

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO SUBMETIDO À CORREÇÃO DA ACIDEZ E ADUBAÇÃO ORGÂNICA/MINERAL

Suzana Zavilenski Fogaça¹, Antonio Nolla¹ e Laudelino Vieira da Mota Neto¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

E-mail: suzanazfogaca@hotmail.com, anolla@uem.br,
laudelino_motta@hotmail.com

RESUMO: Os solos do estado do Paraná em sua maioria apresentam condições de elevada acidez, além da baixa disponibilidade de nutrientes. Assim, é necessário o uso de insumos que sejam capazes de disponibilizar nutrientes de forma adequada para as plantas. Objetivou-se avaliar o efeito de corretivo de acidez do solo e de fertilizantes minerais e orgânicos em corrigir a acidez do solo e disponibilizar fósforo em solução. Para tal, foi montado um ensaio em vasos, sendo os tratamentos constituídos pela uso e combinações de adubos minerais (superfosfato simples e termofosfato) e orgânicos (esterco de frango e vinhaça). O delineamento foi fatorial 9x2 em blocos casualizados com 4 repetições. Cultivou-se milho por 120 dias. No período da colheita o solo dos vasos foi amostrado e foi determinado o pH-CaCl₂ e os teores de fósforo disponível. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Skott-Knott. O uso de calcário e silicato foi eficiente em aumentar o pH-CaCl₂. Para os teores de fósforo, os tratamentos que destacaram-se para o corretivo silicato foram o superfosfato simples e a combinação esterco + superfosfato simples. Com o calcário como corretivo destacaram-se o superfosfato simples e o termofosfato magnésiano.

PALAVRAS-CHAVE: pH, vinhaça, superfosfato simples.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF LATOSOL SUBMITTED TO CORRECTION OF ACIDITY AND ORGANIC/MINERAL FERTILIZING

ABSTRACT: The soil of the State of Paraná in your most feature high acidity conditions, in addition to low nutrient availability. Thus, it is necessary the use of inputs that are able to provide adequate nutrients for plants. Objective to evaluate the effect of correction of soil acidity and mineral and organic fertilizers to correct the acidity of the soil and available phosphorus in solution. To this end, it was mounted an essay in pots, being the treatments consisting of the use and combination of mineral fertilizers (superphosphate and termofosfato) and organic (chicken manure and vinasse). 9 x 2 factorial randomized in blocks blocks with 4 repetitions. Cultivated-whether corn for 120 days. In the period of harvest vessels soil was sampled and it was determined the pH-CaCl₂ and available phosphorus levels. The data obtained were subjected to the test of Skott-Knott. The use of limestone and silicate was effective in increasing the pH-CaCl₂. For contents of phosphorus, the treatments that were for the correction were the silicate superphosphate + manure combination and superphosphate. With the limestone as concealer stood out the superphosphate and termofosfato magnesium.

KEY-WORDS: pH, vinasse, superphosphate.

INTRODUÇÃO

Parte dos solos da região noroeste do Paraná apresentam textura média / arenosa e baixa fertilidade, sendo necessária a correção e adubação do solo para atingir o potencial produtivo

das culturas (Pauletti e Motta, 2017). Para isto, são utilizados insumos os quais podem ser adotados para a correção da acidez ou para suprir a necessidade de nutrientes.

A cultura do milho tem importância crucial para o desenvolvimento humano, uma vez que os grãos são utilizados para a elaboração de alimentos, passando pelo óleo até a ração de suínos e aves, cerca de 70% da produção mundial de milho destina-se a alimentação animal. A produção de milho no Brasil para a safra 2017/18 está estimada pelo USDA (2018) em 92 milhões de toneladas, para tanto, torna-se essencial o uso de insumos capazes de subsidiar o desenvolvimento das plantas durante seu ciclo. Com relação as exigências nutricionais da cultura, o milho requer uma saturação por bases de 70%, e esta deve ser corrigida sempre que se encontrar abaixo de 60% (Pauletti e Motta, 2017), o que pode ser corrigido com o uso de corretivos agrícolas.

Os corretivos possuem ação neutralizante do alumínio, aumentam o pH pela presença de óxidos, hidróxidos, carbonatos e silicatos de cálcio ou magnésio, além de atuarem como fertilizantes disponibilizando cálcio e magnésio e por isso elevam a saturação por bases do solo (Calonego, 2012). O calcário agrícola é o corretivo de maior utilização no Brasil, em 2017 cerca de 30 milhões de toneladas de calcário foi comercializado para a correção da acidez dos solos pelo país (ABRACAL, 2017).

A reação do calcário no solo libera oxidrilas OH^- as quais ligam-se aos íons H^+ responsáveis por parte da acidez do solo, fazendo com que o pH do solo se eleve, ademais as oxidrilas também ligam-se aos íons Al^{+3} , neutralizando-os (Novais et al., 2007). Da mesma forma, o silicato quando aplicado ao solo também reage liberando oxidrilas e tem ação semelhante ao calcário, configurando-se assim como corretivo de acidez do solo.

Os fertilizantes devem disponibilizar nutrientes para as plantas, podendo ser de origem mineral, que geralmente apresentam problemas com volatilização, fixação específica e lixiviação, ou de origem orgânica, os quais apresentam maior efeito residual, apesar de apresentarem menor reatividade no solo (Raij, 2011). Desta forma, é desejável avaliar a combinação de adubos orgânicos e minerais, para que seja possível identificar a melhor forma de viabilizar adubação para as culturas.

Entre as principais fontes de adubo mineral fosfatado, pode-se destacar o superfosfato simples (SSP) que é resultado da reação da rocha fosfática com ácido sulfúrico, por isto apresenta enxofre em sua composição. O termofosfato magnésiano se destaca também como fertilizante fosfatado por ser obtido através tratamento térmico e fusão (1450°C) do fosfato natural com compostos magnésianos da serpentinita (Pauletti e Motta, 2017). O SSP apresenta como garantia mínima 18% de P_2O_5 em CNA + água enquanto que o termofosfato apresenta

17% de P_2O_5 em ácido cítrico (MAPA, 2017). Os adubos fosfatados minerais solúveis apresentam problemas relacionados à maior velocidade das reações de fixação específica do fósforo. Isto ocorre quando o fertilizante é aplicado no solo, no decorrer do tempo ocorre fixação específica aos óxidos de ferro encontrados no solo, reduzindo a disponibilidade de P (Pinto, 2012). Guadanin et al. (2011) em experimento com fontes fosfatadas para o crescimento e produção de braquiarião, obteve resultados satisfatórios, com incrementos de aproximadamente 10g na matéria seca de folhas e do colmo para o uso do termofosfato quando comparado ao superfosfato simples e ao superfosfato triplo, tendo atribuído este melhor desempenho à solubilidade do termofosfato simples apenas em ácido cítrico a 2%, o que leva ao efeito gradual do fertilizante e eleva a sua eficiência de adubação.

Os adubos orgânicos apresentam maior efeito residual que os adubos minerais, uma vez que precisam ser mineralizados para que os nutrientes em sua composição sejam disponibilizados em solução. Em relação ao fósforo, ocorre menor quantidade de fósforo fixado especificamente a curto prazo, devido a necessidade de mineralização da matéria orgânica (restos culturais ou dos adubos orgânicos) para posterior liberação do P_2O_5 no sistema (Pinto, 2012). Entre os fertilizantes orgânicos, o esterco de aves e a vinhaça são capazes de disponibilizar fósforo, os valores médios de P_2O_5 nestes casos é variável com a fonte de obtenção do adubo. Para o esterco de aves, o valor é variável de acordo com o número de lotes de frango que ficou sobre aquela cama, de 2-5 lotes de frango sobre a cama, o valor mínimo de P_2O_5 é de 8,9 kg t^{-1} enquanto que o valor máximo é de 37,0 kg t^{-1} ; de 6-9 lotes de frango sobre a cama, o valor mínimo é de 33,1 kg t^{-1} e o máximo é de 40,0 kg t^{-1} (Pauletti e Motta, 2017). Para a vinhaça, os valores variam conforme a origem do mosto que pode ser mosto de melaço, mosto de caldo de cana (Silva et al., 2007) e mosto misto, que apresentam 100-290 mg/l de P_2O_5 ; 10-210 mg/l de P_2O_5 e 9-200 mg/l de P_2O_5 , respectivamente (Marques, 2006). No entanto, por apresentarem efeito residual, os adubos orgânicos apresentam como principal problema a disponibilização lenta dos nutrientes em solução. Assim, as culturas de interesse comercial, que precisam da disponibilidade adequada de nutrientes em solução desde a emergência, poderão apresentar reduzir seu desenvolvimento em função do efeito gradual dos nutrientes disponibilizados pelos fertilizantes orgânicos.

A interação entre os adubos orgânicos e minerais, apresentam como benefícios a possibilidade de se substituir parte ou toda a adubação fosfatada com a adoção de adubos orgânicos (Santos et al., 2011), eleva os teores de matéria orgânica do solo, disponibiliza nitrogênio, fósforo, além de micronutrientes. Conciliando-se a adubação orgânica e mineral, é possível se dar um destino aos resíduos agroindustriais, reduzindo seu impacto no ambiente

(Malaquias e Santos, 2017), além de proporcionar rapidez na disponibilização do fósforo através da utilização dos adubos minerais solúveis e maior efeito residual com o uso dos adubos orgânicos.

Os corretivos de acidez do solo também são capazes de otimizar a eficiência dos fertilizantes fosfatados. Isto ocorre em função da redução da disponibilidade dos óxidos de ferro em função do aumento do pH do solo (Novais et al., 2007) de forma a reduzir os problemas relacionados com a formação de fósforo não lábil (Novais e Smyth, 1999). No caso do uso das escórias siderúrgicas, os ânions H_3SiO_4^- (disponibilizados em solução pelo corretivo) e H_2PO_4^- disputam o mesmo sítio de adsorção, logo, caso a reação do silicato se dê antes da aplicação dos adubos fosfatados, poderá haver uma menor fixação de fósforo (Pozza et al., 2007).

Objetivou-se avaliar corretivos de acidez do solo e tipos e combinação de fertilizantes orgânicos e minerais na correção da acidez do solo e na disponibilização de fósforo em um Latossolo Vermelho distrófico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no espaço experimental da Universidade Estadual de Maringá no campus de Umuarama – 23°47'26.7"S 53°15'24.5"W, na safra 2014/15. Segundo Köppen o clima predominante na região é o Cfa, clima subtropical com verão quente e chuvoso, e inverno seco. Utilizou-se com base experimental um Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013) de textura arenosa (120 g kg⁻¹ de argila), cuja caracterização química original está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1– Caracterização química original do Latossolo Vermelho distrófico típico que serviu como base experimental

pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC	P	V	m	M.O.	
CaCl	H ₂ O			cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³	%	g dm ⁻³
4,5	5,4	0,4	2,19	0,58	0,13	0,05	0,76	2,95	1,2	25,76	34,48	8,9	

Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ - extraídos com KCl mol L⁻¹; P, K – extraídos com Mehlich 1; H+Al – método SMP; m = saturação da CTC efetiva por alumínio. M.O. = matéria orgânica (método Walkley & Black).

Coletou-se o Latossolo original na profundidade de 0-20 cm, o qual foi peneirado (peneira de 4-6 mm), sendo disposto em vasos de 85 cm de altura por 54 cm de diâmetro. Foram feitos furos no fundo e ao redor do vaso (2 cm acima do limite de solo) para evitar problemas com acúmulo de água.

Os tratamentos consistiram da aplicação de dois corretivos de acidez do solo: calcário e silicato combinados com a aplicação de adubos fosfatados na dose de 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅:

vinhaça ($480 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), esterco de aves ($5,4 \text{ t ha}^{-1}$), superfosfato simples ($0,77 \text{ t ha}^{-1}$) e termofosfato magnésiano ($0,8 \text{ t ha}^{-1}$), $\frac{1}{2}$ esterco de aves + $\frac{1}{2}$ superfosfato simples; $\frac{1}{2}$ esterco de aves + $\frac{1}{2}$ termofosfato magnésiano; $\frac{1}{2}$ vinhaça + $\frac{1}{2}$ superfosfato simples e $\frac{1}{2}$ vinhaça + $\frac{1}{2}$ termofosfato magnésiano, foram propostas testemunhas com calcário e com silicato. O delineamento foi em fatorial 2×9 em blocos casualizados com quatro repetições.

Para efeito da correção de acidez aplicou-se calcário e silicato. Em relação ao calcário, utilizou-se a dose equivalente a $1,3 \text{ T ha}^{-1}$, enquanto ao silicato adotou-se a quantidade de $1,8 \text{ T ha}^{-1}$. Os corretivos foram peneirados (peneira de $0,210 \text{ mm}$) e distribuídos em cobertura nos vasos 48 dias antes da semeadura. Os valores obtidos levaram em consideração recomendação de Raij (2011) que sugere uma saturação por bases de 70 % para a cultura do milho.

As doses dos adubos minerais foram baseadas nos valores de garantia mínima de fósforo apresentadas pelo superfosfato simples com 18% de P_2O_5 e pelo termofosfato magnésiano com 17% de P_2O_5 . Considerando os adubos orgânicos, a dose de esterco de aves adotada levou em consideração os valores médios de $25,8 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ t}^{-1}$, conforme Pauletti e Motta (2017). Quanto à dose de vinhaça, levou-se em conta o valor estimado por Marques (2006) de $0,29 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ m}^{-3}$ visto que a vinhaça utilizada era de mosto de melaço.

O nitrogênio e o potássio foram aplicados de forma parcelada (3 parcelas), a cada 30 dias a começar pela semeadura, ao final do cultivo, totalizou-se 110 kg ha^{-1} de nitrogênio (uréia) e 170 kg ha^{-1} de potássio (cloreto de potássio).

Cultivou-se, nos vasos, milho BR 106 em consórcio com a braquiária BRS Piatã. Semeou-se o milho e após a emergência de plântulas procedeu-se com o desbaste a manteve-se 4 plantas por vaso; 20 dias após a semeadura do milho, semeou-se a braquiária entre as linhas do milho. A colheita do consórcio foi efetuada após 125 dias do plantio.

Após a colheita, o solo das parcelas foi amostrado (0-10 cm), seco e tamisado (2 mm) sendo determinado os valores de pH em cloreto de cálcio e dos teores de fósforo (Mehlich 1), todos conforme Tedesco et al. (1995).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas por Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A correção do solo com silicato de cálcio e calcário (Tabela 2) foram igualmente eficientes para a elevação do pH no solo. Isto está associado à composição dos silicatos que no solo comportam-se de forma similar aos carbonatos, sendo capazes de neutralizar o alumínio

trocável (Alcarde, 2005). Os valores de pH-CaCl₂ aumentaram de 4,1 para 5,5-6,0 com o uso de ambos corretivos, demonstrando eficiência em neutralizar a acidez do solo.

Apesar do silicato de cálcio apresentar uma solubilidade de 6,78 vezes maior que o calcário (Alcarde e Rodela, 2003), sua aplicação de forma única na testemunha silicato (Tabela 2) não foi tão eficiente em elevar o pH do solo quando compara-se com o tratamento que recebeu apenas calcário como corretivo (Figura 1). Segundo Alcarde (2005), o silicato de cálcio apresenta 86% da capacidade de neutralização do calcário, o que pode justificar o melhor efeito do calcário ao comparar-se os valores de pH obtidos.

Tabela 2 - Desdobramento da interação corretivos x tratamentos, referente ao pH em CaCl₂ após a análise do Latossolo Vermelho Distrófico típico corrigido com Calcário e Silicato submetido à fertilização orgânica e mineral, cultivado com milho em consórcio com braquiária

Tratamentos	Corretivos	
	Calcário	Silicato
	----- pH CaCl ₂ -----	
Testemunha	5,815 aA	5,593 aA
Superfosfato simples	5,455 aA	5,615 aA
Vinhaça	5,563 bA	5,748 aA
Termofosfato	5,725 aA	5,848 aA
Esterco	5,225 bA	5,465 aA
Vinhaça + Superfosfato simples	5,835 aA	5,615 aA
Vinhaça + Termofosfato	5,815 aA	5,905 aA
Esterco + Superfosfato simples	5,343 bB	5,758 aA
Esterco + Termofosfato	5,683 aA	5,425 aA
C.V. (%)	4,43	

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os silicatos ao serem aplicados no solo, fornecem ainda o ânion silício o qual compete com o ânion fosfato pelos mesmos sítios de adsorção, sendo que o silício apresenta uma maior eficiência e energia para competir pelos sítios de adsorção o que pode contribuir para um acréscimo dos teores de fósforo na solução do solo (Tabela 3) (Bognola, 2011). O calcário é capaz de elevar os valores de pH do solo, contribuindo para o aumento da capacidade de troca catiônica efetiva (CTC), o que proporciona a substituição de íons H⁺ por íons Ca⁺² e Mg⁺², sendo capaz de aumentar a disponibilidade de fósforo no solo (Tabela 3), uma vez que diminui os sítios de fixação do fósforo (Novais e Smyth, 1999).

Nos tratamentos onde foi utilizado silicato, o maior teor de fósforo disponível ocorreu com a aplicação de esterco + superfosfato simples, onde os teores foram de aproximadamente 33 mg kg⁻¹ de P₂O₅ disponível (Tabela 3). Isto pode ter ocorrido devido à rápida disponibilização do fósforo pelo adubo mineral adotado e pelo esterco de aves, que quando

empregado como adubo orgânico é capaz de aumentar a CTC do solo aumentando a disponibilidade de nutrientes advindo de adubações minerais (Ciotta et al., 2003). A mineralização do esterco de aves pode ter sido acelerado pelo uso do superfosfato simples o qual apresenta baixa acidez após sua industrialização, pela reação com o ácido sulfúrico (Malavolta et al., 2002), seu pH situa-se entre 3,0 e 4,0 após sua fabricação (Trani et al., 2008), o que pode ter facilitado a mineralização do adubo orgânico em combinação neste tratamento.

Outro tratamento com destaque para os teores de fósforo quando aplicou-se silicato, foi o superfosfato simples, que demonstrou valores próximos a $27 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$. Isto pode ser atribuído a presença de enxofre no fertilizante uma vez que o sulfato compete pelos mesmos sítios de adsorção do fósforo (Carvalho, 2012).

Tabela 3 - Desdobramento da interação corretivos x tratamentos, referente aos teores de fósforo após a análise do Latossolo Vermelho Distrófico típico corrigido com Calcário e Silicato submetido à fertilização orgânica e mineral, cultivado com milho em consórcio com braquiária

Tratamentos	Corretivos	
	Calcário	Silicato
	----- Teores de fósforo mg kg^{-1} -----	
Testemunha	5,84 dA	5,60 gA
Superfosfato simples	19,69 aB	27,16 bA
Vinhaça	7,41 dA	6,78 gA
Termofosfato	19,76 aA	20,56 cA
Esterco	14,77 cA	13,57 eA
Vinhaça + Superfosfato simples	17,50 bA	16,81 dA
Vinhaça + Termofosfato	13,48 cA	11,46 fB
Esterco + Superfosfato simples	15,50 cB	33,83 aA
Esterco + Termofosfato	13,67 cA	15,25 dA
C.V. (%)	8,30	

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para os tratamentos onde adotou-se o calcário como corretivo de solo, os tratamentos que destacaram-se foram termofosfato e superfosfato simples, apresentando teores entre 19,76 e 19,69 mg de P_2O_5 disponível, considerados altos para solos com teor de argila inferior a 250 g kg^{-1} (Pauletti e Motta, 2017), o que comprova a eficiência dos fertilizantes avaliados. Os valores encontrados podem ser resultantes da aplicação dos adubos minerais, os quais apresentam fósforo de maneira prontamente disponível para as plantas.

Ao comparar-se as médias do tratamento vinhaça + termofosfato com corretivo calcário ao tratamento com silicato, observa-se que a parcela onde adotou-se calcário, demonstrou um maior teor de fósforo ($13,48 \text{ mg kg}^{-1}$ de P_2O_5) do que aquela onde aplicou-se silicato ($11,46 \text{ mg kg}^{-1}$ de P_2O_5). Isto pode ter ocorrido pelo efeito de mineralização da vinhaça, a qual, por ser

fertilizante orgânico, aumenta a CTC e pode contribuir para o aumento dos teores de fósforo (Silva et al., 2007).

O uso de superfosfato simples com o corretivo silicato foi mais eficiente em disponibilizar fósforo ($27,16 \text{ mg kg}^{-1}$ de P_2O_5), quando compara-se com o mesmo tratamento utilizando-se calcário como corretivo ($19,69 \text{ mg kg}^{-1}$ de P_2O_5). Segundo Queiroz (2006), caso o superfosfato simples apresente elevada acidez livre, pode afetar a eficácia do fósforo empregado. Nesta perspectiva, a mescla de silicato de cálcio com o superfosfato simples, seria capaz de diminuir a acidez livre e elevar o efeito do fósforo adicionado ao sistema.

Por fim, o tratamento que recebeu esterco + superfosfato simples também diferiu quanto ao corretivo adotado, tendo se destacado o teor de fósforo encontrado na parcela que recebeu silicato como corretivo ($33,83 \text{ mg kg}^{-1}$ de P_2O_5), conforme abordado acima na discussão. O tratamento que recebeu calcário apresentou um pH de 5,34 enquanto que o tratamento que recebeu silicato apresentou um pH de 5,7, onde os valores de fósforo disponíveis em solução aumentam significativamente até o valor próximo a 6,5, quando sua disponibilidade em solução é reduzida pelo efeito de retrogradação do fósforo (Novais et al., 2007).

CONCLUSÕES

1. Os corretivos de acidez adotados foram eficientes em elevar o pH do solo em CaCl_2 .
2. Quanto aos teores de P, os tratamentos que destacam-se para o corretivo silicato foram o superfosfato simples e a combinação esterco + superfosfato simples. Os tratamentos que receberam calcário como corretivo, apresentaram os maiores teores de P nas parcelas que receberam com superfosfato simples e o termofosfato magnésiano.

REFERÊNCIAS

ABRACAL, Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola. **Consumo de calcário deve repetir 2016, avalia Abracal**. Porto Alegre: ABRACAL, 2017. Disponível em: < <http://www.abracal.com.br/noticia/101/consumo-de-calcario-deve-repetir-2016-avalia-abracal.html> >. Acesso em 02 abr. 2018.

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas por J. C. Alcarde**. São Paulo: ANDA, 2005. 24p. (ANDA. Boletim Técnico, 6).

ALCARDE, J.A., & RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N. et al. (Eds.) **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 291-334.

BOGNOLA, I.A., CLASEN, L.A., FRANCISCON, L., GAVA, J.L., DEDECEK, R.A., & SILVA, F.M. Aplicação de silicatos de cálcio e de potássio e o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n.66, p.83-92. 2011.

CALONEGO, J.C., MORA, V.S., SANTOS, C.H., & OLIVEIRA, L. de. Calagem e silicatagem em solo incubado com diferentes umidades. **Colloquium Agrariae**, São Paulo, v.8, n.2, p.46-56, 2012.

CARVALHO, B.G. Interação entre fósforo, silício e enxofre em um Latossolo e biodisponibilização de fósforo de fontes de baixa solubilidade por processos de compostagem. **Dissertação (mestrado)** Universidade Federal de Viçosa, Rio Parnaíba. 57f. 2014. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2034/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 12 de abr. de 2018.

CIOTTA, M.N., BAYER, C., FONTOURA, S.M.V., ERNANI, P.R., & ALBUQUERQUE, J.A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.

COMISSÃO DE QÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

GUADANIN, E.C., JUNIOR, L.S., SILVA, V.P., & SOUZA, M.A.S. Uso de fosfatos de alta e baixa solubilidade no crescimento e produção do braquiário no 1º corte. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba 2009, São José do Campos. **Anais**. São José dos Campos: Univap, 3p.

KORNDÖRFER, G.H., & SOUSA, R.T.X. Recuperação do fósforo aplicado no solo de fontes solúveis e insolúveis em água. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia. v.6, n.11, p.8-16. 2010.

MALAQUIAS, C.A.A., & SANTOS, A.J.M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista PUBVET**, Maringa, v.11, n.5, p.501-512. 2012

MALAVOLTA, E., GOMES, F. P., & ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. p.29- 110.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anexo 1 – Especificações dos fertilizantes simples**. 20/01/2017.

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

MARQUES, M.O. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. IN: SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JANDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de Cana-de-açúcar**. 415 p. Piracicaba, 2006.

NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L., CANTARUTTI, R.B., & NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. SBCS, Viçosa, 2007. 1 ed. 1017p.

PAULETTI, V., & MOTTA, A.C.V. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482 p.

PINTO, F.A. **Sorção e dessorção de fósforo em solos de Cerrado**. 2012. 46p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí. 2012. Disponível em <<https://posagronomia.jatai.ufg.br/up/217/o/Flávio.pdf?1352468756>>. Acesso em 06 de abr. de 2018.

POZZA, A.A.A., CURI, N., COSTA, E.T.S., GUILHERME, L.R.G., MARQUES, J.J.G.S.M., & MOTTA, P.E.F. Retenção e dessorção competitivas de ânions inorgânicos em gibbsita natural de solo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1627-1633, nov. 2007.

QUEIROZ, A.A. **Interação do silicato de cálcio e magnésio granulado em mistura com os adubos fosfatados solúveis**. 2006. 119p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. 2006.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 1ed. 2011. 420p.

SANTOS, D.H., Silva, M.A., TIRITAN, C.S., FOLONI, J.S.S. & ECHER, F.R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.5, p.443-449. mai. 2011.

SILVA, M.A.S., GRIEBELER, N.P., & BORGES, L.C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.108-114, 2007.

TRANI, P.E., CAMARGO, M.S., TRANI, A.L., & PASSOS, F.A. **Superfosfato simples com esterco animal: um bom fertilizante organomineral**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/organomineral/index.htm>. Acesso em: 12 de abr. de 2018;

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H., & VOLWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).

USDA. Foreign Agricultural Service. **Global Agricultural Information Network**. Gain Report n. BR 1801. 2018, 7p. Disponível em: <usdabrazil.org.br/pt-br/reports/grain-and-feed-update-12.pdf>. Acesso em 06 abr. 2018.