

Efeito da combinação de gesso com palhas de leguminosas arbóreas na densidade do comprimento radicular e no índice de área foliar do milho

Leandro Gomes Feitoza Rocha⁽¹⁾; **Mariana da Silva Corrêa**⁽¹⁾; **Marta Jordana Arruda Coelho**⁽²⁾; **Carlos César Martins de Sousa**⁽³⁾; **Emanoel Gomes de Moura**⁽⁴⁾; **Alana das Chagas Ferreira Aguiar**⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Graduando (a) de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Maranhão; São Luis, Maranhão; lg6810@gmail.com; ⁽²⁾ Mestranda em Agroecologia - UEMA; ⁽³⁾ Doutorando em Agroecologia - UEMA ⁽⁴⁾ Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - UEMA. ⁽⁵⁾ Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão.

RESUMO: Alternativas que visem o aumento da produtividade do milho em solo coeso são importantes para o trópico úmido. Então, o objetivo deste estudo foi avaliar a utilização do gesso, em combinação com ramos de leguminosas arbóreas, para averiguar os efeitos sobre a densidade do comprimento radicular e índice de área foliar do milho. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com 6 tratamentos: Gesso (6 t ha⁻¹) + leguminosas; Gesso (6 t ha⁻¹) + leguminosas + Uréia + KCl; Gesso (12 t ha⁻¹) + leguminosas + Uréia + KCl; Gesso (6t ha⁻¹) + Uréia + KCl; Leguminosas e Controle, com quatro repetições. Os resultados mostraram que o gesso contribuiu para aumento da densidade do comprimento radicular na camada superficial, mas não surtiu efeito nas camadas subsuperficiais. O índice de área foliar foi maior nos tratamentos com cobertura em relação aos tratamentos com solo descoberto.

Termos de indexação: trópico úmido, *Zea mays*, adubação verde.

INTRODUÇÃO

O trópico úmido apresenta inúmeras particularidades de relevância agrônômica e ambiental que precisam ser levadas em consideração na busca por tecnologias adequadas à realidade local que visem o aumento da produtividade, a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e a melhoria das condições de vida das populações rurais. Nas regiões dos trópicos úmidos, é difícil estabelecer sistemas de produção adequados para os produtores familiares rurais sem recorrer a práticas nocivas ao meio ambiente.

Desafios surgem a partir de uma combinação de fatores que reduzem a eficiência do uso de nutrientes agrícolas (Aguiar *et al.*, 2010). O primeiro fator é o endurecimento do solo, causado por repetidos ciclos de molhagem e secagem dos solos com baixos níveis de ferro livre e carbono orgânico, causando a redução do volume de solo hábil para o bom enraizamento das culturas (Mullins, 1999). O segundo fator é a alta taxa

de remoção de nutrientes do perfil do solo, devido à lixiviação e à baixa capacidade de retenção de cátions desses solos intemperizados, que ocorrem com muita frequência nas regiões dos trópicos (Moura *et al.*, 2010).

Por falta de alternativas viáveis para esses desafios, os agricultores locais praticam a chamada “agricultura itinerante”, caracterizada pela derrubada e queima da vegetação nativa, que resolve temporariamente os problemas com as deficiências de aeração e nutrientes no solo através do plantio sem preparo prévio do solo e da deposição de cinza após as queimadas (Moura *et al.*, 2008).

Segundo Busscher *et al.* (2002) o estabelecimento de uma camada superficial de solo rica em nutrientes e em minerais é especialmente importante nos trópicos úmidos, onde fortes chuvas afetam a estrutura do solo e a lixiviação carrega os nutrientes para profundidades fora do alcance das raízes das culturas. No plantio direto o gesso pode ter importante efeito complementar à calagem ao promover melhorias no ambiente radicular de camadas mais profundas do solo (Raij, 2008). Por esta razão, espera-se que a combinação de gesso, leguminosas arbóreas e adubos sintéticos possa promover efeitos benéficos sobre a coesão e na enraizabilidade do solo, constituindo-se uma alternativa para a melhoria da produtividade das culturas no trópico úmido.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a utilização do gesso, em combinação com ramos de leguminosas arbóreas, buscando averiguar os efeitos sobre a densidade do comprimento radicular e índice de área foliar do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. O

experimento foi constituído de seis tratamentos: gesso (6 ton ha⁻¹) + leguminosas (sombreiro e leucena) = G6+leg; gesso (6 ton ha⁻¹) + leguminosas (sombreiro e leucena) + ureia + cloreto de potássio = G6+leg+U+KCl; gesso (12 ton ha⁻¹) + leguminosas (sombreiro e leucena) + ureia + cloreto de potássio = G12+leg+U+KCl; gesso (6 ton ha⁻¹) + ureia + cloreto de potássio = G6+U+KCl; leguminosas (sombreiro e leucena) = Leguminosas e Controle.

O milho utilizado no experimento foi o híbrido AG 7088 e o plantio foi realizado em fevereiro de 2012, com plantadeira manual do tipo “matraca”, adaptada para plantio direto e utilizou-se espaçamento de 0,80 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. A calagem foi realizada com aplicação superficial de cal hidratada na proporção de 2 ton ha⁻¹, distribuídas uniformemente em toda área experimental. Nas parcelas predeterminadas para receberem gesso, a aplicação foi realizada na mesma ocasião da calagem e a distribuição foi efetuada a lanço.

Para determinação do índice de área foliar (IAF), utilizou-se a fórmula 0,75 x comprimento x largura (Montgomery, 1911), a partir das medidas biométricas da folha maior de três plantas mais representativas da parcela. A amostragem das raízes de milho foi realizada no estádio de pendoamento para aproveitar o período de máxima densidade radicular do milho (Mengel e Barber, 1974). A coleta das amostras de solo para determinar a densidade de comprimento radicular (DCR) foi realizada com um trado manual tipo caneca de base serrilhada de 5,4 cm de diâmetro e o volume de cada amostra foi de 196,25 cm³. Para a contagem manual das raízes utilizou-se o método da interseção de Newman (1966) modificado por Tennant (1975). O método consiste em distribuir as raízes obtidas de cada volume de solo em placas de Petri, dividida em quadriculas de 1 x 1 cm. Cada raiz que interceptou uma linha foi computada, para isto foi utilizada uma contagem manual. O total acumulado foi convertido para densidade do comprimento radicular (DCR), usou-se a seguinte equação:

$$DCR = \frac{(11/14) \times N \times U}{V_t}$$

Em que DCR = densidade de comprimento radicular (cm cm⁻³); N = número de interceptações; U = unidade do quadriculado (cm); V_t = volume do trado (cm³).

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância ANOVA pelo programa ASSISTAT 7.6 e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que a densidade de comprimento radicular (DCR) diminuiu com o aumento da profundidade em todos os tratamentos (**Tabela 1**) e foi observado, na profundidade de 0-10 cm, que o tratamento Gesso (12 t ha⁻¹) + Leguminosas + Ureia + Cloreto de potássio apresentou maior DCR em relação ao controle e aos demais tratamentos. Então, pode-se inferir que o gesso contribuiu para que os tratamentos atingissem os maiores valores de DCR na profundidade de 0 - 10 cm, considerando que quando se utilizou o dobro da dosagem (12 ton/ha), houve diferenças em relação aos demais tratamentos que continham gesso. Segundo Ritchey *et al.* (1982), o suprimento do elemento Ca é o principal fator responsável pelo melhor desenvolvimento do sistema radicular.

Nas profundidades de 10-20 e 20-30 cm (**Tabela 1**), não houve diferenças entre tratamentos e os valores de DCR foram relativamente inferiores em comparação à camada superficial, que denota maior resistência à penetração das raízes de milho nessas profundidades. Segundo Souza *et al.* (2007), o desenvolvimento radicular em profundidade em solo coeso é mínimo, pois as raízes tendem a se desenvolver apenas nas fraturas existentes nas camadas coesas; além disso, ocorre redução no volume de solo explorado pelas raízes. A ausência de resposta do sistema radicular do milho ao aumento do Ca trocável nas camadas do subsolo deve estar relacionada com os baixos valores de limite crítico do nutriente para o crescimento de raízes (Caires *et al.*, 2004; Ritchey *et al.*, 1982). Adicionalmente, alterações promovidas pelo gesso nas camadas inferiores do solo requerem um período de tempo superior ao tempo de duração do presente trabalho.

As médias do índice de área foliar (IAF) variaram entre 1,72 e 3,00 (**Figura 1**). Os resultados mostraram que os tratamentos que receberam palha de leguminosas apresentaram maior IAF em relação aos tratamentos sem cobertura. Isso sugere que o uso de cobertura do solo com leguminosas foi mais importante que o uso do gesso para o índice de área foliar.

Na condição de solo descoberto, as plantas ficam sujeitas aos dias de estresse hídrico que ocorrem no período de desenvolvimento da cultura do milho e às demais consequências sofridas em função da vulnerabilidade do solo a fatores como lixiviação de nutrientes e coesão. Leguminosas arbóreas de lenta decomposição podem ser utilizadas em cobertura, o que diminui o estresse causado pela perda



excessiva de umidade do solo e difíceis condições de enraizabilidade (Aguiar *et al.*, 2010).

CONCLUSÕES

O gesso contribuiu para aumento da densidade do comprimento radicular na camada superficial, contudo não surtiu efeito nas camadas subsuperficiais.

O índice de área foliar foi maior nos tratamentos com cobertura em relação aos tratamentos com solo descoberto.

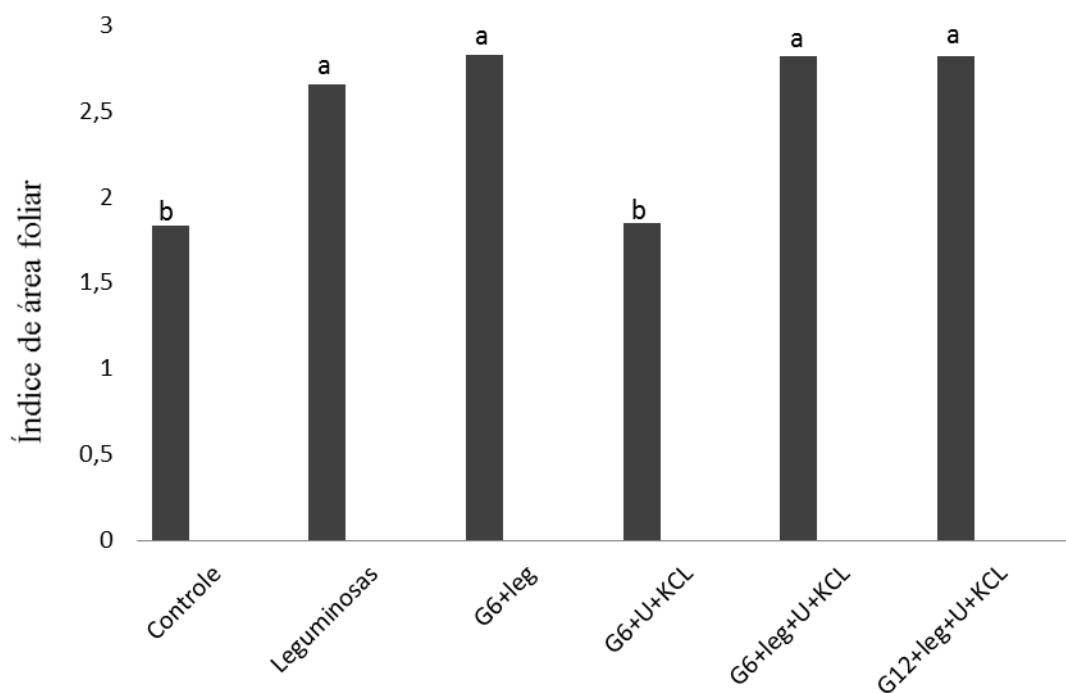
REFERÊNCIAS

- 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 na alley cropping system in a Sandy loam soil in the Pre-Amazon region of Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 86, p.189-198, 2010.
- BUSSCHER, W.J.; BAUER, P.J. & FREDERICK, J.R. Re-compaction of the coastal loamy sand after deep tillage as a function of subsequent cumulative rainfall. **Soil and Tillage Research**, 68:49-57, 2002.
- CAIRES, E.F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUJO, F. J. & PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:125-136, 2004.
- DRINKWATER, L.E.; SNAPP, S.S. Nutrients in agroecosystems: rethinking the management paradigm. **Advances in Agronomy**, v.92, p.163-186, 2007.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa. 412p., 2006.
- MENGEL, D.B., BARBER, S.A., Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. **Agronomy Journal**, 66, 399-402. 1974.
- MONTGOMERY, E.G. Correlation studies of com. Annual Report. **Nebraska Agricultural Experiment Station**, v. 24, p. 108-159, 1911.
- MOURA, E.G.; SERPA, S.S.; SANTOS, J.G.D.; COSTA SOBRINHO, J.R.S.; AGUIAR, A.C.F. Nutrient use efficiency in alley cropping systems in the Amazonian periphery. **Nutr Cycl Agroecosyst**, v. 86, p. 189-198, 2010.
- MOURA, E.G. et al. Avaliação de um sistema de cultivo em aleias em um argissolo franco-arenoso da região amazônica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1735-1742, 2008.
- MULLINS, C.E. Hardsetting soils. In: SUMNER, M.E. (Ed.), Handbook of soil science. New York: **CRC Press**, p.665-687. 1999.
- RAIJ, B. van. Gesso na agricultura. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 233p., 2008.
- RITCHEY, K.D.; SILVA, S.E. & COSTA, V.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. **Soil Sci.**, 133:378-382, 1982.
- NEWMAN, E.I., A method of estimating the total length of root in a sample. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, 3, 139-145. 1966.
- SOUZA, L.D., SOUZA, L.S., LEDO, C.A.S. Sistema radicular dos citros em Neossolo Quartzarênico dos Tabuleiros Costeiros sob irrigação e sequeiro. **Pesq. agropec. bras.** 42, 1373-1381. 2007
- TENNANT, D., A test of a modified line intersect method of estimating root length. **J. Ecol.** 63, 995-1001, 1975.

Tabela1. Comprimento radicular do milho sob diferentes tratamentos com uso de gesso, ramos de leguminosas arbóreas e fertilizantes sintéticos.

TRATAMENTO	PROFUNDIDADE (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Gesso (6 t ha ⁻¹)+ leguminosas;	1,1427bA	0,2446aB	0,1283aB
Gesso (6 t ha ⁻¹)+leg+U+KCl	0,8725bcA	0,1762aB	0,1865aB
Gesso (12 t ha ⁻¹)+leg+U+KCl	1,5067aA	0,1435aB	0,1168aB
Gesso (6 t ha ⁻¹) + U+KCl	0,8691bcA	0,2444aB	0,1405aB
Leguminosas	1,0119bcA	0,1465aB	0,1380aB
Controle	0,7113cA	0,1331aB	0,0644aB

Médias seguidas por mesma letra minúscula vertical e maiúscula horizontal não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).



G12+Leg+U+KCL = Gesso (12 ton/ha) + Leguminosas + Uréia + Cloreto de Potássio

G6+Leg+U+KCL = Gesso (6 ton/ha) + Leguminosas + Uréia + Cloreto de Potássio

G6+Leg = Gesso (6 ton/ha) + Leguminosas

G6+U+KCL = Gesso (6 ton/ha) + Uréia + Cloreto de Potássio

Figura 1. Índice de área foliar do milho sob diferentes tratamentos com uso de gesso, ramos de leguminosas arbóreas e fertilizantes sintéticos. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).