



**UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO AGRONOMIA**

RODRIGO GUSTAVO KÜLZER

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOSFATADOS
NA CULTURA DA SOJA**

CERRO LARGO RS

2019

RODRIGO GUSTAVO KÜLZER

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOSFATADOS
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão do curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Kulzer, Rodrigo Gustavo
EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE DIFERENTES FERTILIZANTES
FOSFATADOS NA CULTURA DA SOJA / Rodrigo Gustavo Kulzer.
-- 2019.
40 f.

Orientador: Dr. Renan Costa Beber Vieira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Eficiência Agronômica de Diferentes Fertilizantes
Fosfatados na Cultura da Soja. I. Vieira, Renan Costa
Beber, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

RODRIGO GUSTAVO KÜLZER

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE DIFERENTES FERTILIZANTES FOSFATADOS
NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão do curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul.

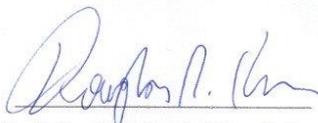
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

26/11/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira
Orientador



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser



Dr. Odair José Schmitt

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, tanto pela vida como pela força que me deu para chegar até aqui, muito foi acionado durante noites em pré provas e trabalhos, e enfim cheguei ao tão esperado momento, a formação firme e forte.

Agradeço aos meus pais, Pedro Külzer e Melita Diel Külzer, também aos meus irmãos, Elias Rafael Külzer e Ivan Augusto Külzer (em memória), pelos incentivos e puxões de orelha durante toda essa caminhada, pela força que me deram e também pela importância deles na minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira pela orientação durante todo curso, e sim para mim o curso começou com uma disciplina ministrada por ele (Química e Fertilidade dos Solos), foi aí que me identifiquei com o curso e por isso agradeço, também pelos puxões (foram poucos, mas eficientes) que me deu durante a realização de projetos e o TCC e pela boa pessoa que és. Agradeço também a todos os professores que fizeram parte da minha formação, desde o ensino primário até o superior, meu muito obrigado.

Aos meus colegas e antes que isso amigos, sem citar nomes quero agradecer pela parceria que fiz na universidade, pelo apoio nas mais diferentes atividades e também pelas festas juntos, meu muito obrigado e sucesso para todos nós.

RESUMO

A soja (*Glycine max*) é a mais importante oleaginosa cultivada e consumida no mundo, reflexo de sua múltipla aplicabilidade, sendo usada tanto para o consumo animal, por meio do farelo de soja, quanto para uso humano, através do óleo, fabricação de cosméticos e biodiesel. As cultivares disponíveis vem sendo melhoradas e se tornam cada vez mais exigentes na questão nutricional. Os solos brasileiros são pobres do elemento fósforo, por isso o uso de fertilizantes é imprescindível. Como as jazidas de extração de fosfatos estão escassas diferentes tipos de fertilizantes vêm surgindo. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência agrônômica de diferentes fertilizantes fosfatados na cultura da soja. O experimento foi conduzido em sistema plantio direto no ano agrícola 2018/19. A implantação ocorreu no dia 04 de dezembro de 2018 no município de São Luiz Gonzaga. O delineamento experimental foi o DIC (delineamento inteiramente casualizado) com 5 tratamentos e 4 repetições totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram: testemunha sem P (apenas KCl), fertilizante orgânico, fertilizante mineral mistura de grânulos, fertilizante mineral mistura granulada e fertilizante organomineral + KCl. Foram realizadas avaliações de alturas de plantas em R1 e R6, altura de inserção de primeira vagem em R6, matéria seca de parte aérea em R6 e produtividade em R8, também foi calculado o Índice de Eficiência Agrônômica (IEA) e o desempenho econômico dos tratamentos. Os resultados foram analisados por meio da análise de variância, quando ocorreu diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar. O fertilizante mineral mistura de grânulos e o fertilizante orgânico obtiveram os melhores resultados em produtividade, em IEA e em desempenho econômico. Para os demais resultados não houve diferença estatística. Pode-se concluir que o fertilizante mineral mistura de grânulos e o fertilizante orgânico foram mais viáveis economicamente e o fertilizante organomineral não deve ser utilizado na cultura da soja seguindo a tabela de equivalência do fabricante, pois não apresentou resultados que justifiquem isso, assim como o fertilizante mineral mistura granulada não teve seu maior custo justificado.

Palavras-chave: *Glycine max*. Fósforo. Mineral. Orgânico. Organomineral.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is the most important oilseed cultivated and consumed in the world, a reflection of its multiple applicability. It is used both for animal consumption through soybean meal and for human use through oil, cosmetics manufacturing and biodiesel. The available cultivars are being improved and becoming increasingly demanding in the nutritional issue. Brazilian soils are poor from the phosphorus element, so the use of fertilizers is essential. As phosphate deposits are scarce, different types of fertilizers are emerging. Given this, the objective of this work was to verify the agronomic efficiency of different phosphate fertilizers in soybean crop. The experiment was conducted in no-tillage system in the 2018/19 agricultural year. The implantation took place on December 4, 2018 in the municipality of São Luiz Gonzaga. The experimental design was the completely randomized design with 5 treatment and 4 repetitions totaling 20 experimental units. The treatments were: control without P (KCl only), organic fertilizer, granule mixture mineral fertilizer, granular mixture mineral fertilizer and organomineral fertilizer + KCl. Plant heights were evaluated at R1 and R6, first pod insertion height at R6, shoot dry matter at R6 and yield at R8. The Agronomic Efficiency Index (IEA) and the economic performance of the treatments were also calculated. The results were analyzed by analysis of variance, when significant differences occurred the means were compared by Tukey test at 5% probability with the aid of Sisvar software. Granular mix mineral fertilizer and organic fertilizer achieved the best results in productivity, IEA and economic performance. For the other results there was no statistical difference. It can be concluded that the granular mix fertilizer and the organic fertilizer were more economically viable and the organomineral fertilizer should not be used in soybean crop following the manufacturer's equivalence table, as it did not present results that justify this, as well as the Mineral fertilizer granular mixture was not cost-justified.

Keyword: *Glycine max*. Phosphor. Mineral. Organic. Organomineral.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos da camada de 0-20 cm do solo da área do experimento.	23
Tabela 2 - Tratamentos, doses do produto comercial (PC), quantidade de P ₂ O ₅ aplicado e os respectivos custos de cada tratamento, em São Luiz Gonzaga-RS no ano de 2019.....	25
Tabela 3 - Altura de plantas em R1 e R6 e altura de inserção da primeira vagem (AIPV) nos diferentes tratamentos, São Luiz Gonzaga-RS, 2019.....	29
Tabela 4 - Peso de mil grãos (PMG), matéria seca de parte aérea (MSPA) e produtividade da soja nos diferente tratamentos, São Luiz Gonzaga-RS, 2019.	30
Tabela 5 - Teor de P (fósforo) foliar, em folha de soja com pecíolo, do terceiro trifólio totalmente formado a partir do ápice, coletado em floração plena, São Luiz Gonzaga, 2019.	31
Tabela 6 - Índice de eficiência agrônômica (IEA) dos diferentes tratamentos na cultura da soja, São Luiz Gonzaga, 2019.	32
Tabela 7 - Custos, produtividade, receita bruta e líquida em R\$ ha ⁻¹ da cultura da soja conduzida neste experimento, São Luiz Gonzaga, 2019.	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tabela de equivalência de fertilizantes organominerais da empresa SUPERBAC.	24
Figura 2 - Precipitação acumulada (mm) nos diferentes períodos durante o ciclo da cultura, São Luiz Gonzaga-RS, 2019.	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 A CULTURA DA SOJA NO CENÁRIO BRASILEIRO	13
3.2 A IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO DE PLANTAS	13
3.2.1 Importância do Fósforo na Cultura da Soja	15
3.3 O FÓSFORO NO SOLO.....	15
3.4 FERTILIZANTES	18
3.4.1 Disponibilização do Fósforo nos diferentes fertilizantes	20
4 METODOLOGIA	23
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA.....	23
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	23
4.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	26
4.4 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 COMPONENTES AGRONÔMICOS DA SOJA	29
5.2 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA AGRONÔMICA	31
5.3 ANÁLISE ECONÔMICA	33
6 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

A produção nacional de soja na safra 2018/19 chegou a algo próximo a 115 milhões de toneladas, saltando de um patamar de 86 milhões de toneladas na safra 13/14 (CONAB, 2019). O aumento na produção de soja nos últimos anos deve-se ao fato da soja ser uma cultura muito explorada devido ao seu alto impacto na economia mundial. Com isso, melhoristas vem trabalhando muito em cima da produtividade desta cultura, no entanto, a soja ao ter seu potencial produtivo melhorado, assim como em qualquer outra cultura, fica mais exigente em relação a nutrição mineral.

Estima-se que a população mundial chegará a 9,8 bilhões de pessoas até 2050 (ONU BRASIL, 2017), conseqüentemente, a produção de alimentos deverá aumentar. Como as novas fronteiras agrícolas estão limitadas, para que ocorra aumento na produção é preciso que haja aumento de produtividade, ou seja, produzir mais com a mesma área agrícola disponível. Sabe-se que a deficiência nutricional afeta diretamente a produtividade das culturas e isso afeta diretamente a segurança alimentar mundial. O fósforo por exemplo, é um nutriente bastante deficiente em solos agrícolas mundiais (UFRRJ, 2002), e quando presente no solo é um elemento muito reativo, ou seja, forma ligações com Al, Ca, Mn e Fe, tornando-se assim fixado e pouco disponível para absorção pelas plantas (IPNI, 1998).

Para contornar a deficiência de nutrientes emprega-se o uso de fertilizantes, estes que por sua vez tem a função de fornecer os nutrientes as plantas e também enriquecer o solo. O crescimento populacional exigirá aumento da produtividade das culturas e isso deve ocorrer da maneira mais eficiente possível, de modo com que o máximo desempenho do fertilizante seja atingido, pois como os solos são naturalmente pobres em fósforo, há uma elevada demanda por fertilizantes fosfatados (BOARETO; NATALE, 2016).

Fertilizantes fosfatados tem um aproveitamento médio de 53% na agricultura brasileira, ou seja, a cada 1,9 kg de P_2O_5 aplicado ao solo 1 kg em média é exportado pelas culturas (IPNI, 2014). Este fato é agravado em solos mal manejados e ácidos, onde o íon fosfato sofre várias reações, tornando-se indisponível a absorção pelas plantas (IPNI, 1998). Considerando que a eficiência de fertilizantes fosfatados é relativamente baixa, o seu uso ocorre as vezes de forma demasiada e, com isso pode-se chegar à exaustão das jazidas de extração de fosfatos. No Brasil estima-se que a longevidade das reservas fosfáticas seja de algo em torno de 43 anos apenas (FIXEM, 2009) e, isso pode a longo prazo causar aumentos de preços dos fertilizantes e custos das lavouras, pois estes deverão ser importados e terão seu processo de extração inflacionado.

Com tudo se percebe a importância de avaliar a eficiência de diferentes fertilizantes, pensando numa forma de produzir mais gastando menos, tanto em questão monetária como também em um recurso não renovável, no caso as jazidas de extração de fosfatos.

Diferentes tipos de fertilizantes são capazes de fornecer o fósforo, dentre eles podemos citar os fertilizantes minerais, que são fertilizantes minerais com misturas de grânulos (popularmente comercializado como “adubo NPK”) e, fertilizante mineral com mistura granulada. Fertilizante mineral mistura de grânulos é um fertilizante muito utilizado na cultura da soja, e tem elevada eficiência comprovada. Já o fertilizante mineral mistura granulada é um fertilizante relativamente novo e ao mesmo tempo com um custo razoavelmente maior, possui como potencial vantagem todos os nutrientes no mesmo grânulo conseguindo assim maior uniformidade de aplicação, no entanto, no quesito eficiência tem pouco estudo relacionado.

O fósforo também é fornecido por fertilizantes orgânicos, que podem ser de origem vegetal ou animal. No entanto, fertilizantes orgânicos tem uma disponibilidade mais lenta que fertilizantes minerais, precisando primeiramente ser mineralizado. O fertilizante orgânico tem se tornado um problema nas principais regiões produtoras de suínos e aves, tendo pouca fluidez de mercado acumula e traz prejuízos aos produtores, com isto pode se tornar uma opção barata e mais rentável ao produtor de grãos que vierem a utilizá-los.

Com a promessa de maior eficiência vem surgindo os fertilizantes organominerais, este que por sua vez une duas matrizes de fertilizantes, uma orgânica e outra mineral. Frente ao cenário agrícola os organominerais vem ganhando espaço como sendo um fertilizante mais sustentável, com maior eficiência principalmente no fornecimento de fósforo. As recomendações deste fertilizante seguem tabelas de equivalência sendo estas poucas elucidadas.

Sabe-se que todos esses tipos de fertilizantes podem fornecer fósforo as plantas quando este está presente no mesmo. No entanto, procura-se saber a eficiência de cada fertilizante, ou seja, quanto pode-se produzir com a mesma quantidade de P_2O_5 com os diferentes fertilizantes e, qual trará maior retorno econômico ao produtor. É sabido que fertilizantes minerais misturas de grânulos tem um retorno econômico desejável, fertilizantes orgânicos poder ser mais atraentes no quesito renda, pois podem ser facilmente adquiridos em propriedades rurais e com baixo custo. Com a escassez de estudos frente aos organominerais, espera-se, com o conhecimento agrônomo que estes tragam um retorno menor frente as recomendações de uso das empresas fabricante por tabelas de equivalência e elevado custo do mesmo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e comparar a eficiência de diferentes fertilizantes fosfatados na produtividade da soja.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar uma análise econômica, relacionando a produtividade com os custos com os fertilizantes empregados.

Análise do desempenho da soja perante o uso de fertilizante organomineral de acordo com a recomendação dos vendedores, ou seja, pela tabela de equivalência.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CULTURA DA SOJA NO CENÁRIO BRASILEIRO

A soja (*Glycine max*) é a mais importante oleaginosa cultivada e consumida no mundo, isso é reflexo de sua múltipla aplicabilidade, sendo usada tanto para o consumo animal, por meio do farelo de soja, quanto para uso humano, através do óleo e fabricação de cosméticos. A soja passou a ter grande importância no agronegócio brasileiro com o incremento de novas tecnologias que garantiram aumento de produtividade e aumento da rentabilidade a partir dos anos de 1970 (SILVA; LIMA BATISTA, 2011).

Na safra de 2018/19 a produção mundial da soja foi de 21 milhões de toneladas a mais do que na safra passada, ou seja, cerca de 361 milhões de toneladas do grão foram produzidas, sendo o Brasil responsável pelo segundo maior montante produzido, com 115 milhões de toneladas (USDA, 2019). O Brasil segundo CONAB (2019) manteve na safra 2018/19 aumento da área cultivada com a soja, um aumento de algo em torno a 1,9 % em relação à última safra, chegando à cerca de 35.821 mil hectares cultivadas com o grão. Perante as dificuldades e aportes de mais tecnologia, o agricultor foi de certa forma pressionado pelo setor agrícola a ter um significativo aumento de produtividade para ter maior rentabilidade, fato esse caracterizado pelo salto de 20 % na produtividade do grão em um pouco mais de 10 anos, passando de 2823 kg ha⁻¹ na safra 2006/07 para 3394 kg ha⁻¹ na safra 2017/18.

Para que ocorra o aumento da produção da soja há necessidade de um maior uso de tecnologias com intuito de aumentar a produtividade e a qualidade dos grãos. Mas isso não elimina perdas por condições climáticas e baixa dos preços pagos por saca, tornando a sojicultura uma atividade de alto risco devido ao seu alto investimento. Grande parte deste investimento é reflexo do emprego de fertilizantes nos cultivos, onde o uso de fertilizantes representa cerca de 23 % dos custos totais de uma lavoura de soja (CASTRO; REIS; LIMA, 2006).

3.2 A IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO DE PLANTAS

A produtividade agrícola está relacionada ao nível de tecnologia utilizada e estudos referentes a nutrição mineral tem sido um dos pilares do aumento de produtividade das culturas como um todo, pois independente de cultura, essa só consegue expressar seu máximo potencial quando adequadamente nutrida (BOARETTO; NATALE, 2016).

O que conhecemos como nutriente, é definido como um elemento essencial às plantas, ou seja, na sua ausência a planta não sobrevive, para isso, para que um elemento químico seja considerado nutriente, ele precisa atender a critérios de essencialidade, sendo eles diretos e/ou indiretos. O critério direto, indica que esse elemento na planta, participa de algum composto e/ou reação, sem o qual a planta não vive. No critério indireto temos que, na ausência de tal elemento a planta não completa seu ciclo de produção, o elemento não pode ser substituído por qualquer outro e ainda, o elemento deve ter efeito direto na vida da planta (PRADO, 2006).

A necessidade de nutrientes varia de acordo com o potencial de produção de cada cultura e dentro da cultura outros fatores também tem influência, assim como cultivar e condições edafoclimáticas por exemplo. Com isso nos solos a maior extração de nutrientes ocorre de acordo com o aumento de produtividade, para isso, o uso de fertilizantes tem sido imprescindível pois os nutrientes devem estar disponíveis de forma sincronizada as plantas, ou seja, na hora correta e na quantidade necessária para que a planta expresse seu máximo potencial (EMBRAPA, 2008).

A análise de solo é uma importante aliada dos produtores, com ela são conhecidas as condições de fertilidade do solo, com os resultados interpretados de forma correta, o uso de fertilizantes ocorre de forma mais adequada e tudo isso aliado a escolha de cultivares adequadas e a um manejo correto direcionam a altas produtividades e maior eficiência do sistema produtivo (THUNG; OLIVEIRA, 1998).

A absorção de nutrientes na cultura da soja assim como em todos os vegetais é influenciada por diversos fatores, tal como, condições climáticas, exigência do cultivar, a disponibilidade de nutrientes no solo e o manejo como um todo. No entanto médias estimam que cerca de 10 kg de P_2O_5 são exportados por tonelada de grão de soja produzida por hectare, 20 kg de K_2O , 3 kg de Ca, 2 kg de Mg e, 5,4 kg de S, tudo isso mostra a importância de uma adubação equilibrada, tanto para o aparato fisiológico da planta, como para o solo (EMBRAPA, 2014).

A absorção radicular pode ser de três diferentes formas, por interceptação radicular, onde a raiz ao se desenvolver entra em contato com o elemento, pode ser por fluxo de massa, que é a favor do gradiente de umidade, ou seja, vai de uma região umedecida para outra mais seca na superfície do sistema radicular, por último temos a absorção por difusão, que é o movimento do elemento a curta distância dentro de uma fase aquosa, há o movimento de uma região de maior concentração para outra de menor concentração. Estima-se que cerca de 94 % do $H_2PO_4^-$ absorvido pela planta é absorvido por difusão, 3,5 % por interceptação radicular e

2,5 % por fluxo de massa. Quando comparamos a difusão do nitrato, potássio (K^+) e $H_2PO_4^-$, nota-se que o nitrato se difunde muito mais que todos os outros, cerca de 3 mm por dia, já o K^+ , cerca de 0,9 mm diário e o $H_2PO_4^-$, apenas 0,13 mm por dia. (MALAVOLTA, 2006). Por se tratar de um nutriente de pouca mobilidade no solo, os fertilizantes fosfatados devem ser incorporados no caso de sistema de plantio convencional e colocado na linha de semeadura quando em níveis baixos no solo no sistema plantio direto (CQFS-RS/SC, 2016).

A soja absorve os íons fosfatos por difusão, as formas de absorção de fosfatos são em ortofosfatos primários ($H_2PO_4^-$) e ortofosfatos secundários (HPO_4^{2-}), sendo o primeiro a forma predominante em solos de natureza ácidos ($pH < 7,2$) e, por isso, o mais absorvido pelas plantas (PRADO, 2006).

3.2.1 Importância do Fósforo na Cultura da Soja

O fósforo como macronutriente nas plantas faz parte de ésteres de carboidratos, fosfolipídeos, coenzimas, adenosina trifosfato (ATP) e ácidos nucleicos. A soja requer cerca de 25% do P, principalmente na época de fixação de vagens em estágio R3 (IPNI, 1998). Quando em deficiência de P, as plantas podem apresentar emergência e crescimento lento; as folhas ficam com um tom verde escuro, os pecíolos e nervuras ficam arroxeados, principalmente na parte abaxial; as raízes apresentam-se subdesenvolvidas e as plantas estiolam e tem seu crescimento bastante prejudicado; a floração e maturação retardam; a fixação de vagens diminui, assim como o número de grãos por planta (ROSOLEM; TAVARES, 2006).

Na planta o fósforo tem função de atuar na fotossíntese, na transferência de energia, respiração, divisão celular, crescimento de células entre outras funções, fato esse consumado por plantas com crescimento e produtividade reduzida na deficiência deste nutriente (IPNI, 1998). O potencial de rendimento da cultura diminui já nos primeiros estágios reprodutivos da soja, isso ocorre no florescimento, pois a redução do número de flores e, maior aborto de flores, nas fases seguintes a menor formação de legumes e, também maior aborto deste (VENTIMIGLIA et al., 1999).

3.3 O FÓSFORO NO SOLO

Os solos brasileiros são naturalmente pobres em fósforo, esse elemento é bem presente em um tipo de mineral que constituem as rochas, a apatita, no entanto a média deste mineral

na composição das rochas fica em torno de 0,6%, resultando em solos pobres deste elemento (UFRRJ, 2002), além disso, o fósforo é um elemento de baixa mobilidade no solo, tornando-o um elemento com características bastantes peculiares (PRADO, 2006).

A intemperização da apatita forma vários compostos de fósforo, incluindo dois ortofosfatos que são absorvidos pelas raízes das plantas. Essas formas geralmente são muito solúveis e são encontradas dissolvidas em baixas concentrações na solução do solo. O fósforo solúvel forma compostos no solo com o cálcio, ferro, manganês e o alumínio, indiscriminando a fonte destes elementos, sendo eles da apatita, de fertilizantes, esterco ou da matéria orgânica. Outro grande problema nos solos são as formas fixadas de fósforo, pois ele costuma ligar-se a superfícies reativas de minerais de argila como a caulinita, aos óxidos de ferro e alumínio tornando-se menos disponível a absorção pelas plantas, por isso a deficiência de fósforo é mais limitante a produção do que qualquer outra deficiência, toxicidade ou qualquer doença, (IPNI, 1998).

O fósforo está presente na forma orgânica e inorgânica no solo. O fósforo inorgânico pode ser dividido em dois grupos, o fósforo dos minerais primários ou estrutural e o fósforo adsorvido. O fósforo orgânico é originário dos resíduos vegetais, do tecido microbiano e de sua decomposição e contribui com cerca de 20 a 80% do teor total de fósforo do solo (GATIBONI, 2003).

O fósforo orgânico, é o ânion fosfato ($H_2PO_4^-$) ligado a radicais orgânicos, e está em uma forma na qual as plantas não conseguem absorver (KIEHL, 1985). Desta forma a ciclagem de fósforo orgânico tem grande influência na disponibilidade de fósforo às plantas, a ciclagem e liberação de fósforo ocorre conforme potencial de mineralização do fósforo orgânico, para isso usa-se a relação carbono/fósforo (C/P), sendo relação de $C/P < 300$ indica disponibilização de fósforo, e relação > 300 indica imobilização líquida de fósforo. A mineralização está ligada a atividade dos microrganismos, que por sua vez está ligada a fatores ambientais, vindo a imobilizar ou liberar os íons ortofosfatos. Por isso a mineralização depende da composição do material a ser mineralizado, da temperatura, clima, adição de fertilizantes, e também do sistema de manejo (SAMPAIO, 2015).

A disponibilidade de fósforo no solo pode ser afetada significativamente pelo pH deste, em pH ácido geralmente de 3 a 5,5 o fósforo é fixado em composto que contém ferro e alumínio, em pH acima de 7 o fósforo precipita com o cálcio, portanto a faixa de melhor disponibilidade de fósforo no solo é em pH entre 5,5 e 6,5 (MALAVOLTA, 2006).

O teor e o tipo de argila têm influência na disponibilidade de fósforo, onde solos com teores mais altos de argila possuem maior fixação de P, aliado a isso, a fixação de P é

favorecida em solos com certos tipos de argila, como por exemplo, solos com caulinita, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, além de solos com minerais amorfos de argila, assim como, alofana, imogolita e complexos húmus-Al (IPNI, 1998).

O fósforo é um nutriente que merece muita atenção. Quanto a época de aplicação, recomenda-se que o mesmo seja aplicado por ocasião da sementeira, caso contrário a aplicação ocorra antes, o fósforo terá muito tempo para reagir com o solo e ficar fixado e, em casos de solos com $\text{pH} < 5,5$ pouco disponível as plantas. A cultura da soja como qualquer outra cultura não consegue absorver todo o fósforo necessário para garantir sua produção de uma só vez, sendo que cerca de 43% da absorção total do P_2O_5 absorvido é absorvido na fase de enchimento de grãos, por isso surge a importância de reduzir o tempo de reação do fósforo com o solo, principalmente em solos ácidos (IPNI, 1998).

O sistema plantio direto (SPD) tendo a rotação de culturas e a cobertura permanente do solo como alguns de seus princípios, aumenta a disponibilidade de P as plantas. Na rotação de culturas diferentes espécies são adicionadas no sistema, as diferentes espécies também produzem diferentes exsudatos, estes exsudatos possuem ácidos orgânicos e estes agem na dissolução do colóide aumentando o P na solução do solo. A cobertura permanente do solo mediante deposição da palhada na superfície, promove aumento gradativo dos teores de matéria orgânica do solo em sistemas bem conduzidos. A matéria orgânica interage com os óxidos de Al e Fe e assim diminui os sítios de fixação de P, seja pelo recobrimento da superfície desses óxidos por moléculas de ácidos húmicos, acético ou málico, com isso, ocorre uma tendência de menor fixação de P e maior aproveitamento do P oriundo da adubação fosfatada (CORRÊA; MAUAD; ROSOLEM, 2004).

A deposição de fertilizantes fosfatados em solos de baixa fertilidade devem ser de preferência localizada, ou seja, na linha de sementeira, por se tratar de um nutriente de baixa mobilidade no solo, quanto mais próximos as raízes o mesmo estiver, melhor será a absorção do fósforo e por consequência a eficiência no uso deste fertilizante. Além disso o fósforo por ser absorvido por difusão necessita de água (umidade), ou seja, a umidade do solo é um fator importante na difusão, para que a difusão de fósforo até as raízes seja suficiente, é necessário que umidade do solo esteja adequada (PRADO, 2006).

Os solos brasileiros como por exemplo, Latossolos, Neossolos, Nitossolos, Argissolos são necessariamente naturalmente pobres em fósforo devido a constituição mineralógica das rochas de origem. Estes solos quanto bem manejados com acúmulo de matéria orgânica conseguem adsorver fortemente ácidos orgânicos, com isso, sítios de adsorção de fosfatos vão sendo ocupados por esses ácidos e, como consequência temos uma maior disponibilidade de

fósforo às plantas, além disso ácidos orgânicos também são capazes de formar complexos organometálicos estáveis com Fe e Al, estes que por sua vez realizam várias ligações com o fósforo (ANDRADE et al., 2003).

No SPD a adubação se dá em uma camada relativamente superficial, pois não há o revolvimento do solo para incorporação de fertilizantes. Como consequência desta adubação fosfatada superficial e contínua, há uma maior disponibilidade de fósforo as plantas, isso ocorre, pois os sítios de adsorção de fosfatos vão se tornando saturados à medida que o SPD se consolida. A adsorção ocorre primeiramente nos sítios mais ávidos por fósforo (menor labilidade) e o fósforo remanescente é retido em frações de menor energia de ligação (maior labilidade), tornando-se mais disponível as plantas em comparação ao sistema convencional (SC). A maiores quantidades de fósforo adsorvido na camada superficial do solo no SPD, ocorre devido a saturação de sítios de adsorção, já no SC na superfície a menor adsorção de fósforo, no entanto, o SC possui o princípio de revolvimento do solo, com isso ocorre um maior contato do fósforo com camadas mais profundas e conseqüente maior adsorção em camadas mais profundas e menor disponibilidade de fósforo as plantas (RHEINHEIMER et al., 2002).

3.4 FERTILIZANTES

O enriquecimento do solo, ou simplesmente aumento do nível de fertilidade de um solo se dá via uso de fertilizantes, os fertilizantes são definidos segundo legislação brasileira como substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, que fornecem um ou mais nutrientes as plantas (AGROLINK, 2016).

O objetivo do uso de fertilizantes é construir uma fertilidade do solo, de modo com que o solo chega a classe de disponibilidade alta de fósforo, que é a classe onde alcança-se as maiores produtividades, ou, adubar a cultura ano a ano apenas, considerando extração do fertilizante igual reposição. Quando estamos na classe disponibilidade baixa ou muito baixa, a resposta (produtividade) a adubação é alta, quando estamos na classe média a resposta é media, e quando estamos na classe alta ou muito alta a resposta é baixa. Para passarmos para a classe de melhor disponibilidade de P, quando estamos na classe baixa ou muito baixa se faz a adubação de correção, onde o objetivo é corrigir o solo chegando a classe de disponibilidade ideal, quando estamos na classe alto (disponibilidade ideal) se realiza a adubação de manutenção, que consiste em adicionar ao solo as quantidades de fósforo exportada nos grãos e mais as quantidades estimadas de perdas deste nutriente. Na classe muito alto (acima do

ideal), se faz apenas adubação de reposição, ou seja, só repõe o que foi exportado (CQFS-RS/SC, 2016).

De acordo com MAPA (2013) os fertilizantes são classificados de acordo com sua natureza em: Fertilizantes minerais e fertilizantes orgânicos. Quanto as suas categorias podem ser classificados em: fertilizante mineral simples (fertilizante mineral simples em solução, fertilizante mineral simples em suspensão); fertilizante mineral misto; e fertilizante mineral complexo. Os fertilizantes orgânicos são classificados em fertilizante orgânico simples; fertilizante orgânico misto; fertilizante orgânico composto e fertilizante organomineral.

Os fertilizantes químicos minerais sólidos são classificados de acordo com a sua granulometria em: misturas de grânulos, onde é feita a mistura de dois ou mais fertilizantes granulados; misturas granuladas, que são fertilizantes mistos ou misturas fertilizantes onde todos grânulos contém em si todos os nutrientes garantidos, e por último temos misturas complexas, que também são fertilizantes mistos ou misturas fertilizantes complexas resultante de reações químicas entre matérias primas como NH_3 , H_3PO_4 e H_2SO_4 , e que também contém em cada grânulo todos os nutrientes garantidos. A misturas de grânulos tem como vantagem a flexibilidade de fórmulas, no entanto um fertilizante de mistura granulada por ter maior uniformidade de grânulo não sofre com segregação, e, por isso podem apresentar maior eficiência agrônômica, sendo que a granulometria de um fertilizante pode ser a principal responsável pela eficiência agrônômica do mesmo (RODELLA; ALCARDE, 2001).

Fertilizantes minerais fosfatados podem ser classificados de acordo com sua solubilidade. Diante disto, temos os solúveis em água, que são constituídos por superfosfato triplo e simples, estes possuem elevada solubilidade, também tem-se os parcialmente solúveis, constituídos por, fosfatos parcialmente acidulado (1/3 solúvel em água), os de solubilização lenta, composto por os fosfato dicálcico solúvel em citrato, de solubilização muito lenta, onde tem-se rochas fosfáticas finamente moídas com reatividade indicada pela solubilidade em ácido fórmico (limite $\frac{1}{2}$ de P_2O_5 contido) e por último tem-se os multinutrientes que podem conter 1/3 ou mais de P de liberação imediata e 2/3 de liberação lenta (LOUREIRO & MELAMED, 2006).

A natureza mineral dos fertilizantes minerais o classificam basicamente como um sal inorgânico de solubilidade variável, sendo que a eficiência deste tipo de fertilizantes varia de acordo com as reações químicas com o solo e a solubilidade do mesmo, fertilizantes minerais fosfatados apresentam solubilidade variável de acordo com o tipo de fosfato, do tratamento químico e térmico que foi dado a rocha fosfatada e a quantidade de argila do solo (AGROLINK, 2016).

Fertilizante orgânico é definido como sendo um produto de natureza estritamente orgânica, que foi obtido por um processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, que ocorreu de forma natural ou controlada, extraído de matérias primas de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, sendo ele enriquecido ou não com nutrientes minerais. Já o fertilizante organomineral é o produto resultante da mistura física ou da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos (EMBRAPA, 2007).

Os nutrientes contidos na matéria orgânica estão associados à compostos orgânicos, compostos estes que as plantas não conseguem assimilar. Para que a planta consiga absorver os nutrientes contidos na matéria orgânica primeiro ocorre a mineralização, que é realizada por microrganismos. Fertilizante organomineral é a mistura de fertilizante de matriz mineral e orgânico e tem como vantagem o balanceamento de nutrientes destas matrizes. O fertilizante organomineral devido sua composição, tem o fósforo que ficará logo disponível as plantas, sendo este o fósforo da matriz mineral e também tem o fósforo que é liberado lentamente pela mineralização dos fertilizantes orgânicos, com isso reduz-se perdas do fósforo por fixação (KIEHL, 1985).

3.4.1 Disponibilização do Fósforo nos diferentes fertilizantes

O fósforo é um elemento que tem como característica manter muitas ligações químicas, ligações principalmente com o cálcio e o ferro, essas ligações fazem com que os compostos gerados não se movimentam bem para as raízes, por isso ao aplicar um fertilizante fosfatado solúvel em água em solos que nunca receberam adubação fosfatada, ou em um sistema mal manejado, o produtor pode esperar uma eficiência deste, de algo entre 10 e 30% apenas, no primeiro ano (IPNI, 1998).

Fertilizantes fosfatados solúveis ao serem adicionados ao solo entrarão em contato com a umidade, a água ao entrar no grânulo faz com que ocorra a liberação de uma solução saturada de fosfato monocálcico, também, em menor concentração fosfato dicálcico e ácido fosfórico, estes que por sua vez acidificam o solo na região do grânulo e levam o pH próximo a 1,5, com isso ocorre a solubilização dos oxihidróxidos de ferro e alumínio próximo ao grânulo, fazendo com que ocorra a adsorção de fosfatos (GATIBONI, 2003).

A cada 100 kg de fósforo aplicado via fertilizante mineral no solo, apenas 5 a 30 kg em média são aproveitados no primeiro ano pelas plantas, isto se deve a sua alta adsorção, no entanto, as plantas necessitam do fósforo do início ao fim do ciclo, ou seja, no solo deve haver

condições favoráveis para que haja rápida e contínua liberação de fosfatos da fração orgânica ou das formas minerais fixadas (KIEHL, 1985).

Superfosfatos são os fertilizantes que apresentam a maior solubilidade de fósforo em água, entre os superfosfatos podemos citar, o superfosfato simples e o superfosfato triplo, o fósforo solúvel em água representam a quantidade de fósforo prontamente disponível aos vegetais (PADILHA, 2005). Porém como os fosfatos realizam diversas ligações químicas, é muito difícil manter todo este fósforo disponível até o fim do ciclo da cultura, tendo o fósforo elevada importância no enchimento de grãos, é imprescindível que este esteja disponível para absorção durante a fase de enchimento de grãos na cultura da soja (IPNI, 1998).

Os fertilizantes minerais de misturas de grânulos apresentam elevada solubilidade, ou seja, são altamente solúveis em água, ao entrarem em contato com o solo e umidade já liberam o íon fosfato (H_2PO_4^- ; HPO_4^{2-}) para absorção pelas plantas (REETZ, 2016) e, por isso apresentam elevado valor fertilizante como fertilizante fosfatado (FRAZÃO, 2013), mas podem ter parte destes íons fosfatos indisponibilizados pelo processo de fixação (IPNI, 1998).

Fertilizantes minerais de misturas granuladas, tem uma dinâmica muito parecida com os fertilizantes de misturas de grânulos, apresentam como potencial diferença, a mesma quantidade de P_2O_5 em cada grânulo, evitando processos de segregação durante a semeadura e, potencializando a uniformidade de aplicação ao solo, outra característica peculiar de algumas marcas comerciais destes tipos de fertilizantes é quanto aos íons fosfatos liberados, sendo que algumas misturas granuladas apresentam dois fosfatos solúveis em água (ortofosfatos e o polifosfato), e o fosfato bicálcico solúvel em citrato, sendo os dois primeiros de disponibilidade rápida e o último um pouco mais lento (YARA, 2019).

O fertilizante orgânico possui em sua composição fósforo, este está na forma ionizada e ligada a um composto orgânico, dessa forma a planta não consegue absorver o mesmo, por isso, se torna necessária a atividade de microrganismos no fertilizante para a liberação dos íons fosfato de forma com que a planta consiga absorver. A liberação pode ser lenta e/ou gradual, ou seja, não ocorre de forma imediata, e depende da composição do fertilizante, da sua relação C/P, e de como o radical orgânico o qual o fosfato está ligado será decomposto, mas assim que o microrganismo decompõe o fertilizante o íon fosfato vai sendo liberado gradativamente a absorção pelas plantas de soja (GATIBONI et al., 2008).

Organominerais são os fertilizantes que tem como propósito unir as características dos fertilizantes minerais e orgânicos, e tem como objetivos aumentar a concentração de nutrientes dos fertilizantes orgânicos e aumentar a eficiência dos fertilizantes minerais (FRAZÃO, 2013). Comparando-se o potencial químico reativo dos fertilizantes

organominerais com os minerais, os fertilizantes organominerais apresentam menor potencial, no entanto, sua solubilização é gradativa no decorrer do ciclo da cultura da soja e, por isso, sua eficiência agronômica pode se tornar maior do que as fontes minerais de fósforo (KHIEL, 1985).

De acordo com Alane (2015) a produtividade da soja foi maior com o uso de fertilizante organomineral, onde com apenas 40% da dose de P exigida de um fertilizante mineral convencional já se obteve maiores produtividades com o organomineral e diferenças estatísticas foram encontradas com 80% e 100% da dose de P com o mesmo fertilizante, onde houve diferenças de 4,4 e 7,6 sacas respectivamente com o fertilizante mineral comparado. Isto leva a inferência de maior eficiência de fertilizantes organominerais.

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

O experimento foi conduzido no distrito de Rincão de São Pedro, com latitude 28°23'05.90"S e longitude 55°07'54.54"O, localizado no interior de São Luiz Gonzaga- RS. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013), não apresenta limitações físicas e, antes da implantação do experimento estava sendo cultivada com nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L), em sistema plantio direto.

A caracterização química do solo foi feita pela análise do solo, mediante encaminhamento de amostra de solo ao Laboratório de análise de Solos da Coopatrigo em São Luiz Gonzaga. A amostragem do solo foi feita com a pá-de-corte numa profundidade de 0-20 cm, foram retiradas 15 subamostras que juntas formaram a amostra enviada ao laboratório (CQFS-RS/SC, 2016).

Interpretando os resultados da análise (Tabela 1), concluiu-se que a calagem não seria necessária, visto que a saturação de bases estava acima de 65% e a saturação por alumínio abaixo de 10%. Os teores de Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Cobre, Zinco e Boro estavam altos. O teor de Fósforo no solo de acordo com o teor de argila estava baixo, aumentando as chances de resposta a fertilizantes fosfatados (CQFS-RS/SC, 2016).

Tabela 1 - Atributos químicos da camada de 0-20 cm do solo da área do experimento.

Prof. (cm)	Argila (%)	pH (1:1)	SMP	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	MO (%)	Al (cmol _c /dm ³)	Ca (cmol _c /dm ³)
0-20	54	5,3	6,1	7,5	102	2,9	0,1	6,3
Mg (cmol _c /dm ³)	S (mg/dm ³)	Cu (mg/dm ³)	Zn (mg/dm ³)	B (mg/dm ³)	Saturação (%)		CTC cmol _c /dm ³)	
					Al	Bases	Efetiva	pH 7
2,4	5,3	4,7	1,8	0,6	1	70	9,1	12,8

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas ou unidades experimentais (UE). Os tratamentos foram compostos por quatro diferentes fertilizantes fosfatados e um sem adubação fosfatada (testemunha). Os fertilizantes fosfatados utilizados foram o fertilizante

orgânico (cama de peru granulada), o fertilizante mineral (2-23-23, mistura de grânulos), o fertilizante mineral (0-16-16, mistura granulada) e o fertilizante organomineral (2-10-10). As dosagens dos fertilizantes orgânicos e minerais foram calculadas de acordo com manual de calagem de adubação (expectativa de rendimento de 3 t ha⁻¹) (CQFS-RS/SC, 2016). Para o organomineral seguiu-se a recomendação por tabela de equivalência (Figura 1) de fertilizantes da empresa fabricante do fertilizante (SUPERBAC, 2018), onde o fertilizante organomineral utilizado foi o Minorgan Soja Turbo e segundo a tabela equivalente ao mineral 2-23-23 mistura de grânulos.

Figura 1 - Tabela de equivalência de fertilizantes organominerais da empresa SUPERBAC.

PRODUTO	%								ppm				%	QUÍMICO EQUIVALENTE
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Na	Mn	Cu	Zn	B	M.O.	
MINORGAN SOJA	02	06	05	10,88	0,53	3,32	0,15	0,39	163,80	147,00	336,00	147,00	39,20	00-15-12 / 00-18-10 / 00-20-10
MINORGAN SOJA 620	02	06	08	9,38	0,50	4,15	0,15	0,36	154,44	138,60	316,80	138,60	36,96	00-18-15 / 02-16-16 / 00-20-10
MINORGAN SOJA PLUS	02	07	07	10,68	0,50	3,18	0,15	0,37	156,78	140,70	321,60	140,70	37,52	00-18-18 / 02-17-17 / 00-20-15
MINORGAN SOJA PLUS 720	02	10	05	10,66	0,49	2,63	0,14	0,36	152,10	136,50	312,00	136,50	36,40	00-30-10 / 02-24-10 / 02-24-12
MINORGAN SOJA TURBO	02	10	10	9,96	0,45	2,40	0,13	0,33	140,40	126,00	288,00	126,00	33,60	00-20-20 / 00-23-23 / 02-20-18
MINORGAN SOJA TURBO 820	02	08	12	9,24	0,46	3,04	0,13	0,34	142,74	128,10	292,80	128,10	34,15	00-20-20 / 02-16-24 / 02-18-23
MINORGAN SOJA TURBO 850	02	15	05	11,25	0,43	2,50	0,13	0,31	133,38	119,70	273,60	119,70	31,92	02-24-12 / 00-30-10 / 04-30-10
MINORGAN SOJA PREMIUM	02	12	12	9,49	0,41	1,88	0,12	0,30	128,70	115,50	264,00	115,50	30,80	00-25-25 / 02-28-20 / 02-23-23
MINORGAN SOJA PREMIUM 920	02	15	12	0,97	0,38	1,57	0,11	0,28	117,00	105,00	240,00	105,00	28,00	02-28-16 / 00-30-20 / 02-28-20

Fonte: SUPERBAC, 2019.

No tratamento sem P e no organomineral realizou-se a aplicação de 160 e 90 kg ha⁻¹ de KCl (60 % K₂O), respectivamente, visando o suprimento de adubação potássica em equilíbrio com os demais tratamentos. Na Tabela 1 consta os tratamentos e as respectivas dosagens que serão utilizadas em cada tratamento, juntamente com o custo de cada tratamento por hectare.

Tabela 2 - Tratamentos, doses do produto comercial (PC), quantidade de P₂O₅ aplicado e os respectivos custos de cada tratamento, em São Luiz Gonzaga-RS no ano de 2019.

Tratamento	Dose do PC kg ha ⁻¹	Quantidade de P ₂ O ₅ aplicado kg ha ⁻¹	Custo do produto ha ⁻¹ (R\$) *
Sem P, apenas KCl	160	0	R\$ 240,00
Orgânico (cama de peru)	4000	95	R\$ 600,00
Mineral mistura de grânulos (2-23-23)	415	95	R\$ 622,50
Mineral mistura granulada (0-16-16)	600	95	R\$ 650,00
Organomineral+ KCl	505	41,5	R\$ 716,00

*Preço por kg do produto comercial (obtido mediante consulta a revendas na ocasião da semeadura do experimento) multiplicado pela quantidade aplica por hectare.

Fonte: Elaborado pelo autor mediante consulta a empresas revendedoras de insumos na safra 18/19.

O fertilizante orgânico foi aplicado a lanço em pré-semeadura devido à sua alta dosagem, enquanto que o KCl do tratamento sem P e os fertilizantes minerais foram aplicados na linha de semeadura, logo abaixo e ao lado das sementes. O fertilizante organomineral foi aplicado no sulco de semeadura com o cloreto de potássio aplicado a lanço em pré semeadura.

4.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em uma área de 63 x 35 m (2205 m²), com cada parcela medindo 35 m de comprimento e 3,15 m de largura. Anteriormente à semeadura foi realizada uma aplicação de Glyphosate com intuito de evitar interferência do nabo na cultura da soja. A semeadura foi realizada no dia 04 de dezembro de 2018 com uma semeadora adubadora de 7 linhas de semeadura, com espaçamento de 0,45m.

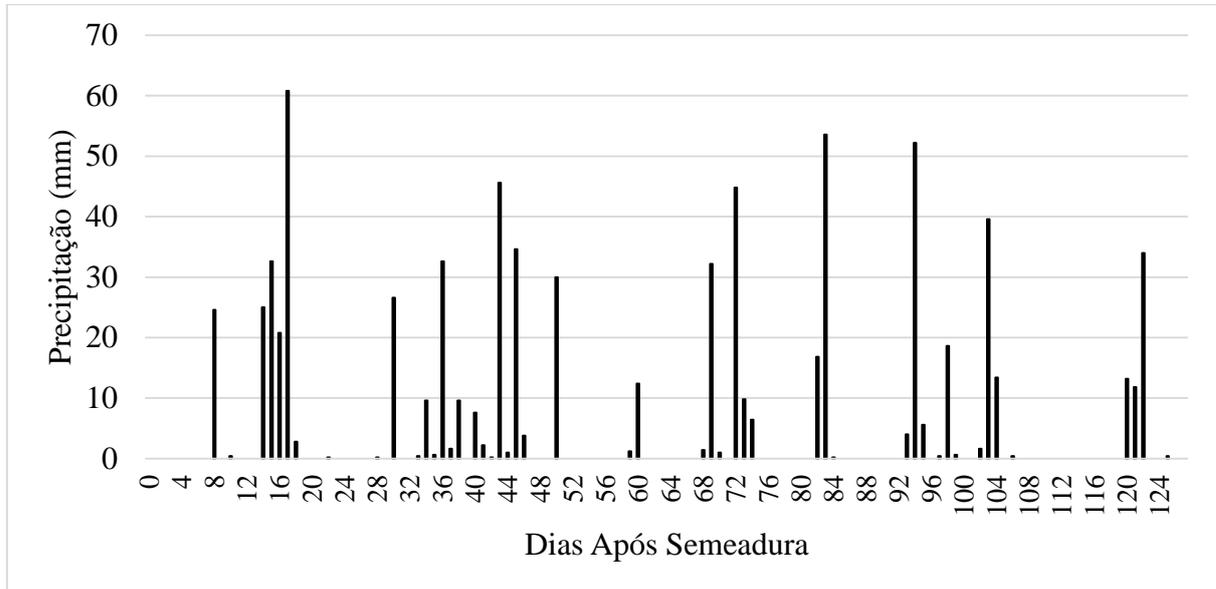
A regulagem da semeadora foi de modo com que foram alocadas cerca de 25 sementes viáveis m², com população final de 250 mil plantas ha⁻¹ conforme recomendação (NIDERA SEMENTES, 2018). A calibração de dosagem de fertilizantes foi feita em separado para cada tratamento, foi realizada as combinações das engrenagens da semeadora até que o tipo de fertilizantes teve sua dosagem atingida, feita por regra de três simples, onde o fertilizante foi pesado e teve a dosagem extrapolada por hectare (BARRETA; GONÇALVEZ, 2013).

A cultivar de soja utilizada foi, Nidera 5909 RG, tolerante ao Glyphosate. Essa cultivar apresenta ciclo precoce com elevado potencial produtivo, possui a possibilidade de escalonamento de plantio e estabilidade de produção frente as diferentes épocas de plantio, com hábito de crescimento indeterminado (NIDERA SEMENTES, 2018), exige solos corrigidos com fertilidade média a alta e no Rio grande do Sul tem melhor adaptação quando semeada de 30 de outubro a 10 de dezembro (RURAL CENTRO, 2018).

Em pós emergência o controle de plantas daninhas foi com o uso de Glyphosate (1 aplicação 20 dias após emergência), para o manejo de pragas e doenças foi feito monitoramento semanal e, quando necessário foi aplicado o inseticida e/ou fungicida adequado ao manejo da determinada praga e/ou doença. Para o controle de pragas foram feitas duas aplicações de inseticidas do grupo químico dos piretroides. Para o controle de doenças foram realizadas quatro aplicações de fungicidas, duas delas tiveram o uso do fungicida protetor do grupo dos ditiocarbamatos e, nas quatro aplicações teve o uso de fungicidas dos grupos químicos das estrobilurina e triazóis.

O experimento foi conduzido no regime de sequeiro, onde o ano safra 2018/19 foi de precipitações bem distribuídas com um acumulado de 749 mm durante o ciclo da cultura (Figura 2).

Figura 2 - Precipitação acumulada (mm) nos diferentes períodos durante o ciclo da cultura, São Luiz Gonzaga-RS, 2019.



Fonte: Adaptado dos dados do INMET.

4.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

As avaliações foram realizadas na área útil do experimento, considerando as 3 linhas centrais. A altura de plantas foi avaliada no estágio R1 (início do florescimento) e R6 (vagem cheia), a partir da mensuração de 20 plantas aleatórias por parcela, mediante a determinação da distância entre o colo da planta até o ápice da mesma de acordo com Malescki (2018).

No estágio R2 (florescimento pleno) foram retiradas folhas maduras (terceira folha madura) do terço superior da haste principal e com pecíolo, sendo um total de 10 folhas retiradas em cada parcela, sendo cada uma de uma planta diferente (CQFS-RS/SC, 2016), posteriormente essas folhas foram encaminhadas ao laboratório para análise do teor de P foliar, pós secagem e moagem. A digestão das amostras foliares ocorreu de acordo com metodologia sugerida por Tedesco et al. (1995) e a determinação do teor de P seguiu a metodologia de Murphy & Riley (1977). As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade dos Solos da Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Cerro Largo.

No final do enchimento de grãos (R6- vagem cheia), foi retirado 1m² em cada parcela para avaliação de matéria seca de parte aérea (MSPA), essas plantas retiradas foram levadas ao Laboratório de Química e Fertilidades do Solos da UFFS- *campus* Cerro largo onde foram secas em estufa até atingirem peso constante, e o peso foi extrapolado por MSPA ha⁻¹. Neste

mesmo estágio de desenvolvimento da cultura realizou-se a avaliação da altura de inserção da primeira vagem (AIPV), onde 4 plantas sorteadas aleatoriamente dentro de cada parcela, tiveram medidas tomadas da inserção do caule no solo até a primeira vagem inserida na planta.

A produtividade de grãos foi feita pela coleta de 2m² de plantas em cada parcela e posterior debulha manual no estágio de maturação plena (R8), após debulha os grãos passaram por limpeza (retirada de impurezas) e pesados (peso corrigido pelo teor de umidade do grão) e com isso determinou-se o peso de mil grãos (PMG), com duas repetições por parcelas, e a produtividade em kg ha⁻¹, que foi extrapolada pelo peso total de grãos das plantas coletadas (RAMBO et al., 2003).

Para o cálculo do índice de eficiência agrônômica (IEA) usou-se como fertilizante referência o fertilizante mineral mistura de grânulos (2-23-23), e o IEA foi calculado pela seguinte equação:

$$IEA = \frac{(Pr - Po)}{(Ps - Po)} \times 100$$
, onde: Pr: produtividade com o fertilizante em teste, Po: produtividade com o fertilizante referência e Ps: produtividade sem fertilizante fosfatado (GAVA, et al. 1997).

A análise econômica foi feita de forma simples, onde chegou-se a uma receita líquida. A receita líquida foi resultado da diferença entre a receita bruta e os custos por hectare com o uso de fertilizantes. A receita bruta foi calculada pegando-se a produtividade por hectare multiplicando pelo preço do kg da soja na ocasião da colheita (R\$ 1,25/kg de grão de soja). Os custos por hectare foram resultados da quantidade do produto comercial aplicado por hectare multiplicado pelo custo por kg do fertilizante na ocasião da semeadura, desconsiderando assim custos com a aplicação do fertilizante.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, por meio da análise de variância, quando ocorreu diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPONENTES AGRONÔMICOS DA SOJA

A soja não apresentou diferenças significativas na altura de plantas (Tabela 2) mesmo na ausência de fertilizante fosfatado, tanto em estágio R1 como no R6, no entanto, isso pode ser uma característica do cultivar utilizada no experimento, talvez não sendo válido para outros cultivares disponíveis do mercado.

Altura de inserção da primeira vagem (AIPV) também não apresentou diferenças significativas (Tabela 2), sendo esta característica interessante, evitando-se baixa AIPV ao ponto de diminuir perdas na colheita. Valadão Junior et.al (2008) obteve o mesmo resultado com o aumento das doses de P_2O_5 e, classificou isto como sendo uma característica inerente a cultivar.

Tabela 3 - Altura de plantas em R1 e R6 e altura de inserção da primeira vagem (AIPV) nos diferentes tratamentos, São Luiz Gonzaga-RS, 2019.

Tratamento	Altura R1 (cm)	Altura R6 (cm)	AIPV (cm)
Sem P (apenas KCl)	74,9 ^{ns}	77,6 ^{ns}	24,5 ^{ns}
Orgânico (cama de peru)	78,9	87,4	22,2
Mineral mistura de grânulos (2-23-23)	77,4	83,4	20,6
Mineral mistura granulada (0-16-16)	77,4	81,5	20,1
Organomineral (2-10-10) + KCl	77,2	80,6	23,9
CV %	7,18	6,13	8,95

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O peso de mil grãos (PMG) não demonstrou diferença significativa nos diferentes tratamentos (Tabela 3), mas teve um leve aumento no PMG no tratamento sem P onde foi aplicado apenas KCl e não foi aplicado fósforo (P), este resultado está condizente com os resultados encontrados por Rosolem & Tavares (2006), onde houve deficiência tardia de P e, a testemunha (sem P) obteve o maior PMG, segundo os autores, possivelmente a deficiência de P afetou a formação dos legumes, com isso, um menor número de legumes por planta resultou em, uma melhor nutrição dos poucos legumes formados.

A matéria seca de parte aérea (MSPA) não apresentou diferença significativa (Tabela 3) de acordo com as diferentes fontes de P, no entanto, mesmo essa diferença não ocorrendo houve diferença na produtividade de grãos de soja, com isso infere-se que nesse cultivar a MSPA não está ligada diretamente a produtividade de grãos.

Houve diferença significativa na produtividade de grãos de soja (Tabela 4) de acordo com os diferentes tratamentos, o fertilizante orgânico (4018 kg ha⁻¹) e o fertilizante mineral mistura de grânulos (4013 kg ha⁻¹) foram os que apresentaram os melhores resultados, o tratamento sem P (3282 kg ha⁻¹) teve o pior desempenho o que já era esperado, o fertilizante mineral mistura granulada (3696 kg ha⁻¹) e o fertilizante organomineral +KCl (3814 kg ha⁻¹) obtiveram desempenho intermediário, ou seja, não diferiram estatisticamente nem dos melhores nem dos piores tratamentos. Pereira (2019) obteve maior produtividade do milho com o uso de fertilizante organomineral quando comparado ao mineral convencional. Alane (2015) também encontrou produtividade 17% maior com uso de fertilizante organomineral em comparação ao fertilizante mineral, e ainda com o uso de uma dose de fertilizante organomineral equivalente a 37,5% da dose de P do fertilizante mineral obteve produtividade igual, esse resultado reforça a necessidade de mais estudos acerca dos fertilizantes organominerais.

Tabela 4 - Peso de mil grãos (PMG), matéria seca de parte aérea (MSPA) e produtividade da soja nos diferente tratamentos, São Luiz Gonzaga-RS, 2019.

Tratamento	PMG (g)	MSPA (kg ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Sem P (apenas KCl)	191,1 ^{ns}	6136 ^{ns}	3282 b*
Orgânico (cama de peru)	187,8	6538	4018 a
Mineral mistura de grânulos (2-23-23)	186,6	6517	4013 a
Mineral mistura granulada (0-16-16)	183,6	6212	3696 ab
Organomineral (2-10-10) + KCl	186,8	6638	3814 ab
CV %	3,05	9,16	8,54

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não houve diferença significativa no teor de P foliar nos diferentes tratamentos, no entanto, o tratamento sem P e o organomineral +KCl apresentaram teores mais baixos. De acordo com Kurihara et al. (2013) a faixa de suficiência de P foliar para a cultura da soja fica entre 2,3 a 2,8 g kg⁻¹. A CQFS-RS/SC, (2004) estabeleceu faixa de suficiência de P foliar de 2,6 a 5,0 g kg⁻¹. Em nem um dos tratamentos o teor de P foliar ficou nesta faixa, em todos

ficou bem abaixo do suficiente (Tabela 4), com isso, mesmo alguns tratamentos tendo uma boa produtividade espera-se que quando em faixa adequada de suficiência a produtividade seja maior. No entanto esses teores de P menores pode ser uma característica do cultivar.

Tabela 5 - Teor de P (fósforo) foliar, em folha de soja com pecíolo, do terceiro trifólio totalmente formado a partir do ápice, coletado em floração plena, São Luiz Gonzaga, 2019.

Tratamento	Teor de P foliar (g kg ⁻¹)
Sem P (apenas KCl)	1,41 ^{ns}
Orgânico (cama de peru)	1,50
Mineral mistura de grânulos (2-23-23)	1,54
Mineral mistura granulada (0-16-16)	1,53
Organomineral (2-10-10) + KCl	1,39
	CV %
	14,77

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. CV: Coeficiente de variação.
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 ÍNDICE DE EFICIÊNCIA AGRONÔMICA

O fertilizante orgânico apresentou o melhor índice de eficiência agronômica (Tabela 6), sendo superior ao fertilizante mineral mistura de grânulos que foi usado como referência. O fertilizante orgânico precisa antes de disponibilizar o nutriente as plantas ser mineralizado, portanto, como as chuvas durante a realização do experimento foram bem distribuídas a mineralização foi favorecida, resultando em alta produtividade da soja e alto IEA do fertilizante orgânico. Em ano de baixa precipitação a performance do fertilizante orgânico pode ser diferente.

O organomineral apresentou um menor IEA (Tabela 6) que o fertilizante orgânico e que o fertilizante mineral mistura de grânulos 2-23-23. O fabricante do organomineral afirma que este fertilizante é equivalente ao fertilizante mineral mistura de grânulos 2-23-23, no entanto neste estudo isso não foi encontrado. Isso nos sugere que a tabela de equivalência de fertilizantes organominerais é empírica e não científica. Desta forma não significa dizer que o organomineral não é um bom fertilizante, mas sim a recomendação de uso dele é equivocada.

Tabelas de equivalência nada mais é que uma tabela onde o fabricante de fertilizante coloca uma fórmula de fertilizante mineral, como por exemplo um 2-23-23, e comparado a este coloca um fertilizante organomineral que equivale a ele, no entanto o fabricante não

justifica está equivalência. Fertilizantes organominerais com garantias de nutrientes muitas vezes menores que a metade de um fertilizante mineral são dados como equivalente.

Como não há resultados de pesquisa que nos mostre essas tabelas de equivalência, um provável apoio que os fabricantes de organominerais tem está em pesquisas publicadas onde são mostrados o desfrute de nutrientes, ou seja, quanto do nutriente aplicado é exportado. O IPNI (2014) publicou um balanço de nutrientes da agricultura brasileira, e mostrou que o desfrute médio de P_2O_5 na cultura da soja é de aproximadamente 50%, ou seja, metade do que aplicado é exportado. Provavelmente os fabricantes usaram isto como referência, mostrando que fertilizantes minerais apresentam 50% de eficiência, mas além disso o fabricante acredita que o fertilizante organomineral apresenta eficiência de 100%, acredita-se que isto também não é verdadeiro. Com isso o uso de um fertilizante com a metade da garantia de nutriente de um fertilizante mineral seria justificado, mas pesquisas relacionadas a isto são escassas e por isso as tabelas de equivalência não devem ser seguidas.

Se seguirmos as recomendações do manual de calagem e adubação para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a adubação com o organomineral deve ser de acordo com as quantidades de nutrientes disponíveis no mesmo, ou seja, não seguindo tabelas de equivalências, outro fato a ser acrescentado para escolha deste fertilizante é os custos por unidade de nutriente nele contido (CQFS-RS/SC, 2016).

O IEA do fertilizante mistura granulada foi ainda menor, ou seja, o maior custo em ter um fertilizante que contém todos os nutrientes no mesmo grânulo pode não ser justificado em melhor produtividade e rentabilidade ao produtor.

Tabela 6 - Índice de eficiência agrônômica (IEA) dos diferentes tratamentos na cultura da soja, São Luiz Gonzaga, 2019.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	IEA (%)
Sem P (apenas KCl)	3282	-*
Orgânico (cama de peru)	4018	100,7
Mineral mistura de grânulos (2-23-23)	4013	100,0
Mineral mistura granulada (0-16-16)	3696	56,6
Organomineral (2-10-10) + KCl	3814	72,8

*Sem P: usado somente para o cálculo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 ANÁLISE ECONÔMICA

Ao realizarmos uma análise do desempenho econômico dos diferentes tratamentos (Tabela 5) nota-se, que a maior receita líquida ocorreu no uso de fertilizante orgânico (R\$ 4.422,60 ha⁻¹) seguido do fertilizante mineral mistura de grânulos (R\$ 4.394,10 ha⁻¹), o fertilizante organomineral (R\$ 4.051,60 ha⁻¹) teve um desempenho econômico semelhante ao fertilizante mineral mistura granulada (R\$ 3.969,90 ha⁻¹), como esperado a menor receita líquida ocorreu onde não houve uso de fertilizantes fosfatado (R\$ 3.861,90 ha⁻¹).

O organomineral é o fertilizante que apresenta o maior custo por unidade de P₂O₅. No entanto o seu uso foi de acordo com as tabelas de equivalência e por isso seu custo total se equiparou aos outros fertilizantes. Caso o produtor optasse pelo uso do organomineral seguindo a recomendação do manual de calagem e adubação o uso do organomineral seria inviável economicamente, onde o custo da lavoura com o uso de fertilizantes seria bem acima dos demais fertilizantes.

O fertilizante mineral mistura granulada tem um custo um pouco maior que o fertilizante mineral mistura de grânulos, devido ter todos os nutrientes no mesmo grânulo, garantindo maior uniformidade de aplicação, no entanto, esse maior custo não foi justificado economicamente.

O sistema como um todo deve ser objeto de estudos futuros para verificar a dinâmica dos diferentes fertilizantes nos diferentes anos agrícolas. Custos totais com aplicações dos diferentes fertilizantes pode ser abordado, e trabalhos com mais anos agrícolas podem ser mais interessantes, visto que esse trabalho foi desenvolvido em um ano agrícola de precipitações muito regulares na região.

Tabela 7 - Custos, produtividade, receita bruta e líquida em R\$ ha⁻¹ da cultura da soja conduzida neste experimento, São Luiz Gonzaga, 2019.

Tratamento	Custo* R\$ ha ⁻¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Receita Bruta R\$ ha ⁻¹ **	Receita Líquida R\$ ha ⁻¹ ***
Sem P (apenas KCl)	240,00	3282	4.101,80	3.861,90
Orgânico (cama de peru)	600,00	4018	5.022,60	4.422,60
Mineral mistura de grânulos (2-23-23)	622,50	4013	5.016,60	4.394,10
Mineral mistura granulada (0-16-16)	650,00	3696	4.619,80	3.969,90
Organomineral (2-10-10) + KCl	716,00	3814	4.767,60	4.051,60

*Somente custo do fertilizante. **Produtividade multiplicado pelo preço do kg do grão da soja no dia 28 de agosto de 2019 (R\$ 1,25 kg⁻¹ de grão de soja). *** Receita bruta descontando-se os custos com fertilizantes.

Fonte: Elaborado pelo Autor

6 CONCLUSÕES

Os diferentes fertilizantes fosfatados não influenciaram em altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, teor de P foliar e matéria seca de parte aérea do cultivar de soja NA 5909 RG.

Os diferentes fertilizantes fosfatados influenciaram no rendimento da cultura, sendo as maiores produtividades de grãos, retorno econômico e índice de eficiência agronômica com o fertilizante orgânico e fertilizante mineral mistura de grânulos.

O fertilizante organomineral não é equivalente ao fertilizante mineral mistura de grânulos, considerando as tabelas de equivalências o IEA e a análise econômica.

O fertilizante mineral mistura granulada não obteve melhor desempenho que os outros e não teve seu maior custo justificado, considerando a aplicação na linha de semeadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. Internacional. **ONU diz que população mundial chegará a 8,6 bilhões de pessoas em 2030**. Disponível em: <

<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2017-06/onu-diz-que-populacao-mundial-chegara-86-bilhoes-de-pessoas-em-2030>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

AGROLINK. **Agricultura**. Conceitos. Disponível em:

<https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes---conceitos_361461.html>. Acesso em 26 de março de 2019.

ALANE, Filipe Fukuhara Fernades; **Fertilizante Organomineral na Cultura da Soja**.

Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Uberlândia, 2015, 27p.

ANDRADE, F.V. et al. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em latossolo e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v 27, p 1003-1011, 2003.

BARRETA, D.; GONÇALVES, A. N. **Regulagem de Semeadoras com Dosadores Mecânicos por Meio do Método Lógico comparado a Utilização de Fórmulas**. Paraná, 2013. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_dtec_artigo_dirceu_barreta.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2019.

BOARETTO, A.E.; NATALE, W. **Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos**. Disponível em:

<<file:///C:/Users/USER/Downloads/VSNP-AEBoaretto-Natale.pdf>>. Acesso em 2 de abril de 2019.

CASTRO, S. H.; REIS, R.P.; LIMA, A. L. R. **Custos De Produção Da Soja Cultivada Sob Sistema De Plantio Direto: Estudo De Multicasos No Oeste da Bahia**. 2006. Parte da

monografia apresentada no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu, Ensino a Distância em Gestão Agroindustrial Universidade Federal de Lavras/UFLA. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542006000600017&script=sci_abstract&tlng=pt)

[70542006000600017&script=sci_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542006000600017&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em 11 de maio de 2019.

CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e**

Santa Catarina. 10 ed.: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e**

Santa Catarina. 11 ed.: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Safra brasileira de grãos. Disponível em: <

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso em outubro de 2019.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Safra brasileira de grãos. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> >. Acesso em 12 de março de 2019.

CORRÊA, Juliano Corulli; MAUAD, Munir; ROSOLEM, Ciro Antônio. **Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal**. Universidade Estadual Paulista, Fac. de Ciências Agronômicas, Fazenda Experimental Lageado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.12, p.1231-1237, dez. 2004.

EMBRAPA. Embrapa meio ambiente. **Regulamentação de insumos agrícolas**. Workshop: Insumos para a produção orgânica. Ano: 2007. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/eventos/2007/workshop/organica/download/insumos_fertilizantes.pdf>. Acesso em 27 de março de 2019.

EMBRAPA. Cultivo do sorgo. **Embrapa milho e sorgo**. Nutrição e adubação. 4 ed. Set/2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491911/4/Nutricaoadubacao.pdf>>. Acesso em 20 de março de 2019.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 354p.

EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. 2010. Pág. 9 de 30. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/882598/1/BPD8.pdf>. Acesso em 12 de março de 2019.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2014**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP¹6-online.pdf>>. Acesso em 8 de março de 2019.

FIXEM, P.E. **Reservas mundiais de nutrientes dos fertilizantes**. Informações agronômicas. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~nutricao/deplantas/reservas.pdf>>. Acesso em 30 de abril de 2019.

FRAZÃO, J.J. **Eficiência agronômica de fertilizantes organominerais granulados à base de cama de frango e fontes de fósforo**. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em agronomia, da Universidade Federal de Goiás, 2013. 90p.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo às plantas**. Tese de doutorado. UFSM Santa Maria- RS. 2003.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 43:1085-1091, 2008.

INMET. **Instituto nacional de meteorologia**. Estações e dados. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTg1Mg==>. Acesso em 12 de agosto de 2019.

IPNI. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2 ed. revisada e ampliada. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. 1998. 186p.

IPNI. **Balanco de nutrientes na Agricultura Brasileira**. Informações Agronômicas. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/0FAA336F68608D3983257CB30071DE8C/\\$FILE/Page1-13-145.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/0FAA336F68608D3983257CB30071DE8C/$FILE/Page1-13-145.pdf)>. Acesso em 30 de abril de 2019.

KIEHL, J.E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KURIHARA, C. H.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. DE; STAUT, L. A. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 3, p. 412-419, 2013. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rceres/v60n3/15.pdf>>. Acesso em 27 de julho de 2019.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Editora: CERES, ano 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E. MORAES, M, F. **Níquel de tóxico a essencial**. IPNI, junho de 2007.

MAPA. **Instrução Normativa Nº 53, de 23 de outubro de 2013**. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao/Sanidade_Vegetal/Fertilizantes/IN_53_2013.pdf>. Acesso em 27 de março de 2019.

MALESCKI, J. **Tratamento de Sementes de soja com Fungicidas no controle do fungo *Cercospora kikuchii***. Trabalho de conclusão de curso, bacharelado em agronomia. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), 2018, 42p.

LOUREIRO, F.E.V.L.;MELAMED, R. **O fósforo na agricultura brasileira: uma abordagem mínero-metalúrgica**. Série Estudos e Documento. Centro de tecnologia mineral: Rio de Janeiro, 2006

MURPHY J, RILEY JP. **A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters**. Analytica Chimica Acta. 1962;26:31-&. Disponível em: <https://www.academia.edu/3720851/A_modified_single_solution_method_for_the_determination_of_phosphate_in_natural_waters>. Acesso em 24 de março de 2019.

NIDERA SEMENTES. Produtos. Soja. Sul. **5909**. Ano 2018. Disponível em: <<http://www.niderasementes.com.br/produto/na-5909-rg--sul.aspx>>. Acesso em 15 de maio de 2019.

PADILHA, C.S. **Uniformidade de aplicação de fertilizantes com diferentes características físicas**.2005. 83p. Relatório de estágio do curso de agronomia. UFSC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/118443>>. Acesso em 2 de abril de 2019.

PEREIRA, B. O.H. **Desempenho agrônômico e produtivo do milho submetido á adubação mineral e organomineral**. Trabalho de conclusão de curso apresentado em Centro Universitário de Anápolis em 2019. Disponível em:<

<http://45.4.96.19/bitstream/ae/1888/1/TCC%20Bianca%20O.%20H.%20Pereira.pdf>>. Acesso em 20 de outubro de 2019.

PRADO, R. M. **Apostila: Nutrição de Plantas**. 2006. UNESP. Disponível em: <<http://nbcgib.uesc.br/ppgpv/painel/paginas/uploads/f9cd515739eb67f09553f99ecf85fbeb.pdf>>. Acesso em 30 de março de 2019.

RAMBO et al. Rendimento de Grãos da Soja em função do arranjo de Plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.405-411, mai-jun, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n3/a03v33n3>>. Acesso em 15 de maio de 2019.

REETZ, H.F. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 2017. 178p. Disponível em: <http://www.ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-Ouubro-2017x-1.pdf>. Acesso em 10 de junho de 2019.

RHEINHEIMER, D.S. et al. Dessorção de fósforo em sistemas de manejo de solo avaliado por extrações sucessivas com resina trocadora de ânions. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1053-1059, 2003b.

RODELLA. A. A; ALCARDE. J. C. **Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes minerais**. Departamento de ciências exatas. Disponível em: <<http://arnaldorodella.tripod.com/textostec/fertilizante.pdf>>. Acesso em 5 de março de 2019.

ROSOLEM, Ciro. Antônio; TAVARES, Carolina. Amaral. Sintomas de deficiência tardia de fósforo em soja. **Trabalho apresentado no XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. R. Bras. Ci. Solo, 30:385-389, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v30n2/a18v30n2.pdf>>. Acesso em 30 de julho de 2019.

RURAL CENTRO. **Sementes de Soja Nidera NA 5909 RG Nidera Sementes**. Disponível em: <<http://mercado.ruralcentro.com.br/produtos/26671/semente-de-soja-nidera-na-5909-rg-nidera-sementes#y=0>>. Acesso em 15 de maio de 2019.

SAMAPIO, A. C. F. Mineralização de fósforo sob diferentes resíduos orgânicos em Neossolo Regolítico e Argissolo Vermelho. **Trabalho de graduação**. Universidade Federal da Paraíba. Areia PB. 2015. 36p.

SILVA, A. C.; LIMA, É. P. C.; BATISTA, H. R. **A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação**. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/5255449-A-importancia-da-soja-para-o-agronegocio-brasileiro-uma-analise-sob-o-enfoque-da-producao-emprego-e-exportacao.html>>. Acesso 01.março.2019. Acesso em: março de 2019.

SUPERBAC. Agricultura. **Bioinovação para agricultura**. Soja, supergan. Disponível em: <<http://www.superbac.com.br/agricultura/>>. Acesso em 15 de maio de 2019.

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

THUNG, M. D. T.; OIVEIRA, I. P. **Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle**. 1998. 172p.

UFRRJ. **Roteiro de aulas práticas**. Fundamento da Ciência do solo. Departamento de solos. 2ed. 2002.

USDA. **Safra Mundial de Soja 2018/19 - 10º Levantamento do USDA- Informativo**.

Elaboração: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), abril/2018. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Downloads/file-20190308210634-boletimsojamarco2019.pdf>. Acesso em: 26.fev.2019.

VALADÃO JUNIOR, D.D.; et al. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia.

Revista Scientia Agraria, vol. 9, núm. 3, 2008, pp. 379-365. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/11537/8114>>. Acesso em 27 de julho de 2019.

VENTIMIGLIA, L. A.; et al. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.195-199, 1999.

YARA. **Nutrição de Plantas**. Produtos. Disponível

em:<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/produtos/yaramila/>. Acesso em 25 de abril de 2019.