

EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO SOB EFEITO DA APLICAÇÃO DO GESSO E DA ADUBAÇÃO VERDE

Francielle Rodrigues Silva ⁽¹⁾; **Leandro Gomes Feitosa Rocha** ⁽²⁾; **Virley Gardeny Lima Sena** ⁽³⁾; **Carlos César Martins de Sousa** ⁽⁴⁾; **Emanoel Gomes de Moura** ⁽⁵⁾; **Alana das Chagas Ferreira Aguiar** ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Estudante do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Maranhão; São Luís, Maranhão; cielle.rod@hotmail.com;

⁽²⁾ Estudante do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Maranhão;

⁽³⁾ mestrando em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão;

⁽⁴⁾ doutorado em agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão;

⁽⁵⁾ Professor (a) Doutor (a) da Universidade Estadual do Maranhão.

RESUMO: No trópico úmido a eficiência do uso do nitrogênio é altamente dependente das condições de enraizabilidade do solo que pode ser melhorada com a presença do gesso atuando em profundidade. Este trabalho objetiva analisar a eficiência do uso de nitrogênio na cultura do milho sob o efeito do gesso e da cobertura com palha de leguminosas em um Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico arênico coeso de São Luís-MA. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com 6 tratamentos: Gesso (6 t ha⁻¹) + leguminosas; Gesso (6 t ha⁻¹) + leguminosas + Ureia + KCl; Gesso (12 t ha⁻¹) + leguminosas + Ureia + KCl; Gesso (6t ha⁻¹) + Ureia + KCl; Leguminosas e Controle, com quatro repetições. O plantio do milho AG 7088 ocorreu em fevereiro de 2012, com espaçamento de 0,80m entre fileiras e 0,25m entre plantas. Foram coletadas 3 plantas na antese e na maturação para determinação da massa seca e nitrogênio acumulado. Na ocasião da maturação foram coletadas 45 plantas na área útil para cálculo da remobilização, eficiência agrônoma e eficiência de remobilização do N. Os resultados demonstraram que todos os outros tratamentos foram superiores no acúmulo de N quando comparadas ao controle, a remobilização foi maior nos tratamentos que receberam gesso, leguminosas, ureia e potássio, a eficiência agrônoma e de remobilização do nitrogênio mostraram que o tratamento Gesso (6t ha⁻¹) + Ureia + KCl foi superior aos demais.

Termos de indexação: *zea mays*, trópico úmido, leguminosas.

INTRODUÇÃO

No trópico úmido a eficiência do uso do nitrogênio (EUN) é altamente dependente das condições de enraizabilidade do solo que pode ser melhorada com a presença do gesso atuando em profundidade. Segundo Raij (2008), no plantio direto o gesso pode ter importante efeito complementar à calagem ao promover melhorias no ambiente radicular de camadas mais profundas do solo. A absorção de água e nitrato do subsolo são efeitos esperados de um desenvolvimento mais profundo

do sistema radicular, refletindo em maior produtividade de matéria seca da parte aérea e de grãos. Para a produtividade de uma tonelada de grãos de milho, a planta necessita absorver aproximadamente 21 kg ha⁻¹ de N (COELHO e FRANÇA, 1995), sendo que aproximadamente 75% da quantidade absorvida são exportadas para o grão.

Segundo Sharma & Behera (2010) o uso combinado de adubação verde com biomassa de leucena mais ureia resulta em maior produtividade do milho e uso eficiente de N, como também seu efeito residual em termos de carbono orgânico contribui para o processo de construção da fertilidade do solo a longo prazo.

Com este trabalho, objetiva-se analisar a combinação de gesso e leguminosas arbóreas promovendo efeitos benéficos na eficiência do uso de nitrogênio e conseqüentemente na produtividade do milho no trópico úmido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural do Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Maranhão, na Ilha de São Luís – MA, de coordenadas 44° 18'W de longitude e 2° 30'S de latitude. O clima da região na classificação de Köppen é do tipo Aw, equatorial quente e úmido. As precipitações pluviárias variam de 1700 a 2300 mm anuais, dos quais mais de 80% ocorrem de janeiro a maio.

A área experimental é composta de 24 parcelas de 4m x 8m, totalizando 768 m². 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.

Na instalação do experimento amostras de solo foram coletadas de cada profundidade: 0-5; 5-10; 10-15 e de 15-20 cm, nas quais foram analisadas segundo metodologia do IAC (2001). O solo da área foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico coeso (EMBRAPA, 2006), com as características químicas apresentadas na **Tabela 1**.

A calagem foi realizada com aplicação superficial de cal hidratada na proporção de 2 ton ha⁻¹, distribuídas uniformemente em toda área experimental, aproximadamente quinze dias antes do plantio do milho.

Nas parcelas predeterminadas para receberem gesso, a aplicação foi realizada na mesma ocasião da calagem e a distribuição foi efetuada a lanço. Foram coletadas amostras do gesso e da cal hidratada para análises químicas e seus valores são apresentados na **tabela 2**.

Tabela 2. Análise química do cal hidratada e do gesso agrícola utilizada no experimento

Corretivos	PN	PRNT	CaO	MgO	CaO+ MgO
	-----%-----	-----g	100g ⁻¹ -----		
Calcário	123,8	124,0	40,4	22,8	63,2
Gesso agrícola	6,5	6,6	25,4	1,3	26,7

O milho utilizado no experimento foi o híbrido AG 7088. O plantio do milho foi realizado em fevereiro de 2012, no segundo ano da instalação do experimento na área, semeado com plantadeira manual do tipo “matraca”, adaptada para plantio direto e utilizou-se espaçamento de 0,80m entre fileiras e 0,25m entre plantas. A adubação química realizada no plantio foi à base de nitrogênio (ureia), fósforo (superfosfato triplo), potássio (cloreto de potássio) e zinco (sulfato de zinco); ambos nas proporções de 40 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 5 kg ha⁻¹ de Zn respectivamente. O fósforo e o zinco foram aplicados em toda área experimental. A aplicação de leguminosas (leucena e sombreiro) foi realizada com uma semana após a emergência do milho, distribuídas superficialmente nas quantidades de 20 kg de matéria fresca de cada leguminosa por parcela. A adubação de cobertura foi realizada com as quantidades de 50 kg ha⁻¹ de N (na forma de uréia), 40 kg ha⁻¹ de K₂O (na forma de cloreto de potássio). A aplicação das leguminosas em cobertura foi realizada quatro dias antes da adubação química, na proporção de 20 kg de matéria fresca de leucena e 10 kg de matéria fresca de sombreiro por parcela. O total de matéria seca das leguminosas aplicadas correspondeu a 6.550 kg ha⁻¹.

Foram coletadas três plantas da área útil de cada parcela experimental no pendoamento e na maturação para determinar a matéria seca. Também foram analisados os teores de N total, pelo método descrito em Tedesco (1995), na parte aérea. Na maturação, foi realizada a colheita de 45 plantas dentro da área útil de cada parcela e determinados a produção total de grãos (kg ha⁻¹) e os teores médios de N por parcela.

Os índices de eficiência e remobilização foram calculados utilizando as seguintes fórmulas:

$$NR = ENA - ENM$$

Onde: NR = nitrogênio remobilizado; ENA = estoque de N das folhas e colmo na antese e ENM = estoque de N das folhas e colmo na maturação.

$$ERN = \frac{NPF - NC}{NA} \times 100$$

Onde: ERN = eficiência de recuperação de nitrogênio; NPF = conteúdo de N nas folhas, colmo e grãos das plantas fertilizadas; NC = conteúdo de N nas folhas e colmo do controle e NA = quantidade de N aplicado.

$$EAN = \frac{PPF - PC}{NA}$$

Onde: EAN = eficiência agrônômica de nitrogênio; PPF = produção de grãos das plantas fertilizadas; PC = produção de grãos do controle e NA = quantidade de N aplicado.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de N acumulado na floração nos tratamentos G6+Leg+U+K e o G12+Leg+U+K foram superiores ao controle. Na maturação todos os outros tratamentos, exceto o controle, foram iguais quanto ao nitrogênio acumulado como mostra a **figura 1**, indicando que o milho, sem gesso e leguminosas, não foi capaz de aproveitar o nitrogênio disponível no solo.

A remobilização de nitrogênio (NR) no tratamento G6+leg+U+K foi inferior aos tratamentos G6+U+K e ao controle que não receberam leguminosas (**tabela 3**). A remobilização do N é importante mecanismo que ocorre durante o desenvolvimento da planta e pode ser aumentada em condições de estresse após o período de crescimento vegetativo. Os sintomas de deficiência nas folhas inferiores durante a formação do grão indicam a remobilização do N (MARSCHNER, 1995). O menor resultado da remobilização nos tratamentos com G6+U+K e controle deveu-se aos baixos teores de nitrogênio que esses tratamentos apresentavam na antese.



As parcelas do tratamento gesso (6 ton ha^{-1}) + ureia + cloreto de potássio, foram superiores aquelas dos demais tratamentos quando avaliada a eficiência agrônômica do nitrogênio aplicado (EAN). Essa maior eficiência indica uma maior produtividade por unidade de nitrogênio aplicada, ou seja, descreve a viabilidade econômica e agrônômica do sistema. Quanto a eficiência de recuperação do nitrogênio (ERN) todos os tratamentos foram semelhantes, distinguindo-se apenas o G6+U+K que foi superior aos demais. Esta eficiência evidencia a relação entre o conteúdo de nutriente absorvido (acumulado no vegetal) e o conteúdo aplicado, ou seja, determina quanto do nutriente aportado no agroecossistema foi realmente utilizado pela planta. Segundo Yang e Zhang (2010), para que haja remobilização dos nutrientes assimilados e estocados nos tecidos para o grão, a planta deve iniciar o processo de senescência. Desta forma, uma das causas da diminuição do enchimento dos grãos de gramíneas é a senescência tardia das plantas, causada por utilização excessiva de fertilizantes nitrogenados, resultando em baixa eficiência do uso do nitrogênio.

CONCLUSÕES

A viabilidade da remobilização do nitrogênio mostrou-se mais eficiente sem aplicação de gesso ou leguminosas.

O presente experimento comprovou que a eficiência agrônômica e de remobilização tem maior viabilidade quando o gesso é aplicado com ureia e potássio, sem o complemento das leguminosas.

REFERÊNCIAS

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. Piracicaba: **Informações Agrônômicas**, p.1-9, 1995.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa. 412p., 2006.

IAC. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. IAC, Campinas, 2001.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. **Academic Press**, London, p. 379–395, 1995.

NEIS L.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F. & PINTO, F. A. Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do Sudoeste de Goiás. **Revista Brasileiro de Ciência do Solo**, 34:409-416, 2010.

RAIJ, B. van. Gesso na agricultura. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 233p., 2008.

SHARMA, A.R.; BEHERA, U.K. Green leaf manuring with prunings of *Leucaena leucocephala* for nitrogen economy and improved productivity of maize (*Zea mays*)-wheat (*Triticum aestivum*) cropping system. **Nutrient Cycling in agroecosystems**, v. 86, p.39-52, 2010.

TEDESCO, M.J. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. UFRGS: Depto. de Solos. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 174p., 1995.

YANG, J.; ZHANG, J. Grain filling of cereals under soil drying, **New Phytologist**, v. 169, p. 223–236, 2006.

Tabela 1 – Caracterização química da área experimental.

Profundidades (cm)	Análise química do solo								
	pH	P (mg/dm ³)	H + Al	K	Ca	Mg	SB	M.O. (g/dm ³)	V (%)
0 – 5	4,6	6,8	28,2	1,8	24,2	5,0	31,0	31,2	52,3
5 – 10	4,3	4,2	27,5	1,2	12,2	3,7	17,2	18,2	38,4
10 – 15	4,1	3,8	29,0	1,1	8,7	1,5	11,4	14,2	28,2
15 – 20	4,0	3,9	28,7	0,7	7,2	1,7	9,7	12,4	25,2

Tabela 3. Avaliação da eficiência do uso de N na cultura do milho sob diferentes tratamentos com uso de gesso, leguminosas arbóreas e fertilizantes industriais na antese e maturação.

	Tratamentos					
	G (6)+Leg	G(6)+Leg+U+K	G (12)+Leg+U+K	G(6)+U+K	Leguminosas	Controle
NR (Kg ha ⁻¹)	41.87 abc	73.50 a	72.79 ab	27.02 c	34.89 bc	14.77 c
EAN (kg kg ⁻¹)	3,08 b	5,20 b	5,10 b	13,44 a	5,92 b	-
ERN %	6.10 b	3.30 b	9.39 b	26.25 a	14.12 b	-

NR = Nitrogênio Remobilizado; ENR = Eficiência de Nitrogênio Remobilizado; EAN = Eficiência Agronômica do Nitrogênio aplicado. Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Figura 1- Acúmulo de nitrogênio nas plantas de milho (Kg ha⁻¹). Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

