

## MACRONUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO CULTIVADO EM SOLO DEGRADADO ENRIQUECIDO COM RESÍDUOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS<sup>(1)</sup>

**Francisco Ronaldo Alves de Oliveira<sup>(2)</sup>; Mirian Cristina Gomes Costa<sup>(3)</sup>; Marco Antônio Rosa de Carvalho<sup>(4)</sup>; Henrique Antunes de Souza<sup>(5)</sup>; Bruna de Freitas Iwata<sup>(6)</sup>; Tibério Sousa Feitosa<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas/Universidade Federal do Ceará e da Embrapa Caprinos e Ovinos.

<sup>(2)</sup> Mestrando em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, CE; E-mail: ronaldoindep@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Professor Adjunto; Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Ceará; <sup>(4)</sup> Professor Titular; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Sobral; <sup>(5)</sup> Pesquisador A; Embrapa Caprinos e Ovinos; <sup>(6)</sup> Doutoranda em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; <sup>(7)</sup> Graduando em Zootecnia; Universidade Estadual Vale do Acaraú;

**RESUMO:** A utilização de adubos verdes em áreas com perda de fertilidade em virtude da degradação do solo, tem se mostrado importante estratégia para possibilitar a recuperação dessas áreas, bem como para a produção de alimentos. Ainda se sabe pouco sobre o manejo de resíduos orgânicos na agricultura, sobretudo em relação a melhor espécie e qual parte da planta promove melhor desenvolvimento para as culturas. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da adição de resíduos provenientes de diferentes partes de leguminosas arbóreas nos teores de macronutrientes no milho cultivado em solo degradado. Foi instalado um experimento em vasos, com delineamento de blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições. Adicionou-se sobre o solo resíduo de três espécies de leguminosas constituindo os seguintes tratamentos: T1- Sem resíduo de leguminosas, T2- folhas de sabiá, T3- Galhos de sabiá, T4- Folhas + galhos de sabiá, T5- Folhas de jurema, T6- Galhos de jurema, T7- Folhas + galhos de jurema, T8- Folhas de gliricídia, T9- Galhos de gliricídia e T10- Folhas + galhos de gliricídia. As variáveis avaliadas foram os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na parte aérea do milho aos 60 dias após a germinação. Observou-se influência dos tratamentos para o teor de K. Já para os teores de N, P, Ca e Mg, não houve efeito significativo. O tratamento T10 resultou em maiores médias para N e P, o T8 para K e Mg, e o T5 para Ca.

**Termos de indexação:** matéria orgânica, nutrição do milho, manejo do solo.

### INTRODUÇÃO

O mau uso dos recursos naturais pelo homem tem aumentado em grandes proporções nas últimas décadas, tendo como consequências prejuízos ambientais como a degradação do solo. Segundo

Gonçalves et al. (2008) para a recuperação de solos degradados, os métodos empregados devem basear-se em tecnologias que promovam não apenas a utilização de espécies vegetais de rápido crescimento, mas também que sejam capazes de melhorar o solo por meio do aporte de matéria orgânica. Em regiões semiáridas, sistemas agroflorestais como o cultivo em aléias (Alley cropping), que trata do consórcio entre leguminosas arbustivas/arbóreas com a cultura de interesse alimentar, podem constituir uma forma eficiente de aumentar os teores de matéria orgânica no solo, aliando produção agrícola a sustentabilidade ambiental.

De acordo com Paulino et al. (2011), no cultivo em aléias, o manejo de podas periódicas das árvores ou arbustos resulta na adubação verde, cuja prática pode propiciar vantagens, como a recuperação ou melhoria da atividade biológica do solo e da ciclagem de nutrientes no agrossistema. Para Alcântara et al. (2000), os efeitos positivos da adubação verde são bastante variáveis, dependendo da espécie utilizada, do manejo dado à biomassa, da época de plantio e de corte do adubo verde, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições locais e da interação entre esses fatores.

Supõe-se que a espécie de leguminosa, bem como as partes da planta depositadas sobre o solo influenciem a liberação de nutrientes e, conseqüentemente, as condições para o desenvolvimento de culturas alimentares. De acordo com Primo et al. (2012), ainda se sabe pouco sobre a produtividade e a absorção de nutrientes pelas culturas agrícolas sob adubação orgânica em regiões semiáridas.

Diante disso, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o efeito da adição de resíduos provenientes de diferentes partes de leguminosas arbóreas nos teores de macronutrientes no milho cultivado em solo degradado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 10/08/2012 a 14/10/2012 nas instalações de um banco de mudas localizado na zona urbana do município de Sobral-CE. As coordenadas geográficas da região em que foi instalado o experimento são: 3° 41' de latitude Sul, 40° 20' de longitude Oeste e altitude média de 70 m. O clima da região é semiárido, do tipo BShw', segundo a classificação de Köppen (Miller, 1971). A temperatura média anual é de 27° C e a precipitação média é de 822 mm por ano, concentrados entre os meses de fevereiro e maio (IPECE, 2005).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela experimental representada por um vaso plástico com capacidade de 10 dm<sup>3</sup>, contendo uma planta. Foram adicionados ao solo resíduos de três espécies de leguminosas, sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), jurema-preta (*Mimosa hostilis*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), constituindo os seguintes tratamentos: T1 - Sem resíduo de leguminosas, T2 - folhas de sabiá, T3 - Galhos de sabiá, T4 - Folhas + galhos de sabiá, T5 - Folhas de jurema, T6 - Galhos de jurema, T7 - Folhas + galhos de jurema, T8 - Folhas de gliricídia, T9 - Galhos de gliricídia e T10 - Folhas + galhos de gliricídia.

O solo utilizado para enchimento dos vasos foi coletado na camada de 0-30 cm de profundidade numa área degradada localizada próxima a sede de Sobral-CE, apresentando as seguintes características físico-químicas (Embrapa, 2009): pH=5,3; CE=0,50 dS m<sup>-1</sup>; M.O=1,4 (%); P=3,98 (mg dm<sup>-3</sup>); K<sup>+</sup>=2,59; Na<sup>+</sup>=4,18; Ca<sup>2+</sup>=14,65; Mg<sup>2+</sup>=5,78; Al<sup>3+</sup>=2,00; H+Al=17,80; SB=27,20; T=45,00 (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V=60,09 (%); Areia=731; Silte=192; Argila=77 (g kg<sup>-1</sup>).

Por ocasião da instalação do experimento, o resíduo vegetal que constituiu os tratamentos foi coletado diretamente nas plantas no SAF da Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral-CE. Amostras dos resíduos foram coletadas para caracterização química por meio da determinação dos teores de C, N, P, K, Ca e Mg (Embrapa, 2009), cujos resultados são apresentados na **tabela 1**.

A irrigação foi realizada utilizando-se água proveniente do sistema de abastecimento do município de Sobral cuja análise apresentou as seguintes características químicas: pH=7,0; CE=0,22 dS m<sup>-1</sup>; Ca<sup>2+</sup>=0,50; Mg<sup>2+</sup>=0,75; K<sup>+</sup>=0,20; Na<sup>+</sup>=0,70; Cl<sup>-</sup>=1,25; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>=1,0 (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>).

Antes do preenchimento dos vasos o solo foi peneirado em malha de 4,0 mm. O volume de solo colocado em cada vaso foi de 8,0 dm<sup>3</sup>. Com base

nos resultados da análise química de caracterização, o substrato recebeu adubação fosfatada correspondente a 90 kg ha<sup>-1</sup> (Aquino et. al, 1993), utilizando-se como fonte o superfosfato triplo. Em seguida, foi feita uma irrigação elevando-se o solo próximo a sua capacidade de campo. Posteriormente, foi realizado o plantio do milho (*Zea mays* L.) por meio de semeadura direta utilizando-se sementes da variedade BRS Gorutuba. Foram semeadas quatro sementes em cada vaso a uma profundidade de 3,0 cm. Após a semeadura foi adicionado o resíduo vegetal nos vasos que receberam o tratamento.

O resíduo das leguminosas foi aplicado nos vasos na forma de massa verde, corrigindo-se a umidade para obter o equivalente a 73,0 g de matéria seca, correspondendo a 17.300 kg ha<sup>-1</sup>. A quantidade adicionada foi determinada levando-se em consideração a média de produção de biomassa seca entre as três espécies estudadas e relacionando-se com a população de plantas (leguminosas) utilizadas em SAFs da região. Para a obtenção da fração "galhos", foram eliminados ramos com diâmetros superiores a 1,0 cm, em seguida cortados em pedaços de aproximadamente 2,0 cm de comprimento.

Foram feitas irrigações diárias aplicando-se volume de água suficiente para elevar a umidade próxima à máxima capacidade de retenção de água do solo. Foi realizado desbaste das plântulas 10 dias após a germinação (DAG), deixando-se em cada vaso a planta mais vigorosa.

As plantas foram coletadas aos 60 DAG, quando 80% já havia emitido a inflorescência feminina. A parte aérea de cada planta foi cortada rente ao solo e acondicionada em sacos de papel previamente identificados. Posteriormente, o material foi levado para a Embrapa Caprinos onde foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até atingir peso constante, determinado em balança de precisão (0,01g). Após a secagem as amostras foram moídas para determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) conforme metodologia descrita pela Embrapa (2009).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 0,05 de probabilidade, utilizando-se o Software estatístico Sisvar, versão 4.3 (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se, a partir da análise de variância, que os resíduos das leguminosas influenciaram de forma significativa (p<0,05) o teor de potássio (K) da

parte aérea do milho. Já para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) não houve efeito significativo a 0,05 de probabilidade.

Os valores médios para cada variável analisada estão apresentados na **tabela 2**. Não foi observada diferença significativa para o teor de N na parte aérea do milho. No entanto, em valores absolutos, maior média foi obtida quando se adicionou ao solo folhas mais galhos de gliricídia ( $17,5 \text{ g kg}^{-1}$ ), enquanto que a menor média, quando foi adicionado galhos de jurema ( $17,02 \text{ g kg}^{-1}$ ). Isto pode ser explicado pelo fato deste último possuir maior relação C/N, tornando o processo de decomposição mais lento. A não ocorrência de diferença significativa entre os tratamentos que receberam resíduos e a testemunha (sem adição de resíduo), pode estar relacionada com o modo de aplicação do material adicionado ao solo, que foi em cobertura. De acordo com Mundus et al. (2008), os adubos de origem vegetal, uma vez incorporados ao solo, tornam-se mais acessíveis à microbiota, ao contrário de quando o material orgânico é deixado em superfície, em que a decomposição pode ser mais lenta.

O teor de P não foi afetado pela adição dos resíduos das leguminosas, embora a maior média tenha sido mediante aplicação de galhos mais folhas de gliricídia ( $1,72 \text{ g kg}^{-1}$ ). Tal fato pode ser justificado devido a esta espécie apresentar o maior conteúdo de P, além de menor relação C/N, favorecendo assim a decomposição do material vegetal e disponibilização desse nutriente.

Já para o teor de K, verificou-se efeito significativo decorrente da aplicação dos resíduos das leguminosas. Maior média foi encontrada quando se aplicou folhas de gliricídia ( $17,38 \text{ g kg}^{-1}$ ) e a menor foi proporcionada pela testemunha ( $14,20 \text{ g kg}^{-1}$ ). Dessa forma, a adição de folhas de gliricídia resultou num acréscimo de 22,3% no teor de K na parte aérea do milho em relação à testemunha. Primo et al. (2012) avaliando a contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano, observaram superioridade no teor de K na parte aérea do milho, 60 dias após a emergência, em plantas que receberam resíduos de gliricídia em cobertura. É importante ressaltar que a decomposição das frações orgânicas mais estáveis do solo não tem contribuição importante no suprimento de K às plantas, nesse caso, ele é lavado do material orgânico logo após a morte das células (Ernani, et al., 2007).

Quanto aos teores de Ca e Mg, não foram observadas respostas significativas proporcionadas pelos tratamentos. Para o Ca, maior média foi obtida quando adicionou-se ao solo folhas de jurema ( $6,39 \text{ g kg}^{-1}$ ) e menor média quando não se aplicou nenhum resíduo ( $5,47 \text{ g kg}^{-1}$ ). Em relação ao

teor de Mg, obteve-se maior média quando foi aplicado folhas de gliricídia ( $3,39 \text{ g kg}^{-1}$ ) e menor, também quando não se aplicou nenhum resíduo ( $2,01 \text{ g kg}^{-1}$ ). Esses resultados concordam com Heinrichs et al. (2002), que estudando produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes, relataram ausência de resposta das leguminosas nos teores foliares de macronutrientes no milho no primeiro ano de cultivo.

## CONCLUSÕES

O teor de K na parte aérea do milho é influenciado significativamente pela adição de resíduos de sabiá, jurema e gliricídia, independente da espécie adicionada ao solo, desde que não sejam utilizados apenas galhos.

A adição de folhas ou folhas mais galhos de gliricídia proporcionam maiores valores absolutos para teores de N, P, K e Mg na parte aérea da cultura do milho.

Mais estudos devem ser desenvolvidos para averiguar o efeito dos resíduos orgânicos na cultura do milho em condições de campo.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A.; FERREIRA NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A. & MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho escuro/degradado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35:277-288, 2000.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHOA, S. C. P. & FERNANDES, V. L. B. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará. Fortaleza: UFC, 1993. 248 p.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. & SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L., ed. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p.551-589.

FERREIRA, D. F. Sistema SISVAR para análises estatísticas: manual de orientação. Lavras: Universidade Federal de Lavras / Departamento de Ciências Exatas, 2000. 37 p.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R. & DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B., ed. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAP, 2008. p.111-164.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A. & FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26:225-230, 2002.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2005. Perfil Básico Municipal, Sobral. SEPLAN - Secretaria do Planejamento e Coordenação, Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. 10 pp.

MILLER, A. Meteorology. 2ª ed. Columbia, OHIO: Charles. E. Mairil Publishing Company, 1971. 164p.

MUNDUS, S.; MENEZES, R. S. C.; NEERGAARD, A. & GARRIDO, M. S. Maize growth and soil nitrogen

availability after fertilization with cattle manure and/or gliricidia in semiarid NE Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 82:61-73, 2008.

PAULINO, G. M.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, R. L.; COSTA, G. S. & CARNEIRO, J. G. A. Desempenho da gliricidia no cultivo em aléias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. *Revista Árvore*, 35:781-789, 2011.

PRIMO, D. C.; MENESES, R. S. C.; SILVA, T. O.; GARRIDO, M. S. & CABRAL, P. K. T. Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7:81-88, 2012.

**Tabela 1** – Caracterização química das leguminosas utilizadas.

Espécie		C	N	P	K	Ca	Mg	C/N
		-----g kg <sup>-1</sup> -----						
Sabiá	Folha	434,8	14,1	0,83	9,0	7,01	2,5	30,8
	Galho*	506,1	6,7	0,84	6,8	6,31	0,9	75,5
Jurema	Folha	449,8	17,2	0,85	7,4	6,90	2,8	26,2
	Galho	517,3	8,6	1,03	6,0	4,53	0,6	60,2
Gliricidia	Folha	427,3	22,2	1,42	14,7	8,13	4,3	19,2
	Galho	461,1	11,6	1,72	12,7	6,33	2,2	39,8

\* Galhos com diâmetro inferior a 1,0 cm.

**Tabela 2** – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na parte aérea de plantas de milho cultivado em solo degradado com adição de resíduos de leguminosas.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	-----g kg <sup>-1</sup> -----				
Sem resíduo	17,05	1,66	14,20 b	5,47	2,01
Sabiá (folha)	17,28	1,69	16,93 a	5,68	2,39
Sabiá (galho)	17,15	1,68	15,15 b	5,79	2,36
Sabiá (folha + galho)	17,38	1,71	15,60 b	6,05	2,68
Jurema (folha)	17,18	1,69	16,90 a	6,39	2,78
Jurema (galho)	17,03	1,68	15,48 b	5,60	2,55
Jurema (folha + galho)	17,13	1,65	16,60 a	5,65	2,11
Gliricidia (folha)	17,23	1,67	17,38 a	5,79	3,39
Gliricidia (galho)	17,20	1,66	17,15 a	5,73	2,61
Gliricidia (folha + galho)	17,50	1,72	17,35 a	5,93	2,96
CV (%)	3,79	4,00	8,40	12,59	24,31

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Scott-Knott.