DINÂMICA HORIZONTAL DO FÓSFORO E POTÁSSIO NO SOLO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL

Jeniffer Bonfim de Oliveira¹, Felipe Quartucci²

RESUMO: A fertilidade do solo pode ser definida como a capacidade do solo em ceder elementos essenciais as plantas. Dentre esses elementos, destacam-se o fósforo, pela sua alta capacidade de fixação em solos brasileiros, e o potássio, por ser um elemento facilmente perdido por lixiviação. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a dinâmica horizontal dos nutrientes no solo quando utilizada adubação mineral e organomineral. O experimento foi realizado no município de Itapetininga/SP, em tubos de PVC de 10 cm de diâmetro por 50 cm de altura, em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Os tubos foram preenchidos com solo do local e foram aplicados dois tipos de fertilizantes: mineral e organomineral. Os tubos foram irrigados 3 vezes por semana. Aos 15 e 30 dias após a aplicação do fertilizante, três repetições de cada tratamento foram selecionadas ao acaso, e determinados os teores de K e P, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Não houve diferença estatística nos teores de P entre o fertilizante mineral e organomineral, independentemente da época de avaliação e profundidade. Os teores de P em superfície foram superiores aos de subsuperfície. No entanto, os teores de P em subsuperfície foram superiores aos teores iniciais, indicando movimentação no perfil do solo. Para o potássio, os teores no solo quando utilizado fertilizante organomineral foram superiores ao mineral, indicando menor lixiviação quando utilizado fertilizante organomineral. Conclui-se que a aplicação de P localizada pode aumentar os teores na camada de 20-40 cm, independentemente do fertilizante utilizado. A utilização de fertilizante organomineral é uma boa estratégia para minimizar lixiviação do K.

Palavras chave: Fixação. Lixiviação. Fertilização.

ABSTRACT: Soil fertility can be defined as the capacity of the soil to provide essential elements to plants. Among these elements, phosphorus stands out, for its high fixation capacity in Brazilian soils, and potassium, for being an element easily lost by leaching. Therefore, the objective of this work was to evaluate the horizontal dynamics of nutrients in the soil when mineral and organomineral fertilization is used. The experiment was carried out in the city of Itapetininga / SP, in PVC tubes of 10 cm in diameter by 50 cm in height, in a completely randomized design, with six replications. The tubes were filled with local soil and two types of fertilizers were applied: mineral and organomineral. The tubes were irrigated 3 times a week. At 15 and 30 days after fertilizer application, three replicates of each treatment were selected randomly, and the levels of K and P were determined, at depths of 0-20 cm and 20-40 cm. There was no statistical difference in P content between mineral and organomineral

¹ Aluna do curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade de Ensino Superior Santa Bárbara – FAESB, Tatuí, SP

² Pesquisador de Ciências do Solo do curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade de Ensino Superior Santa Bárbara – FAESB, Tatuí, SP

fertilizer, regardless of the time of assessment and depth. The levels of P in the surface were higher than in the subsurface. However, the levels of P in subsurface were higher than the initial levels, indicating movement in the soil profile. For potassium, the soil levels when using organomineral fertilizer were higher than the mineral, indicating less leaching when organomineral fertilizer was used. It is concluded that the application of localized P can increase the contents in the 20-40 cm layer, regardless of the fertilizer used. The use of organomineral fertilizer is a good strategy to minimize leaching of K.

Key words: Fixation. Leaching. Fertilization.

Introdução

A maioria dos solos brasileiros apresentam limitações para o desenvolvimento de culturas agrícolas, fazendo-se necessário a correção da acidez e fertilidade (RAIJ, 2011a; SOUSA; LOBATO; REIN, 2005). Para correção da fertilidade, os nutrientes mais aplicados na forma de adubo são os macronutrientes primários nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). No entanto, em análises de solo de rotina, o nitrogênio não é determinado (RAIJ, 2011b).

O fósforo é um elemento que apresenta alto grau de interação com os óxidos de ferro e alumínio, formando compostos insolúveis. Esse processo é chamado de fixação, onde o elemento fica indisponível a médio prazo para as plantas. Quanto maior o grau de intemperismo do solo, maior é a de fixação desse elemento (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

Devido ao alto grau de intemperismo dos solos brasileiros, a maior parte do P está fixada, e os teores disponíveis geralmente são muito baixos para esse elemento. Para tomate, por exemplo, teores de 120 mg dm^{-3} são considerados adequados. Esses teores estão muito acima da média dos solos brasileiros. Nesses casos, deve-se aplicar fósforo para elevar os teores desse elemento e garantir a produtividade das culturas, que podem variar de 100 a 800 kg ha^{-1} de P_2O_5 (AGUIAR et al., 2014; RAIJ et al., 1997).

A maior parte do P aplicado na forma de fertilizante mineral é fixado pelo solo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Dessa forma, o movimento vertical do fósforo é bem limitado (FARIA; PEREIRA, 1993), e o P aplicado na adubação geralmente não chega à camadas mais profundas do solo (RAIJ, 2011c). A matéria orgânica do solo pode revestir as partículas de argila e bloquear os sítios de adsorção do fósforo (BRADY; WEIL, 2013). Os fertilizantes organominerais são fertilizantes que adicionam componentes orgânicos à sua composição e por isso tem o potencial de diminuir a fixação do fósforo ao solo (KIEHL, 2008; SILVA et al., 2010).

O potássio se destaca por ser o nutriente mais utilizado pela agricultura brasileira depois do nitrogênio, sendo o mais extraído por algumas culturas (RAIJ, 2011d). Há uma grande diferença entre a necessidade das culturas e a disponibilidade dos solos brasileiros, o que tem levado ao aumento do uso do fertilizante potássico na agricultura brasileira no decorrer dos anos (NACHTIGALL; RAIJ, 2005).

É um elemento de alta movimentação vertical no solo, devido a águas da chuva ou irrigação. Por conta desta atividade, o K pode ser perdido por lixiviação, ou seja, é deslocado para as profundidades onde as raízes não alcançam (DE OLIVEIRA; VILLAS BÔAS, 2008). Características do solo como textura e CTC influenciam a lixiviação do K (DAS NEVES; ERNANI; SIMONETE, 2009). Além disso, a quantidade e solubilidade da fonte de K são também fatores importantes (LACLAU et al., 2010; ROSOLEM et al., 2006; SILVA et al., 2013). Dessa forma, o aumento dos teores de matéria orgânica do solo ou o uso de fertilizantes organominerais podem reduzir a lixiviação de potássio, seja pela liberação mais lenta ou pelo aumento da CTC provocado pelas partículas orgânicas contidas no fertilizante.

Portanto, o objetivo desse experimento é avaliar a dinâmica horizontal dos nutrientes P e K no solo quando utilizada adubação mineral e organomineral.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na cidade de Itapetininga-SP, que está a uma altitude média de 671 m e precipitação média anual de 1245 mm (ALVARES et al., 2013). Conduziu-se o experimento em tubos de PVC de 10 cm de diâmetro por 50 cm de altura. Os tubos foram preenchidos com solo do município de Itapetininga no mês de fevereiro de 2019, coletados de uma área com cultivo anterior de trigo e sendo preparada para o plantio da cultura da soja. A coleta foi realizada em 5 pontos na profundidade de 0-20 cm e então o solo foi homogeneizado. Após a homogeneização, foi recolhida uma amostra de 500 g e realizada análise de física e química. O solo utilizado tinha 24,5% de argila, 20,7% de silte e 54,8% de areia. Os resultados de macronutrientes e parâmetros químicos podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros químicos do solo coletado em Itapetininga e utilizado no experimento.

M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	m%	V%
g dm ⁻³	CaCl ₂	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----							%	%
19	4,8	14	6	30	12	0	39	48,2	87,2	0	55

SB= Soma de Bases. CTC = Capacidade de Troca Catiônica. V%=Saturação por Bases. m%= Saturação por Alumínio.

Anteriormente ao preenchimento com solo, dentro de cada tubo foram feitos dois anéis com cola de PVC. O primeiro 20 cm abaixo da borda superior e o segundo a 10 cm da borda inferior, com o propósito de evitar o fluxo preferencial da água pelas paredes do cano. Vedou-se o fundo dos tubos com sombrite e tampa. Na tampa foram realizados pequenos furos para a vazão do excesso da água. O sombrite evitou que o solo fosse perdido de dentro dos tubos.

Os tubos foram depositados em pé, em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram: T1) adubação mineral e T2) adubação organomineral. A adubação dos tratamentos foi: T1: 3,7 g de ureia, 70,2 g de super fosfato simples e 8,2 g de KCl, todos da marca Heringer; T2: 83,3 g de adubo organomineral 02-16-06 da marca Fertile. As quantidades de N, P₂O₅ e K₂O foram as mesmas para os tratamentos, sendo a fonte do adubo a diferença entre eles (mineral x organomineral). A quantidade de nutrientes por tubo foi de 1,7 g de N, 13,3 g de P₂O₅ e 5,0 g de K₂O. A dose aplicada foi baseada em Raij et al. (1997) e Aguiar et al. (2014), simulando-se uma adubação de tomate localizada na bacia da muda. Mais especificamente, uma adubação 50 kg ha⁻¹ de N, 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O em uma densidade populacional de 30.000 plantas ha⁻¹. A densidade de plantas utilizada está dentro de uma variação comumente utilizada em produção de tomate (ANDRADE et al., 2017; BENETTI et al., 2018; PERES; TERRA; REZENDE, 2020).

Os tubos foram preenchidos com o solo até 45 cm de altura, deixando assim 5 cm do tubo sem solo. Em cada tubo, foi realizado um orifício no solo de 5 cm de profundidade e 5 cm de largura onde os adubos foram depositados e depois foram cobertos novamente com solo. Três vezes por semana eram adicionados 160 ml de água por tubo, simulando uma chuva de 20 mm. Aos 15 dias após a aplicação dos fertilizantes, 3 repetições de cada tratamento foram selecionadas ao acaso. Utilizando uma serra de arco, foi realizado um corte no tubo a 10 cm do topo (5 cm sem solo mais 5 cm de solo com adubo) e posteriormente descartado. Os 40 cm restantes foi cortado ao meio, resultando em 2 amostras: 0-20 cm e 20-40 cm. O solo de cada parte foi homogeneizado, retirado uma amostra de 300 g os teores de fósforo e potássio determinados de acordo com metodologia de (DONAGEMA et al., 2011). O procedimento foi repetido aos 30 dias. Portanto cada tratamento foi avaliado em 2 profundidades (0-20 e 20-40 cm) e em duas épocas (15 e 30 dias).

Para verificar diferenças estatísticas nos teores de nutrientes entre os tipos de fertilizantes e profundidade, os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA e teste Duncan a 5% de significância. Para avaliar se houve diferença estatística no mesmo fertilizante e mesma profundidade, porém datas diferentes, foi utilizado o teste t pareado a 5%. Para avaliar se houve diferença estatística entre os valores iniciais da análise de solo e os tratamentos, foi realizado o teste t de uma amostra a 5%. Os dados dos teores de fósforo foram transformados para log do teor para atender ao critério de distribuição normal, avaliadas pelo teste Shapiro-Wilk. Todas as análises foram realizadas no software SPSS.

Resultados e discussão

Fósforo

A tabela 02 mostra os resultados para o elemento fósforo, aos 15 e 30 dias após a aplicação do fertilizante, em função do tipo de fertilizante utilizado e em relação a profundidade do solo. Todos os teores de fósforo, independentemente do fertilizante, época ou profundidade, foram superiores estatisticamente ao teor da análise inicial (não apresentado na tabela).

Aos 15 dias, o teor de P do adubo organomineral na profundidade de 0-20 cm foi de 626 mg dm⁻³, enquanto que no adubo organomineral foi 408 mg dm⁻³, porém sem diferença estatística entre eles. Esse padrão se repetiu independentemente da profundidade e data avaliada, sem diferença estatística entre os tipos de fertilizantes.

Também não houve diferença estatística nos teores de P entre as épocas avaliadas. Para um mesmo fertilizante, em uma mesma profundidade, os teores aos 15 e 30 dias não diferiram entre si. No entanto, houve diferença estatística entre as profundidades para o mesmo fertilizante, na mesma época. Tanto para o fertilizante mineral quanto organomineral, os teores na camada 0-20 cm foram superiores aos teores da camada de 20-40 cm, em ambos os períodos de avaliação.

Tabela 2. Teores de fósforo (P, mg dm⁻³) em função do tipo de fertilizante e profundidade, aos 15 dias e 30 dias após aplicação do fertilizante.

Tratamento	Profundidade (cm)	15 dias	30 dias
Mineral	0-20	626 Aa	652 Aa
Organomineral		408 Aa	479 Aa
Mineral	20-40	87 Ab	54 Ab
Organomineral		43 Ab	65 Ab

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5%.

O fósforo é um elemento que tem sido relacionado à baixa movimentação vertical no solo (MALAVOLTA; GOMES; AALCARDE, 2002; NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007; RAIJ, 2011c). No entanto, no presente trabalho, os teores antes de iniciar o experimento eram de 14 mg dm⁻³, e subiram para 87 mg dm⁻³ e 43 mg dm⁻³ na camada de 20-40 cm aos 15 dias com fertilizante mineral e organomineral, respectivamente. Ambos os valores foram superiores a testemunha.

Barbosa et al. (2015), avaliando efeito de adubação fosfatada com fosfato monoamônico (MAP) em diferentes proporções a lanço e na linha, encontraram que nenhuma combinação foi suficiente para elevar os teores abaixo de 10 cm de profundidade. No entanto, quando houve predomínio de aplicação na linha, o P acumulou na camada 5,0-7,5 cm, enquanto que quando houve predomínio de aplicação a lanço houve maior acúmulo na camada 0-2,5 cm.

Santos (2009) realizou um experimento durante 8 anos em sistema de plantio direto, analisando os teores de P em profundidade com aplicação a lanço e em sulco. A autora concluiu que na aplicação em sulco os teores de P em profundidades de 5 e 10 cm foram

superiores que a aplicação a lanço. No entanto, em profundidades superiores a 20 cm, não houve diferença entre os tipos de aplicação.

Nesses dois experimentos podemos constatar que há uma movimentação do P em profundidade, mesmo que a movimentação não tenha chegado abaixo dos 20 cm. Outro aspecto importante é que houve uma tendência de aumentar o movimento descendente com o aumento da dose (a dose em sulco ou linha de plantio fica mais concentrada do que a lanço). No presente experimento, a aplicação foi localizada, simulando uma adubação na bacia de plantio. Além disso, a dose aplicada foi de 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que em Barbosa et al. (2015) foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e em Santos (2009) foi de 80 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅. Portanto, a maior dose e o método de aplicação concentrado podem responder pelos aumentos dos teores na camada de 20-40 cm nesse experimento.

Embora o uso de fertilizantes organominerais tenham o potencial de diminuir a fixação do fósforo (KIEHL, 2008), os resultados desse experimento não mostraram diferenças estatísticas entre os teores de P do fertilizante mineral e organomineral. Lana et al. (2014) encontraram que o fertilizante organomineral propiciou menor disponibilidade de P em solo argiloso se comparado ao MAP, porém sem diferença em solo arenoso. Ferreira (2014) concluiu que a adubação com MAP elevou mais os teores de P do solo do que o adubo organomineral, e que este último não produziu incrementos de matéria orgânica no solo. Já Silva et al. (2010) avaliaram 13 fertilizantes diferentes e encontraram que o fertilizante organomineral foi o que apresentou maior liberação de fósforo. O resultado superior de fertilizantes organominerais parece depender de fatores como tipo de solo e qualidade do fertilizante.

Potássio

A tabela 03 mostra os resultados para o elemento potássio, aos 15 e 30 dias após a aplicação do fertilizante, em função do tipo de fertilizante utilizado e em relação a profundidade de avaliação. Da mesma maneira que o fósforo, todos os teores foram superiores ao valor inicial da análise, independentemente do fertilizante, época ou profundidade (não apresentado na tabela).

Aos 15 dias após a aplicação do fertilizante, o teor de K na camada de 20-40 cm do fertilizante organomineral foi superior ao mineral, com resultados de 28,6 e 19,7 mmol_c dm⁻³, respectivamente. Isso representa um teor 31,1% menor do fertilizante mineral se comparado ao organomineral. Já na camada de 0-20 cm, não houve diferença entre os tratamentos.

Aos 30 dias, o fertilizante organomineral foi estatisticamente superior tanto na camada 0-20 cm quanto 20-40 cm. Isso representa uma redução de 28,2% e 36,4%, respectivamente. Comparando-se as duas datas, os teores de K aos 15 dias foram todos estatisticamente superiores aos teores de 30 dias.

Tabela 03. Teores de potássio (K, mmol_c dm⁻³) em função do tipo de fertilizante e profundidade, aos 15 dias e 30 dias após aplicação do fertilizante.

Tratamento	Profundidade (cm)	15 dias	30 dias
Mineral	0-20	29,4 Aa	12,7 Bb
Organomineral		34,3 Aa	17,7 Ba
Mineral	20-40	19,7 Ab	10,5 Bb
Organomineral		28,6 Aa	16,5 Ba

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Duncan a 5%.

Teixeira (2013), avaliando a disponibilidade de potássio em função de adubação mineral e organomineral, encontrou maiores teores de K trocável aos 133 dias após a aplicação com fertilizante organomineral. Garcia et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes analisando a lixiviação de potássio de adubo mineral e organomineral. Para doses de 200 e 400 kg ha⁻¹ de K₂O, os teores de K trocável foram maiores em superfície quando utilizado adubo organomineral. No entanto, Mendonça et al. (2017) não encontraram diferenças entre fertilizantes minerais e organominerais.

No presente experimento, os maiores teores de K no fertilizante organomineral na camada de 20-40 cm parecem indicar uma maior lixiviação desse elemento. No entanto, se considerarmos os teores da camada de 0-20 cm em conjunto com a de 20-40 cm, notamos que os teores para o fertilizante organomineral são maiores que o mineral em todo o perfil, indicando que houve uma maior lixiviação de K de toda a coluna do solo no fertilizante mineral.

Por fim, embora haja uma tendência de menor lixiviação de K com fertilizantes organominerais, a lixiviação desse elemento é governada por fatores como tipo de solo e dose do fertilizante, bem como a qualidade dos fertilizantes utilizados.

Conclusão

Os teores de fósforo na camada de 0-20 cm e 20-40 cm foram superiores ao teor inicial, tanto para o fertilizante mineral quanto para organomineral, indicando que pode haver movimento horizontal do fósforo quando a dose aplicada for concentrada na planta, ao invés de aplicação em área total.

Não houve diferença estatística nos teores de P entre os fertilizantes mineral e organomineral, independentemente do tipo de fertilizante, profundidade ou período de avaliação.

Os teores de K trocável foram superiores quando utilizado fertilizante organomineral, indicando menor lixiviação do elemento.

Agradecimentos

Os autores desse estudo agradecem à Faculdade de Ensino Superior Santa Bárbara – FAESB pela disponibilização de materiais e estrutura de laboratório para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso que culminou nesse trabalho.

Referências

- AGUIAR, A. T. DA E. et al. **Boletim 200 - Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**. 7. ed. Campinas, SP: Boletim, IAC, 2014.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ANDRADE, A. R. S. DE et al. Fertirrigação no cultivo de quatro cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*) irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 7–21, 2017.
- BARBOSA, N. C. et al. Distribuição vertical do fósforo no solo em função dos modos de aplicação. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 87–95, 2015.
- BENETTI, R. et al. Densidade de plantio e substâncias húmicas no cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 75–81, 2018.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Matéria orgânica do solo. In: **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. [s.l.] Bookman Editora, 2013. p. 398–436.
- DAS NEVES, L. S.; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 25–32, 2009.
- DE OLIVEIRA, M. V.; VILLAS BÔAS, R. L. Uniformidade de distribuição do potássio e do nitrogênio em sistema de irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 1, p. 95–103, 2008.
- DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- FARIA, C. M. B. DE; PEREIRA, J. R. Movimento de fósforo no solo e seu modo de aplicação no tomateiro rasteiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 28, n. 12, p. 1363–1370, 1993.
- FERREIRA, N. R. **Eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais sólidos e fluidos em relação à disponibilidade de fósforo**. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, 2014.
- GARCIA, J. C. et al. Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico. **Revista Eletrônica Thesis**, v. 24, p. 76–89, 2015.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. 2. ed. Piracicaba: Degaspari, 2008.
- LACLAU, J. P. et al. Biogeochemical cycles of nutrients in tropical Eucalyptus plantations. Main features shown by intensive monitoring in Congo and Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1771–1785, 2010.
- LANA, M. C. et al. Disponibilidade de Fósforo para Plantas de Milho Cultivadas com Fertilizante Organomineral e Fosfato Monoamônico. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n.

3, p. 198–209, 2014.

MALAVOLTA, E.; GOMES, P. F.; AALCARDE, J. . **Adubos e adubações**. Sao Paulo: Agronômica Ceres, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MENDONÇA, L. B. et al. **Efeito de fontes e doses de fertilizantes potássicos na solubilidade e mobilidade de potássio em condições controladas**. SEMINÁRIO PIBIC EMBRAPA SOLOS 2016/2017. **Anais...**2017

NACHTIGALL, G. R.; RAIJ, B. Análise e interpretação de potássio no solo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Eds.). . **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. p. 93–118.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). . **Fertilidade do solo**. [s.l.] Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

PERES, L. A. C.; TERRA, N. F.; REZENDE, C. F. A. Produtividade do tomate industrial submetido a adubação organomineral em cobertura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10586–10599, 2020.

RAIJ, B. VAN et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo 2.ed. rev. e atual**. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997.

RAIJ, B. VAN. Escopo da Fertilidade do Solo. In: RAIJ, B. VAN (Ed.). . **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute IPNI, 2011a. p. 1–6.

RAIJ, B. VAN. Avaliação da fertilidade do solo. In: RAIJ, B. VAN (Ed.). . **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute IPNI, 2011b. p. 101–134.

RAIJ, B. VAN. Fósforo. In: RAIJ, B. VAN (Ed.). . **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute IPNI, 2011c. p. 217–248.

RAIJ, B. VAN. Potássio. In: **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute IPNI, 2011d. p. 249–264.

ROSOLEM, C. A. et al. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1033–1040, 2006.

SANTOS, D. B. M. **Distribuição Do Fósforo No Perfil Do Solo Sob Sistema Plantio Direto**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2009.

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. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 2, p. 576–586, 2008.

SILVA, P. H. M. DA et al. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 67–78, 2013.

SILVA, R. M. DE O. et al. **Liberção De Fósforo De Fertilizantes Organominerais E Sua Influência Na Fertilidade Do Solo**. XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. **Anais...**Guarapari – ES: FertBio, 2010

SOUSA, D. M. G. DE; LOBATO, E.; REIN, T. A. Uso de Gesso Agrícola nos Solos do Cerrado. **Embrapa**, p. 19, 2005.

TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral**. [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 2013.