



## Influência da adubação verde nos teores de nitrogênio inorgânico em solo degradado no semiárido cearense<sup>(1)</sup>.

**Francisco Ronaldo Alves de Oliveira<sup>(2)</sup>; Mirian Cristina Gomes Costa<sup>(3)</sup>; Henrique Antunes de Souza<sup>(4)</sup>; Marco Antônio Rosa de Carvalho<sup>(5)</sup>; José Kioma Sousa Fernandes<sup>(6)</sup>; Isabel Cristina da Silva Araújo<sup>(7)</sup>.**

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

<sup>(2)</sup> Professor; Instituto Federal do Piauí; Cocal, PI; ronaldo.oliveira@ifpi.edu.br; <sup>(3)</sup> Professora Adjunta; Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará; mirian.costa@ufc.br; <sup>(4)</sup> Pesquisador; Embrapa Caprinos e Ovinos; henrique.souza@embrapa.br; <sup>(5)</sup> Professor Titular; Instituto Federal de Educação do Ceará, campus Sobral; marcorosa@ifce.edu.br; <sup>(6)</sup> Graduando em Zootecnia; Universidade Estadual Vale do Acaraú; kioma\_sousa@hotmail.com; <sup>(7)</sup> Doutoranda em Ciências do Solo; Bolsista FUNCAP; Universidade Federal do Ceará; isabelcsa@yahoo.com.br.

**RESUMO:** A adubação verde com resíduos de leguminosas arbóreas é uma importante alternativa para a melhoria do potencial produtivo de áreas agrícolas em que o solo apresenta baixa fertilidade em decorrência da degradação. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da adição de resíduos de diferentes partes de leguminosas arbóreas nos teores de nitrogênio inorgânico do solo 65 dias após a aplicação dos resíduos. Utilizando-se solo degradado do núcleo de desertificação de Irauçuba-CE foi instalado um experimento em vasos, com delineamento de blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1 - Sem resíduo de leguminosas, T2 - Folhas de *Mimosa caesalpiniiifolia*, T3 - Galhos de *Mimosa caesalpiniiifolia*, T4 - Folhas + galhos de *Mimosa caesalpiniiifolia*, T5 - Folhas de *Mimosa hostilis*, T6 - Galhos de *Mimosa hostilis*, T7 - Folhas + galhos de *Mimosa hostilis*, T8 - Folhas de *Gliricidia sepium*, T9 - Galhos de *Gliricidia sepium* e T10 - Folhas + galhos de *Gliricidia sepium*. Foram avaliados os teores de nitrato ( $N-NO_3^-$ ), amônio ( $N-NH_4^+$ ), Nitrogênio inorgânico total ( $N-NO_3^- + N-NH_4^+$ ) e relação nitrato/amônio ( $N-NO_3^- / N-NH_4^+$ ). Os resíduos influenciaram positivamente nos teores de nitrogênio inorgânico no solo. Para o  $N-NO_3^-$  apenas T2 não influenciou significativamente. Em relação ao  $N-NH_4^+$ , T4, T7, T8, T9 e T10 proporcionaram incrementos significativos ao solo. No geral, as leguminosas contribuíram para a melhoria dos teores de N inorgânico no solo logo aos 65 dias após a aplicação.

**Termos de indexação:** fertilidade do solo, matéria orgânica, núcleo de desertificação.

### INTRODUÇÃO

A adubação verde é uma prática que consiste em introduzir em um sistema de produção a espécie

apropriada para incorporar ou depositar sobre o solo sua massa vegetal.

As plantas mais utilizadas como adubo verde são as leguminosas, porque, além de adicionarem carbono (C) ao solo, adicionam também o nitrogênio (N) atmosférico fixado pela simbiose com *Rhizobium* específicos (Faria et al., 2004). Essas espécies podem substituir os adubos minerais no fornecimento de N para várias culturas de interesse comercial (Sagrilo et al., 2009), em alguns casos essa quantidade pode chegar a mais de 200 kg ha<sup>-1</sup> (Diniz et al., 2010).

A utilização de adubos verdes pode permitir também uma diminuição das doses de esterco atualmente aplicadas e contribuir para repor as reservas de N do solo retiradas do sistema com a colheita (Castro et al., 2004).

Existem várias formas de utilização de leguminosas como fonte de N para o solo. Em regiões semiáridas, sistemas agroflorestais como o cultivo em aleias (Alley cropping), que trata do consórcio entre leguminosas arbustivas/arbóreas com a cultura de interesse alimentar pode ser uma forma, já que o manejo de podas periódicas das árvores resulta na adubação verde.

A introdução do adubo verde deve ser uma prática planejada dentro da propriedade, devendo-se considerar as diferentes características das espécies que apresentam potencial para esse fim.

Os efeitos positivos da adubação verde são bastante variáveis, dependendo de fatores como a composição e a época de corte do adubo verde (Calvo et al. 2010), dentre outros. Segundo Perin et al. (2010), nas mesmas condições de clima, solo e manejo, a taxa de decomposição e liberação de nutrientes é influenciada por características químicas inerentes ao resíduo vegetal.

Este estudo foi conduzido partindo-se das seguintes hipóteses: a) uma das espécies de leguminosas estudadas proporcionará maior incremento nos teores de N inorgânico do solo logo



aos 65 dias após a aplicação; b) Maiores teores de N inorgânico encontrados no solo dependerá da parte da planta adicionada.

Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adição de resíduos provenientes de diferentes partes de leguminosas arbóreas nos teores de N inorgânico em um solo degradado 65 dias após a aplicação dos resíduos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de agosto a outubro de 2012 nas instalações de um viveiro de mudas localizado na zona urbana do município de Sobral-CE.

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

O solo utilizado para preenchimento dos vasos foi coletado na camada de 0-30 cm em uma área degradada localizada no distrito de Jaibaras, distante 10 km da sede de Sobral (CE), com coordenadas de 3° 43' 30" de latitude Sul, 40° 22' 30" de longitude Oeste e altitude média de 94 m, região esta inserida no núcleo de desertificação de Irauçuba (CE).

Ainda no campo, uma amostra composta do solo foi coletada para fins de caracterização físico-química (Embrapa, 2011), apresentando os seguintes resultados: pH=5,7; CE=0,50 dS m<sup>-1</sup>; COT=5,1 (g kg<sup>-1</sup>); P=3,9 (mg dm<sup>-3</sup>); K<sup>+</sup>=2,6; Na<sup>+</sup>=4,2; Ca<sup>2+</sup>=14,6; Mg<sup>2+</sup>=5,8; Al<sup>3+</sup>=2,0; H+Al=13,8; Areia=731; Silte=192; Argila=77 (g kg<sup>-1</sup>).

Por ocasião da instalação do experimento, os resíduos vegetais que constituíramos tratamentos foram coletados diretamente de plantas em condições de campo. Amostras dos resíduos vegetais foram retiradas para caracterização química por meio da determinação dos teores de C, N, P, K, Ca e Mg seguindo métodos descritos em Embrapa (2011). Os resultados são apresentados na **Tabela 1**.

A irrigação foi realizada utilizando-se água

proveniente do sistema de abastecimento do município de Sobral, cuja caracterização química foi: 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>).

Foi colocado em cada vaso 8,0 dm<sup>3</sup> de solo medido com proveta de 1,0 L. Com base nos resultados da análise química de caracterização, o solo recebeu adubação fosfatada correspondente a 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Aquino et al., 1993), utilizando-se como fonte o superfosfato triplo.

O plantio do milho (*Zea mays* L.) foi realizado por meio de semeadura direta utilizando-se sementes da variedade BRS Gorutuba. Foram semeadas quatro sementes em cada vaso a uma profundidade de 2,0 cm.

Após a semeadura, os resíduos das leguminosas foram aplicados 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>. Para obtenção da fração "galhos" dos resíduos avaliados nos tratamentos, foram selecionados ramos com diâmetros ≤ 1,0 cm, em seguida estes foram cortados em pedaços de aproximadamente 2,0 cm de comprimento.

A quantidade de resíduo adicionada foi determinada levando-se em consideração a média de produção de biomassa seca (folhas + galhos finos) entre as três espécies estudadas em kg planta<sup>-1</sup>, sendo esse dado baseado em estudos realizados por Ferreira et al. (2007), Bakke et al. (2007) e Marin et al. (2006). Foi considerado que o espaçamento utilizado em sistemas de cultivo em aleias na região é de 3,0 x 1,0 x 0,5 m, o que equivale a uma população de 10.000 plantas ha<sup>-1</sup> (leguminosas). Dessa forma, uma leguminosa arbórea deposita biomassa em área correspondente a 1,0 m<sup>2</sup>. A partir desse dado, chegou-se a quantidade média que uma leguminosa arbórea depositaria numa área correspondente à do vaso utilizado no experimento.

Foram feitas irrigações diárias aplicando-se volume de água suficiente para elevar a umidade próxima à capacidade de retenção de água do solo. Foi realizado desbaste das plântulas 15 dias após a semeadura (DAS), deixando-se em cada vaso a planta mais vigorosa.

Após a coleta das plantas (65 DAS) foi realizada amostragem de solo em cada vaso na profundidade de 0-10 cm. As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo para preservar as formas inorgânicas de N e, em seguida, foram armazenadas em freezer até a realização das análises. Foram determinados os teores de nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), de acordo com métodos descritos em Embrapa (2011). A partir dos teores de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foi calculado o nitrogênio



inorgânico total ( $N-NO_3^- + N-NH_4^+$ ) e relação nitrato/amônio ( $N-NO_3^- / N-NH_4^+$ ).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o Software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento folhas mais galhos de *G. sepium* resultou em maior concentração de  $N-NH_4^+$ , se mostrando superior aos tratamentos folhas de *M. hostilis*, galhos de *M. hostilis*, folhas mais galhos de *M. hostilis*, folhas de *M. caesalpinifolia*, galhos de *M. caesalpinifolia* e ao controle, que apresentou o menor teor. O incremento de  $N-NH_4^+$  proporcionado pela adição de folhas de *G. sepium*, em relação ao controle, foi de 15,9%.

Para a concentração de  $N-NO_3^-$  no solo houve efeito da adição dos resíduos de leguminosas, com exceção às folhas de *M. caesalpinifolia* que proporcionaram média estatisticamente igual ao controle. A maior concentração de  $N-NO_3^-$  foi observada quando se adicionou sobre o solo folhas mais galhos de *G. sepium*. Observa-se aumento de 26,4% no teor de  $N-NO_3^-$  proporcionado pela adição de folhas mais galhos de *G. sepium* em relação ao controle.

No que concerne à concentração de  $N-NO_3^- + N-NH_4^+$ , apenas folhas de *M. caesalpinifolia* não proporcionaram médias superiores à apresentada pelo controle. O solo que recebeu folhas mais galhos de *G. sepium* apresentou maior concentração de  $N-NO_3^- + N-NH_4^+$  não diferindo estatisticamente dos teores observados nos solos que receberam folhas de *G. sepium*, galhos de *G. sepium* e folhas mais galhos de *M. hostilis*.

No geral, para as concentrações de  $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_3^-$  e  $N-NO_3^- + N-NH_4^+$ , observam-se que os resíduos que contêm folhas resultam em maiores teores dessas formas de N no solo, principalmente se a espécie for a *G. sepium*. Isso pode ser explicado pelo fato desta espécie ter apresentado a menor relação C/N, tanto nas folhas quanto nos galhos (**Tabela 2**) o que favorece uma decomposição mais rápida (Perin et al., 2004), sobretudo nos primeiros 10 cm de profundidade, em que o processo de mineralização da biomassa das leguminosas é mais intenso (Alcântara et al., 2000).

Beedy et al. (2010), trabalhando com *G. sepium* intercalada com milho na África do Sul, também verificaram efeito positivo da biomassa dessa espécie nos teores de  $N-NO_3^- + N-NH_4^+$ .

No que diz respeito à relação  $N-NH_4^+ / N-NO_3^-$ , folhas mais galhos de *M. hostilis* apresentaram maior média; no entanto, diferiu estatisticamente

apenas de folhas de *M. caesalpinifolia* e do controle. Observa-se predomínio do N na forma nítrica, sendo estes dados condizentes com o que é esperado para solos aerados (Araújo et al., 2012). Geralmente, a camada superficial do solo apresenta condições favoráveis ao processo de nitrificação, em que o N amoniacal é transformado em N nítrico (Maia et al., 2008).

## CONCLUSÕES

Resíduos de *M. caesalpinifolia*, *M. hostilis* e *G. sepium* aumentam os teores de  $N-NO_3^-$ ,  $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^- + N-NH_4^+$  do solo logo aos 65 dias de aplicação.

Apesar da adição de folhas mais galhos de *G. sepium* proporcionarem maiores valores absolutos, nas condições estudadas não é possível identificar qual a espécie nem a parte da planta que mais contribui com o incremento de N inorgânico no solo aos 65 dias após a aplicação.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A.; FERREIRA NETO, A. E.; PAULA, M. B. et al. 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. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará. Fortaleza: UFC, 1993. 248 p.
- ARAÚJO, J. L.; FAQUIN, V.; VIEIRA, N. M. B. et al. Crescimento e produção do arroz sob diferentes proporções de Nitrato e de Amônio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:921-930, 2012.
- BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A.; ANDRADE, A. P. et al. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless "jurema-preta" stand. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42:341-347, 2007.
- BEEDEY, T. L.; SNAPP, S. S.; AKINNIFESI, F. K. et al. Impact of Gliricidia sepium intercropping on soil organic matter fractions in a maize-based cropping system. Agriculture, Ecosystems and Environment, 138:139-146, 2010.
- CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALÍÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. Bragantia, 69:77-86, 2010.
- CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L. et al. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:779-785, 2004.

DINIZ, E.R.; ALMEIDA, A. R.; MATTOS, U. J. B. M. et al. Efeito de doses de adubo verde no crescimento e produção de brócolis orgânico. *Horticultura Brasileira*, 28:2819-2826, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adução verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 28:641-648, 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039-1042, 2011.

FERREIRA, R. L. C.; LIRA JUNIOR, M. A.; ROCHA, M. S. et al. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia Benth*). *Revista Árvore*, 31:7-12, 2007.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S. et al. Frações de nitrogênio em Luvissolo sob sistemas

agrofloretais e convencional no semiárido cearense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:381-392, 2008.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D. et al. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no Agreste Paraibano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:555-564, 2006.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; CABALLERO, S. S. U. et al. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalaria e milho solteiros e consorciados. *Revista Ceres*, 57:274-28, 2010.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:35-40, 2004.

SAGRILO, E.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S. et al. Manejo Agroecológico do Solo: os Benefícios da Adução Verde. Embrapa Meio Norte, 2009. Documento 193.

**Tabela 1** - Caracterização química dos resíduos das leguminosas utilizados no estudo.

Espécie	Parte da planta	C	N	P	K	Ca	Mg	C/N
<i>M. caesalpiniiifolia</i>	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
<i>M. hostilis</i>	Folha	449,8	17,2	0,85	7,4	6,9	2,8	26,2
	Galho	517,3	8,6	1,03	6,0	4,53	0,6	60,2
<i>G. sepium</i>	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  $\leq 1,0$  cm.

**Tabela 2** – Valores médios dos teores de nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato + amônio (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e relação nitrato amônio (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) nos primeiros 10 cm do solo após cultivo de milho com adição de resíduos de leguminosas arbóreas.

Tratamentos	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Sem resíduo	9,22 e	4,96 e	14,18 d	1,86 c
<i>M. caesalpiniiifolia</i> (F)	10,06 de	5,23 cde	15,30 cd	1,92 bc
<i>M. caesalpiniiifolia</i> (G)	11,01 bcd	5,03 de	16,04 bc	2,19 ab
<i>M. caesalpiniiifolia</i> (F + G)	10,77 cd	5,49 abc	16,27 bc	1,96 abc
<i>M. hostilis</i> (F)	11,10 bcd	5,21 cde	16,32 bc	2,13 abc
<i>M. hostilis</i> (G)	10,95 bcd	5,26 cde	16,22 bc	2,08 abc
<i>M. hostilis</i> (F + G)	11,77 abc	5,32 bcd	17,10 ab	2,21 a
<i>G. sepium</i> (F)	12,34 ab	5,63 ab	17,97 a	2,19 ab
<i>G. sepium</i> (G)	11,84 abc	5,65 ab	17,50 ab	2,10 abc
<i>G. sepium</i> (F + G)	12,51 a	5,75 a	18,27 a	2,18 ab
CV (%)	5,2	2,6	3,7	5,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey. (F)= folhas; (G)= galhos; (F + G)= folhas mais galhos e CV= coeficiente de variação.