

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM ARGISSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO AFETADOS PELA APLICAÇÃO E COMBINAÇÃO DE ADUBOS ORGÂNICOS E MINERAIS

Antonio Nolla^{1*}, Durvalino Augusto Rodrigues Neto¹, Raphael Gustavo Pedroso Delanhese¹, Adriely Vechiato Bordin¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama, Estrada da Paca s/n, Bairro São Cristóvão, Umuarama-PR, 87500-000. E-mail: anolla@uem.br, durval@gmail.com, ra129162@uem.br, adrielyvechiato@hotmail.com

*autor correspondente: anolla@uem.br

RESUMO: Os fertilizantes fosfatados devem ser utilizados no solo para atender a necessidade nutricional das plantas cultivadas. Os fertilizantes minerais apresentam maior rapidez quando aplicados no solo, e o uso de adubos orgânicos apresentam maior efeito residual. Como alternativa, podem ser utilizadas combinações para atender a demanda vegetal por nutrientes. No entanto, se justifica testar qual a forma mais adequada para disponibilizar nutrientes no sistema coloidal. Objetivou-se avaliar a alteração química de um Argissolo submetido a tipos e combinações de adubos orgânicos e minerais. Para tal, montou-se um ensaio em vasos de 200l nos quais utilizou-se amostras de Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa. Os tratamentos foram tipos e combinações de fertilizantes orgânicos e minerais, além de dois tratamentos testemunha, com ou sem uso de calcário. Após 120 dias, avaliou-se o pH H₂O, pH CaCl₂ e os teores de alumínio, fósforo e potássio. O uso de calcário corrigiu a acidez do solo. O uso de superfosfato simples e sua associação com esterco de frango apresentou menor pH que os demais adubos testados. Os teores de fósforo aumentaram com a aplicação dos fertilizantes, exceto com o uso exclusivo de vinhaça. O termofosfato e sua associação com esterco e vinhaça apresentaram os maiores teores de P. Os teores de K aumentaram com o uso dos adubos, exceto com termofosfato. A vinhaça e sua associação com termofosfato e superfosfato simples foram mais eficientes em aumentar os teores de K.

PALAVRAS-CHAVE: acidez do solo, fósforo, potássio.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF A TYPICAL DYSTROPHIC RED ARGISSOIL AFFECTED BY THE APPLICATION AND COMBINATION OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS

ABSTRACT: Phosphate fertilizers should be used not only to meet the nutritional needs of cultivated plants. Mineral fertilizers are faster when applied to the soil, and the use of organic fertilizers has a greater residual effect. Alternatively, modified ones can be used to meet plant demand for nutrients. However, it is necessary to test the most appropriate way to make nutrients available in the colloidal system. The objective was to evaluate the chemical alteration of an Argisol subjected to types and molecules of organic and mineral acids. To this end, a test was set up in 200l pots in which samples of typical dystrophic Red Argisol with a sandy texture were used. The treatments were types and transfers of organic and mineral fertilizers, in addition to two control treatments, with or without the use of limestone. After 120 days, pH H₂O, pH CaCl₂ and aluminum, phosphorus and potassium levels were evaluated. The use of limestone corrected the acidity of the soil. The use of simple superphosphate and its association with chicken manure showed a lower pH than the other fertilizers tested. Phosphorus levels increased

with the application of fertilizers, except with the exclusive use of vinasse. Thermophosphate and its association with manure and vinasse presented the highest P levels. K levels increased with the use of fertilizers, except for thermophosphate. Vinasse and its association with thermophosphate and simple superphosphate were more efficient in increasing K levels.

KEY WORDS: soil acidity, phosphorus, potassium.

INTRODUÇÃO

Os solos de textura arenosa ($<150 \text{ g kg}^{-1}$ de argila) apresentam geralmente baixa capacidade de troca de cátions ($\text{CTC} < 6,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), de forma que acaba gerando problemas relacionados com baixos teores de nutrientes, além da elevada acidez de origem (Leal et al., 2015). Essa situação original é capaz de reduzir o potencial produtivo das culturas de interesse comercial, o que justifica a adubação e correção, que pode ser feita por meio de adubos minerais ou orgânicos (Natale et al., 2012).

Para a resolução dos problemas da acidez do solo, tem sido empregados insumos capazes de liberar oxidrilas (OH^-) em solução. Desta forma, ocorre a neutralização dos H^+ e Al^{+3} tóxicos (Gonçalves et al., 2011), o que torna possível a adsorção de nutrientes no sistema coloidal negativo, o que promove incremento na capacidade produtiva das plantas cultivadas (Quaggio, 2000). De forma complementar, o uso de insumos fertilizantes capazes de disponibilizar nutrientes é necessário, uma vez que o desenvolvimento da planta demanda equilibrado e constante fornecimento de nutrientes às plantas (Silva e Menezes, 2007).

A limitação de nutrientes e capacidade de armazenamento de nutrientes nos solos arenosos resulta em maior dependência de fertilizantes, o que aumenta o custo de produção, principalmente quando são utilizados fertilizantes minerais (Ogino et al., 2021). Entre os principais fertilizantes fosfatados minerais, destacam-se o superfosfato simples, superfosfato triplo, o monoamônio fosfato e o diamônio fosfato (Malavolta, 2006). Tais fontes apresentam rapidez na disponibilização de fósforo. Isto acaba promovendo a disponibilização de fósforo quase imediata, promovendo alta disponibilidade de P nos primeiros dias após a semeadura (Francisco et al., 2007). No entanto, os fertilizantes fosfatados solúveis apresentam problemas relacionados com a fixação específica aos óxidos de Fe e Al (Peluco et al., 2015). De acordo com Brunelle et al. (2015), existe uma projeção na elevação de preços de fertilizantes minerais na ordem de 3,6% até 2050, no entanto nesse período espera-se uma redução na ordem de 6 a 13% na produtividade das culturas. Assim, observa-se espera-se no decorrer do tempo redução

na lucratividade das plantas de interesse comercial, o que torna necessário avaliar a possibilidade de utilização de adubos capazes que apresentam menor custo.

Como opção tem sido utilizados fertilizantes fosfatados naturais reativos e fertilizantes fosfatados termicamente tratados como o termofosfato magnésiano. Apesar da mesma origem dos fertilizantes solúveis, o tratamento térmico utilizado na fabricação acaba gerando incremento e rapidez na disponibilização de fósforo, o que tem sido importante para disponibilizar nutrientes de forma adequada por mais tempo. No entanto, por se tratar de fertilizante no qual não foi realizada a acidulação, o efeito gradual pode ser responsável por reduzir a produtividade de plantas de ciclo curto. Lana et al. (2004) observou rendimento entre 70 e 80% de plantas de alface fertilizadas com termofosfato magnésiano, quando comparadas com o superfosfato triplo. Guedes et al. (2009) observaram que fertilizantes fosfatados naturais, os quais apresentam menor solubilidade apresentam menor eficiência em curto prazo quando comparados com os adubos minerais que sofreram acidulação. No entanto, a médio e principalmente longo prazo o efeito gradual e residual dos fertilizantes naturais acaba proporcionando maior rendimento.

Uma alternativa para racionalizar o custo através do uso de fertilizantes fosfatados tem sido o emprego de adubos ou resíduos orgânicos podem racionalizar o custo com a adubação, em função do menor custo (Lima et al., 2011). Estes resíduos apresentam nutrientes em sua composição, os quais são disponibilizados gradualmente. Assim, a disponibilidade de nutrientes pode ocorrer de forma mais adequada durante cultivo por suprir a demanda das plantas cultivadas (Menezes e Salcedo, 2007; Freitas et al., 2012). No entanto, é necessário estabelecer a dosagem adequada de adubos orgânicos, para que seja possível atender de forma equilibrada a necessidade das plantas de interesse comercial (Bissani et al., 2008). Desta forma, o interesse pela utilização correta destes adubos justifica a necessidade de estabelecer dosagens adequadas para sua aplicação no solo agricultável. A aplicação de fertilizantes orgânicos devem seguir corretas recomendações, o que justifica a necessidade de estudar adubos orgânicos para verificar a sua eficiência no solo.

A redução do custo e otimização a lucratividade da lavoura tem sido um dos desafios para que seja possível gerar maior renda. Assim, a combinação de fertilizantes orgânicos e adubos minerais pode ser uma das alternativas capazes de promover otimização na capacidade de desenvolvimento das plantas (Rós et al., 2014). Isto porque os adubos minerais disponibilizam nutrientes rapidamente, o que atende a necessidade das plantas principalmente

nas fases iniciais (Malvolta et al., 2002). Os resíduos orgânicos, disponibilizam nutrientes de forma gradual, de forma a fornecer nutrientes durante toda o ciclo da cultura, principalmente na floração e enchimento de grãos (Souza et al., 2005; Raij, 2011). Desta maneira, o uso combinado dos resíduos orgânicos e adubos minerais promove efeito complementar de forma a garantir formas de fertilização diferenciada em relação aos métodos tradicionais. Desta forma, é fundamental estudar o efeito da combinação de fertilizantes orgânicos e minerais, de forma que nos solos de textura média e arenoso pode ser possível uma otimização no aproveitamento de nutrientes, em função da baixa concentração de argila e CTC (capacidade de troca de cátions) e menor retenção de bases como o caso do potássio (Novais et al., 2007). A utilização de combinações de fertilizantes fosfatados solúveis com fertilizantes fosfatados naturais sem acidulação pode ser estratégia importante para promover equilíbrio na fertilidade do solo e na disponibilização de nutrientes como o fósforo (Soares et al., 2007), o que também pode ser importante para reduzir custos com o uso de fertilizantes.

O objetivo do trabalho foi avaliar a alteração em parâmetros químicos em função da aplicação de tipos e combinações de fertilizantes fosfatados orgânicos e minerais em um Argissolo Vermelho distrófico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio na Universidade Estadual de Maringá – campus de Umuarama, na área experimental do Laboratório de solos. Utilizou-se como base experimental um Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2018) de textura arenosa (180 g kg⁻¹ de argila), o qual apresentava-se ácido e com baixa disponibilidade de nutrientes (Tabela 1).

TABELA 1 – Caracterização química (0-20 cm) do Argissolo Vermelho distrófico típico utilizado como base experimental para o desenvolvimento do experimento

pH	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC	V	P
H ₂ O	-----cmol _c kg ⁻¹ -----							%	mg dm ⁻³
5,45	0,41	2,18	0,58	0,13	0,05	0,76	2,95	25,76	1,2

Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ - extrator KCl mol L⁻¹; P e K – extrator Mehlich-1; H+Al – estimado pelo método SMP.

Utilizou-se vasos com capacidade de 300 litros (0,85 m de altura X 0,54 m de diâmetro), que foram preenchidos pelo Argissolo de textura arenosa (0-0,2 m) que serviu como base experimental. Os vasos foram dispostos área cercada mantendo-se a umidade próxima à capacidade de campo. Inicialmente, o solo foi corrigido para elevar a saturação por bases até 70% (Pauletti e Motta, 2019). Passados 30 dias após a correção da acidez do solo (período de incubação do calcário), aplicou-se os tratamentos, que consistiram da aplicação de adubação fosfatada (equivalente a 110 kg há⁻¹ de P₂O₅ – CQFS, 2004) baseada em tipos e combinações de fertilizantes fosfatados orgânicos e minerais: termofosfato magnésiano, esterco de frango; superfosfato simples, vinhaça, ½ vinhaça + ½ Termofosfato magnésiano, ½ esterco de frango + ½ superfosfato simples, ½ vinhaça + ½ superfosfato simples, ½ esterco de frango + ½ Termofosfato magnésiano, além de dois tratamentos testemunha – um sem adubação fosfatada (porém com correção de acidez do solo), outro sem utilização de calcário ou adubação fosfatada sem calagem e sem aplicação de adubação fosfatada. O experimento foi construído em um delineamento de blocos casualizados (DBC) com 4 repetições. Os vasos receberam a mesma quantidade de nitrogênio, sendo eles duas aplicações de ureia de 100 Kg há⁻¹ com 20 e 35 dias após a emergência das plantas (CQFS, 2004). A adubação potássica não foi realizada para avaliar a disponibilização de K através das fontes fertilizantes utilizadas.

Aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos, o solo dos vasos foi amostrado na cada de 0-0,10 m. O solo foi seco, moído e tamisado (2 mm) e reservado. Posteriormente, avaliou-se o pH H₂O, pH CaCl₂ e índice SMP, e os teores de alumínio, fósforo e potássio, todos conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Os resultados dos atributos químicos do solo foram submetidos à análise de variância através do software SISVAR e quando significativos foram testados por Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso dos fertilizantes testados foi eficiente na elevação de pH do solo (Figura 1^a, B) e na neutralização de alumínio trocável (Figura 1D), pelo fato de que foram aplicadas as mesmas doses de calcário em todos os tratamentos, exceto no tratamento testemunha completa, no qual o pH foi baixo (5,5) o teor de alumínio (0,6 cmol_c kg⁻¹) acima do nível crítico (0,3 cmol_c kg⁻¹).

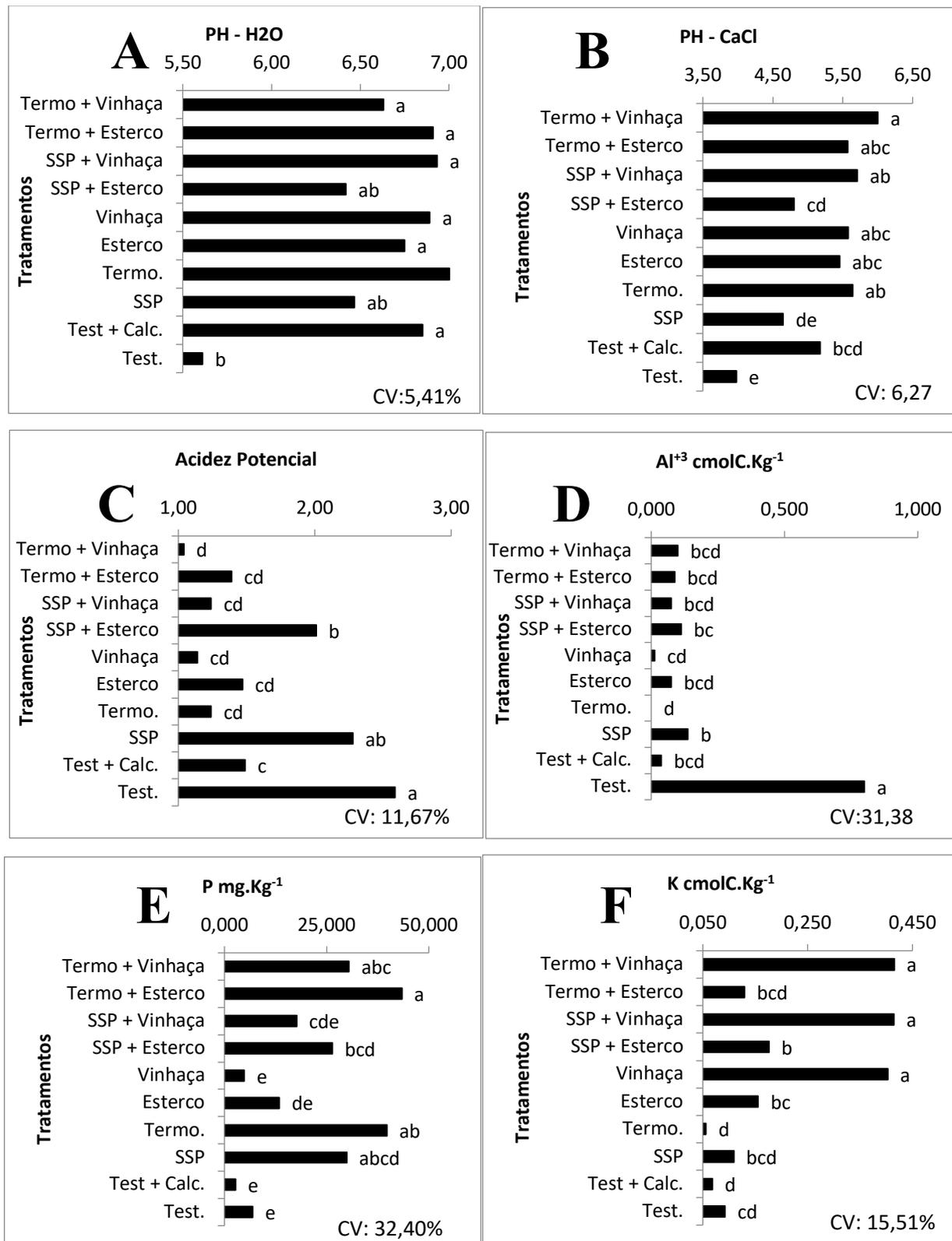


Figura 6: Valores de pH-H₂O (A); pH-CaCl₂ (B); acidez potencial (C), Al³⁺ (D), fósforo (E) e potássio (F) em função da aplicação de adubos fosfatados orgânicos e minerais em um Latossolo Vermelho distrófico típico. Termofosfato Magnésiano – Yoorin (Termo); Superfosfato Simples (SSP); Testemunha (Test); Calcário (Calc.).

Assim, conclui-se que o uso do corretivo foi capaz de promover de neutralizar o alumínio tóxico e elevar o pH do solo, de forma que certamente ocorreu potencialização dos fertilizantes fosfatados testados, especialmente os que fertilizantes fosfatados minerais que sofreram acidulação (superfosfato simples), concordando com os resultados obtidos por Anjos et al. (2011) e Auler et al. (2011).

No tratamento que foi somente aplicado calcário, não ocorreu diferença quanto à elevação de pH neutralização do alumínio trocável quando se compara com os tratamentos com uso dos fertilizantes fosfatados testados (Figura 1A, B, D). Além de disponibilizar hidroxilas (Bissani et al. 2008) que serve para neutralizar o alumínio tóxico (Al^{+3}) e o hidrogênio, a disponibilização de nutrientes (Ca, Mg e K) que devem estar ocupando a CTC do sistema coloidal (Novais et al., 2007), o que promove melhor capacidade de plantas cultivadas.

Observou-se que o uso dos fertilizantes fosfatados testados apresentou menor valor de pH H_2O e pH $CaCl_2$ quando aplicou-se superfosfato simples e sua combinação com o esterco de aves (Figura 1A, B). Isto deve ter acontecido porque no processo de fabricação do superfosfato simples a rocha fosfática é submetida à acidulação, de forma que o caráter ácido destes fertilizantes deve ter reduzido o pH nestas amostras (Yamada e Abdalla, 2004). No tratamento em que se utilizou superfosfato simples + vinhaça, o pH não apresentou valores mais baixos porque o efeito alcalinizante da vinhaça (Doelsch et al., 2009) deve ter compensado o efeito de acidez do superfosfato simples ao serem aplicados no solo (Malavolta et al., 2002).

Nos tratamentos com aplicação de fertilizantes fosfatados e apenas calcário, o teor de alumínio foi reduzido, porém não apresentou diferença entre si, demonstrando o efeito do corretivo de acidez do solo em neutralizar a acidez do solo (Figura 1D), sem, no entanto, apresentar diferença entre os adubos fosfatados testados.

Em relação ao teor de fósforo, percebe-se que todos os fertilizantes fosfatados aplicados apresentaram aumento no teor de fósforo com exceção da vinhaça. Isto deve ter ocorrido porque a vinhaça além de apresentar-se como resíduo orgânico líquido, apresenta baixa concentração de fósforo, além de apresentar liberação gradual deste nutriente no solo em curto período de tempo (Bissani et al. 2008; Ramos e Cechinel, 2009). Os demais fertilizantes promoveram incremento no teor de fósforo no solo, demonstrando eficiência e disponibilização em solução, o que certamente contribui para proporcionar melhor desenvolvimento das plantas porque o fósforo é responsável por fornecer energia para os processos vitais da planta (Taiz e Zeiger, 2018).

Nos tratamentos com aplicação de termofosfato e sua associação com vinhaça, e esterco os teores de potássio foram maiores que nos demais tratamentos (Figura 1E). Isto deve ter ocorrido porque o extrator Mehlich utilizado para determinar fósforo disponível é composto por uma solução diluída de ácido clorídrico e ácido sulfúrico, o que deve ter sido responsável por dissolver parte do fósforo natural reservado no solo, o qual iria ser disponibilizado gradualmente. Assim, ocorreu uma superestimação da real disponibilidade de fósforo nos tratamentos com o uso de fertilizante fosfatado natural termicamente tratado (Bortolon et al., 2009).

Observando-se os teores de potássio disponível no solo, percebe-se que apenas o termofosfato magnésiano não foi eficiente em promover incremento nos teores de potássio no solo, apresentando concentração similar aos tratamentos testemunha, com e sem uso de calcário. Isto ocorreu porque o termofosfato magnésiano não apresenta potássio em sua composição (Francisco et al., 2007).

Nos tratamentos em que aplicou-se vinhaça exclusivamente ou sua associação com termofosfato e vinhaça, observou-se o aumento nos teores do potássio disponível no solo, diferindo dos demais tratamentos testados. Isto ocorreu porque a vinhaça é rica principalmente em potássio (Barros et al., 2010), de forma a suprir de forma integral a necessidade de potássio para as culturas que possam ser cultivadas, como por exemplo a cana-de-açúcar, que pode aumentar o rendimento de colmos em 10,5 t ha⁻¹ (Silva et al., 2013), comprovando o efeito fertilizante da vinhaça no solo.

CONCLUSÕES

A aplicação do corretivo de acidez corrigiu a acidez do solo, neutralizando o H⁺ e Al³⁺ tóxico no solo. O uso de superfosfato simples e sua associação com esterco de frango apresentou menor pH que os demais adubos fosfatados estudados.

Os teores de fósforo aumentaram com a aplicação dos fertilizantes orgânicos e minerais, exceto o uso exclusivo de vinhaça. O uso de termofosfato e sua associação com esterco e vinhaça apresentaram os maiores teores de P disponível em solução.

Os teores de potássio disponível aumentaram com o uso dos adubos testados com exceção do uso exclusivo de termofosfato. O uso de vinhaça e sua associação com termofosfato e superfosfato simples promoveram o maior aumento nos teores de potássio disponível em solução.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, J.L.; SOBRAL, L.F.; LIMA JUNIOR, M.A. Efeito da calagem em atributos químicos do solo e na produção da laranjeira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.11, p.1138–1142, 2011.
- AULER, P.A.M.; NEVES, C.S.V.J.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M.A. Calagem e desenvolvimento radicular, nutrição e produção de laranja “Valência” sobre porta-enxertos e sistemas de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.254-261, 2011.
- BARROS, R.P.; VIÉGAS, P.R.A.; SILVA, T.L.; SOUZA, R.M.; BARBOSA, L.; GIÉGAS, R.A.; BARRETO, M.C.V.; MELO, A.S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, p.341-346, 2010.
- BISSANI, C. A., GIANELLO, C., TEDESCO, M.J., CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008, 328 p.
- BORTOLON, L.; GIANELLO, C.; SCHLINDWEIN, J. A. Avaliação da disponibilidade de fósforo no solo para o milho pelos métodos Mehlich-1 e Mehlich-3 **Scientia Agrária**, Curitiba, v.10, n.4, 2009, p. 305-312.
- BRUNELLE, T.; DUMAS, P.; SOUTY, F.; DORIN, B.; NADAUD, F. Evaluating the impact of rising fertilizer prices on crop yields. **Agricultural Economics**, West Layette, v. 46, n.5, p. 653-666, 2015.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 Ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.
- DOELSCH, R., MASON, A., CAZEVIELLE, P. AND CONDOM, N. Spectroscopic characterization of organic matter of a soil and vinasse mixture during aerobic or anaerobic incubation. **Waste Management**, Växjö, v.29, p.1929-1935, 2009.
- EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 Ed. Brasília: EMPRAPA, 2018. 356 p.
- FREIRE, W. J.; CORTES, L. A. B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. Guairá: Agropecuária, 2000. 203p.
- FRANCISCO, E.A.B.; PROCHNOW, L.I.; TOLEDO, M.C. M.; FERRARI, V.C.; JESUS, S. L. de. Thermal treatment of aluminous phosphates of the crandallite group and its effect on phosphorus solubility. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n.3, p. 269-274, 2007.
- FREITAS, M.S.C.; ARAÚJO, C.A.S.; SILVA, D.J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v.2, p.150-161, 2012.

GONÇALVES, J.R.P.; MOREIRA, A.; BULL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; BOAS, R.L.V. Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 369-375, 2011.

GUEDES, E. M.; FERNANDES, A.R.; LIMA, E.V.; GAMA, M.A.P.; SILVA, A.L.P. Fosfato natural de Arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizantha* em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 52, p.117-129, 2009.

LANA, R.M.Q.; ZANÃO JÚNIOR, L.A.; LUZ, J.M.Q.; SILVA, J.C. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p. 525-528, 2004.

LEAL, A.J.F.; VALDERRAMA, M.; KANEKO, F.H.; LEAL, U.A.S.; PERIN, A.; LUCHESE, K.U.O. Produtividade da soja de acordo com diferentes doses de cloreto de potássio revestido ou não com polímeros. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.8, n.1, p.19-30, 2015.

LIMA, P.C.; MOURA, W.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, R.H.S.; MOREIRA, C.L. Manejo da adubação em sistemas orgânicos. In: LIMA, P.C., MOURA, W.M., VENZON, M., PAULA, J.R.T.; FONSECA, M.C.M. (Eds.). **Tecnologias para produção orgânica**. Viçosa: EPAMIG, 2011. p.69-106.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; ALCARDE, J.C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.11, p.361-367, 2007.

NATALE, W.; ROZANE, D.E.; PARENT, L.E.; PARENT, S.É. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p. 1294-1306, 2012.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa 2007, 1. ed. 741p.

OGINO, C.M.; COSTA JUNIOR, G.; POPOVA, N.D. Poder de compra, preço e consumo de fertilizantes minerais: uma análise para o centro-oeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.59, n.1, p. 1-19 (e220367), 2021.

PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2ED. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2019, 289p.

PELUCO, R.G.; MARQUES JUNIOR, J.M.; SIQUEIRA, D.S.; PEREIRA, G.T.; BARBOSA, R.S.; TEIXEIRA, D.B. Mapeamento do fósforo adsorvido por meio da cor e da suscetibilidade magnética do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.3, p.259-266, 2015.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000. 111p.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

RAMOS, H. A; CECHINEL, C. A. Vinhoto: nova perspectiva. **Diálogos e Ciências**, Salvador, v. 3, n. 11, p. 59-67, 2009.

RÓS, A.B.; NARITA, N.; HIRATA, A.C.S. Produtividade de batata-doce e propriedades físicas e químicas de solo em função de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 205-214, 2014.

SILVA TO; MENEZES RSC. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, crotalaria juncea. II - disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.51-61, 2007.

SILVA, A.P.M.; BONO, J.A.M.; PEREIRA, F.A.R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p-38-43, 2014.

SOARES, I.; LIMA, S. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e composição mineral de mudas de gravioleira em resposta a doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.343-349, 2007.

SOUZA, P.A.; NEGREIROS, M.Z.; MENEZES, J.B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G.L.F.M.; CARNEIRO, C.R.; QUEIROGA, R.C.F. Características químicas de alfaca cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, p.754-757, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6Ed. Porto Alegre: Artmed, 2018. 888p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2Ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726p.