



Eficiência do uso do Fósforo sob efeito residual de gesso e aplicação de leguminosas arbóreas em um Argissolo coeso⁽¹⁾

Virley Gardeny Lima Sena⁽²⁾; Vinícius Ribamar Alencar Macedo⁽³⁾; Carlos César Martins de Sousa⁽³⁾; Marta Jordana Arruda Coelho⁽⁴⁾; Stéfanny Barros Portela⁽⁵⁾; Emanuel Gomes de Moura⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA).

⁽²⁾ Doutoranda em Agronomia; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Botucatu-SP virleysena@gmail.com; ⁽³⁾ Doutorando em Agroecologia; UEMA; ⁽⁶⁾ Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas; ESALQ;

⁽⁴⁾ Mestranda em Agroecologia; ⁽⁶⁾ Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Agroecologia; UEMA.

RESUMO: Nas regiões do trópico úmido, uma combinação de fatores relacionados às condições de enraizabilidade do solo contribui para reduzir a eficiência de uso de nutrientes. Assim, o uso eficiente de nutrientes é necessário para assegurar a rentabilidade e sustentabilidade dos sistemas de cultivo na região. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos combinados da aplicação de gesso e palha de leguminosas arbóreas sob a eficiência de recuperação de fósforo inorgânico no milho em um solo arenoso propenso a coesão. O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e os seguintes tratamentos: controle, sem resíduo e gesso (C); resíduos de leguminosas (L); resíduos de leguminosas e 6 t/ha de gesso (LG6); ureia, 6 t/ha de gesso (UG6); resíduo de leguminosas, ureia e 6 t/ha de gesso (LUG6); e resíduos leguminosas, ureia e 12 t/ha de gesso (LUG12). O efeito residual do gesso em junção com a aplicação de resíduos de leguminosas arbóreas aumenta a eficiência de recuperação do fósforo inorgânico em solos tropicais coesos. o uso de grandes quantidades de gesso (como 12 t/ha) com resíduo, aumenta fortemente a absorção de fósforo pela cultura do milho.

Termos de indexação: Nutrientes, gessagem, Trópico Úmido

INTRODUÇÃO

O P é muitas vezes um fator altamente limitante para o crescimento das culturas em solos ácidos tropicais com baixa disponibilidade de P e uma alta capacidade de sorção de fosfato (Vance et al., 2003). Esse fator é agora reconhecido como uma das causas fundamentais do desmatamento e diminuição da segurança alimentar em pequenas áreas agrícolas da região amazônica, e seus

arredores (Aguiar et al., 2011). Portanto, sistemas sustentáveis não terão êxito sem uma abordagem alternativa que demonstra os benefícios da utilização de P.

O uso do plantio direto, da cobertura morta e a aplicação de gesso podem aumentar a atividade da raiz no subsolo, a estabilidade dos agregados e reduzir a resistência à penetração, o que proporciona um ambiente favorável ao crescimento radicular, ao aumento da eficiência da absorção de nutrientes e ao benefício no crescimento e produtividade das culturas (Radcliffe et al., 1986; Caires et al., 2011). Estes processos possibilitam que haja um uso mais eficiente dos nutrientes, entendido aqui como a capacidade das plantas de interesse agrícola em recuperar elementos minerais do solo (eficiência de recuperação) e utilizá-los posteriormente na produção agrônômica (eficiência fisiológica) de modo mais rentável (Mi et al., 2007).

Dada a importância do P para a sustentabilidade da agricultura e segurança alimentar, este trabalho visa avaliar a eficiência do uso do fósforo sob efeito residual de gesso e aplicação de leguminosas arbóreas em um ARGISSOLO coeso do trópico úmido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em 2013, na Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA (2° 30'S, 44° 18'W) em um ARGISSOLO coeso (Embrapa, 2006). A região tem um clima quente, semi-úmido, com uma precipitação equatorial média de 2,100 mm ano⁻¹. O. A área recebeu gesso e calcário em 2011 nas seguintes quantidades, 1t/ha, o que corresponde a 288,8 e 137,2 kg/ha de Ca e , e 6 ou 12 t/ha de gesso nas parcelas determinadas, o que corresponde a 1.020 e 2.040 kg/ha de Ca, respectivamente.

Os resíduos da *Leucaena leucocephala* (leucena) e *Clitoria fairchildiana* (sombreiro) foram coletados de uma área perto do local experimental e aplicados 6 t/ha de cada leguminosa (total de 12 t/



ha), uma quantia semelhante à que comumente é aplicado em sistemas de aleias, de acordo com Aguiar et al. (2010). Os parâmetros de qualidade dos resíduos de leucena e sombreiro foram como se segue: uma relação C/N de 12 e 23, N de 40,17 e 27,71 g/kg, P de 1,55 e 2,83 g/kg e de Ca de 17,84 e 14,44 g/kg, respectivamente. O milho (cultivar AG 7088) foi semeado no sistema plantio direto, em janeiro 2013. Utilizou-se o espaçamento de 80 cm entre linhas e 25 cm entre plantas. O milho foi adubado com 80 kg/ha de P_2O_5 de superfosfato triplo (35 kg/ha de P), 80 kg/ha de K_2O de KCl e 5 kg/ha de Zn na forma de $ZnSO_4$. Superfosfato triplo, ureia, resíduos de leguminosas, zinco e KCl foram aplicados em 2011, 2012 e 2013.

Tratamentos

Em janeiro de 2013, o experimento foi avaliado seguindo um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e os seguintes tratamentos: controle, sem resíduo e gesso (C); 12 ton/ha de matéria seca de resíduos de leguminosas (L); 12 t/ha de matéria seca de resíduos de leguminosas e 6 t/ha de gesso (LG6); 90 kg/ha de N a partir de ureia e 6 t/ha de gesso (UG6); 90 kg/ha de N da ureia, 6 t/ha de gesso e 12 t/ha de matéria seca de resíduos de leguminosas (LUG6); e 90 kg/ha de N da ureia, 12 t/ha de gesso e 12 t/ha de matéria seca de resíduos de leguminosas (LUG12). O experimento foi conduzido em condições de plantio direto, e o tamanho da parcela experimental foi de 4 x 8 m. Os resíduos de Leucena e sombreiro foram aplicados na forma de ramos frescos. A quantidade total de ureia e o resíduo de leguminosas foi dividida, duas aplicações superficiais foram feitas, uma na semeadura e outra na emissão da quarta folha do milho.

Análises de plantas e índices de eficiência

O conteúdo de P do milho foi mensurado na maturação fisiológica. Dez plantas de cada tratamento foram selecionadas ao acaso, e as plantas inteiras foram secas a 60 °C durante 3-4 dias para obtenção de peso constante. Subamostras foram coletadas, moídas e passadas através de uma peneira de 1 mm. A quantidade de fósforo no tecido da folha foi determinada por digestão da amostra em uma mistura de ácido ($HClO_4$: HNO_3 - 1: 5), seguido por análise de P num espectrofotômetro usando o método de colorimetria segundo (Cottenie, 1980).

A eficiência de recuperação de fósforo inorgânico foi calculado com a seguinte fórmula: $(ERPI) = [(kg/ha \text{ de P absorvido no tratamento} -$

$kg/ha \text{ de P absorvido no controle}) / kg/ha \text{ total de P mineral aplicado}] \times 100$.

Análise estatística

Os dados foram analisados pela análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível $p = 0,05$ de significância. Os dados foram analisados usando o software Infostat (Infostat Group, Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Córdoba, Argentina).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A combinação de gesso, resíduos de leguminosas e ureia teve um grande efeito sobre o índice de eficiência de recuperação de fósforo inorgânico (IPRE) (**Figura 1**). Assim, o IPRE em LUG12 foi maior que em todos os outros tratamentos e era seis vezes maior que o controle. O IPRE I nos demais tratamentos com gesso + resíduos de leguminosas (LG6 e LUG6) foi maior que em UG6 e L. Por sua vez, o IPRE em LG6 foi quatro vezes maior que em UG6, demonstrando o efeito positivo dos resíduos de leguminosas na absorção de fósforo.

Os efeitos positivos da aplicação dos resíduos sobre o aumento da eficiência do uso do P em sistemas de plantio direto também pode ser devido à diminuição da sorção de P, promovendo a concorrência entre produtos de resíduo de decomposição e P em sítios de sorção (Gupy et al., 2005), ou para o produção de ácidos orgânicos e de substâncias húmicas durante a decomposição, que também estão envolvidos no processo de solubilização P (Singh & Amberger, 1990).

CONCLUSÕES

O efeito residual do gesso em junção com a aplicação de resíduos de leguminosas arbóreas aumenta a eficiência de recuperação do fósforo inorgânico em solos tropicais coesos.

o uso de grandes quantidades de gesso (como 12 ton/ha) com resíduo aumentou fortemente a absorção de fósforo pelo milho.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA) pelo suporte financeiro.



REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.C.F., BICUDO, S.J., COSTA SOBRINHO J.R.S., MARTINS A.L.S., COELHO K.P. & MOURA E.G. Nutrient recycling and physical indicators of an alley cropping system in a sandy loam soil in the Pre- Amazon region of Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 86, 189–198, 2010.

AGUIAR, A.C.F., FREITAS, I.C., CARVALHO, C.S., MONROE, P.H.M & MOURA, E.G. Efficiency of an agrosystem designed for family farming in pre-Amazon region. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 26, 24-30, 2011.

CAIRES, E. F., JORIS & H. A. W., CHURKA, S. Longterm effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. *Soil Use and Management*, v. 27, p. 45-53, 2011.

COTTENIE, A. 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. *FAO Soil Bulletin 38/2*, FAO Rome, Italy

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília, Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 312p. 2006.

GUPPY, C.N., MENZIES, N.W., MOODY, P.W. & BLAMEY, F.P.C. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. *Australian Journal of Soil Research*, 43, 189-202, 2005.

MI, G.; CHEN, F & ZHANG, F. Physiological and genetic mechanisms for nitrogen-use efficiency in maize. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, v.10, n.2, p. 57-63, 2007

RADCLIFFE, D. E., CLARK, R. L. & SUMNER, M. E. Effect of gypsum and deep-rooting perennials on subsoil mechanical impedance. *Soil Science Society America Journal*, v.50, p.1566-1570, 1986.

SINGH C.P & AMBERGER A. Humic substances in straw compost with rock phosphate. *Biological Wastes*, 31, 165–174, 1990.

VANCE, C. P., UNDE-STONE, C & ALLAN, D.L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptation by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157, 423-447, 2003.

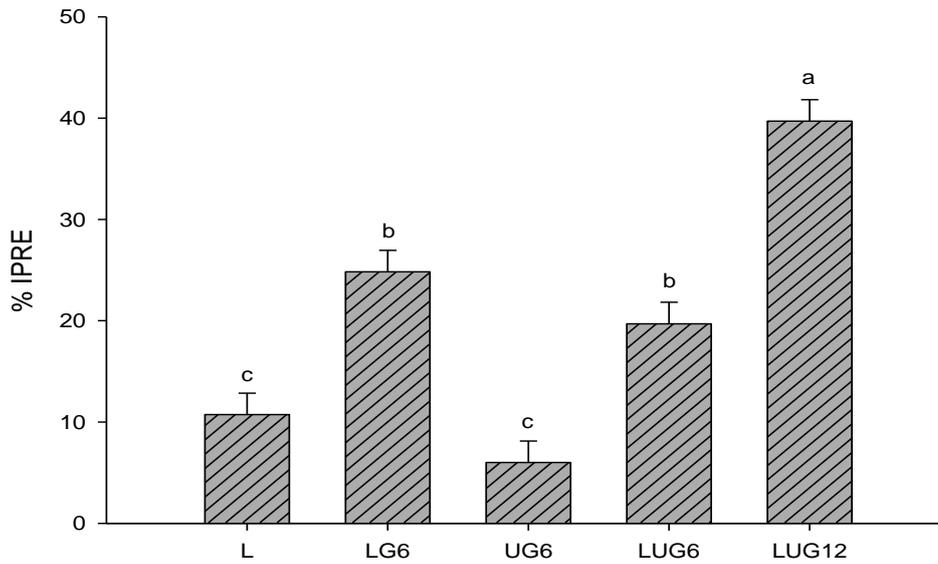


Figura 1: Eficiência de recuperação de fósforo Inorgânico (IPRE) no milho. L = 12 t/ha de resíduo de matéria seca de leguminosas; LG6 = 12 t/ha de resíduo de matéria seca de leguminosas e 6 t/ha de gesso; UG6 = 90 kg/ha de N da ureia, 6 t/ha de gesso; LUG6 = 90 kg/ha de N da ureia, 6 t/ha de gesso e 12 t/ha de resíduo de matéria seca de leguminosas e LUG12 = 90 kg/ha de N da ureia, 12 t/ha de gesso e de 12 t/ha de resíduo de matéria seca de leguminosas.