------------------|--------------------|-------------------|--|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | CaCl ₂ | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | ----- | | % | |
| 8,53 | 24,56 | 6,24 | 0,72 | 5,80 | 2,90 | 3,22 | 0,00 | 9,42 | 12,64 | 74,53 |

Fonte: O Autor

3.2 DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL GERAL

O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados, num sistema fatorial 2x3+1 com 4 repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. Cada parcela experimental constituída de 7 linhas de soja, considerando como parcela útil apenas as 3 linhas centrais, e retirando 0,5 m de cada ponta da parcela, totalizando uma área de 6 m².

As formas de aplicação do fertilizante foram à lanço e em sulco de semeadura. As doses corresponderam ao tratamento testemunha sem aplicação de fósforo, e nas

demais com 3 doses de adubação correspondendo a 50, 100, 150% da adubação recomendada na forma de superfosfato simples (SFS).

Foi aplicado cloreto de potássio 2 vezes a recomendação aplicado a lanço, para suprir a demanda correspondendo a 183 kg ha⁻¹ de KCL.

A adubação recomendada para solos com teor de fósforo alto com produção estimada em 4.200 kg de grãos foi de 63 kg de P₂O₅ ha⁻¹, conforme descrito no Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004).

3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura da soja foi realizada no dia 15 de setembro de 2016. Foram utilizadas sementes da cultivar MONSOY 6210 (Monsanto) visando 13 plantas por metro, com população final de 260.000 plantas há⁻¹.

Nos tratamentos de adubação a lanço em área total, as doses de fósforo foram adicionadas após a semeadura sem incorporação. Nos tratamentos da adubação na linha de semeadura, a adubação ocorreu no momento da semeadura, sendo as quantidades do adubo fosfatado adicionadas manualmente no fundo do sulco, após a deposição das sementes cobertas com um pouco de solo.

3.4 COLHEITA E AVALIAÇÕES

Em estágio R2 (pleno florescimento) foram coletadas a partir da terceira folha totalmente expandida do terço superior, 6 folhas trifoliadas com pecíolo por parcela, para determinar o teor de fósforo. Após, levadas ao laboratório da UFPR, sendo submetida a estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas para secagem e determinação da massa seca, sendo posteriormente moída para determinação da concentração de P.

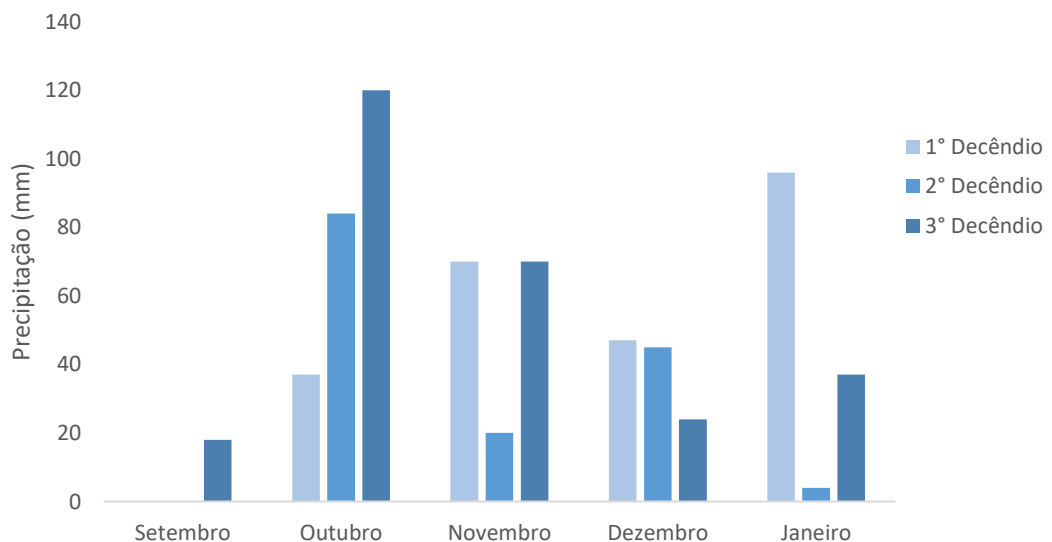
A determinação da concentração de P foliar e grão foram realizadas por digestão seca, em forno de mufla e determinada por espectrofotometria conforme descrito por Silva (2009).

A colheita foi realizada aproximadamente 130 dias após a semeadura, considerando como parcela útil apenas 3 linhas centrais, descartando 0,5 metros de cada extremidade da linha, totalizando (6 m²), sendo a produtividade expressada em kg ha⁻¹ a 13% de umidade.

Para a caracterização do efeito residual de P dos tratamentos, após a colheita da soja, realizou-se a coleta de amostra de solo na camada 0 a 20 cm de profundidade, compostas de 6 sub-amostras por parcela. A amostragem foi realizada com um trado, utilizando-se a linha de semeadura, e o centro da entrelinha na proporção 1:1. A análise aconteceu conforme metodologia descrita por Tedesco et al., (1995). A determinação dos teores de P disponível no solo foram extraídos por Mehlich I e determinados pela metodologia de espectrofotometria de azul de molibdato (SILVA, 2009).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo programa ASSISTAT e as médias dos tratamentos comparadas ao teste de Tukey em nível de (p<0,075) significância pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).

FIGURA 1 – PRECIPITAÇÃO DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.



Fonte: Copagril

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

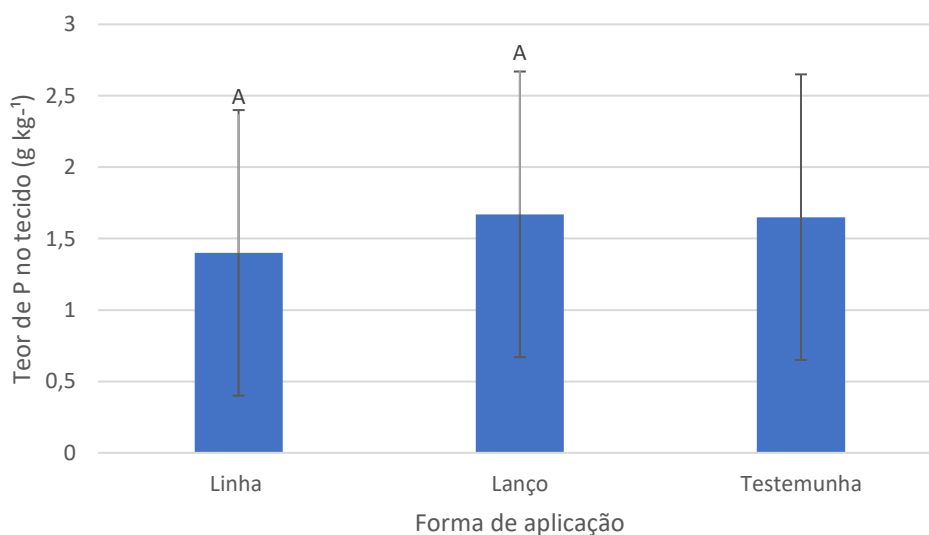
4.1 INTERAÇÃO ENTRE FORMA DE APLICAÇÃO E DOSES

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa ASSISTAT, onde foi possível observar que não ocorreu interação entre os fatores forma de aplicação e doses, assim como estes não diferiram do tratamento adicional.

4.2 FORMAS DE APLICAÇÃO

As doses aplicadas não apresentaram resultados significativos para o teor de P foliar, sendo os teores médios apresentados, $1,67 \text{ g kg}^{-1}$ a lanço e $1,40 \text{ g kg}^{-1}$ em sulco, ficando um pouco abaixo dos teores adequados segundo a literatura que seriam $2,0 - 5,0 \text{ g kg}^{-1}$ conforme Sousa e Lobato (2004), que pode ser relacionado com alta atividade metabólica foliar. O teor de P no solo já considerado alto ($8,53 \text{ mg dm}^{-3}$) possivelmente reduziu o efeito da resposta da planta as doses. (Figura 2).

FIGURA 2 - TEOR DE P (G KG^{-1}) NO TECIDO FOLIAR EM FUNÇÃO DA FORMA DE APLICAÇÃO.



*Letras maiúsculas distintas representam médias distintas pelo teste de Tukey ($p < 0,075$)

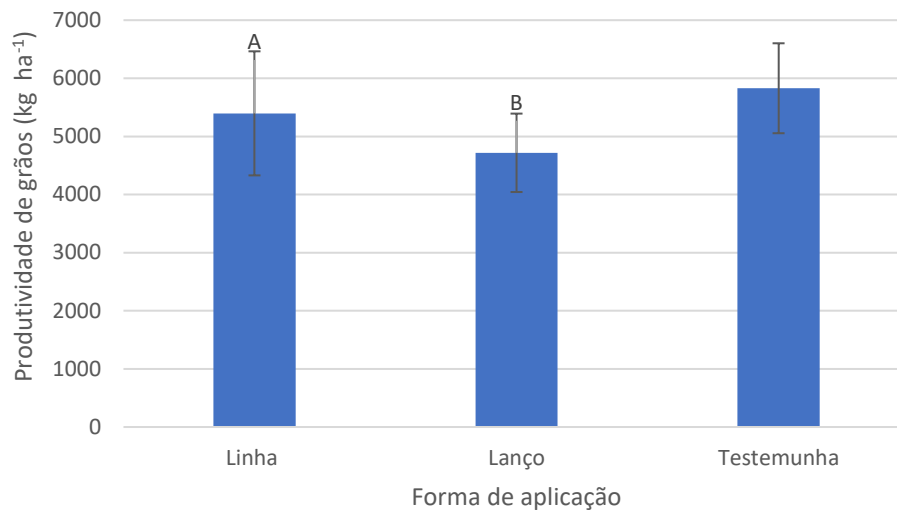
Fonte: O autor

Em experimento semelhante realizado por Oliveira et al. (2013) em Nitossolo Vermelho de textura argilosa, foi encontrado resultado semelhante, no qual não foi observado diferenças significativas no teor de P no tecido foliar do milho, obtendo as médias de 2,90 e 3,98 g kg⁻¹ nas safras de 2011 e 2012. Resultado esse que corrobora com o presente trabalho, que a ausência do efeito dos modos de aplicação se deve ao teor alto de argila e fósforo no solo.

Resultados discrepantes a este foram encontrados por Motomiya et al. (2004), em que tratamentos a lanço os teores foram significativamente inferiores aos decorrentes da aplicação no sulco, resultado que pode ser explicado por se tratar de um solo com 62% de areia, que não proporciona uma alta retenção de P. Já Barbosa et al. (2010) em um Latossolo Vermelho-Amarelo obteve as melhores médias em aplicação a lanço, destacando aquelas com 25% (30 kg ha⁻¹) e 50% (60 kg ha⁻¹) da dose de P, sendo que ambos apresentam 2,5 g kg⁻¹ de P foliar. O teor baixo de P no solo possivelmente fez a cultura responder melhor a adubação.

A produtividade de grãos não teve resultados significativos em relação as doses aplicadas, já as diferenças ocorreram quando comparado a forma de aplicação para produtividade onde a aplicação em linha produziu 678,78 kg ha⁻¹ a mais que a aplicação a lanço (5.396,95 kg ha⁻¹, em linha e 4.718,17 kg ha⁻¹, a lanço) sendo significativo a 7,5 % (Figura 3).

FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE DE GRÃOS (KG HA⁻¹) NA SOJA EM FUNÇÃO DA FORMA DE APLICAÇÃO.



*Letras maiúsculas distintas representam médias distintas pelo teste de Tukey ($p < 0,075$)

Fonte: O Autor

Todas as formas de aplicação de fósforo proporcionaram uma produtividade acima da média Paranaense, 3.480 kg ha⁻¹, segundo dados da Conab (2017).

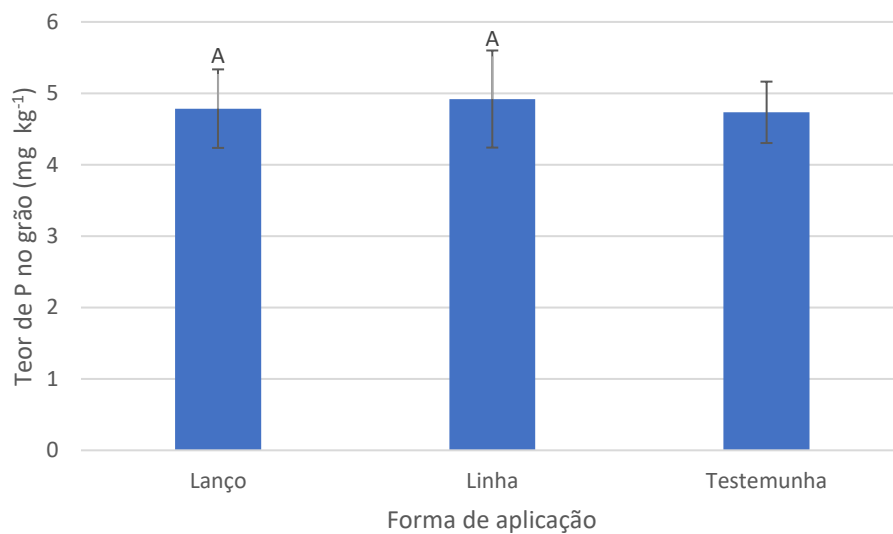
Mortele et al. (2009), também observam resultados semelhantes ao presente trabalho, usando formulações e forma de deposição no solo, em que obteve uma produtividade maior quando aplicado em sulco, em um Argissolo Vermelho eutroférico com teor médio de P. Semelhantemente Prado et al. (2001) em seu experimento com modos de aplicação e de doses de fertilizante fosfatado, em um solo muito argiloso e teor médio de P, obteve resultados melhores com aplicações no sulco que a lanço. Isso demonstra que a adubação fosfatada é recomendada em sulco, por ter um aproveitamento melhor do P, pelo fato desse nutriente ser pouco móvel no solo.

Um experimento realizado em Latossolo Vermelho distroférico típico, se observou resultados discrepantes, pois a cultura teve uma resposta muito baixa ou ausente, contudo, não se observou perda de produtividade com a aplicação superficial, já que o solo se encontrava com teor de fósforo acima do teor crítico (ANGHINONI 1992; PAVINATO; CERETTA 2004). Tal resultado pode ocorrer devido a concentração muito alta de P no solo que pode suprir a demanda da cultura, não

resultando em diferenças significativas de produção, conforme o método de aplicação, contudo, em condições de estiagem pode ocorrer um decréscimo na produtividade, pois o nutriente terá baixa mobilidade no solo.

Na Figura 4, observa-se que não houve diferença significativa no teor médio de P nos grãos de soja, sendo $4,78 \text{ mg kg}^{-1}$ para lanço e $4,91 \text{ mg kg}^{-1}$ em linha.

FIGURA 4 - TEOR DE P (MG KG^{-1}) NO GRÃO EM RELAÇÃO AS FORMAS DE APLICAÇÃO.



*Letras maiúsculas distintas representam médias distintas pelo teste de Tukey ($p < 0,075$)

Fonte: O autor

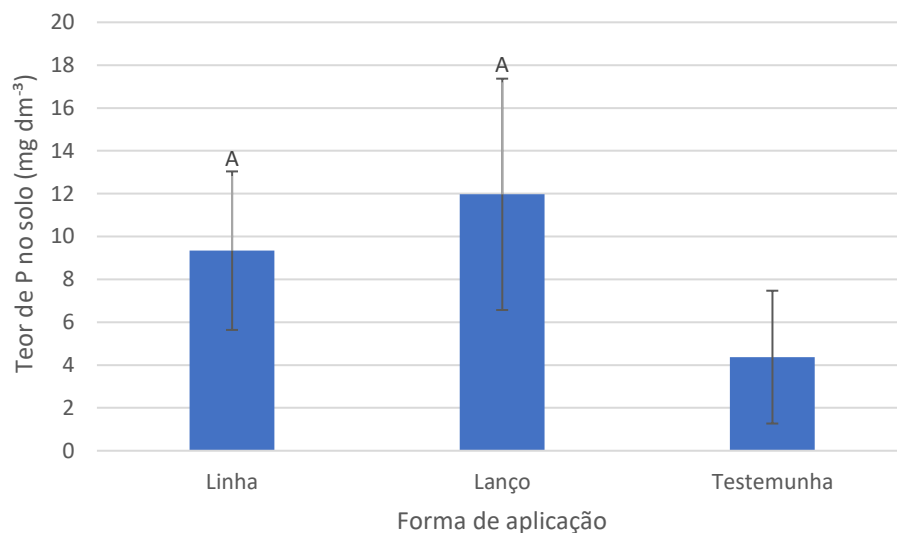
Os resultados da presente pesquisa, assim como os resultados obtidos por Oliveira (2013) em seu experimento com milho, demonstram de modo geral que, as combinações entre forma de aplicação e doses, não influenciaram no teor de P e na quantidade de P exportado pela colheita, possivelmente por ser um solo de textura argilosa com alto teor de fósforo.

Outro resultado foi encontrado Motomiya (2004), este observou que não houve diferença nos tratamentos com o fosfato aplicado a lanço; todavia, quando a aplicação foi realizada no sulco de semeadura, obteve-se diferença significativa entre os fosfatos aplicados, com evidentes acréscimos nos teores de P nos tratamentos que receberam maior quantidade de superfosfato triplo. Filho et. al. (2013), Olibone e Rosolem (2010)

observaram que a adubação fosfatada aumentou linearmente as concentrações de P nas sementes conforme aumento das doses. Essa diferença pode ser explicada por ser um solo com teor baixo de P, assim quando se tem aplicação direta no sulco e com doses mais elevadas a cultura responde de melhor forma.

Para os teores de P no solo os tratamentos na linha e lanço não apresentaram significância, somente a testemunha teve uma diminuição significativa no teor, devido a não aplicação do nutriente (Figura 5).

FIGURA 5 - TEOR DE P (MG DM⁻³) NO SOLO EM RELAÇÃO AS FORMAS DE APLICAÇÃO.



*Letras maiúsculas distintas representam médias distintas pelo teste de Tukey ($p < 0,075$)

Fonte: O autor

Segundo Sousa (2016) a estratificação de P no solo em função adubação a lanço no SPD se intensifica ao longo do tempo, uma vez que ocorre um acúmulo de P na camada superficial em maior intensidade do que nas camadas inferiores. Devido a isso, a adubação a lanço seria uma prática limitante ao acesso de P pela planta e, conseqüentemente, reduz assim a produtividade das culturas.

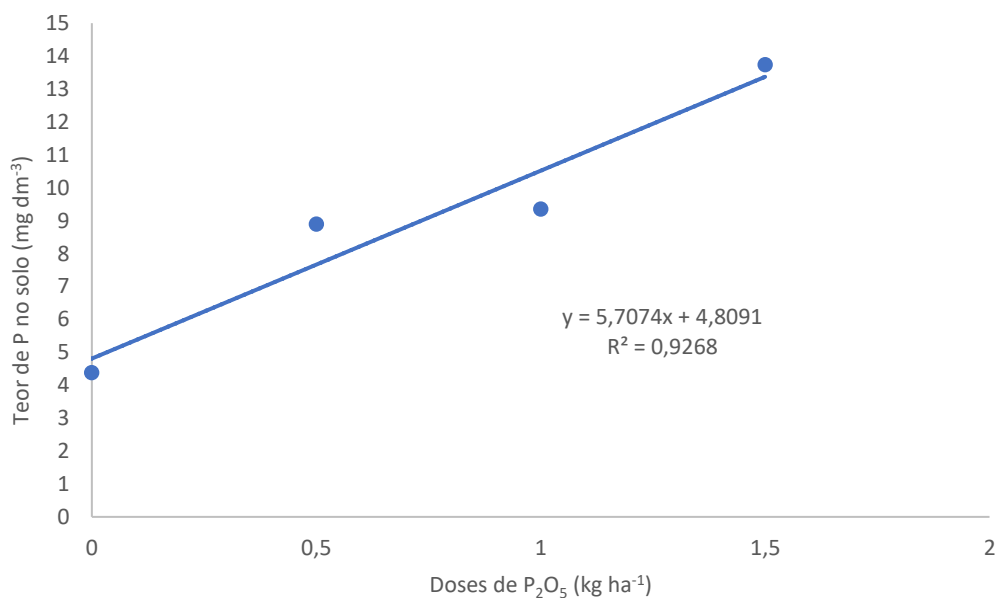
Da mesma forma Oliveira (2013) observou que o teor de P em um solo classificado como Nitossolo Vermelho de textura argilosa aumentou independentemente do modo de aplicação, exceto na ausência da aplicação do nutriente. A forma de coleta do solo pode ter influenciado no resultado, pois a

aplicação na linha concentra o P nestes pontos enquanto a aplicação a lanço deixa o solo como um todo mais homogêneo que favorece os teores nas aplicações a lanço, contudo não a ponto de ser significativo as diferenças e nem de reduzir os teores do solo.

Resultados discrepantes foram obtidos por Lemos (2016), em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico observando que, doses mais elevadas de fósforo em sulco e a lanço, incrementaram o teor do nutriente no solo, atingindo, respectivamente, o valor máximo de 21 e 28 mg dm⁻³ de P. Possivelmente o baixo teor de P no solo, e a textura média colaboraram para esses resultados.

Para as doses a análise de regressão demonstrou efeito significativo no parâmetro teor de P no solo, respondendo ao aumento da adubação. O teor de P no solo apresentou um crescimento linear, sendo que a testemunha sem aplicação fosfatada apresentou o menor teor (4,37 mg dm⁻³), lanço e linha foram encontrados os maiores níveis, 11,97 e 9,34 mg dm⁻³ respectivamente (Figura 6), demonstrando que as doses mantiveram o teor alto do P semelhante ao teor inicial de 8,53 mg dm⁻³.

FIGURA 6 – TEOR DE P NO SOLO EM FUNÇÃO DE DOSES DE P₂O₅.



Fonte: O Autor

Machado et al. (2012) em seu experimento demonstrou resultado semelhante ao da soja, assim como Lemos (2016) também encontrou um aumento linear no teor do nutriente no solo, atingindo o valor máximo de 28 mg dm³ com o aumento de doses estipulada por regressão de 400 kg ha⁻¹, experimento este realizado em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, comprovando assim os resultados obtidos nesse experimento ,no qual solos com teor médio e alto de argila, e com doses maiores tem-se um acúmulo maior de P para safra posterior, ao contrário de quando não se tem aplicação do nutriente.

5 CONCLUSÃO

A aplicação de P no sulco de semeadura promoveu melhores produtividades, independente da dose de P aplicada.

Os teores de P no tecido foliar e grãos não tiveram diferenças significativas com relação a forma ou doses de P aplicada.

Os teores de P no solo não diferiram conforme a forma de aplicação, somente em função das doses, o que não resultou em melhor produtividade, mas promoveram a manutenção da fertilidade do solo em comparação a testemunha.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acompanhamento de safra brasileira de grãos, v. 4 Safra 2016/17 - Sexto levantamento, Brasília, p.1-176 Março 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_09_09_16_09_boletim_graos_marco_2017.pdf>

ANGHINONI, I. & BARBER, S.A. Phosphorus application rate and distribution in the soil and phosphorus uptake by corn. **Soil Science Society of America Journal**, Adison, v.44, p.1041-1044, 1980.

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

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B.-H.; VEIGA, M. Potential of carbon accumulation in no-till soils with intensive use and cover crops in Southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, 35:1599-1607, 2006.

BARBOSA, N. C. **Formas de aplicação do fósforo em um latossolo de cerrado na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado) - programa de pós-graduação em agronomia, Universidade Federal de Goiás - UFG, Jataí,2010.

BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; RAIJ, B. van; FEITOSA, C.T.; HIROCE, R. Eficiência agronômica de nove fosfatos em quatro cultivos consecutivos de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.315-319, 1991.

BREVILIERI, R. C. **Adubação fosfatada na cultura da soja em Latossolo Vermelho cultivado há 16 anos sob diferentes sistemas de manejo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 52p. 2012.

CERETTA, C. A; FRIES, M. R. **Adubação nitrogenada no sistema de plantio direto**. In: NUERNBERG, N. J. Plantio direto: conceitos, fundamentos e práticas culturais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 1997. Cap.7, p. 111-120.

COPAGRIL. Cooperativa. **Histórico de precipitação**. Disponível em: <<http://www.copagril.com.br/chuvas.php?ano=2017&mes=1>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

DENARDIN, J.E.; FAGANELLO, A. **Adubação profunda no sistema plantio direto**. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO, 3., 1999, Cruz Alta (RS). Resumos... Passo Fundo (RS): Aldeia Norte, 1999. p.67-69.

ELTZ, F. L. F et al. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 259-267, 1989.

EMBRAPA SOJA, 2007. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20071470318>>. Acesso em: 29 de maio de 2017.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1998.

Filho, F. B. Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.783-790, jul. 2013.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. **Fósforo**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fosforo_361445.html>. Acesso em: 18/06/2017

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Informações Agrônômicas, nº 95, Setembro/2001, p. 1-5, 2001.

KAMPF, N.; CURI, N. **Argilominerais em solos brasileiros**. In: CURI, N.; MARQUES, J. G. S. M.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Eds.) **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2003. p. 1-54.

KOCHHANN, R.A. **Desenvolvimento e avaliação de técnicas conservacionistas de manejo do solo e da água**. Passo Fundo: EMBRAPACNPT, 1996. 22p. (Boletim Técnico, 6)

KLEPKER, D. **Nutrientes e raízes no perfil e crescimento de milho e aveia em função do preparo do solo e modos de adubação.** 1991. 117f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

LEMOS, E. F. **Doses e modos de aplicação de fósforo no estado nutricional e produtividade da cultura do milho.** Tese (Doutorado) apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2016.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. **Bioscience Journal.**, Uberlândia, v. 28, supplement 1, p. 1-7, Mar. 2012.

MALAVOLTA, E. O fósforo na agricultura brasileira. In: IPT. **Tecnologia de fertilizantes fosfatados.** São Paulo, p. 189-206, publicação especial, 1980.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação.** 3. ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 594p.

MODEL, N. **Rendimento de milho e aveia e propriedades do solo relacionados ao modo de aplicação de fósforo e potássio e técnicas de preparo do solo.** 1990. 115f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

MOTOMIYA, W.R. et al. Métodos de aplicação de fosfato na soja em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**,39:307-312, 2004.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; LANA, M. C. Influência da adubação com fósforo e potássio na emergência das plântulas e produtividade da cultura da soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 02, p. 256-265, 2009.

OLIVEIRA, F. B. **Localização do fosforo em sistema de produção plantio direto.** Dissertação (Mestrado) - Escola superior de agricultura, "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013.

OLIBONE, D.; ROSOLEM, C.A. Phosphate fertilization and phosphorus forms in an Oxisol under no-till. **Scientia Agricola**, v.67, p.465-471, 2010.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A. Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1779-1784, 2004.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 85-92, 2001.

PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2016/17 a 2026/27. **Projeções de Longo Prazo**. 8ª edição. p. 40, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>

RESENDE, A.V. **Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado.** Lavras : UFLA, 2004. 169f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E., **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. 416p.

SOUSA, D. M. G. de; NUNES, R. de. S.; REIN, T. A; JÚNIOR, J. de. D. G. dos. S. **Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado.** ed. Brasília: Circular Técnica 33, 2016. p.06.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e laminas de agua de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V. 14, p. 63-67, 1990.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, planta e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico 5).