

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

ISABELLA TORRES LINO DE SOUSA

**FERTILIZANTE ORGANOMINERAL FOSFATADO FARELADO NA
CULTURA DA SOJA**

Uberlândia-MG

Janeiro – 2020

ISABELLA TORRES LINO DE SOUSA

**FERTILIZANTE ORGANOMINERAL FOSFATADO FARELADO NA
CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia
Da Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheira
Agrônoma.

Orientadora: Prof. Dr^a. Mayara Cristiana Stanger

Uberlândia - MG

Janeiro – 2020

ISABELLA TORRES LINO DE SOUSA

**FERTILIZANTE ORGANOMINERAL FOSFATADO FARELADO NA
CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia
Da Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheira
Agrônoma.

APROVADA em 10 de janeiro de 2020.

Eng. Agrônomo MSc. Amilton Alves Filho - UFU

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo - UFU

Prof. Dra. Mayara Cristiana Stanger

ICIAG-UFU

(Orientador)

Uberlândia - MG

Janeiro – 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela graça de poder realizar um curso superior, pois tudo que acontece em minha vida é permitido por Ele. Obrigada Senhor, por me dar forças e me manter firme todas as vezes que eu pensei que não era capaz. Obrigada Senhor, pelos desafios durante a graduação, pois foram eles que me fizeram crescer.

Agradeço e dedico à minha família, em especial minha mãe, que sempre esteve ao meu lado, sempre acreditou em mim, me apoiando e me incentivando. À minha avó Magda, minha segunda mãe, que sempre esteve presente e me ajudou todas as vezes que precisei.

Aos amigos e colegas de faculdade, que trilharam essa jornada junto comigo e fizeram da rotina uma diversão, dos estudos um trabalho em equipe e, assim, tornaram minha graduação mais leve e mais feliz.

Ao professor Dr. Reginaldo de Camargo, por me acolher como sua orientada e sempre estar disposto à ajudar e à ensinar.

Ao Me. Amilton, por me acolher em seu experimento de doutorado, ensinamentos e todo o suporte durante a realização do experimento. Ao Dr. Hernane e ao mestrando Matheus de Moraes, pela ajuda com as análises estatísticas. E ao colega Vinícius, que participou junto comigo no experimento.

A todos os professores e técnicos, pelo aprendizado.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

A soja (*Glycine max L.*) é uma cultura que ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, e um dos fatores que contribuem para o sucesso da lavoura é a nutrição de plantas. Por apresentar baixa disponibilidade na solução do solo, o fósforo (P), torna-se o nutriente que mais limita a produção da leguminosa no cerrado, por isso é importante buscar formas mais eficientes de disponibilizar este nutriente para as plantas. Os fertilizantes organominerais vêm como uma estratégia para reduzir custos e aumentar a produtividade, além de tornar o sistema de produção mais sustentável. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar doses de fertilizante organomineral fosfatado farelado comparadas ao fertilizante mineral monoamônio fosfato (MAP). O delineamento experimental foi de blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições. Foram utilizadas seis doses crescentes do fertilizante organomineral fosfatado (40, 60, 80, 100, 120 e 140% de P₂O₅), uma dose de MAP e a testemunha (sem fertilizante). A aplicação do fertilizante organomineral promoveu acréscimos de até 1664,2 kg ha⁻¹ e 14 g planta⁻¹ na produtividade e massa seca de parte aérea, respectivamente em relação à testemunha. Não houve diferença entre a produtividade obtida pelas doses do organomineral e pelo MAP. Para a variável massa seca de parte aérea, o fertilizante organomineral apresentou eficiência igual ao MAP a partir da mesma dose de P₂O₅ da fonte mineral.

Palavras Chave: *Glycine max*, fósforo, nutrição de plantas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Soja.....	8
2.2 Exigência nutricional da cultura da soja.....	9
2.3 Adubação fosfatada na cultura da soja.....	10
2.4 Comportamento do fósforo no solo.....	11
2.5 Fertilizante Organomineral	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Caracterização da área experimental.....	14
3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental	15
3.3 Implantação e condução	17
3.4 Atributos Avaliados.....	17
3.5 Análise Estatística dos Dados	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max L.*) tem grande importância no cenário econômico e social brasileiro. Na safra 2017/2018 ocupou 35,1 milhões de hectares, tornando o Brasil, novamente, o segundo maior produtor mundial desta leguminosa (EMBRAPA, 2018). Além de ser destinada ao mercado interno, parte da produção também é exportada, impactando positivamente no Produto Interno do Brasil (PIB) do país.

Atualmente, os produtores tecnificados preocupam-se com a rentabilidade da sua lavoura. Os custos de produção estão cada vez mais altos e para garantir o lucro da safra, é necessário aumentar a produtividade a cada ano, e um dos fatores que contribuem para a construção da produtividade é a nutrição de plantas.

A adubação correta disponibiliza para a cultura os nutrientes que ela demanda durante todo o seu ciclo, fazendo com que a planta cresça e se desenvolva explorando todo o seu potencial genético. A importância desta prática é tamanha que pode representar mais de 30% do custo de produção (VIANA, 2016). Sendo assim, a preocupação em utilizar fontes de nutrientes de qualidade e eficazes é cada vez maior, aumentando a visibilidade dos fertilizantes organominerais, por exemplo, que liberam os nutrientes de forma contínua, reduzindo as perdas por lixiviação e mantendo a planta nutrida constantemente durante todo o período de crescimento (TEIXEIRA; SOUSA; KORNDÖRFER, 2014).

Os fertilizantes organominerais vêm como uma estratégia para reduzir custos e aumentar a produtividade, além de tornar o sistema de produção mais sustentável visto que são feitos pela reciclagem de materiais orgânicos que seriam descartados e possuem apenas uma complementação com fontes minerais. Consequentemente, reduz-se a demanda por importação de fontes minerais, que não são renováveis e possuem maior valor de mercado. O aumento do uso de fontes orgânicas acarreta no aumento do teor de matéria orgânica, melhora a porosidade, aeração, eleva a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, favorece a microbiota e aumenta a disponibilidade dos nutrientes essenciais à planta (COSTA, 2008; FERREIRA, 2014).

Sendo assim, os fertilizantes organominerais tornam-se uma alternativa frente aos fertilizantes minerais. Entretanto ainda são necessários mais estudos sobre essa fonte de nutrientes, principalmente no Brasil, devido à sua ampla variedade de solos e climas. Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar as doses de fertilizante organomineral fosfatado farelado comparadas ao fertilizante mineral monoamônio fosfato (MAP).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Soja

Atualmente, os Estados Unidos são os maiores produtores mundiais da cultura da soja, em área (hectares) e quantidade produzida (EMBRAPA, 2018), porém o Brasil apresenta maior capacidade de aumento da produção, tanto pelo aumento de produtividade, quanto pela possibilidade de crescimento de área cultivada, podendo se tornar o maior produtor mundial da leguminosa (FREITAS, 2011).

A soja é originária do continente asiático e tem como centro de origem e domesticação, a China. Apesar de ser considerada uma das culturas mais antigas do mundo, a produção de soja deixou de ser exclusivamente chinesa no final do século XV e início do século XVI, quando foi introduzida em outros países asiáticos (FEDERIZZI, 2005). A produção de soja no Brasil se consolidou no sul do país e a expansão para outras regiões foi possível devido ao melhoramento genético, adaptando as cultivares ao clima tropical, e também aos avanços tecnológicos, como o manejo do solo, correção da acidez e a adubação balanceada com macro e micronutrientes, que permitiu que a cultura se desenvolvesse e expressasse seu potencial genético em áreas que antes eram inapropriados para cultivo (FREITAS, 2011).

O ciclo da leguminosa é dividido em duas fases, a vegetativa (V) e reprodutiva (R). A fase vegetativa inicia com a emergência das plântulas e termina com o florescimento da planta, apresentando emergência epígea e emissão de folhas trifolioladas, com disposição alternanda, ao longo do seu crescimento vegetativo. Na interseção das folhas com o caule, estão as gemas axilares meristemáticas, que podem dar origem a estruturas reprodutivas, ou ramos que possuem a mesma estrutura vegetativa e reprodutiva do caule. O desenvolvimento vegetativo da planta é essencial ao rendimento de grãos, pois nesta fase é determinado o número potencial de gemas meristemáticas que poderão se tornar estruturas reprodutivas (THOMAS, 2018).

A fase reprodutiva inicia com o florescimento, induzido pela combinação de fotoperíodo e temperatura. Os estádios reprodutivos compreendem o florescimento, formação das vagens (legumes), enchimento dos grãos e a maturação. A formação, fixação e desenvolvimento dos legumes determina o número total de vagens por área e, por isso é crucial para o incremento da produção de grãos. Durante o enchimento dos grãos, ocorre um rápido acúmulo de matéria seca e nutrientes nos grãos, redistribuídos das folhas, ramos e

caule. Ao final deste acúmulo de matéria seca na semente ocorre a maturação fisiológica, sendo a quantidade de matéria seca que a planta consegue produzir que define a extração de nutrientes pela mesma (THOMAS, 2018).

2.2 Exigência nutricional da cultura da soja

Para atingir produtividades esperadas é necessário suprir a demanda por nutrientes da planta. Alguns nutrientes são essenciais às plantas, sendo que estes devem ser um componente intrínseco na estrutura ou metabolismo de uma planta, ou cuja ausência causem anormalidades graves no crescimento, desenvolvimento e reprodução vegetal (BRISKIN; BLOOM, 2013). Os nutrientes essenciais são divididos de modo quantitativo entre macronutrientes e micronutrientes, em que os nutrientes exigidos em maior quantidade são denominados macronutrientes e os exigidos em menor quantidade, micronutrientes (VEIGA; COSTA, 2018).

O nutriente mais extraído pela planta de soja é o nitrogênio (N), sendo necessário 80 kg deste para a produção de 1 tonelada de grãos (BOSSI; CORREA, 2018), porém a aplicação de fertilizantes nitrogenados tem sido pouco utilizada devido a alta eficiência da fixação biológica de nitrogênio (AMADO et al., 2010), que supre a necessidade de N para o pleno desenvolvimento e produção da cultura (HUNGRIA et al, 2007). Após do N, o potássio (K), é o segundo nutriente mais extraído, sendo que para cada 1000 Kg de grãos produzidos são extraídos 20 Kg de K_2O (MASCARENHAS et al., 2004). O potássio não faz parte de nenhum composto orgânico, é altamente móvel na planta e ao contrário do nitrogênio precisa ser aplicado, via fertilizantes, no solo (BRISKIN; BLOOM, 2013; SILVA; LAZARINI, 2012).

O fósforo (P), apesar de não ser um dos nutrientes mais extraídos pela soja, é o principal nutriente limitante da produção da leguminosa no cerrado, devido à sua baixa disponibilidade na solução do solo (NOVAIS; SMYTH, 1999; RAIJ,1991). São extraídos 14 Kg de P_2O_5 para produzir 1 tonelada de grãos de soja e 87% do fósforo extraído é exportado pela cultura (SFREDO; CARRÃO-PANIZZI,1990; SFREDO,2008).

O processo pelo qual o P entra em contato com a raiz da planta é denominado difusão, em que o íon se move na solução do solo, por curtas distancias, a favor do gradiente de concentração. O ponto máximo de acúmulo de fósforo se dá aos 82 dias após da emergência (DAE), sendo que até os 52 DAE a extração é lenta, correspondendo a 51% do total extraído (ARAÚJO, 2018).

O papel principal do P é fornecer energia para as reações anabólicas e para o metabolismo vegetal, na forma de fosfatos de adenosina (ATP, ADP e AMP). Porém o fósforo também faz parte de outros compostos, como ésteres de carboidratos, presentes no desdobramento respiratório dos açúcares; nucleotídeos, RNA e DNA, que fazem parte da síntese de proteínas; fosfolipídeos; e o ácido fítico e sais de cálcio e magnésio, que formam a reserva de fósforo na semente (SFREDO, 2008).

Por ser mais abundante na faixa de pH 4,0 até 8,0, a forma iônica $H_2PO_4^-$ é a mais absorvida pelas plantas, pois esta faixa costuma ser encontrada nos solos em que a soja é cultivada. Por se tratar de um elemento móvel na planta, os sintomas de deficiência são presentes na parte mais velha, primeiramente. Ocorre que o P não metabólico, localizado no vacúolo é redirecionado para o ponto de crescimento da planta. A deficiência deste nutriente acarreta em plantas de menor porte, com folhas de coloração verde-azulada, baixa inserção de vagens e baixa produtividade. (FRAZÃO, 2013; SFREDO, 2008; SFREDO; BORKERT, 2004).

2.3 Adubação fosfatada na cultura da soja

O uso de fertilizantes no Brasil cresceu 87%, entre 2000 e 2015, e contribuiu para um aumento de 150% da produção de grãos (CRUZ et al., 2017). Dentre os nutrientes, o fósforo é o que mais apresenta variações quanto aos tipos de fertilizantes disponíveis no mercado, quando comparado aos macronutrientes primários (SOUSA; LOBATO, 2003).

A adubação de correção seguida de manutenção, e construção gradativa da fertilidade do solo são as principais técnicas de adubação utilizadas. Sendo que as duas técnicas visam o incremento da disponibilidade de fósforo, a partir de doses de fertilizantes fosfatados (SANTOS; GATIBONI; KAMISNKI, 2008).

Para definir o manejo da adubação fosfatada, é necessário relacionar os resultados da análise de solo à classe de disponibilidade, que leva em consideração a quantidade de fósforo no solo, com a expectativa de produtividade da cultura nestas condições. Enquanto que a dose do fertilizante a ser aplicado depende da quantidade de fertilizante, mineral ou orgânico, necessário para igualar a quantidade do nutriente a um nível ótimo, enquanto repõe a exportação da cultura (SANTOS; GATIBONI; KAMISNKI, 2008).

Segundo Broch e Ranno (2008), quando o nível de fósforo no solo, dado pelos extratores Melich⁻¹ e Resina, se apresentar muito baixo, baixo ou médio, é necessária a adubação de correção. Já quando o teor de fósforo se enquadra num nível adequado ou alto,

não há necessidade de correção, sendo feita apenas a adubação de manutenção. Ainda segundo os autores, pesquisas da FUNDAÇÃO MS concluíram que há mais flexibilidade na adubação fosfatada quando o nível de fósforo no solo é adequado, podendo ser feita a adubação de manutenção a lanço em área total, enquanto que em solos com nível baixo e médio de P haveria perdas de produtividade.

Em seu estudo sobre incremento e distribuição de P no solo, Tres (2017), constatou que a adubação fosfatada a lanço pode ser recomendada para obtenção de produtividades, em solos argilosos e com baixo teor de P, na cultura da soja. A autora também notou que os modos de aplicação do fertilizante influenciam no incremento de fósforo no solo. A aplicação a lanço em área total remete a um incremento de maiores proporções na superfície, enquanto a adubação no sulco de plantio apresentou incrementos até a profundidade de 0,20 cm no local da aplicação e proximidades. Porém ao associar os dois modos de aplicação, metade da dose á lanço e a outra metade no sulco de semeadura, os teores de P foram homogêneos na maioria dos pontos amostrados.

Segundo Teles (2018), o fertilizante fosfatado ideal deveria ser capaz de suprir a demanda inicial da planta, mantendo uma velocidade de liberação ajustada a sua necessidade durante todo o seu ciclo, tendo um menor custo de produção e sem gerar muitos resíduos.

2.4 Comportamento do fósforo no solo

Os solos de cerrado, em sua maioria latossolos, possuem excelente estrutura física, porém quimicamente são deficientes dos nutrientes essenciais às plantas, apresentando alta acidez, baixa concentração de bases e capacidade de troca catiônica e alta saturação por alumínio. A composição química deste tipo de solo promove a competição com as plantas pelo fósforo no solo e faz com que ele se comporte como um dreno de P (NOVAIS et al., 2007). O fósforo presente no solo pode ser inorgânico (mineral) ou orgânico, de acordo com seu material de origem. O P inorgânico é proveniente da intemperização do mineral apatita, presente na solução do solo na forma de íon ortofosfato primário (H_2PO_4^-) e íon ortofosfato secundário (HPO_4^{2-}). O P orgânico é resultante da decomposição da matéria orgânica e constitui compostos orgânicos, principalmente os que possuem ligação carbono-hidrogênio (TROEH et al., 2007; TURNER et al., 2004).

As formas de P relacionadas à sua disponibilidade no solo são encontradas em três frações: fósforo em solução, fósforo lábil ou fósforo não lábil. O fósforo em solução está

prontamente disponível para ser absorvido pela raiz da planta e se encontra em equilíbrio rápido com as formas lábeis da fase sólida. Em solos de cerrado, o fósforo é encontrado em teores baixos na solução, sendo normalmente menor que $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$. O P lábil é fracamente adsorvido aos coloides do solo e pode ser liberado à solução, por isso é considerada disponível para as plantas. O fósforo indisponível às plantas está fortemente ligado aos coloides do solo e por isso a dessorção do P para a solução do solo é dificultada. Esta fração é denominada não lábil e representa a maior proporção do P inorgânico do solo (CAIONE et al., 2013; GOEDERT et al., 1986; RAIJ, 1991).

A presença de P disponível no solo é muito instável e diversos fatores interferem na sua disponibilidade. Os íons Al^{3+} e Fe^{2+} são facilmente encontrados em solos tropicais ácidos e possuem grande afinidade pelo P disponível, sendo comum se associarem. Nessa reação ocorre a precipitação do fósforo, formando complexos fosfatados pouco solúveis (YANG et al., 2011). Outro processo que significamente indisponibiliza o P para as plantas é a adsorção, que ocorre através da atração dos íons fosfato pelos grupamentos OH^- e OH_2^+ presentes na superfície dos coloides. Num primeiro momento o P é atraído eletrostaticamente, em seguida, os íons fosfatos presentes na solução desloca esses grupamentos e forma-se uma ligação predominantemente covalente, de alta energia entre os coloides e o fosfato (CASAGRANDE, 1993; SANTOS; GATIBONI; KAMINSK, 2008).

O pH é um fator determinante para a disponibilidade total de fósforo. O aumento de pH eleva a quantidade de cargas negativas na superfície dos coloides do solo, reduzindo assim a adsorção de fósforo, além de aumentar a solubilidade de fosfatos de ferro e alumínio. Enquanto que solos com pH mais ácido tendem a aumentar adsorção de P, devido a superfície dos coloides serem mais eletropositivas (ARRUDA et al., 2015).

A matéria orgânica no solo também influencia a disponibilidade de fósforo para as plantas, sendo que maiores teores de matéria orgânica aumentam a disponibilidade de P (MELO; MENDONÇA, 2019). Segundo Valladares et al. (1998), a matéria orgânica reduz a capacidade do solo de adsorver o fósforo ao competir pelos sítios de adsorção na superfície das argilas e óxidos de ferro e alumínio.

Segundo Machado (2011), cada textura de solo apresenta um comportamento diferenciado em relação à adsorção e disponibilidade de fósforo. Em seu estudo, o autor ainda conclui que, a disponibilidade de P diminui ao longo do tempo, sendo esse decréscimo maior em solos de textura média, seguido por solos argilosos e por último, solos arenosos.

2.5 Fertilizante organomineral

Segundo a legislação brasileira, fertilizantes organominerais são produtos originados a partir da mistura física ou combinação de fontes minerais e orgânicas. Para serem classificados como organominerais, os fertilizantes devem apresentar 8% de carbono orgânico e 10% de macronutrientes primários, podendo ser isolados ou em misturas, além de 5% de macronutrientes secundários. A legislação também faz alusões sobre a capacidade de troca catiônica e umidade máxima, que devem ser $80 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e 30%, respectivamente (SILVA, 2017).

Os fertilizantes organominerais podem ser considerados uma aposta futura da produção agrícola, devido à redução do risco ambiental, do custo de produção da lavoura e da dependência exclusiva de fontes minerais (ULSENHEIMER et al., 2016). Quando comparados aos fertilizantes minerais, os organominerais apresentam a vantagem de serem fabricados a partir de passivos ambientais de outros sistemas de produção, tornando-se uma alternativa para a disposição racional de nutrientes contidos em resíduos orgânicos (BENITES et al., 2010).

Ao aplicar um material orgânico no solo, inicialmente o pH é elevado, reduzindo o alumínio trocável e sua atividade na solução do solo. A adsorção de P também é diminuída, devido ao aumento de cargas negativas na superfície dos óxidos de Fe e Al, além disso, com o passar do tempo os ácidos orgânicos, resultantes da decomposição da matéria orgânica, tendem a diminuir o pH, solubilizando os fosfatos naturais e elevando a eficiência agrônômica destes. Porém quando se aplica fosfatos solúveis em água, a reação no solo é rápida e os produtos formados manterão uma solução saturada em fósforo em torno da região de dissolução do grânulo (HUE et al., 1994; HAYNES; MOKOLOBATE, 2001; SAMPLE et al., 1980).

Segundo Benites et al. (2010), os fertilizantes organominerais possuem um fornecimento mais eficiente de P, visto que as grandes quantidades de ânions orgânicos presentes no grânulo do fertilizante competem pelos sítios de adsorção de P, reduzindo momentaneamente a fixação e favorecendo a absorção pela planta. Sua eficiência está relacionada com a interação da fração orgânica com os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, como a sorção de metais e agroquímicos, formação de agregados, dinâmica da água, capacidade de troca catiônica, atividade microbiana do solo e estoque de nutrientes que vão sendo liberados a partir da decomposição da matéria orgânica (RODRIGUES, 2019).

Segundo Sfredo (2008), há indicações que a fração orgânica não aumenta a eficiência de aproveitamento pela planta dos teores de NPK contidos no fertilizante, pelas quantidades normalmente recomendadas, principalmente para culturas anuais.

O uso contínuo da adubação organomineral reduz a demanda por grandes volumes de adubação, sendo necessárias apenas adubações de manutenção, visto que a presença de matéria orgânica nos fertilizantes estimula a proliferação de microrganismos que realizam a mineralização dos nutrientes, disponibilizando-os durante todo o ciclo da planta (CASTANHEIRA, 2015).

O fertilizante organomineral pode ser considerado uma solução tecnológica inovadora, tanto ambiental, quanto agrônomicamente para a produção de grãos. Isto se deve à possibilidade de redução dos custos de produção, otimização dos recursos naturais que seriam descartados e geração de economia, por um novo nicho de mercado (SILVA, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Eldorado, localizada no município de Uberlândia (MG), nas seguintes coordenadas geográficas S 19° 13' 41,09'' e W 47° 58' 42,17''. O clima da região é classificado de acordo com Koppen como Aw, apresentado dois períodos distintos: inverno seco, ameno, com baixa intensidade de chuvas e verão quente e chuvoso (MENDES, 2001).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa. A área é manejada sob sistema de plantio direto, onde, na última safra, cultivou-se milho em consórcio com braquiária. A análise química do solo foi realizada na camada de 0-20 cm e 20-40 cm, antes da semeadura seguindo a metodologia da EMBRAPA (2009), o resultado da análise está apresentado na tabela 01.

Tabela 1. Análise do solo nas camadas de 0-20 e 20 a 40 cm.

Parâmetros	Unidade	Valor na camada de 0-20 cm	Valor na camada de 20-40 cm
pH em CaCl ₂	-	5,20	5,10
P (Resina)	mg dm ⁻³	34,90	21,90
K	mg dm ⁻³	68,00	39
S	mg dm ⁻³	14,00	59
Ca	Cmolc dm ⁻³	4,30	2,30
Mg	Cmolc dm ⁻³	1,10	0,75
Al	Cmolc dm ⁻³	0,00	0,00
H + Al+3	Cmolc dm ⁻³	2,50	3,30
Matéria Orgânica M.O	dag kg ⁻¹	3,80	3,10
Carbono orgânico C.O	dag kg ⁻¹	2,20	1,80
SB	Cmolc dm ⁻³	5,57	3,65
t (CTC efetiva)	Cmolc dm ⁻³	5,57	3,65
T (CTC total)	Cmolc dm ⁻³	8,07	6,95
V	dag kg ⁻¹	69	52,50
M	dag kg ⁻¹	0,00	0,00
Areia	dag kg ⁻¹	25,5	-
Argila	dag kg ⁻¹	70	-
Silte	dag kg ⁻¹	4,5	-

Fósforo remanescente; P(res)= Fósforo resina; SB = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; m = Sat. Alumínio; pH CaCl₂ 0,01mol.L⁻¹; Ca P, K, Na = (HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂ SO₄ mol L⁻¹); S-SO₄ = (Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L⁻¹); Ca, Mg, Al = (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al = (Solução Tampão SMP a pH 7,5); M.O. = Método Calorimétrico).

De acordo com as análises do solo não houve necessidade de realizar correções na área antes da semeadura.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), sendo oito tratamentos e quatro repetições, totalizando trinta e duas parcelas. As parcelas experimentais eram constituídas por 10 linhas de soja espaçadas 0,5 metros entre si e com 8 metros de comprimento, totalizando 40 m². A área útil da parcela correspondia às quatro linhas centrais, descontando-se um metro de cada extremidade da parcela, totalizando 12 m², onde foram realizadas as avaliações.

As doses de fertilizantes fosfatados e potássicos utilizados no experimento foram baseadas em CFSEMG (1999) e EMBRAPA (2008). Na tabela 2 é possível visualizar os tratamentos avaliados.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamento	Base para cálculo	Dose aplicada em kg ha ⁻¹
1	52 kg de P ₂ O ₅ + 88,5 de K ₂ O	650 Kg de 0-8-0 + 150 Kg KCl
2	78 kg de P ₂ O ₅ + 88,5 de K ₂ O	975 Kg de 0-8-0 + 150 Kg KCl
3	104 kg de P ₂ O ₅ + 88,5 de K ₂ O	1300 Kg de 0-8-0 + 150 Kg KCl
4	130 kg P ₂ O ₅ + 88,5 de K ₂ O	1625 Kg de 0-8-0 + 150 Kg KCl
5	156 kg P ₂ O ₅ + 88,5 de K ₂ O	1950 Kg de 0-8-0 + 150 Kg KCl
6	182 kg P ₂ O ₅ + 88,5 de K ₂ O	2275 Kg de 0-8-0 + 150 Kg KCl
7	130 kg P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	250 Kg de MAP + 150 Kg de KCl
8	0 Kg de P ₂ O ₅ e 0 Kg de K ₂ O	Sem aplicação

MAP= Mono- Amônio – Fosfato;

Na tabela 03 são apresentadas as características dos fertilizantes minerais e organominerais utilizados no experimento.

Tabela 3. Fertilizantes avaliados e concentrações de nutrientes

Fertilizante	N	P	K	Ca	Mg	C	CTC	Umidade	Matéria prima
	dag kg ⁻¹						Mmolc kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	
0-8-0	0	8	0	5	-	8	80	30	Fosfato Decantado e Composto orgânico
11-52-00	11	52	0	-	-	-	-	-	Monoamôniofosfato
0-0-59 (KCl)	0	0	59	-	-	-	-	-	Cloreto de potássio

Análises disponibilizadas pela empresa Vigor Fértil e Adubos Paranaíba.

O fertilizante organomineral 0 - 8 - 0 possui um teor total de 8 % de fósforo e 5 % de fósforo solúvel em CNA + H₂O (Citrato Neutro de Amônia mais água). A fonte mineral do fertilizante é o fosfato bruto decantado. O fosfato decantado bruto é um resíduo do sistema de tratamento de efluentes de uma fábrica de fertilizantes fosfatados. A água, oriunda do processo de fabricação de fertilizantes fosfatados, é submetida à reação com cal hidratada, neutralizado o pH da água e decantado fosfatos, sulfatos e outros sais.

3.3 Implantação e condução

A cultivar de soja utilizada no experimento foi a Desafio RR 8473 RSF, de crescimento indeterminado e ciclo médio de 118 dias (BRASMAX, 2019). No dia 06/10/2018 a área destinada à instalação do experimento foi dessecada com aplicação dos seguintes produtos: Roundup WG, Spider, Aurora e óleo, nas doses de 1,88 kg ha⁻¹, 35 g ha⁻¹, 70 ml ha⁻¹ e 500 ml ha⁻¹, respectivamente. Antes da semeadura procedeu-se a inoculação de sementes com o inoculante Biomax, utilizando-se 150 mL para cada 50 Kg de sementes. As estirpes presentes no inoculante eram SEMIA 5079 e SEMIA 5080. Os tratamentos avaliados foram aplicados a lanço em pré-plantio em cada parcela experimental.

No dia 15 de outubro de 2018 foi realizada a semeadura, com densidade de 18 sementes por metro no espaçamento entre linhas de 0,5 metros, totalizando uma população de 360.000 plantas ha⁻¹. O manejo fitossanitário realizado foi o padrão da fazenda em que o experimento foi implantado, sendo realizadas cinco pulverizações durante o ciclo da cultura. A dessecação foi feita com o herbicida Paraquat, na dose de 2,5 L ha⁻¹, no dia 11 de fevereiro de 2019 e a colheita dos grãos foi realizada dia 15 de fevereiro de 2019, 123 dias após a semeadura, e foi feita a mensuração de produtividade em cada parcela.

3.4 Atributos Avaliados

Foram avaliadas massa seca de parte aérea (MS), em gramas, e produtividade (PROD), em kg ha⁻¹. Para tanto, foram coletadas quatro plantas na área útil da parcela, totalizando 32 amostras, quando a cultura encontrava em R1, de acordo com a escala de Fehr e Caviness (1997). Na avaliação da MS, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e em seguida foram colocadas para secagem em uma estufa de circulação e ar forçada a 60° C por 72 horas ou até obtenção de peso constante conforme metodologia descrita em EMBRAPA (2009), posteriormente as amostras foram pesadas.

A produtividade de grãos foi avaliada na maturidade da soja, as plantas da área útil da parcela foram colhidas manualmente e transportadas até a Fazenda Experimental Capim Branco, que pertence a Universidade Federal de Uberlândia, onde foram submetidas à trilhagem. Em seguida os grãos colhidos de cada parcela foram pesados. Os dados obtidos (kg por parcela) foram transformados para kg ha⁻¹, sendo essa produtividade corrigida para umidade de 13%, conforme a equação abaixo:

$$PF = \frac{PI \times 100 - UI}{100 - UF} \dots\dots\dots 1$$

PF= Peso final corrigido da amostra Kg

PI= Peso inicial da amostra Kg

UI= Umidade inicial da amostra..... %

UF= Umidade final da amostra (13%).....%

3.5 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade), utilizando o programa SPSS versão 20.0. Todos os dados foram submetidos a 0,05 de significância. Posteriormente, as características avaliadas foram submetidas ao teste de Dunnet no programa estatístico R (R foundation, 2019) e também foi feita regressão das doses crescentes do organomineral e da testemunha pelo programa estatístico SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos, pode-se verificar, que todas as doses de P₂O₅ incrementaram a produção de massa seca de parte aérea quando comparadas à testemunha, como apresentado na tabela 4. Quando comparadas ao MAP, as doses 100, 120 e 140 de P₂O₅ apresentaram massa seca de parte aérea equivalente à adubação mineral (tabela 5).

Tabela 4. Resultados médios obtidos de massa seca de parte aérea (g planta^{-1}) e produtividade (kg ha^{-1}) da soja sob diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à testemunha.

Doses de P_2O_5 (%)	Massa seca de parte aérea (g planta^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
0	24,9	2381,7
40	30,2*	2901,8
60	31,4*	3175,4
80	31,8*	3379,5
100	38,8*	3769,2*
120	38,9*	3958,0*
140	38,2*	4045,9*
MAP	38,6*	3785,9*
Média	34,1	3424,7

Massa seca de parte aérea - CV(%): 3,75 ; Produtividade - CV(%): 16,25.

*Médias diferentes da testemunha por Dunnett ($p < 0,05$).

Tabela 5. Resultados médios obtidos de massa seca de parte aérea (g planta^{-1}) e produtividade (kg ha^{-1}) da soja sob diferentes doses de fertilizante organomineral em relação ao MAP.

Doses de P_2O_5 (%)	Massa seca de parte aérea (g planta^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
0	24,9*	2381,7*
40	30,2*	2901,8
60	31,4*	3175,4
80	31,8*	3379,5
100	38,8	3769,2
120	38,9	3958,0
140	38,2	4045,9
MAP	38,6	3785,9
Média	34,1	3424,7

Massa seca de parte aérea - CV(%): 3,75; Produtividade - CV(%): 16,25.

*Médias diferentes do MAP por Dunnett ($p < 0,05$).

Em relação à produtividade, foi observado que as doses 100, 120, 140 e MAP incrementam a produtividade em relação à testemunha (tabela 4), enquanto que em comparação ao MAP (tabela 5), apenas a testemunha difere da fonte mineral, inferindo que todas as doses do fertilizante organomineral tem produtividade igual ao MAP, apesar das doses de 120 e 140 do fertilizante organomineral apresentarem produtividades, aproximadamente, 5 e 7% maiores em relação ao MAP, respectivamente.

Ao comparar doses de fertilizante organomineral e fertilizante mineral na cultura do milho, Tiritan et al., (2010) verificou que a fonte organomineral teve eficiência equivalente à fonte mineral, para produção de massa seca. O autor ressaltou que sistemas de manejo que adicionam matéria orgânica ao solo contribuem para o aumento de formas mais lábeis de fósforo, diminuição de adsorção e, conseqüentemente, aumentam a disponibilidade deste nutriente para as plantas.

Também na cultura do milho, Pereira (2019) observou que o uso de fertilizante organomineral apresentou acúmulo de matéria seca superior ao tratamento mineral e à testemunha, o que, segundo a autora, é explicado pela liberação gradual de nutrientes ao longo do ciclo da cultura, favorecendo a absorção pela planta.

O uso de fertilizante organomineral também demonstrou aumento da produção de massa seca em plantas de milheto no estudo feito por Frazão (2013), que comparou fertilizante composto por cama de frango e super fosfato triplo, em relação ao superfosfato triplo. O autor apontou que a associação entre uma fonte solúvel de fósforo e uma fonte de matéria orgânica, favoreceu a disponibilidade de fósforo e, conseqüentemente, o crescimento das plantas.

De modo semelhante, na cultura do trigo, Junior et al., (2018) observaram rendimentos similares das fontes de fertilizante organomineral e mineral. Já Oliveira (2018) constatou que as plantas de milho, adubadas com fertilizante organomineral, demonstraram maior incremento de produtividade que as tratadas com fertilizante mineral.

Avaliando o rendimento de grãos na cultura do feijoeiro adubado com diferentes fontes de fósforo, Mumbach et al. (2016) concluiu que o fertilizante organomineral e o MAP não diferem entre si quando as doses são iguais.

Também na cultura do feijoeiro, Nakayama, Pinheiro e Zerbini (2013) compararam diferentes doses de fertilizante formulado NPK organomineral com formulado mineral e concluíram que na mesma dosagem, a fonte organomineral produziu 2,87 sacas ha^{-1} a mais que a fonte mineral, o que na época, no estado de São Paulo, traria uma rentabilidade de R\$ 437,67 a mais por hectare.

Na cultura da cana de açúcar, Gonçalves (2018) testando doses de fertilizante organomineral à base de lodo de esgoto, concluiu que este foi mais eficiente e viável do que a adubação convencional realizada com fertilizantes minerais, já que foi necessária apenas metade da dosagem recomendada para cultura para obter a mesma produtividade da adubação convencional.

A utilização de doses crescentes do fertilizante organomineral fosfatado apresentou uma curva polinomial quadrática negativa para a variável MS. Através da equação da curva, é possível verificar que a dose que resultaria a produção máxima de massa seca é maior que as doses testadas neste experimento, sendo esta correspondente à aplicação de 440,05 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 , produzindo 47,5 g de matéria seca. Porém, também se pode constatar, através do modelo de regressão, que até chegar ao ponto máximo da curva, quanto maior a dose de P_2O_5 , maior o rendimento de matéria seca de parte aérea.

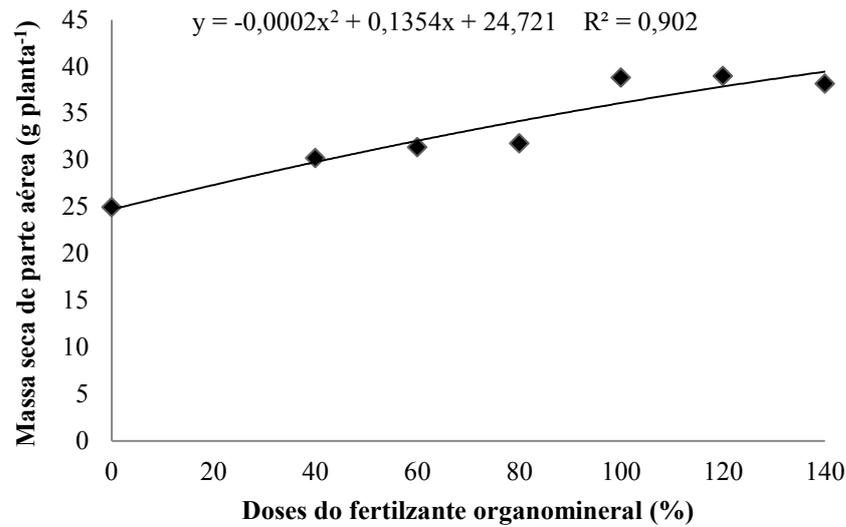


Figura 1. Massa seca de parte aérea de plantas de soja, em gramas, em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante organomineral fosfatado.

Tiritan (2010), ao analisar o comportamento de doses crescentes do fertilizante organomineral Biofós na produção de massa seca de plantas de milho, encontrou uma regressão quadrática na qual a dose de 40 mg dm⁻³ de P apresentou a maior eficiência para a produção da variável. Testando também as mesmas doses, porém utilizando a fonte mineral super fosfato simples, o autor verificou que a dose que produziu o máximo de massa seca para esta fonte, é o dobro da dose da fonte organomineral, 80 mg dm⁻³ de P.

De modo semelhante, também na cultura do milho, Lana et al. (2014) verificou um ajuste ao modelo quadrático das doses crescentes do Umostat, fertilizante organomineral microgranulado enriquecido com substância húmica. A produção de massa seca de parte aérea foi incrementada até a dose de 204 mg dm⁻³, que obteve um rendimento máximo de 4,02 g planta⁻¹.

Na figura 2, vê-se que a curva encontrada para a variável produtividade é linear ascendente, ou seja, o aumento da dose do fertilizante acarreta o aumento de produtividade. A curva também propõe que há cada 26 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicado desta fonte, há um incremento de 249,3 kg ha⁻¹ na produtividade de grãos de soja. Sendo assim, a testemunha apresentou o menor valor, com média de 2381,65 kg ha⁻¹, enquanto a maior dose, 140%, o valor mais alto, com média de 4045,9 kg ha⁻¹. Isso representa um aumento de 69,9% de produtividade em relação à testemunha, ou seja, 1664,33 quilos de grãos de soja a mais, por hectare. O que pode ser explicado pela presença de matéria orgânica na formulação do fertilizante, liberando o fósforo de forma gradual durante o ciclo da soja, minimizando perdas e favorecendo a absorção pela planta conforme sua necessidade (COSTA et al., 2018).

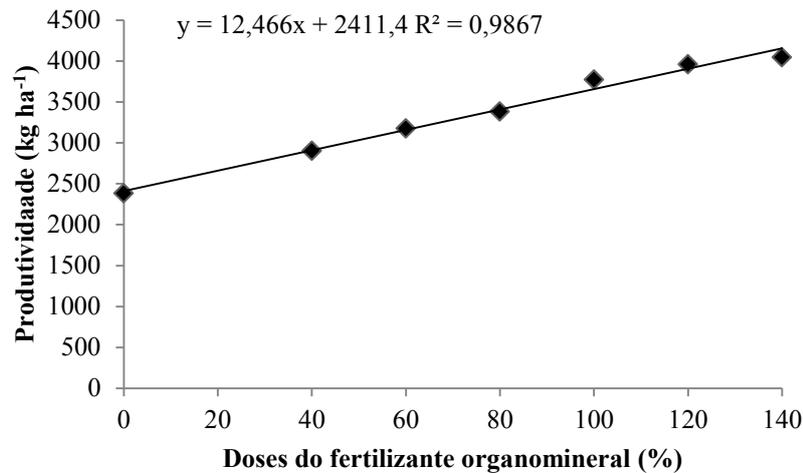


Figura 2. Produtividade da soja, em kg ha⁻¹, em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante organomineral fosfatado.

De modo semelhante, Costa et al. (2018), avaliando doses crescentes de fertilizante organomineral, observou comportamento linear na produtividade da soja, havendo ganhos significativos conforme o aumento das doses, o que resultou num ganho de 1191 kg ha⁻¹ de grãos em relação à testemunha.

O comportamento das doses avaliadas neste trabalho também corroboram com o estudo realizado por Junior et al. (2017), que detectou uma curva polinomial linear ascendente, para a variável produtividade, ao testar doses de fertilizante organomineral na cultura da soja. Os autores concluíram que o uso contínuo da adubação organomineral reduz a necessidade de adubação com reestruturação do solo, devido à presença de composto orgânico.

5. CONCLUSÕES

O aumento das doses do fertilizante organomineral fosfatado incrementou a produtividade das plantas de soja. Em relação à matéria seca de parte aérea, o fertilizante organomineral foi similar ao MAP a partir da mesma dose de P₂O₅. O fertilizante organomineral mostrou-se viável para substituir a fonte mineral MAP, porém são necessários mais estudos sobre fertilizante organomineral fosfatado na cultura da soja, para que possa ser feita uma recomendação sobre a dose ideal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. *In*: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

AMADO, T. J. C.; SCHLEINDWEIN, J. A.; FIORIN, J. E. **Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 53-112.

ARAÚJO, W. A. **Acúmulo de matéria seca e marcha de absorção de nutrientes em soja de crescimento determinado e indeterminado**. 2018. 52 p. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

ARRUDA, E.M.; LANA, R.M.Q.; PEREIRA, H.S. Fósforo extraído por Mehlich⁻¹ e Resina de Troca Aniônica em solos submetidos á calagem. **Bioscience Journal**, v.31, p. 1107-1117, 2015.

BENITES, V. M. et al. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. *In*: Reunião Brasileira De Fertilidade Do Solo E Nutrição De Plantas, 29.; Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 13.; Simpósio Brasileiro De Microbiologia Do Solo, 11.; Reunião Brasileira De Biologia Do Solo, 8., 2010, Guarapari. **Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro**. Anais... Viçosa: SBCS, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98406/1/Producao-defertilizantespdf.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

BOSSI, A.; CORREA, D. F. S.; SILVA, T. M. **Efeitos no desenvolvimento e rendimento produtivo da soja submetida à associação de *Bradyrhizobium spp.* e *Azospirillum spp.*** 2018. 19 p. Centro Universitário UNIFAFIBE, Bebedouro. Disponível em: <http://repositorio.unifafibe.com.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/258/2018_AB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 set. 2019.

BRASMAX. **Região Cerrado: Brasmax Desafio RR**. Disponível em: <<http://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/?produto=258>>. Acesso em: 19 set. 2019.

BRISKIN, D. P.; BLOOM, A. Nutrição mineral. *In*: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Tradução: Armando Molina Divan Junior, et al. Porto Alegre: Artmed, 2013. cap. 5, p. 107-130.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. *In*: **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2008/2009**. 2008. p. 5-36. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B9A4E599D-3F4F-44E5-8D02-D1A25E023F03%7D_02_fertilidade_do_solo_cultura_da_soja.pdf>. Acesso em: 19 set. 2019.

- CAIONE, G.; FERNANDES, F. M.; LANGE, A. Efeito residual de fontes de fósforo nos atributos químicos do solo, nutrição e produtividade de biomassa da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, vol. 8, núm. 2, p. 189-196, 2013. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1190/119027922017.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2019.
- CASAGRANDE, J. C. **Avaliação de um modelo de complexação de superfície para adsorção de fosfato em solos ácidos no norte paulista**. 1993. 160 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CASTANHEIRA, T. D.; ALECRIM, de O. A.; BELUTTIVOLTOLINI, G. **Organominerais: sustentabilidade e nutrição para o solo**. Revista Campo & Negócios Grãos, Uberlândia, jun. 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/organominerais-sustentabilidade-e-nutricao-para-o-solo/>>. Acesso em: 17 set. 2019.
- COSTA, F. K. D. et al. **Agronomic performance of conventional soybean cultivated with organomineral and mineral fertilizers**. Nucleus, v. 15, n. 2, p.301-309, out. 2018.
- CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. S.; FIGUEREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: Avaliação do potencial econômico brasileiro. **Indústria química / BNDES Setorial**, mar. 2017, 45, p. 137-187.
- EMBRAPA. Calagem e Adubação da soja. **Circular técnica 61** – Embrapa soja, 2008.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. rev. e ampliada. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 622p, 2009.
- EMBRAPA. **Soja em números (safra 2018/19)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 10 set. 2019.
- FEDERIZZI, L. C. A soja como fator de competitividade no mercosul : histórico, produção e perspectivas futuras. *In*: PRIMEIRAS JORNADAS DE ECONOMIA REGIONAL COMPARADA, 1., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre (RS): FEE, 2005. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/download/jornadas/2/e13-10.pdf>. Acesso em: 9 set. 2019.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames. Iowa State University. Special Report, 80,Iowa Cooperative Service, Iowa, 12 p, 1977.
- FERREIRA, N. R. **Eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais sólidos e fluidos em relação à disponibilidade de fósforo**. 2014. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- FRAZÃO, J. J. **Eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais granulados à base de cama de frango e fontes de fósforo**. 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado em Solo e Água) - Programa de pós-graduação em agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.12, p.1-12. 2011.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Fósforo. *In: GOEDERT, W. J. (Ed.). Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo.* São Paulo: Nobel, 1986. p. 129-166.

GONÇALVES, C. A. **Biossólido e torta de filtro na composição de fertilizantes organominerais para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*)**. 2018. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Biocombustíveis) – Programa de pós-graduação em biocombustíveis UFMJ/UFU, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

HAYNES, R. J.; MOKOLOBATE, M. S. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and mechanisms involved. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.59, n.1, p.47-63, 2001.

HUE, N. V.; IKAWA, H.; Silva, J. A. Increasing plant available phosphorus in na ultisol with yard waste compost. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, n.19-20, p.3292-3303, 1994.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja:** componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

JUNIOR, J. J. A. et al. Utilização de adubação organomineral na cultura da soja. *In: Colóquio Estadual De Pesquisa Multidisciplinar*, 2., 2017, Mineiros. Resumos... Mineiros, Centro Universitário de Mineiros, 2017. 16p.

JUNIOR, N. R. F. C.; MUMBACH, G. L.; BONA, F. D.; GABRIEL, C. A.; GATIBONI, L. C. Diferentes fontes de adubação apresentam resposta similar no rendimento de trigo. *In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO*, 12., 2018, Xanxerê. **Anais eletrônicos...**Xanxerê: UNOESC, 2018. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1104897/1/ID444672018RSBCSanais7.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2019.

LANA, M. C. et al. Disponibilidade de fósforo para plantas de milho cultivadas com fertilizante organomineral e fosfato monoamônico. **Scientia Agraria Paranaensis - SAP**, v.13, n.3, p.198-209, jul./set 2014.

MACHADO, V. N. et al. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**, v.27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MASCARENHAS, H. A. A.; et al. Potássio para a soja. **Potafos: Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 105, mar. 2014. p. 1-2.

MELO, F. M.; MENDONÇA, L. P. C. Avaliação da disponibilidade de fósforo em solo argiloso com diferentes teores de matéria orgânica. **Humanidades e Tecnologia em Revista**, v. 1, n. 18, p. 52-67, 2019.

MENDES, P.C. **Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia-MG.** 2001. 250 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de pós-graduação em geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MUMBACH, G. L. et al. Rendimento e Exportação de Nutrientes pela Cultura do Feijoeiro em Solo Adubado com Diferentes Fontes de Fertilizantes. *In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO*, 11., 2016, Frederico Westphalen. **Resumos...** Frederico Westphalen: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. p. 1-3.

NAKAYAMA, F. T.; PINHEIRO, M. A. S.; ZERBINI, E. F. Eficiência do fertilizante organomineral na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de semeadura direta. *In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA*, 9., 2013, Alta Paulista. **Resumos...** Alta Paulista, 2013. v. 9, n. 7, 2013, p. 122-138. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/551/576>. Acesso em: 15 dez. 2019.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, A. P. S. **Produção do milho em função da adubação mineral e organomineral**. 2018. 25f. Monografia (...) – Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/1064>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

PEREIRA, B. O. H. **Desempenho agrônômico e produtivo do milho submetido à adubação mineral e organomineral**. 2019. 41f. Monografia (...) – Centro Universitário de Anápolis, Anápolis.

R FOUNDATION. **What is R**. Disponível em:< <https://www.r-project.org/about.html>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RODRIGUES, M. M. **Lodo de esgoto como matriz orgânica na formulação de fertilizante organomineral para a cultura da soja**. 2019. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-04092019-151830/>>. Acesso em: 24 set. 2019.

SAMPLE, E. C.; SOPER, R. J.; RACZ, G. J. Reactions of phosphate in soils. *In: KHASAWNEH, F. E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E. J. (Eds.). The role of phosphorus in agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, p.263-310. 1980.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 576-586, mar./abr. 2008.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. V. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja: descrição dos sintomas e ilustração com fotos**. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

SFREDO, G. J.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Importância da adubação e da nutrição na qualidade da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1990.

SILVA, A. F.; LAZARINI, E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 179-192, jan./fev. 2014.

SILVA, A. J. **Efeito residual das adubações orgânica e mineral na cultura do gergelim (Sesamum indicum, L) em segundo ano de cultivo**. 2006. 48f. Dissertação (Mestrado em Manejo de solo e água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVA, L. G. **Torta de filtro e lodo de esgoto na composição de fertilizantes organominerais para a cultura da soja**. 2017. 73f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Biocombustíveis) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.59>>. Acesso em: 23 set. 2019.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. **Potafos: Encarte do Informações Agrônomicas**, n. 102, p. 01-03, jun. 2003.

TEIXEIRA, W. G.; DE SOUSA, R. T. X.; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1729-1736, Nov./Dez. 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22156/15610>. Acesso em: 12 jan. 2020.

TELES, A. P. B. **Incorporação de argilas pilarizadas, zeólitas e substâncias húmicas em fertilizantes fosfatados para controle da solubilidade no solo**. 2018. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2018. doi:10.11606/T.11.2018.tde-21082018-173531. Acesso em: 01 out. 2019.

THOMAS, A. L. **Soja: tipos de crescimento da planta**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. 17-30, 36 f.

TIRITAN, C. S.; et al. Produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n.1, p. 01-07, jan./jun. 2010.

TRES, G. **Distribuição e incremento do fósforo em latossolo sob três modos de aplicação do fertilizante fosfatado em soja e milho**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2017. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3246>>. Acesso em: 24 set. 2019.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. Fósforo. *In: Solos e Fertilidade do Solo*. Tradução de Durval Dourado e Manuella Nóbrega. 6. ed. São Paulo: Andrei Editora LTDA, 2007.

TURNER, B.L.; CADE-MENUN, B.J.; CONDRON, L.M.; NEWMAN, S. Extraction of soil organic phosphorus. **Talanta**, v. 66, n. 2, p. 294-306, 2004.

ULSENHEIMER, A. M.; SORDI, A.; ALCEU, C.; LAJÚS, C. **Formulação fertilizantes organominerais e ensaio de produtividade**. Unoesc & Ciência - ACET Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 195-202, jul./dez. 2016.

VALLADARES, G.S.; PEREIRA, M.G.; FREITAS, J.M.P.S.; ANJOS, L.H.C. Fósforo remanescente e correlações com teores de carbono orgânico e argila em horizontes superficiais de solos do estado do Rio de Janeiro. **Revista Universidade Rural: Série Ciências Exatas e da Terra**, v.18, p. 35-38, 1998.

VEIGA, M.G.; COSTA, L.T. Bases de anatomia para compreensão de aspectos funcionais da madeira. *In*: DELLA, A. P. et al. **Botânica no Inverno**, 8. 2018. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2018. Cap. 13. p. 168-174.

VIANA, G. **Adubar sim, mas com inteligência e estratégia**. Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14211249/adubar-sim-mas-com-inteligencia-e-estrategia>>. Acesso em: 19 set. 2019.

YANG, X.; POST, W. M.: Phosphorus transformations as a function of pedogenesis: A synthesis of soil phosphorus data using Hedley fractionation method. **Biogeosciences**, Oak Ridge, v. 8, 2907-2916, 2011.