

Ano 12, Vol XXIII, Número 2, Jul-Dez, 2019, p. 125-139.

CALCÁRIO LÍQUIDO E CONVENCIONAL NA CORREÇÃO DA ACIDEZ ATIVA DE SOLOS COM DIFERENTES TEXTURAS

Bruno Campos Mantovanelli
Augusto César de Arruda Santana
Jefrejan Souza Rezende
Max Kleber Laurentino Dantas
Emídio Cantídio Almeida de Oliveira

RESUMO: A acidez dos solos é considerada um dos fatores limitantes para produção vegetal, alternativas como a calagem utilizando-se de diferentes produtos é uma alternativa de atenuar estes efeitos. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes doses de calcário líquido, ao longo do tempo, em comparação ao calcário convencional na correção do pH em solos com diferentes texturas. O estudo foi realizado em casa de vegetação do departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em Recife-PE, no período de Outubro a Novembro de 2015. Os solos utilizados no experimento foram coletados em áreas representativas de produção de cana-de-açúcar da região, na camada 0,0 – 0,2 m. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial (3 x 4) + 1 formados pela combinação de três tipos de solo (textura arenosa, média e argilosa) e quatro doses de calcário líquido (0; 5; 10 e 20 L. ha⁻¹), além da testemunha (aplicação de calcário convencional), totalizando 52 unidades experimentais. Após incorporação do calcário 0,5 Kg de solo foi acondicionado em sacos plásticos e incubados por 30 dias com teor de umidade próximo à capacidade de campo. Nesse período, foram realizadas, semanalmente as análises de pH em solução do solo na proporção 1:2,5. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P = 0,05) e análise de regressão. Os resultados demonstraram a ineficiência do calcário líquido a períodos superiores a 14 dias, indicando assim a sua utilização como complemento ao calcário mineral, o qual apresenta reação e efeito residual por períodos mais longos no solo.

Palavras-chave: produção vegetal, pH, efeito residual.

LIQUID LIMESTONE AND CONVENTIONAL IN CORRECTING ACTIVE ACIDITY OF DIFFERENT TEXTURES SOILS

ABSTRACT: Soil acidity is considered one of the limiting factors for crop production, liming using different products is an alternative to mitigate these effects. The objective of this study was to evaluate the efficiency of different doses of liquid limestone over time compared to conventional limestone in the pH correction in soils with different textures. The study was

conducted in a greenhouse of the Department of Agronomy of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE) in Recife-PE, from October to November 2015. The soils used in the experiment were collected in representative areas of sugarcane production. sugar cane of the region, in the layer 0,0 - 0,2 m. The experimental design was completely randomized, with four replications. The treatments were arranged in a factorial scheme (3 x 4) + 1 formed by the combination of three soil types (sandy, medium and clay texture) and four doses of liquid limestone (0, 5, 10 and 20 L. ha⁻¹), besides the control (application of conventional limestone), totaling 52 experimental units. After incorporation of lime 0.5 kg of soil was stored in plastic bags and incubated for 30 days with moisture content close to field capacity. During this period, pH analyzes in soil solution were performed weekly at a ratio of 1: 2.5. Data were subjected to analysis of variance by the F test (P = 0.05) and regression analysis. The results demonstrated the inefficiency of liquid limestone for periods longer than 14 days, thus indicating its use as a complement to mineral limestone, which presents reaction and residual effect for longer periods in the soil.

Keywords: crop yield, pH, residual effect.

INTRODUÇÃO

Regiões tropicais que apresentam condições edafoclimáticas que possibilitem um elevado grau de intemperismo do solo formam, na grande maioria, solos mais intemperizados e conseqüentemente mais desenvolvidos. No Brasil os solos classificados como Latossolos e Argissolos que são, consideravelmente, mais intemperizados correspondem 58% de todo o território nacional (EMBRAPA, 2011). Por conseqüências do intemperismo nos solos tropicais, podem-se observar solos profundos, com baixa fertilidade natural (BRILHANTE, et al., 2017) e ácidos por conseqüência da lixiviação das bases e podendo até, em algumas ocasiões, serem saturados no complexo de troca por alumínio que resultará em uma redução do potencial produtivo dos vegetais (ECCO et al., 2014).

A acidez extrema dos solos é considerada um dos fatores mais limitantes para produção vegetal devido a interferências desse atributo na fertilidade natural dos solos e conseqüentemente na eficiência na adubação, sendo necessária uma correção desses solos para uma melhor adequação das condições para obter um bom desenvolvimento das culturas (PAULETTI et al., 2014; MANTOVANELLI et al. 2016). Nesse contexto, a aplicação do calcário convencional, por meio da prática da calagem, é considerada a o método mais eficiente, prático e econômico para a correção da acidez ativa (pH) do solo

(SOUZA et al., 2011). Além disso, pode fornecer Ca^{2+} e Mg^{2+} , diminuir os efeitos tóxicos de Al^{3+} , Mn^{2+} e Fe^{2+} e aumentar a disponibilidade dos nutrientes que acarretará maiores produtividades das culturas ao longo do tempo (COSTA et al., 2016). No entanto, a necessidade de incorporação do calcário, devido à baixa solubilidade e o tempo de reação de neutralização, consideravelmente longo tem sido fatores limitantes a essa prática. (CHURKA BLUM et al., 2013).

Em evolução ao uso do calcário comum, foi desenvolvido o calcário líquido, que de acordo com os fabricantes é um produto com dimensões em nano partículas com potencial para uma rápida ação neutralizante da acidez do solo, devido à elevada solubilidade, ação fertilizadora de Ca^{2+} e Mg^{2+} , excelente custo benefício e fácil manipulação e aplicação. Fato que tem despertado interesse da comunidade científica (BURG et al., 2013; BAMBOLIM et al., 2015)

Estudos realizados com o objetivo de detectar o efeito do calcário líquido na correção da acidez do solo e conseqüentemente no aumento da produtividade das culturas são incipientes e discordantes. Burg et al. (2013) e Bambolim et al. (2015) não encontraram aumento do pH do solo e da saturação por bases do solo, observando apenas elevação nos teores de Ca^{2+} . Em contra partida Nascente e Cobucci (2015) e Quartzareni et al. (2015) e obtiveram resultados promissores da aplicação do calcário líquido no aumento do pH, neutralização do Al^{3+} e no aumento da produção do feijoeiro e cafeeiro, respectivamente.

Diante da eficiência em potencial do calcário líquido em comparação ao calcário convencional, e da escassez de estudos, principalmente em solos de diferentes texturas, esse estudo torna-se relevante. Com base nisto, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes doses de calcário líquido, ao longo do tempo, em comparação ao calcário convencional na correção do pH em solos com diferentes texturas.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em casa de vegetação e no laboratório de microbiologia do departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em Recife-PE (08° 01' 00" S; 34° 56' 40" W), no período de Outubro a Novembro de 2015. Os solos utilizados no experimento foram coletados em áreas representativas de produção de cana-de-açúcar da região, na camada 0,0 – 0,2 m. Os mesmos foram secos a sombra, destorroados e peneirados em malha de 2 mm. Uma amostra de cada solo foi retirada para

determinação da análise granulométrica e densidade do solo de acordo com o método da pipeta e proveta, respectivamente, segundo os procedimentos recomendados por Donagema et al. (2011) (Tabela 1).

Tabela 1: Classe textural, frações texturais e densidade do solo (Ds) em amostras de solo coletadas na camada 0,0 – 0,2 m em áreas representativas de produção de Cana-de-açúcar em Pernambuco

Classe textural	Atributos físicos Frações texturais (g kg ⁻¹)			Ds (Mg m ⁻³)
	Areia	Silte	Argila	
Areia-Franca	845	98	57	1,61
Franco-Argilosa	300	300	400	1,37
Argila	68	387	545	1,43

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial (3 x 4) + 1 formados pela combinação de três tipos de solo (textura arenosa, média e argilosa) e quatro doses de calcário líquido (0; 5; 10 e 20 L. ha⁻¹), além da testemunha (aplicação de calcário convencional), totalizando 52 unidades experimentais.

A dose de referência foi determinada com base na recomendação de adubação e calagem do estado de Pernambuco (Cavalcanti et al., 2008), sendo aplicados 0,63; 0,92 e 1,11g de calcário por 0,5 kg de solo para os solos de textura arenosa, média e argilosa, respectivamente. As doses de calcário líquido utilizadas foram derivadas a partir da dose indicada pelo fabricante, considerando a equivalência de 5 L do produto por uma tonelada de calcário convencional.

O calcário convencional foi incorporado as unidades experimentais. O calcário líquido foi diluído com água suficiente para elevar a capacidade de campo e com isso aplicado em superfície. A diluição utilizada foi na proporção de 10L de calcário líquido em 200 mL de água.

Após a incorporação do calcário 0,5 Kg de solo acondicionado em sacos plásticos e incubados por 30 dias com teor de umidade próximo à capacidade de campo. Nesse período, foram realizadas, semanalmente as análises de pH, com eletrodo de vidro em solução do solo na proporção 1:2,5 em água destilada de acordo com os procedimentos recomendados por Donagema et al. (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P = 0,05) e análise de regressão, utilizando o programa estatístico R (2015). Na análise de regressão, os coeficientes dos componentes de cada modelo foram testados, escolhendo-se os modelos significativos com maior coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das Tabelas (2; 3; 4 e 5) são apresentados os resultados de variância das regressões para as diferentes aplicações e dias de incubação para calcário líquido e convencional. Considerando a classe textural areia franca com a aplicação de calcário líquido houve efeito de significância ($p < 0,05$) apenas aos 21 dias ($p = 0,045$) (Tabela 1). O efeito de significância na classe textural areia franca foi evidenciada apenas aos 7 dias ($p = 0,002$) e aos 28 dias ($p = 0,001$) (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta que para a classe textural argilosa não houve significância para as doses em nenhum período de incubação, evidenciando assim a condição de inviabilidade ou longos períodos de resposta em solos com esta condição textural. Considerando a aplicação com calcário convencional (Tabela 4), fica evidente a relação de significância e resposta positiva no pH nos solos para todas as texturas, evidenciando

assim condição de significância de $p = 0,04$; $p = 0,032$ e $p = 0,012$ respectivamente as texturas de areia franca, franco argilosa e argilosa. A resposta inicial para as diferentes aplicações de calcário (líquido e convencional), é evidente nos ajustes estatísticos, ficando evidente que a resposta a diferentes classes texturais é afetada pelo uso e em concentrações variadas.

Tabela 2: Quadro de variância das regressões para pH em solo de textura areia franca para diferentes dias de incubação a partir das doses de calcário líquido.

7 DIAS					
Fonte	GL	QM	SQ	F	Pr > F
Modelo	1	146,09	146,09	4,02	0,18 ^{ns}
Erro	2	72,66	36,33		
Total	3	218,75			
14 DIAS					
Modelo	1	193,65	193,65	15,43	0,06 ^{ns}
Erro	2	25,10	12,55		
Total	3	218,75			
21 DIAS					
Modelo	1	199,55	199,55	20,78	0,045 [*]
Erro	2	19,20	9,60		
Total	3	218,75			
28 DIAS					
Modelo	1	166,05	166,05	6,30	0,13 ^{ns}
Erro	2	52,70	26,35		
Total	3	218,75			

GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio dos resíduos; SQ = soma dos quadrados; *Significativo 5%; ns = não significativo.

Tabela 3: Análise de variância das regressões para pH em solo de textura franco argilosa para diferentes dias de incubação a partir das doses de calcário líquido.

7 DIAS					
Fonte	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Modelo	1	217,71	217,71	417,30	0,002 [*]
Erro	2	1,04	0,52		
Total	3	218,75			

14 DIAS					
Modelo	1	177,97	177,97	8,73	0,10 ^{ns}
Erro	2	40,78	20,39		
Total	3	218,75			
21 DIAS					
Modelo	1	197,06	197,06	18,17	0,05 ^{ns}
Erro	2	21,69	10,84		
Total	3	218,75			
28 DIAS					
Modelo	1	218,29	218,29	945,00	0,001*
Erro	2	0,46	0,23		
Total	3	218,75			

GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio dos resíduos; SQ = soma dos quadrados; *Significativo 5%; ns = não significativo.

Tabela 4: Análise de variância das regressões para pH em solo de textura argilosa para diferentes dias de incubação a partir das doses de calcário líquido.

7 DIAS					
Fonte	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Modelo	1	113,58	113,58	2,16	0,28 ^{ns}
Erro	2	105,17	52,59		
Total	3	218,75			
14 DIAS					
Modelo	1	192,42	192,42	14,61	0,06 ^{ns}
Erro	2	26,33	13,17		
Total	3	218,75			
21 DIAS					
Modelo	1	189,03	189,03	12,72	0,07 ^{ns}
Erro	2	29,72	14,86		
Total	3	218,75			
28 DIAS					
Modelo	1	150,70	150,70	4,43	0,17 ^{ns}
Erro	2	68,05	34,02		
Total	3	218,75			

GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio dos resíduos; SQ = soma dos quadrados; *Significativo 5%; ns = não significativo.

Tabela 5: Análise de variância das regressões para pH para diferentes dias de incubação para calcário mineral.

AREIA FRANCA					
Fonte	GL	QM	SQ	F	Pr > F
Modelo	1	226,40	226,40	24,34	0,04*

Erro	2	18,60	9,30		
Total	3	245,00			
FRANCO ARGILOSO					
Modelo	1	229,34	229,34	29,29	0,032*
Erro	2	15,66	7,83		
Total	3	245,00			
ARGILOSO					
Modelo	1	238,97	238,97	79,32	0,012*
Erro	2	6,03	3,01		
Total	3	245,00			

GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio dos resíduos; SQ = soma dos quadrados; *Significativo 5%.

A Figura 1 apresenta os gráficos de regressão para as diferentes texturas e dias de incubação. Os valores de r^2 apresentaram-se satisfatoriamente bons para representar as diferentes faixas de evolução do pH nas diferentes doses, esta variação ocorreu de 0,72 a 0,99, evidenciando assim a resposta satisfatória. O efeito na evolução do pH com as diferentes aplicações de calcário líquido foi notoriamente visível para as diferentes texturas utilizadas nestes estudo, havendo uma resposta substancial aos 14 dias após incubação (pH = 8,34) para a dose de 20 L em solo de textura areia franca, neste mesmo período também houve evolução para solo de textura franco argiloso (pH = 6,44) e argiloso (pH = 7,07).

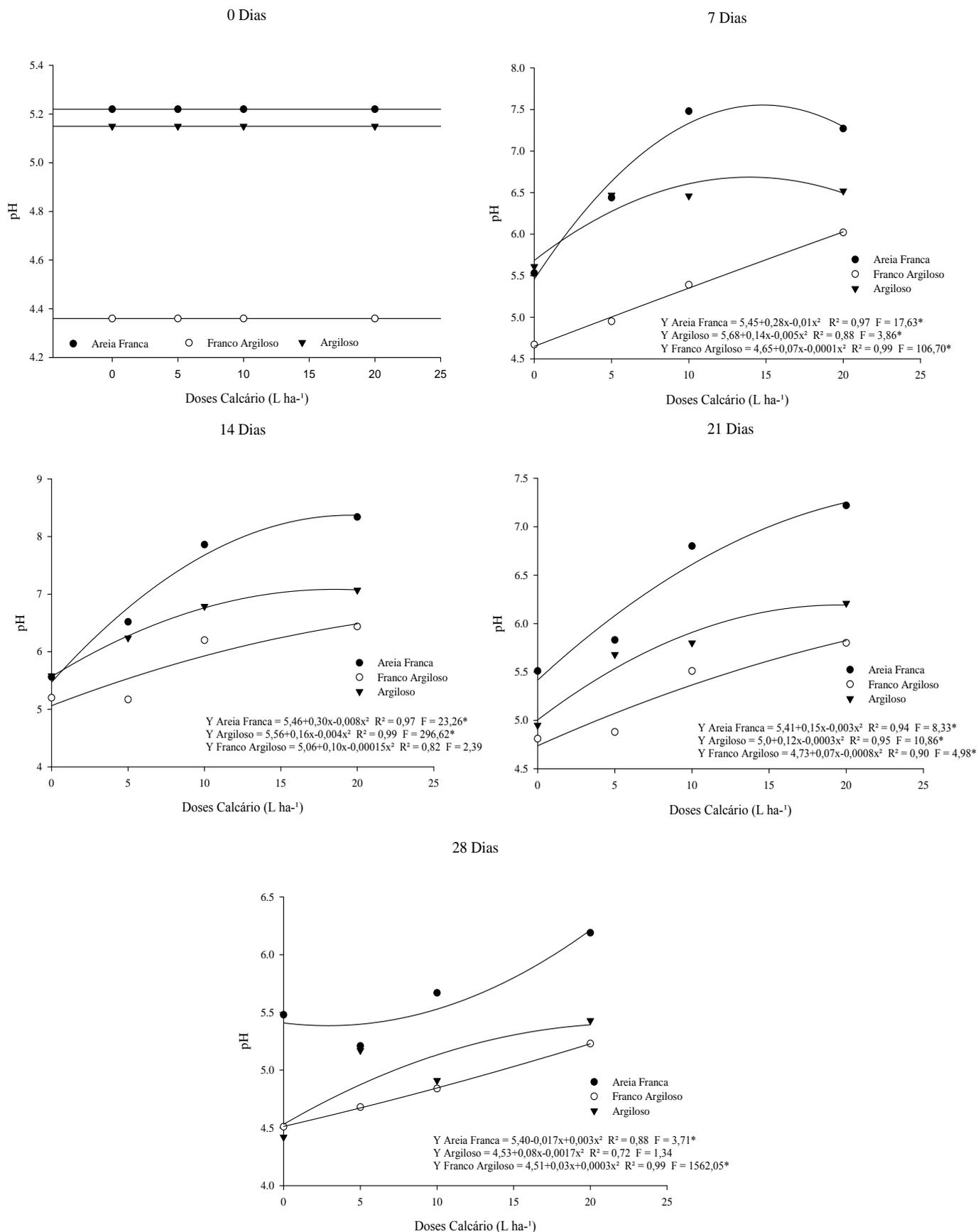


Figura 1: Gráficos de regressão para os diferentes dias de incubação em função de doses de calcário líquido em solos com diferentes texturas.

A resposta de solos de textura areia franca com a aplicação de calcário líquido, atinge patamares muito elevados aqueles recomendados a faixa de pH entre 5,5 a 6,0 consideradas adequadas ao desenvolvimento da maioria das culturas comerciais, esta condição é evidente devido à baixa energia de retenção nos sítios de trocas, havendo assim a facilidade de saturação pelas nanopartículas de Ca e Mg, este resultado se torna ainda mais evidente conforme já destacado aos 14 dias, e logo, decresce drasticamente aos 28 dias (pH = 6,19), sendo ainda superior ao valor inicial (pH = 5,53).

Ao contrário do observado em solo de textura areia franca, solo com textura argilosa respondeu inferior na evolução do pH, mas, em termos de capacidade de reter Ca e Mg em seus sítios de trocas, é evidente a capacidade de solos argilosos em manter um padrão de resposta e liberação destes elementos. Resultados inferiores foram demonstrados em solos de textura franca, o poder de reação do calcário líquido em função do fracionamento granulométrico evidente nesta classe de solo, evidencia que a reação ocorre lentamente.

Conforme destacado em Silva (2009), quando o pH do solo alcança valores próximos a 5,5, o teor de Al trocável é praticamente zero. No entanto, em solos com pH 5,0 pode haver concentração de alumínio em níveis tóxicos para muitas plantas cultivadas. Em termos de efeitos negativos ao crescimento das plantas, o efeito primário da toxidez por Al se faz sentir no sistema radicular, e se caracteriza pela ocorrência de raízes curtas ou grossas; inibição do crescimento das raízes, as quais adquirem coloração castanha; raízes laterais engrossadas e reduzida formação de pelos radiculares e predisposição da planta injuriada a infecções por fungos.

Nas condições do presente estudo, a aplicação de solução de micropartículas de carbonato pode proporcionar a reação do calcário com o solo, de modo mais rápido onde serão emitidas as raízes, aumentar-lhe o pH e a disponibilidade de nutrientes essenciais nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, com consequentes incrementos na produtividade da cultura, dependendo muito das condições futuras do solo.

Em termos de doses adequadas, o estudo demonstrou uma enorme variação, sendo um fator de extrema importância na condução de estudos futuros nesta temática.

Considerando as faixas adequadas de pH dentro dos limites entre 5,5 a 6,0; nota-se que para solos com textura areia franca faixa de aplicação em 5 L é considerada adequada, visto que ocorre evolução na ordem de $6,44 > 6,52 > 5,83$ respectivamente aos 7; 14 e 21 dias após incorporação; em solo de textura argilosa a dose de 5 L apresente a mesma resposta com valores de $6,47 > 6,24 > 5,68$ aos 7; 14 e 21 dias, enquanto que, para solos de textura franco argilosa não é descartada a aplicação de 20 L, pois a ordem aos 7; 14 e 21 dias foi respectivamente de 6,02; 6,44 e 5,80. A condição de não resposta de aplicação de calcário líquido em solos de textura franca, também foi evidenciada em Bambolim et al. (2015), os quais constataram mesmo após aplicação de 20 L a não resposta na evolução do pH, os quais associam este resultando a concentração de OH^- contida no produto é muito inferior à sua capacidade de neutralizar os íons H^+ em solo de textura franca ou média.

O poder de reatividade do calcário líquido é algo a ser questionado, pois, nas condições do presente estudo a partir dos 21 e 28 dias, em todas as classes texturais, ocorre redução no valor do pH, ficando evidente que a ação de micropartículas de carbonato tem efeito residual curto no solo, sendo instantânea a reação no início da aplicação em um curto período de tempo, como nestes caso. No solo de textura areia franca o máximo valor atingido aos 14 dias ($\text{pH} = 8,34$), reduziu drasticamente a 6,14 aos 28 dias, um decréscimo de 2,2 unidades, enquanto que para solo de textura argilosa este decréscimo foi de 1,65 unidade e em solo de textura franco argiloso de 1,2 unidade. Estes valores indicam que o processo de reacidificação do solo ocorre de forma significativa após os 14 dias e em curto período de tempo, indicando que a reaplicação de calcário para a correção do solo é necessária para garantir produtividades satisfatórias.

Conforme destacado por Nascente & Cobucci (2015), enquanto o calcário convencional tem tamanho de partículas variando de $50\% < 0,3 \text{ mm}$ e $50\% > 0,3 \text{ mm}$, as micropartículas têm entre 0,0001 e 0,0002 mm, assim, quando se utiliza calcário na forma de micropartículas, tem-se a intenção de influenciar somente o solo em um curto período de tempo, o que pode melhorar as condições para o desenvolvimento inicial da cultura. Em relação a questão da proporcionalidade, a quantidade de corretivo contida em 5 L (recomendação para solos de textura arenosa e argilosa), é em torno de 250 vezes menor que em uma tonelada de calcário, mesmo considerando a maior

reatividade, seja pelo tamanho das partículas ou pela fonte de Ca (óxido), a quantidade de corretivo aplicada na lavoura é irrisória.

Atualmente, a disponibilidade de novos produtos para realização da calagem tem despertado interesse da comunidade científica, dentre esses o calcário líquido. Entretanto, após a aplicação do calcário líquido em pesquisas iniciais, não tem se verificado aumento do pH do solo ou na elevação da saturação por bases, apenas aumento no teor de Ca (BURG et al., 2013; BAMBOLIM et al., 2015). Também, o calcário líquido deve ser recomendado para aplicação de forma complementar, considerando principalmente a textura do solo, devido as variações de efeito tampão, assim como as necessidades iniciais das principais culturas de interesse. Assim sendo, deve-se atentar aos produtores sobre utilizarem tal tecnologia da forma recomendada pelo fabricante, pois a sua viabilidade a longos períodos tem viabilidade técnica nessas condições de uso.

A Figura 2 apresenta as regressões para a aplicação com calcário mineral para os diferentes dias de incubação na evolução do pH para as diferentes texturas. A tendência de evolução do pH para as diferentes classes texturais, por períodos mais longos é evidente, ao contrário do que foi mostrado para o calcário líquido. O crescimento é linear, evidenciado pelos ajustes no r^2 com valores de 0,94 (areia franca), 0,97 (franco argiloso) e 0,90 (argiloso), evidenciando assim que a resposta tende a ser aceitável até os 28 dias de avaliação, isto ainda demonstra que, estes resultados tendem a variar adequadamente até aos 90 dias, tempo este considerado adequado para a reação do calcário mineral no solo (dolomítico, calcítico ou filler). A resposta de evolução do pH é semelhante aos encontrados com a aplicação de calcário líquido, estando na ordem de areia franca > argiloso > franco argiloso, ficando evidente a relação da distribuição do tamanho de partículas das diferentes texturas nos complexos de trocas do sistema coloidal.

Desta forma, conforme destacado em Araújo et al. (2009), das características relacionadas com a qualidade dos corretivos da acidez, apenas duas têm sido consideradas: o teor de neutralizantes e a granulometria. A granulometria tem sido determinada em termos de capacidade de reação no solo por curtos períodos de tempo, desconsiderando-se o efeito residual. A reatividade apresenta apenas uma relação

parcial com a qualidade, não devendo refletir necessariamente na eficiência de um corretivo.

Considerando a tendência de evolução para solo de textura argilosa, este comportamento tende a ser linear atingindo valores de pH ligeiramente superior a 6,0 aos 90 dias, enquanto que solos com textura arenosa tendem a apresentar uma resposta quadrática antes aos 90 dias. Isto se deve muito em função de as partículas de solos argilosos serem carregadas eletroquimicamente, e reagem fortemente com as superfícies carregadas dos colóides do solo, havendo uma “penetração” na estrutura das partículas de calcário no solo, fazendo com que a eletroquímica das superfícies dos grupos funcionais modifique-se (BARROW, 1999).

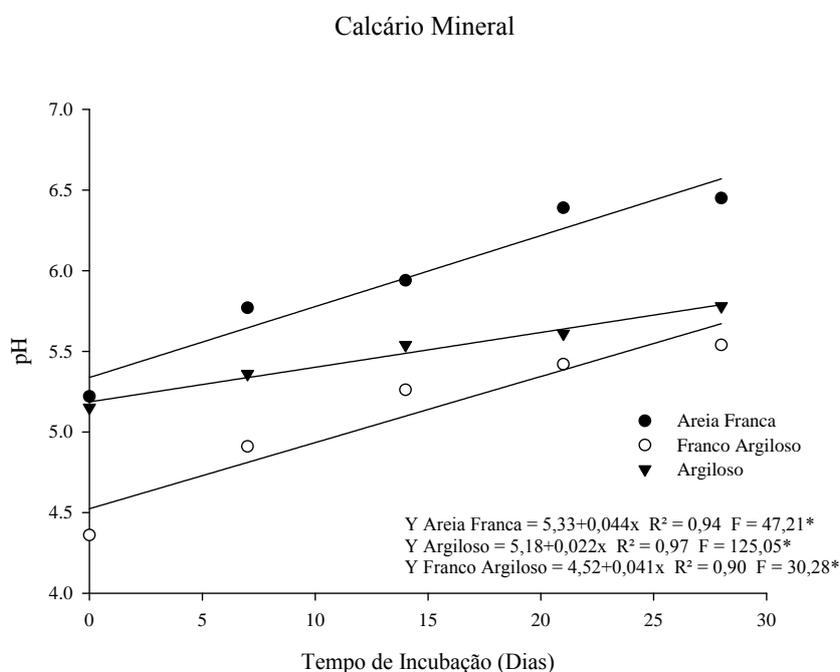


Figura 2. Regressões para os diferentes dias de incubação em função de doses de calcário mineral em solos com diferentes texturas.

CONCLUSÕES

Diante das novas tecnologias disponíveis no mercado, o calcário líquido tem recebido alguns destaques, positivos e negativos no contexto científico. Nas condições deste estudo evidenciou-se que em diferentes texturas, o poder de reação do calcário líquido responde de forma quase que semelhante, mas com respostas acentuadas em solos de textura arenosa e argilosa. Mas este fator é limitado a um curto período de

avaliação até aos 14 dias, sendo pós este período, perdendo efetivamente o poder de reação em função do não efeito residual em função do tamanho das micropartículas e associação com diâmetro de partículas texturais.

Resultado inverso foi obtido para aplicação com calcário mineral, em que, a resposta de evolução do pH é linear para as diferentes classes texturais, sendo um fator que pode aos 90 dias chegar a uma condição adequada, devido a associação de disponibilidade hídrica adequada com a reatividade no solo.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, S. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; GARBUIO, F. J. Aplicação de calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p. 1755-1764, 2009.
- BAMBOLIM, A.; CAIONE, G.; SOUZA, N. F.; SEBEN-JUNIOR, G. F.; FERBONINK, G. F. Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.2, n.3, p.34-38, 2015.
- BRILHANTE, S. A.; SANTOS, J. C. B.; SANTOS JÚNIOR, V. S.; ARAÚJO, J. K. S.; FILHO, M. R. R.; CORRÊA, M. M. Weathering of rhyolites and soil formation in an atlantic forest frangment in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, p. 1-18, 2017.
- BURG, G.; DEAK, E.; SCHMIDT, M. R.; BEUTLER, A. N.; GALON, L.; GIACOMELI, R. Efeito do calcário líquido nas características químicas do solo. **Revista Salão de Pesquisa**, v. 5 n. 2, p. 93, 2013.
- CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 2ª aproximação. 3.ed. Recife, IPA, 2008. 212p.
- CHURKA BLUM, S.; CAIRES, E. F.; ALLEONI, L. R. F. Lime and phosphogypsum application and surface retention in subtropical soils under no-till system. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.13, p. 279-300, 2013.
- COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; NETO, J. F.; CASTRO, G. S. A. Residual effects of superficial liming on tropical soil under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p.1633-1642, 2016.
- DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M (2011). **Soil analysis methods manual**. Embrapa, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- ECCO, M.; SANTIAGO, E. F.; LIMA, P. R. Respostas biométricas em plantas jovens de cana-de-açúcar submetidas ao estresse hídrico e ao alumínio. **Comunicata Scientiae**, v.5, p. 59-67, 2014.

MANTOVANELLI, B. C.; CAMPOS, M. C. C.; ALHO, L. C.; FRANCISCON, U; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, L. A. C. Distribuição espacial dos componentes da acidez do solo em área de campo natural na região de Humaitá, Amazonas. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 14, p. 01-09, 2016.

NASCENTE, A. S.; COBUCCI, T. Calcário na forma de micropartículas aplicado no sulco de semeadura aumenta produtividade do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 1-12, 2015.

PAULETTI, V.; PIERRI, L.; RANZAN, T.; BARTH, G.; MOTTA, A. C. V. Efeito em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 495-505, 2014.

R CORE TEAM (2015). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SILVA, C. F. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. São Paulo: Embrapa, 2009. 627 p.

Recebido: 30/9/2019. Aceite: 13/11/2019.

Sobre os autores:

Bruno Campos Mantovanelli – Doutorando em Ciência do Solo - Universidade Federal de Santa Maria.

Contato: brunomantovanelli21@gmail.com

Augusto César de Arruda Santana – Doutorando em Ciência do Solo - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Contato: augusto.arruda26@yahoo.com.br

Jefrejan Souza Rezende – Doutorando em Ciência do Solo - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Contato: jeff-jhan@hotmail.com

Max Kleber Laurentino Dantas – Doutorando em Ciência do Solo - Universidade Federal de Santa Maria.

Contato: maxdantas22@gmail.com

Emídio Cantídio Almeida de Oliveira – Professor Adjunto - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Contato: emidio.oliveira@ufrpe.com.br