

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

VINÍCIUS ALEXANDRE RIBEIRO

FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PELETIZADO NA CULTURA DA SOJA EM
SOLO DE CERRADO

UBERLÂNDIA - MG

2019

VINÍCIUS ALEXANDRE RIBEIRO

**FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PELETIZADO NA CULTURA DA SOJA EM
SOLO DE CERRADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

UBERLANDIA – MG

2019

VINÍCIUS ALEXANDRE RIBEIRO

**FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PELETIZADO NA CULTURA DA SOJA EM
SOLO DE CERRADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 20 de dezembro de 2019

Ms. Eng. Agr. Amilton Alves Filho
UFU

Ms. Eng. Agr. Luara Cristina de Lima
UFU

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo - Orientador
UFU

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por mais esta benção em minha vida e principalmente pelo Dom da Vida.

À minha família que sempre me apoiou para que eu chegasse neste ponto e me tornasse uma pessoa cada dia melhor com seus ensinamentos dignos de experiência (pai e mãe) e dos meus queridos irmãos.

Ao meu orientador Reginaldo de Camargo pela belíssima oportunidade de ser seu orientado e poder desfrutar de novos conhecimentos.

Aos colaboradores do projeto Amilton e Isabella que foram determinantes e precisos nos afazeres que surgiam e também pelas experiências compartilhadas. Agradeço também à Luara Cristina de Lima que me auxiliou nas escritas deste trabalho e a todos meus amigos.

Ao Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) e à Instituição de Ensino Universidade Federal de Uberlândia-UFU pela oportunidade de estudar em uma das melhores universidades desse país.

RESUMO

A cultura da soja possui grande importância na economia brasileira, mas na sua produção, os custos com fertilizantes são altos e podem diminuir a lucratividade. Portanto, o uso de fertilizantes organominerais que constitui da combinação de fertilizantes orgânicos e minerais tem dado respostas significativas na produtividade das culturas, sendo uma alternativa para o consumo de fertilizantes minerais que são fontes não renováveis, além de reduzir o passivo ambiental. O objetivo do trabalho foi comparar o uso de diferentes fontes e doses do fertilizante organomineral em relação a adubação mineral na cultura da soja sob aplicação a lanço em sistema de plantio direto na região do cerrado. O experimento foi instalado na Fazenda Eldorado no município de Uberlândia-MG e para a adubação mineral utilizou 250 kg ha⁻¹ de MAP, que fornece 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo esta a dose de 100%, seguidas de 80, 60 e 40% de fertilizante organomineral 06-30-00. As fontes foram testadas com 88,5 kg ha⁻¹ de K₂O em que, a mineral continha KCl e a organomineral o KCl mais o composto orgânico com 35% de K₂O. O delineamento foi o de blocos ao acaso com quatro repetições num esquema fatorial 4x2+2 totalizando oito tratamentos e dois adicionais, dentre estes, uma testemunha e um controle. As parcelas eram constituídas de 0,5m na entrelinha com 10 linhas e 8m de comprimento. A área útil foi 4 linhas centrais eliminando 1m de cada extremidade, totalizando 12m². As variáveis analisadas foram produtividade, massa seca e altura de planta. A aplicação de fertilizante organomineral proporciona aumento gradativo da produtividade independente da fonte utilizada, pois não há interação significativa entre elas. Doses do fertilizante organomineral pode substituir a adubação mineral. A recomendação da dose de 100% do fertilizante organomineral na fonte organomineral é a mais adequada para todas as variáveis.

Palavras-chave: *Glycine max*. Produtividade. Plantio direto. Aplicação a lanço. Potássio.

ABSTRACT

The soybean crop has great importance in the Brazilian economy, but in its production, the costs with fertilizers are high and can decrease profitability. Therefore, the use of biofertilizer fertilizers which is the combination of organic fertilizers with minerals has given significant responses of productivity in crops, as an alternative to the consumption of mineral fertilizers that are non-renewable resources, in addition to reducing the environmental liabilities. The objective of this study was to compare the use of different sources and doses of fertilizer organomineral in relation to the application of mineral fertilization in the cultivation of soy under application to haul in no-tillage system in the cerrado region. The experiment was installed in the Eldorado Farm in the city of Uberlândia-MG and for the mineral fertilization used 250 kg ha⁻¹ of MAP, which provides 130 kg ha⁻¹ of P₂O₅, this being the dose of 100%, followed by 80, 60 and 40% of fertilizer organomineral 06-30-00. The fonts were tested with 88.5 kg ha⁻¹ of K₂O in that mineral contained KCl and organomineral KCl more organic compound with 35% of K₂O. The experimental design was in randomized blocks with four replications in a scheme factorial 4x2+2 totaling eight treatments and two additional, among these, a witness and a control. The usable area was 4 central lines eliminating 1m from each end, totaling 12 m². The variables analyzed were productivity, dry weight and plant height. The application of fertilizer organomineral provides a gradual increase in productivity regardless of the source used, because there is no significant interaction between them. Doses of fertilizer organomineral can replace the mineral fertilization. The recommendation of the dose of 100% of the fertilizer organomineral at source organomineral is the most suitable for all variables.

Keywords: *Glycine max*. Productivity. Tillage. Application to haul. Potassium.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Cultura da soja	9
2.2 Fertilizantes organominerais	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Local do experimento	13
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	14
3.3 Atributos avaliados	15
3.4 Análise estatística	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o cultivo de soja no Brasil obteve avanços, tanto em área cultivada como em tecnologias, por exemplo, a utilização de maquinário avançado, fertilizantes, melhoramento genético, climatologia, entre outros. Se tornando a cultura responsável pela maior parte dos grãos produzidos pelo país, o que a torna bastante importante na economia nacional.

Mais da metade da produção brasileira de soja atualmente provém do plantio na região do cerrado que através da característica período juvenil longo introduzida pelos melhoristas no melhoramento genético, foi possível ajustar datas de semeadura em regiões tropicais sem que haja florescimento precoce, permitindo assim, cultivar em regiões com latitudes mais baixas. O cerrado possui terras mecanizáveis, porém, solos pouco férteis e muito ácidos que necessitam ser corrigidos para cultivá-los. Também são profundos, bem drenados e por isto, intensamente lixiviados.

Um fator oneroso no cultivo da soja é a adubação, que é indispensável para o desenvolvimento adequado das plantas, por isso, é necessário desenvolver estratégias de manejo para tentar reduzir este custo. Assim, a eficiência em sua produção deve ser máxima para garantir boa produtividade aliada ao conceito de sustentabilidade.

Uma prática revolucionária na região do cerrado é o plantio direto, que tem como objetivo a introdução de cobertura vegetal sobre o solo sem que haja revolvimento, onde a semeadura ocorre diretamente sobre a palhada. Possui inúmeros benefícios, como economia de combustível com máquinas, diminuição da erosão, mantém umidade do solo aumentando eficiência de absorção de alguns nutrientes como fósforo por difusão, estruturação do solo, estimula microbiota existente no solo, entre outros.

Os fertilizantes minerais em sua maioria costumam ser mais caros devido ao fato do Brasil necessitar importar grande parte e ainda propiciam perda de nutrientes por volatilização, lixiviação, entre outras formas (SPADOTTO; GOMES, 2019). Neste caso, surge uma alternativa de utilização de fertilizantes organominerais que dispõem um destino para os resíduos gerados nas atividades industriais, minimizando seus impactos ambientais que poderiam causar pelo descarte inadequado.

Vários são os resíduos utilizados para compor os fertilizantes organominerais, sendo uma delas a torta de filtro proveniente da filtração do caldo extraído das moendas. Antes era obtida somente da produção de açúcar, mas com aumento da produção de etanol, introduziram também filtros para extraí-lo nesta etapa (RAMOS et al., 2017). A torta de filtro é conhecida

desde 1950, mas seu uso na agricultura se intensificou somente no início deste século (ROSSETO; SANTIAGO, 2007).

Os fertilizantes organominerais são misturas de materiais orgânicos enriquecidos com adubos minerais que traz vantagens com seu uso, como por exemplo, maior recuperação de nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e micronutrientes como cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), molibdênio (Mo), boro (B) e cloro (Cl), minimizam perdas pela liberação gradativa dos nutrientes, estruturam o solo ao longo dos anos, além de beneficiar a microbiota existente no solo.

Não há dúvidas sobre os benefícios que essa nova tecnologia pode acrescentar na agricultura moderna, como citado anteriormente, mas sua utilização no Cerrado ainda é pouco conhecida no que diz respeito à forma de aplicação, adaptabilidade numa região distinta, resposta de grandes culturas submetidas à diferentes doses desses fertilizantes organominerais.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi comparar o uso de diferentes fontes e doses do fertilizante organomineral em relação a adubação mineral na cultura da soja sob aplicação a lanço em sistema de plantio direto na região do cerrado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) possui centro de origem na antiga China sendo base alimentar desses povos há mais de 5000 anos (CÂMARA, 2012). No Brasil, só foi introduzida em 1882 sem muito sucesso inicialmente devido ao baixo nível de informações a respeito da cultura.

No cultivo da soja no Brasil, o plantio direto se desenvolveu a partir da década de 1990 e tem por finalidade eliminar as etapas do preparo convencional do solo, adotando um sistema que mantém o solo coberto com resíduos vegetais. Pode ser considerado como uma modalidade de cultivo mínimo, pois na ocasião da semeadura um sulco é aberto para colocar a semente, o fertilizante e se necessário uso de herbicida. O aumento de palhada sobre o solo, demonstrou eliminação total de perda de solo e escorrimento e potencializou ao máximo a infiltração de água (CRUZ et al., 2019).

Algumas vantagens do plantio direto são a ciclagem de nutrientes, mantém umidade do solo, aumenta a eficiência de absorção de nutrientes, estrutura o solo, aumenta a atividade biológica, reduz preparo do solo, diminui erosão, aumenta infiltração de água, mantém temperatura ideal do solo, dentre outros (CRUZ et al., 2019).

Atualmente em muitas regiões brasileiras, a produtividade média tem sido superior à média alcançada pela soja norte americana. Isto se deve ao fato do uso de cultivares adaptadas a regiões tropicais com bastante incidência de luz, ao clima favorável durante o ciclo da cultura, construção da fertilidade do solo, adubação equilibrada e outros tantos manejos adotados para otimizar a produtividade da soja (CÂMARA, 2012).

É cultivada em vários países desde muitos anos e abrange praticamente todo território brasileiro em sua maioria, cultivos em grandes áreas, encaminhando para se tornar de acordo com a estimativa de Amazonas (2018), para a safra de 2019/2020, o maior produtor de soja do mundo superando os Estados Unidos. O Brasil é o maior exportador de soja do mundo atualmente e na safra 2018/2019 contribuiu com cerca de 115 milhões de toneladas, correspondendo à aproximadamente 33% da produção mundial (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2019).

A maioria da soja produzida é consumida de forma indireta, utilizada principalmente como fonte de proteína na alimentação animal através do farelo. Há também o uso do seu óleo vegetal na culinária, produção de leite de soja, entre outros (BOUCHER et al., 2011).

A semente de soja possui cerca de 40% do seu peso constituído de proteínas e 20% com óleos vegetais. Isso mostra a importância dessa commodity para a evolução do país, como por exemplo, o óleo vegetal pode constituir muitas substâncias utilizadas no cotidiano, também em alimentos industrializados, biocombustíveis (BOUCHER et al., 2011).

O cultivo da soja obviamente gera custos para o produtor, dentre estes, se destacam os fertilizantes que segundo Oliveira Neto et al. (2016) representam 27,8%, seguidos por defensivos (18,2%), operação com máquinas (9,1%), sementes (7,3%) e depreciação de máquinas e implementos (6,7%) de acordo com a média das safras de 2007/08 até 2015/16. Já Richetti (2012), confirma a grande participação dos fertilizantes no custo de produção de soja, que cita 25% do total de custos ou 36% do custeio da safra.

No início do seu desenvolvimento, a soja possui taxa inicial de absorção de nutrientes bastante reduzida. Após 30 dias, a exigência aumenta drasticamente até o início do enchimento de grãos, onde a atividade fotossintética e a fixação de nitrogênio são elevadas e ocorre intensa translocação de nutrientes da parte vegetativa auxiliando no enchimento de grãos, diminuindo a demanda de nutrientes do solo. A ordem decrescente de demanda nutricional da soja por elemento é nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e enxofre (S). Há um acúmulo máximo desses nutrientes no período entre 82 e 92 dias de idade e a maior taxa de absorção de macronutrientes ocorre entre 39 e 58 dias (CARMELLO; OLIVEIRA, 2006).

Portanto, é imprescindível a adoção de técnicas e manejos principalmente em períodos de maior demanda pela planta para aumentar a eficiência dos nutrientes e evitar possíveis perdas e consequentemente, elevar a produtividade.

O controle adequado da nutrição é comprovadamente satisfatório para se obter boa produtividade, mas a adubação mineral que é a mais comumente utilizada na agricultura brasileira é uma fonte não renovável e que na maioria das vezes é de custo muito elevado. Assim, uma das alternativas que ainda carece de estudos e comprovação é a utilização de resíduos de origem tanto animal ou industrial como fonte de nutrientes (RAMOS, 2013).

2.2 Fertilizantes organominerais

De acordo com Associação Nacional para Difusão de Adubos (2019), o Brasil importou em 2018, mais de 27 milhões de toneladas de fertilizantes, que aliadas a dificuldade pela logística do país, torna-se um fator oneroso e limitante no custo de produção podendo causar impactos significativos na lucratividade (CASTRO et al., 2006).

O uso de fertilizantes orgânicos tem se mostrado satisfatório na substituição dos fertilizantes minerais convencionais na adubação do solo e nutrição de diversas culturas responsivas, em que, podem ser utilizados de forma isolada ou em associação às fontes minerais obtendo vantagens em diversos aspectos relevantes do solo (SOUZA, 1998).

Os adubos orgânicos são todos aqueles materiais provenientes de resíduos animais, vegetais, industriais ou urbanos (LIMA et al., 2015). Auxiliam nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de serem ambientalmente correto (PEREIRA et al., 2014).

O fertilizante organomineral é fruto do enriquecimento de adubos orgânicos com os fertilizantes minerais permitindo um balanceamento de nutrientes. Apesar de parecer um tema relativamente novo e possuir poucos estudos à respeito, sua fabricação não é tão recente assim, pois em 1982, a produção desse tipo de fertilizante já ocorria (KIEHL, 1985).

A Instrução Normativa nº 23 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define fertilizante organomineral como sendo um produto resultante de uma mistura física ou combinação de fertilizantes minerais ou orgânicos, fabricado nas formas farelada, granulada e peletizada (BRASIL, 2005).

A principal vantagem de se realizar essa combinação é a diminuição da mineralização, fixação e lixiviação que sofrem os nutrientes ao entrar em contato diretamente com o solo pela aplicação de fertilizante mineral, também há um aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo. Além disso, vale ressaltar também um ponto negativo deste produto por não apresentar quantidades definidas de nutrientes como acontece com os fertilizantes minerais em que pode ser ajustado de acordo com a necessidade da cultura (SOUZA, 2012).

Silva et al. (2007), ressaltam que uma grande economia de recursos naturais pode ser adotada com uso de fertilizantes organominerais. Estes produtos não devem ser adicionados diretamente no solo, pois há necessidade de avaliações e critérios a serem tomados para não prejudicar o sistema solo-planta-atmosfera e atender à necessidade da cultura (TEDESCO, 2008).

Resíduos da indústria sucroalcooleira como a torta de filtro tem tido resultados de produtividade positivos com o aumento das doses (FRAVET et al., 2010) e seu uso vem se intensificando desde 1999 devido ao aumento nos preços dos fertilizantes minerais (ROSSETO; SANTIAGO, 2007).

A torta de filtro é resultante da filtração do caldo extraído das moendas no filtro rotativo, resíduo da indústria sucroalcooleira, que antigamente era obtida somente pela produção de açúcar, mas atualmente as usinas alcooleiras também contribuem com sua produção (RAMOS et al., 2017).

Assim, a torta de filtro merece atenção na questão do seu descarte e no benefício que pode fornecer à agricultura, visto o potencial brasileiro para produção de etanol e açúcar, que segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (2019), a área de cana de açúcar a ser colhida na safra 2019/20 é de mais de 8 milhões de hectares com estimativa de produção de 622 milhões de toneladas e produção de etanol em torno de 33,1 bilhões de litros.

Segundo Benites et al. (2010), a utilização destes resíduos pode reduzir até 50% do passivo ambiental de imediato. Kiehl (1985) relata que a fração orgânica desse fertilizante pode melhorar e condicionar o solo através de grandes dosagens, o que ressalva a ideia de uso constante durante anos consecutivos para se obter melhores resultados.

Além das vantagens citadas, Levrero (2009) destaca o melhor desenvolvimento radicular, retenção de água no solo, resgate da vida microbiana, diminuição de erosão e acidificação do solo, por consequência, redução da aplicação de calcário.

Como os fertilizantes organominerais não são milagrosos, possuem desvantagens se comparado aos minerais, tais como a desconhecida proporção de nutrientes aplicados que podem não estar nas concentrações ideais para a cultura, dificuldade de aplicação uniforme devido grande volume e o mais importante que é o pouco conhecimento técnico para manejo correto desta tecnologia (WESTERN; BICUDO, 2005).

Muitos são os benefícios citados e estes são expressos em incrementos na produtividade em diversas culturas como soja, trigo, aveia, melão, café, milho, batata, cana-de-açúcar, feijão e integração lavoura-pecuária-floresta (SOUZA, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi instalado na Fazenda Eldorado, situada no município de Uberlândia-MG, localizado nas seguintes coordenadas geográficas S: -19°13'41,09'' e W: -47°58'42,17'' com 846m de altitude. A semeadura foi realizada no dia 15 de outubro de 2018 e a colheita ocorreu no dia 15 de fevereiro de 2019. O clima da região é do tipo Aw de acordo com a classificação climática de Koppen e Geiger (1928), apresentando dois períodos distintos, o inverno seco, ameno e com baixa intensidade de chuvas e o verão quente e chuvoso (MENDES, 2001).

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa. A análise química do solo foi realizada na camada de 0-20 cm e 20-40 cm (Tabela 1), antes da semeadura seguindo a metodologia da EMBRAPA (2009).

Tabela 1 - Análise química e física do solo nas camadas de 0-20 e 20 a 40 cm antes da instalação do experimento.

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	59
Ca	cmol _c dm ⁻³	4,30	2,30
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,10	0,75
Al	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,00
H ⁺ +Al ⁺³	cmol _c dm ⁻³	2,50	3,30
Matéria orgânica (MO)	dag kg ⁻¹	3,80	3,10
Carbono orgânico (CO)	dag kg ⁻¹	2,20	1,80
Soma de bases (SB)	cmol _c dm ⁻³	5,57	3,65
t (CTC efetiva)	cmol _c dm ⁻³	5,57	3,65
T (CTC total)	cmol _c dm ⁻³	8,07	6,95
V	dag kg ⁻¹	69	52,50
M	dag kg ⁻¹	0	0,00
Areia	dag kg ⁻¹	25,5	-
Argila	dag kg ⁻¹	70	-
Silte	dag kg ⁻¹	4,5	-

Fonte: O autor.

P(res)= Fósforo resina; SB = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; m = Sat. Alumínio; pH CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹; Ca, P, K, Na = (HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 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 (Tabela 1). Vale salientar que a área foi cultivada anteriormente com a cultura do milho em sistema de semeadura direta. Abaixo, segue dados de precipitação e temperatura na região de Uberlândia-MG no período do ciclo da soja (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados de precipitação e temperatura na região de Uberlândia-MG, no período de outubro de 2018 a fevereiro de 2019

Período	Out/2018	Nov/2018	Dez/2018	Jan/2019	Fev/2019
Precipitação (mm)	200	410	210	272	201
Temperatura (°C)	24,6	24,1	23,5	23,1	23,2

Fonte: O autor.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições num esquema fatorial (4x2)+2 totalizando oito tratamentos e dois adicionais, dentre estes, a testemunha e o controle (Tabela 3). As doses de fertilizantes fosfatados e potássicos utilizados no experimento foram baseadas em (RIBEIRO et al., 1999).

Tabela 3 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamento	Base para cálculo	Dose aplicada em kg ha ⁻¹
Organomineral 6-30-0 + KCl	52 kg de P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	173,33 de 6-30-0 + 150 de KCl
Organomineral 6-30-0 + KCl	78 kg de P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	260 de 6-30-0 + 150 de KCl
Organomineral 6-30-0 + KCl	104 kg P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	346,60 de 6-30-0 + 150 de KCl
Organomineral 6-30-0 + KCl	130 kg P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	433,33 de 6-30-0 + 150 de KCl
Organomineral 6-30-0 + K35	52 kg de P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	173,33 kg de 6-30-0 + 252,85 de K35
Organomineral 6-30-0 + K35	78 kg de P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	260 de 6-30-0 + 252,85 de K35
Organomineral 6-30-0 + K35	104 kg P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	346,60 de 6-30-0 + 252,85 de K35
Organomineral 6-30-0 + K35	130 kg P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	433,33 de 6-30-0 + 252,85 de K35
Mineral (MAP)11-52-0 + KCl	130 kg P ₂ O ₅ + 88,5 kg de K ₂ O	250 de MAP + 150 de KCl
Sem adubação	0 kg de P ₂ O ₅ e 0 kg de K ₂ O	Sem aplicação

Fonte: O autor.

MAP = Fosfato Monoamônico; K35 = Fertilizante Organomineral com 35 % de K₂O.

Na Tabela 4, são apresentadas as características dos fertilizantes minerais e organominerais utilizados no experimento.

Tabela 4 - 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	
6-30-0	6	30	0	-	-	8	80	30	MAP e Composto orgânico
0-0-35 (K35)	0	0	35	-	-	8	80	30	KCl e Composto orgânico
11-52-0 (MAP)	11	52	0	-	-	-	-	-	MAP
0-0-59	0	0	59	-	-	-	-	-	KCl

Fonte: O autor.

Análises disponibilizadas pela empresa Vigor Fértil e Adubos Paranaíba.

As parcelas experimentais possuíam 5m de largura por 8m de comprimento num espaçamento entrelinhas de 0,5m. A área útil correspondia a 4 linhas centrais eliminando 3 linhas de cada lado que corresponde a bordadura e descontou um metro em cada extremidade da parcela, totalizando 12 m².

A cultivar de soja utilizada no experimento foi a Desafio RR 8473 RSF. Antes da semeadura, inoculou as sementes com 150 ml do inoculante Biomax® para cada 50 kg de sementes. As estirpes de bactérias fixadoras de Nitrogênio presentes no inoculante são SEMIA 5079 e SEMIA 5080.

No dia 06 de outubro de 2018, a área destinada a instalação do experimento foi dessecada aplicando os seguintes produtos, 1,88 kg de Roundup® WG, 500 ml de Aureo®, 70 ml de Aurora® e 35 g de Spider®, por hectare. Realizou a semeadura no dia 15 de outubro de 2018 com a semeadora em sistema de plantio direto colocando 18 sementes por metro no espaçamento entrelinhas de 0,5m, totalizando uma população de 360.000 plantas ha⁻¹. As doses dos fertilizantes avaliados foram aplicadas a lanço em ocasião da pré-semeadura nas parcela. Durante o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da soja foram realizadas cinco pulverizações com diversos produtos, tais como: inseticidas, fungicidas e herbicidas. No dia 11 de fevereiro de 2019 a soja foi dessecada com 2,5 L ha⁻¹ do herbicida Paraquat® para antecipar a colheita.

No dia 15 de fevereiro de 2019 a soja foi colhida e amarrada em feixes de cada parcela e levadas para secar na fazenda Capim Branco da UFU, onde foi trilhada e feita a medição da umidade no aparelho G650.

3.3 Atributos avaliados

Foram avaliadas altura de planta, massa seca de folhas e hastes e produtividade em kg ha⁻¹. Para tanto, foram coletadas 4 plantas na área útil da parcela (4 linhas centrais), quando a

cultura encontrava em R1, de acordo com a escala de Fehr e Caviness (1977), pois neste momento a planta produziu o máximo de parte vegetativa, assim, em início de fase reprodutiva o seu dreno é voltado para formação de flores e vagens e logo após, enchimento de grãos.

A altura foi determinada da base do solo até a inserção de ramos da haste principal com o uso de uma régua graduada. Na avaliação da massa seca, as amostras foram pesadas antes e depois de entrar na estufa, então, foram acondicionadas em sacos de papel e em seguida, colocadas para secagem em uma estufa de circulação de ar forçada a 60° C por 72 horas ou até obtenção de peso constante conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2009), posteriormente as amostras foram pesadas.

A produtividade de grãos foi avaliada na maturidade da soja após a trilhagem das plantas. 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:

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

Em que:

PF= Peso final corrigido da amostra

PI= Peso inicial da amostra

UI= Umidade inicial da amostra

UF= Umidade final da amostra (13%).

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância. Para a avaliação dos efeitos das doses do fertilizante organomineral, utilizou regressão a 0,05 de significância. Para as fontes, utilizou Tukey a 0,05 de significância. Para a comparação dos tratamentos adicionais com os demais foi utilizado o teste de Dunnett (p<0,05) no programa estatístico R (R CORE TEAM, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores para a variável produtividade, sendo que a fonte não influenciou nos resultados obtidos pela dose. Notoriamente, a produtividade

teve incremento gradual com o aumento das doses do fertilizante organomineral 06-30-00 independente da fonte aplicada, em que a dose de 100% foi superior em relação as demais (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias de produtividade, massa seca e altura de planta de soja em relação a diferentes fontes e doses do fertilizante organomineral

Doses (%)	Fonte de KCl								
	Produtividade (kg ha ⁻¹)			Massa Seca (g)			Altura Planta (cm)		
	OM	FM	Média	OM	FM	Média	OM	FM	Média
40	2915,7*	2922,9*	2919,3	39,7 Aa ^o	27,4 Bb* ^o	33,5	55,6 Aa ^o	33,7 Bb* ^o	44,7
60	3178,8	3142,4	3160,6	29,9 Ba* ^o	27,9 Ba* ^o	28,9	32,0 Ba* ^o	34,4 Ba* ^o	33,2
80	3498,7 ^o	3437,6 ^o	3468,2	25,7 Bb* ^o	38,4 Aa ^o	32,1	33,0 Bb* ^o	53,8 Aa ^o	43,4
100	3956,1 ^o	3835,4 ^o	3895,7	39,4 Aa ^o	39,8 Aa ^o	39,6	52,0 Aa ^o	55,4 Aa ^o	53,7
Média	3387,3	3334,6		33,7	33,4		43,1	44,3	
Controle		3825,1			39,2			52,4	
Testemunha		2392,7			16,4			26,1	
CV		13,13			7,36			6,6	

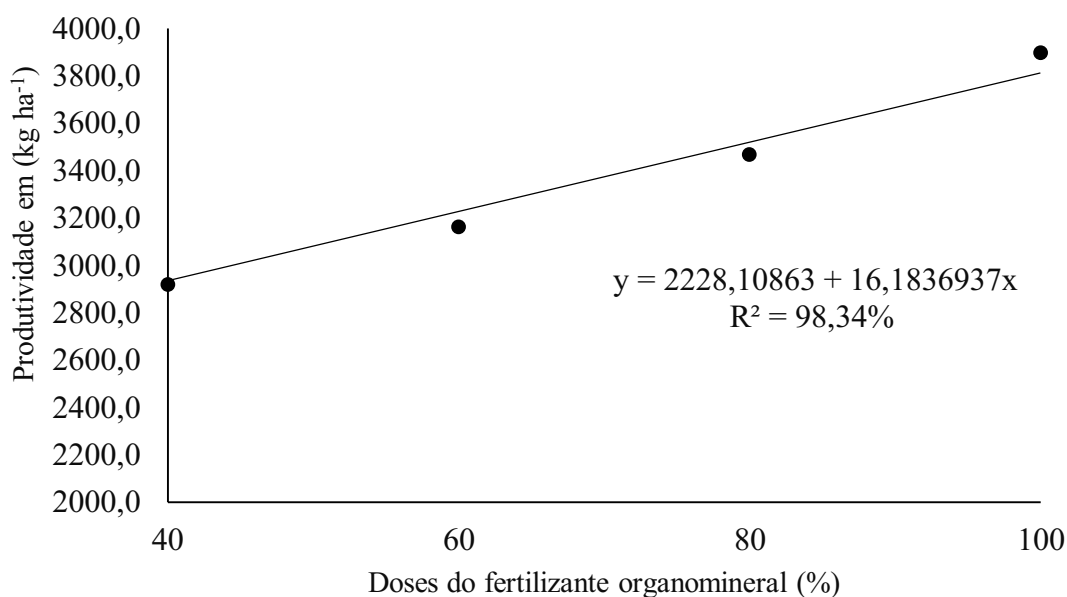
Fonte: O autor.

*significativo para Dunnett a 0,05 de significância em relação ao tratamento controle; ^osignificativo para Dunnett a 0,05 de significância em relação ao tratamento testemunha; ¹Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, respectivamente a 0.05 de significância; OM: organomineral; FM: fertilizante mineral.

A dose de 40% não diferiu da testemunha pelo teste de Dunnett a 0,05 (Tabela 5), ou seja, aplicar ou não esta dose do fertilizante organomineral, a produtividade não se altera, estatisticamente, mas produziu 18% a mais que a testemunha, ou seja, 8,8 sacas. Já as doses de 80 e 100% diferiram da testemunha.

Demonstrou uma correlação linear, em que a maior dose de fertilizante organomineral correspondeu a maior produtividade, proporcionando valores de média total 40% (25 sacas) a mais do que a testemunha (Gráfico 1), dado semelhante ao encontrado por Alane (2015), que utilizou 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e concluiu que nas doses de 80 e 100% do fertilizante organomineral, a produtividade foi maior que na adubação mineral.

Gráfico 1 - Produtividade da soja (kg ha^{-1}) em função da aplicação de diferentes doses do fertilizante organomineral.



Fonte: O autor.

No Gráfico 1, verificou a importância da aplicação dos fertilizantes, pois a maior proporção de fornecimento dos nutrientes conferiu à planta melhor desenvolvimento e desempenho ao utilizar quantidades necessárias em extração e exportação que auxiliaram os tecidos vegetativos e o enchimento de grãos. O N atua como fonte de aminoácidos, participa da formação de proteínas, colaborando com a estrutura da planta, o que confere altura mais adequada e melhor desenvolvimento (TAIZ; ZIEGER, 2013).

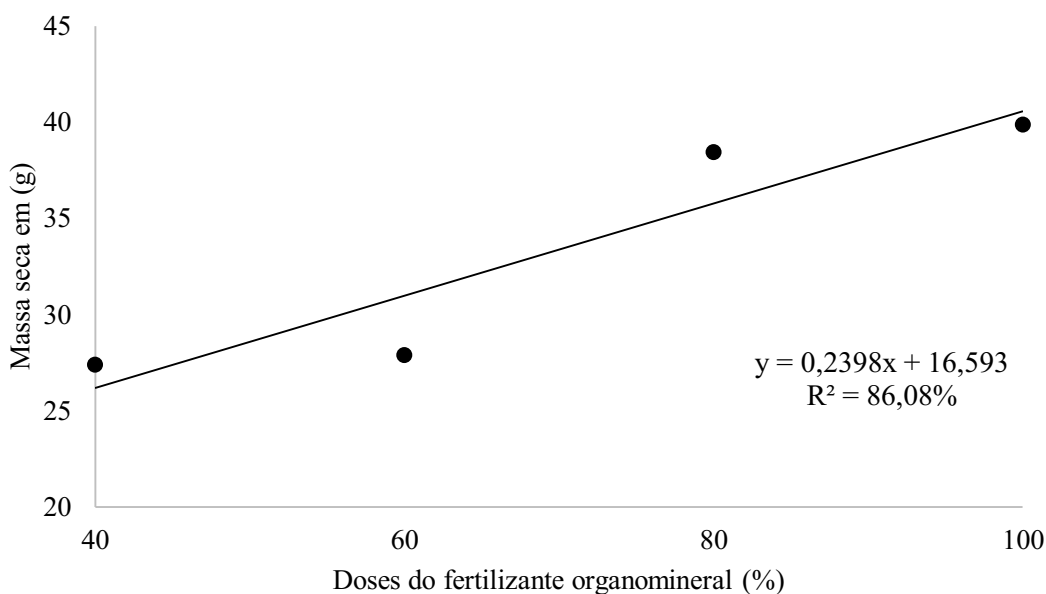
A dose de 80% pode substituir a adubação mineral, pois foi estatisticamente igual. A dose de 100% produziu 7 sacas ha^{-1} a mais que a dose de 80%, portanto, é necessário um estudo econômico afim de concretizar se é ou não viável utilizar a dose mais alta.

Borges et al. (2015), avaliaram a produtividade de soja e milho em diferentes doses do organomineral (1,2,3 e 4 t ha^{-1}), onde utilizaram 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 como padrão da adubação mineral e verificaram um incremento de produtividade com o aumento das doses para a cultura da soja, mas o mesmo não ocorreu para o milho que não apresentou diferença de produtividade.

Para massa seca, todos os valores foram estatisticamente diferentes da testemunha e na fonte organomineral as doses de 60 e 80% diferiram do controle, já para fonte mineral as doses de 40 e 60% diferiram do controle pelo teste de Dunnett a 0,05 (Tabela 5). Na fonte organomineral, houve variação de dados em que a massa seca das doses de 40 e 100% foram próximas, que pode ser explicada por fatores climáticos, pois na Tabela 2, mostra a precipitação,

que somadas ultrapassam ao exigido pela cultura da soja (em torno de 450 a 800mm) durante seu ciclo, o que pode ter contribuído para tais resultados.

Gráfico 2 - Valores de massa seca (g) em função da aplicação de doses do fertilizante organomineral na fonte mineral.



Fonte: O autor.

Quando adotado o sistema de plantio direto como utilizado na fazenda Eldorado por muitos anos, a massa seca é importante pois busca-se maior cobertura do solo para melhorar a estrutura física deste, manter umidade e ciclagem de nutrientes. Segundo Alvarenga et al. (2001), a formação adequada da cobertura vegetal na superfície do solo antes da implantação da cultura é um ponto chave para sucesso do sistema que fornece nutrientes com participação vital nos processos metabólicos na planta para haver um crescimento ideal.

O nitrogênio é constituinte de vários componentes da planta, portanto, seu papel é bastante importante no desenvolvimento e desempenho das plantas, assim, sua maior disponibilidade e maior aproveitamento proporcionam um rendimento de massa seca.

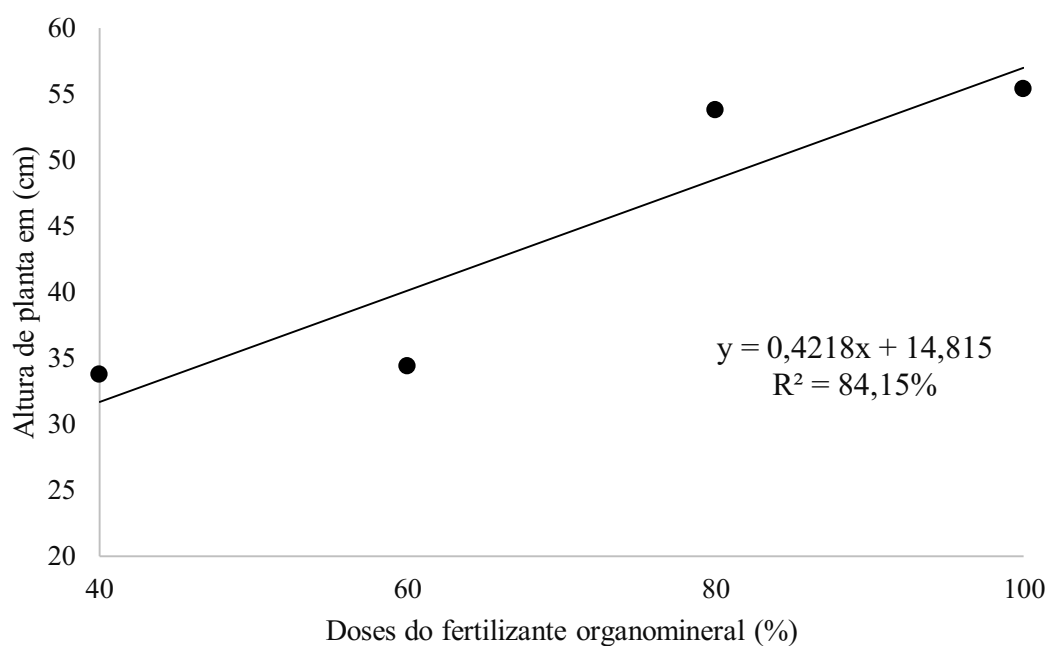
De acordo com o Gráfico 2, para a fonte mineral houve uma correlação linear de massa seca com o aumento das doses, o que proporcionou à dose de 100% o maior valor de massa seca, mas não houve diferença desta com a adubação mineral.

A altura de planta seguiu o mesmo padrão que a massa seca, pois, logicamente onde tem-se plantas maiores a probabilidade de sua massa seca ser maior é elevada. Todos os valores de altura de planta diferiram estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnett a 0,05.

Foi possível observar correlação linear da fonte mineral para as respectivas doses do organomineral na fonte mineral, onde a maior dose proporcionou maiores valores de altura de planta. Na fonte organomineral, pode ter havido alguma interferência de um fator ambiental como ocorrido para massa seca.

A altura de plantas não é na maioria das vezes diretamente proporcional à produtividade, pois plantas mais altas nem sempre produzem mais, pois gastam muita energia produzindo ramos (estiolamento), desviando o foco que é a produtividade. Valores entre 70 e 80 cm de altura de plantas de soja são considerados ideais para colheita mecanizada (SEDIYAMA, 2009), dados que não foram encontrados em nenhum dos tratamentos.

Gráfico 3 - Valores de altura de planta (cm) em função da aplicação de doses do fertilizante organomineral na fonte mineral.



Fonte: O autor.

A dose de 100% da fonte mineral proporcionou maior altura de planta, assim como verificou Dynia et al. (2006), ao utilizar fonte mineral associada, esta pode ser explicada pelas variações de concentração dos nutrientes disponíveis à planta relacionada a taxa de mineralização do fertilizante organomineral.

Também verificou que a dose de 80% na fonte mineral pode substituir a adubação mineral, representando menores custos ao produtor.

5 CONCLUSÃO

Há um incremento de produtividade com o aumento das doses do fertilizante organomineral, independente da fonte adotada, em que a dose de 100% foi superior às demais.

Doses do fertilizante organomineral podem substituir a adubação mineral.

É recomendada a dose de 100% na fonte organomineral para todas as variáveis analisadas.

A dose de 80% do fertilizante organomineral pode substituir a adubação mineral em todas as variáveis analisadas, mas nenhuma das melhores doses foi estatisticamente diferente da adubação mineral utilizando fonte mineral.

REFERÊNCIAS

- ALANE, F. F. F. **Fertilizante Organomineral na Cultura da Soja**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia, 2015.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMAZONAS, L. **Perspectivas para a Agropecuária**. Brasília, DF: CONAB, 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (Brasil). **Pesquisa Setorial**. São Paulo: ANDA, 2019. Disponível em: <http://anda.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 27 ago. 2019.
- BENITES, V. N.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. 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. **Anais [...]**. Viçosa: SBCS, 2010.
- BORGES, R. E.; MENEZES, J. F. S.; SIMON, G. A.; BENITES, V. Eficiência da adubação com organomineral na produtividade de soja e milho. **Global Science And Technology**, Rio Verde, v. 8, n. 2, p. 177-184, jan. 2015.
- BOUCHER, D.; ELIAS, P.; LININGER, K.; MAY-TOBIN, C.; ROQUEMORE, S.; SAXON, E. **What's Driving Tropical Deforestation Today?** Washington, DC: Union Of Concerned Scientists, 2011.
- BRASIL. **Instrução Normativa SDA nº 23 de 31/08/2005**. Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília, DF: [s. n.], 2005.
- CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio soja**. Piracicaba: USP/ESALQ, 2012.
- CARMELLO, Q. A. C.; OLIVEIRA, F. A. **Nutrição de lavouras de soja: situação atual e perspectivas**. Piracicaba: ESALQ, 2006. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-solos01.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- CASTRO, S. H.; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicaseiros no oeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 30, n. 06, p. 1146-1153, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Brasília-DF: Estúdio Nous, 2019.

CRUZ, J. C.; RAMON, C. A.; VIANA, J. H. M.; FILHO, I. A. P.; FILHO, M. R. A.; SANTANA, D. P. **Sistema de plantio direto no milho**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2019. Disponível em:

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html. Acesso em: 25 dez. 2019.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 5, p. 855-862, 2006.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977.

FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; KORNDORFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 618-624, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000300013>.

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

KOPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LEVRERO, C. R. Fertilizante organomineral: a serviço do mundo. In: FÓRUM ABISOL, 2009. **Anais [...]**. [S. l.]: ABISOL, 2009.

LIMA, B. V.; CAETANO, B. S.; SOUZA, G. G.; SOUZA, C. S. S. A adubação orgânica e a sua relação com a agricultura e o meio ambiente. In: ENCONTRO CIENTÍFICO E SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO UNISALESIANO, 5., Lins, 2015. **Anais [...]**. Lins: UNISALESIANO, 2015. Disponível em: <http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0186.pdf>. Acesso em: 22 set. 2019.

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

PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B.; OLIVEIRA, A. E. Z.; KOMURO, L. K. **Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema orgânico de produção**. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v45n1/1983-4063-pat-45-01-0029.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

RAMOS, L. A. **Resíduos orgânicos e fertilizantes minerais na cultura da cana-de-açúcar e alterações nas características químicas do solo**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

RAMOS, L. A., LANA, R. M. Q., KORNDORFER, G. H., SILVA, A. A. Effect of organomineral fertilizer and poultry litter waste on sugarcane yield and some plant and soil chemical properties. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n. 1, p.20-27, 2017. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11024>

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 9 jan. 2020.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, v. 359, 1999

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2012/2013, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2012.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Adubação: resíduos alternativos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html Acesso em: 30 maio 2019.

OLIVEIRA NETO, A. A.; MELO, A. A.; JACOBINA, A. C.; ROCHA, L. C.; MARQUES, M. C.; SILVERIO, S.; CAMPOS, P. M. **Evolução dos custos de produção de soja no Brasil**. Brasília-DF: SUMAC/GEPIN, 2016.

SEDIYAMA T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenass, 2009.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*: I – produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, 2007.

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória: EMCAPA, 1998. v. 1.

SOUZA, R. T. X. Disponibilidade de fósforo no solo após a aplicação de fertilizante mineral e organominerais em solo cultivado com cana-de-açúcar. In: FERTBIO, Maceió, 2012. **Anais [...]**. Maceió: SBCS, 2012. 1 CD-ROM.

SOUZA, R. T. X. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar**. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F. **Perdas de nutrientes**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2019. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_38_210200792814.html. Acesso em: 10 dez. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TEDESCO, M. J. *In*: SANTOS, G. A. **Fundamentos do material orgânico do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008.

WESTERN, P. W.; BICUDO, J. R. Management considerations for organicwast use in agriculture. **Bioresource Technology**, Essex, v. 96, n. 2, p. 215-221, 2005.