



Crescimento e absorção de nutrientes pelo algodoeiro e pela mamoneira adubados com gliricídia e esterco

Marlon da S. Garrido¹, Rômulo S. C. Menezes¹, Everardo V. S. B. Sampaio¹ & Tereza R. R. Marques¹

RESUMO

As quantidades de esterco disponíveis nas propriedades não são suficientes para adubar as áreas agrícolas na região semiárida do Brasil. Além disso, o esterco apresenta, em geral, baixa qualidade e pode causar imobilização de nitrogênio do solo. Sendo assim, os adubos verdes, como as ramas de gliricídia ou a sua mistura com esterco, podem ser boa alternativa para aumentar a disponibilidade e a qualidade de adubos orgânicos. O crescimento inicial e a absorção de nutrientes pelo algodoeiro e pela mamoneira, adubados com esterco e/ou gliricídia, foram medidos em dois cultivos consecutivos, em casa de vegetação, utilizando-se os tratamentos: testemunha; incorporação de 20 t ha⁻¹ de esterco; incorporação de 20 t ha⁻¹ de folhas de gliricídia; e incorporação da mistura de 10 t ha⁻¹ de esterco e de 10 t ha⁻¹ de gliricídia. O tratamento com a incorporação de gliricídia apresentou maior crescimento das plantas de algodão e de mamona, tal como a maior e mais rápida disponibilização de N mineral e o maior acúmulo de nutrientes, com recuperações aparentes de N, P e K, significativamente superiores às dos demais tratamentos. O esterco não aumentou a disponibilidade de N no solo, mas sua mistura com a gliricídia aumentou a disponibilidade de N, P e K do solo em relação à testemunha, tratando-se de prática promissora capaz de melhorar a qualidade do esterco.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, *Gossypium hirsutum*, adubação orgânica, adubo verde

Growth and uptake of nutrients by cotton and castor bean fertilized with gliricidia and/or manure

ABSTRACT

The amount of manure available on farms in the semiarid region of Northeastern Brazil is usually insufficient to fertilize the cultivated areas. Besides this, in most cases the manure available is of low quality and may immobilize soil nitrogen. For these reasons, the use of green manures, such as gliricidia prunings, or the mixture of these with animal manures, may be a good alternative to increase the availability and quality of organic fertilizers. The initial growth and uptake of nutrient by cotton and castor bean fertilized with manure and/or gliricidia were measured in two consecutive growing periods in the greenhouse. The treatments were: incorporation 20 t ha⁻¹ of manure; incorporation of 20 t ha⁻¹ of gliricidia prunings; incorporation of the mixture of 10 t ha⁻¹ of manure and 10 t ha⁻¹ of gliricidia; and a control without fertilization. The treatment with gliricidia incorporation resulted in better development of both crops, greater soil N availability, greater accumulation of nutrients in the dry biomass of the crops, and greater apparent recovery of N, P and K, relative to the other treatments. The manure did not increase soil N availability, but the mixture of manure and gliricidia increased availability of soil N, P and K in relation to the control treatment, proving to be a promising practice capable of improving the quality of animal manure.

Key words: *Ricinus communis*, *Gossypium hirsutum*, organic fertilization, green manure

¹ DEN/UFPE, Av. Luís Freire 1000, CEP 50740-540 Recife, PE. Fone: (81) 2126-8250. E-mails: garridoms@yahoo.com.br; rmenezes@ufpe.br; esampaio@ufpe.br; trrmarques@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A adubação orgânica com esterco ou restos culturais é uma prática comum na condução das lavouras de agricultores familiares da região semi-árida brasileira (Severino et al., 2006); pois melhora as características físicas, químicas e biológicas dos solos e favorece o crescimento e o desenvolvimento das culturas agrícolas. Embora a prática da adubação com esterco seja comum entre os agricultores familiares, a quantidade de esterco produzida nas propriedades rurais é insuficiente para adubar todas as áreas cultivadas. Segundo Garrido (2005), todo o esterco produzido no semi-árido só seria capaz de adubar 12% das áreas agrícolas desta região, sendo necessária a combinação de esterco com outras fontes orgânicas para ampliar a área adubada. Por outro lado, geralmente o esterco disponível nas propriedades rurais é de baixa qualidade, com baixo teor de nitrogênio e alto teor de lignina, o que pode levar à imobilização de N do solo e prejudicar as culturas agrícolas (Silva & Menezes, 2007; Menezes & Salcedo, 2007). Uma das alternativas é a utilização de adubos verdes em conjunto com o esterco, em que, juntos, não só aumenta o volume de adubo orgânico mas, também, melhorar a sua qualidade pois, comumente, são ricos em nitrogênio, sobretudo no caso das leguminosas (Menezes et al., 2005; Garrido, 2005). Dentre os adubos verdes com potencial de uso nas condições do semi-árido, destaca-se a gliricídia que, além de grande capacidade de produzir biomassa com baixa disponibilidade hídrica, tem boa capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (Barreto & Fernandes, 2001; Bala et al., 2003; Marin, et al., 2007).

Dentre as culturas agrícolas exploradas na região semi-árida verifica-se grande interesse na implantação e expansão dos cultivos de algodão e de mamona, por serem culturas com bom potencial de geração de renda além de se adaptarem bem às condições peculiares da região, em particular no que diz respeito a cultivos orgânicos. Trabalhos realizados no Seridó paraibano mostraram resposta positiva da cultura do algodoeiro à adubação com esterco (Silva et al., 2005). Severino et al. (2006) também observaram efeitos positivos da adubação com esterco na cultura da mamoneira no Rio Grande do Norte. Entretanto, embora se trate de culturas de grande importância nesta região, pouco se sabe sobre as absorções e recuperações de nutrientes fornecidos por fontes orgânicas.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento, a absorção e a recuperação aparente de N, P e K pelo algodoeiro e pela mamoneira sob adubação com gliricídia e/ou esterco.

MATERIAL E MÉTODOS

Para se avaliar o crescimento, a absorção e a recuperação aparente de N, P e K pelo algodoeiro e pela mamoneira, implantou-se um experimento em casa de vegetação, no Laboratório de Fertilidade de Solos/Radioagronomia do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco, no período de maio a setembro de 2006. O solo

utilizado foi um Neossolo Regolítico, coletado da camada de 0-20 cm de profundidade no Centro Agroecológico São Miguel (CASM), no município de Esperança, Paraíba, enquanto a variedade de algodão utilizada foi a 8H da EMBRAPA-CNPA e a da mamoneira foi a BRS 149-Nordestina. O solo foi secado ao ar e passado em peneiras de malha de 2 mm e suas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo*

Característica	Unidade	Valor
Densidade	(g cm ⁻³)	1,2
Areia	(g kg ⁻¹)	830
Silte	(g kg ⁻¹)	110
Argila	(g kg ⁻¹)	60
pH	(H ₂ O)	6,40
H+Al	(cmol _c kg ⁻¹)	0,14
Na	(cmol _c kg ⁻¹)	0,14
Ca	(cmol _c kg ⁻¹)	1,75
Mg	(cmol _c kg ⁻¹)	1,10
K	(cmol _c kg ⁻¹)	0,18
C	(g kg ⁻¹)	4,78
N	(g kg ⁻¹)	0,46
P total	(mg kg ⁻¹)	100,58
P orgânico total	(mg kg ⁻¹)	49,56
P extraível	(mg kg ⁻¹)	6,22

* média de quatro repetições

O experimento foi montado em delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos de adubação orgânica e uma testemunha sem adubação, duas culturas (algodão e mamona) e com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram: (T) sem incorporação de adubo orgânico; (G) gliricídia; (E) esterco; e (GE) gliricídia + esterco, em que cada repetição constou de um vaso contendo 2 kg de solo mais o tratamento adicionado. A adubação orgânica foi aplicada em dose equivalente a 20 t ha⁻¹ de matéria seca para o esterco de caprino (13,5 g por vaso) e 20 t ha⁻¹ de matéria fresca para a gliricídia (5,6 g de matéria seca por vaso). No tratamento em que se misturam a gliricídia e o esterco, a proporção utilizada foi de 1:1 (10 t ha⁻¹ de matéria seca de esterco (6,75 g por vaso) e 10 t ha⁻¹ de matéria fresca da gliricídia (2,8 g de matéria seca por vaso), totalizando 9,55 g da mistura por vaso). Obtiveram-se a gliricídia (folhas e ramas < 1 cm de diâmetro) e o esterco no CASM, em Esperança, PB, que apresentavam os seguintes teores de nutrientes: 38,3 e 24 mg g⁻¹ de N; 1,3 e 1,4 mg g⁻¹ de P; 25,5 e 11 mg g⁻¹ de K; 66 e 74 mg g⁻¹ Ca; 38 e 31 mg g⁻¹ de Mg, respectivamente, para a gliricídia e o esterco.

Após a aplicação dos tratamentos seis sementes de algodão ou de mamona foram plantadas por vaso e, oito dias após a germinação, realizou-se o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida a 70% da capacidade de vaso através de regas diárias, ajustado pelo peso dos vasos. Por outro lado, avaliou-se a primeira coleta das plantas 60 dias após o plantio (DAP), cujo material vegetal foi secado em estufa de circulação forçada até atingir massa constante. Posteriormente, o material foi pesado e moído em

moinho tipo Wiley. Após a coleta das plantas, novos plantios foram realizados nos vasos, para um segundo ciclo de avaliações, enquanto os procedimentos de cultivo foram os mesmos do primeiro ciclo, exceto pela ausência de aplicação dos adubos, com o intuito de se avaliar o efeito residual dos adubos.

Para quantificar os teores de nutrientes do material vegetal, este foi digerido utilizando-se ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio (Thomas et al., 1967). Os teores de N foram determinados em auto-analisador Technicon (EPA, 1971), os de fósforo por colorimetria e os de K por fotometria de chama (EMBRAPA, 1999). No solo, o N mineral foi quantificado em amostras retiradas de cada vaso a cada 30 dias, segundo a metodologia descrita em Mendonça & Matos (2005).

Avaliaram-se os seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, acúmulo de nutrientes e as recuperações aparentes, pelo algodoeiro e pela mamoneira, dos nutrientes da gliricídia e do esterco, de acordo com a metodologia de Fageria (1998). Os dados em porcentagem foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$ (Banzatto & Kronka, 2006) feitas as análises de variância e as comparações das médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram analisados com o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das plantas

Nos tratamentos com gliricídia, com a mistura de gliricídia e esterco e somente com esterco, as plantas de algodão apresentaram acúmulo de matéria seca significativamente maior no primeiro ciclo de cultivo, quando se compararam os referidos tratamentos com o tratamento sem adição de adubos orgânicos, apresentando incrementos de 100, 135 e 73%, respectivamente (Tabela 2). Esta tendência foi observada também para a avaliação do segundo ciclo, no qual os tratamentos com adubação orgânica mostraram incrementos significativos para altura, diâmetro e massa seca da parte aérea quando comparados com o tratamento sem a adição de adubos orgânicos. É interessante observar que o esterco exerceu efeito relativamente melhor no segundo ciclo, fato coerente com estudos prévios que indicam que o esterco só passa a liberar nitrogênio algumas semanas após sua incorporação (Silva & Menezes, 2007). Em geral, os resultados estão de acordo com Lacerda & Silva (2007) que observaram aumento significativo no acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas de algodão sob adubação orgânica, em sistemas de plantio direto.

As plantas de mamona exibiram alturas significativamente maiores nos tratamentos com a adição de adubo orgânico, no primeiro ciclo de cultivo, com incrementos de 123, 85, 63% para os tratamentos com gliricídia, mistura de gliricídia e esterco, respectivamente, quando comparados com o tratamento sem a adição de adubo orgânico (Tabela 2). Lima et al. (2006) observaram resultados semelhantes ao estudarem diferentes fontes de adubos orgânico na produção de mudas de mamoneira, além de diferenças significativas para

Tabela 2. Altura (ALT), diâmetro (DIA) e massa fresca (MAS) de plantas de algodão e de mamona sob adubação com gliricídia e/ou esterco. T – testemunha; G – gliricídia; GE – gliricídia + esterco e E – esterco

Trat.	Algodão			Mamona		
	ALT (cm)	DIA (mm)	MAS (g)	ALT (cm)	DIA (mm)	MSPA (g)
1º Ciclo						
T	20,4 a*	4,1 a	2,6 c	13,1 b	7,3 b	2,5 c
G	25,1 a	4,1 a	5,2 ab	29,3 a	8,5 a	7,5 a
GE	23,5 a	4,9a	6,1 a	24,3 a	8,1 ab	5,1 b
E	21,4 a	4,1 a	4,5 b	21,4 a	7,5 b	3,9 bc
CV%	10,5	8,21	9,27	14,44	4,61	17,76
2º Ciclo						
T	5,7 b	1,1 b	0,7 b	8,1 a	3,5 a	1,3 a
G	7,2 a	1,5 a	1,3 a	9,1 a	3,6 a	1,7 a
GE	6,6 ab	1,3 ab	1,0 ab	8,1 a	3,5 a	1,2 a
E	7,52 a	1,5 a	1,4 a	9,8 a	3,7 a	2,0 a
CV%	7,02	7,5	17,41	9,3	2,74	23,93

*Em cada coluna, médias com letras iguais não diferem entre si, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade

a altura das plantas entre os tratamentos com a adição de esterco e de mucilagem de sisal, quando comparado com o tratamento sem a adição de adubo orgânico.

Para os diâmetros do caule da mamoneira no primeiro ciclo de cultivo, os tratamentos com a adição de gliricídia e a mistura gliricídia e esterco evidenciaram as maiores médias, não diferindo significativamente entre si. Já o tratamento com a adição de gliricídia mostrou o maior acúmulo de matéria seca da parte aérea no primeiro ciclo de cultivo com um incremento de 201% quando comparado com o tratamento sem a adição de adubo orgânico (Tabela 2). Marin et al. (2007), utilizando a parte aérea de gliricídia como adubo orgânico, mostrou aumento significativo no acúmulo da matéria seca da parte aérea de plantas de milho cultivadas no Agreste Paraibano. Em relação ao segundo ciclo de cultivo da mamoneira não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos para nenhuma das características avaliadas, apesar do esterco ter levado a um valor absoluto maior de todas as variáveis analisadas (Tabela 2).

Absorção e eficiência de uso de nutrientes pelas plantas

As plantas de algodão adubadas com a mistura de esterco e gliricídia apresentaram maiores absorções de N, P e K (84,6, 10,9 e 58 mg planta⁻¹), com incrementos de 143, 142 e 231%, respectivamente, em relação ao tratamento sem a adição de adubos orgânicos (Tabela 3). No tratamento com adição de gliricídia, as plantas de algodão se destacaram na absorção de N e de K, com 97,4 e 43,2 mg planta⁻¹. As absorções de N e de K no primeiro ciclo de cultivo não diferiram significativamente entre os tratamentos com a aplicação de gliricídia ou a mistura de gliricídia e esterco. No segundo ciclo de cultivo do algodão, observaram-se diferenças significativas no acúmulo de N nas plantas cultivadas com a adição de esterco (16,4 mg planta⁻¹), com um incremento de 88% em relação às não adubadas. Todos os tratamentos com adição de adubos orgânicos apresentaram diferenças significativas, na absorção de P e K, quando comparados com o tratamento sem a sua adição (Tabela 3).

Na avaliação da absorção total e se considerando os dois ciclos de cultivo do algodoeiro, observou-se um destaque na absorção de N nos tratamentos com a presença de gliricídia, com 110,7 e 96,8 mg planta⁻¹, equivalendo a incrementos de 155 e 122%, nos tratamentos gliricídia e mistura gliricídia e esterco, respectivamente. O tratamento com o uso do esterco apresentou a maior absorção de P (19,4 mg planta⁻¹) e diferiu significativamente dos demais tratamentos. Não se constataram diferenças significativas entre os tratamentos quanto à absorção de K (Tabela 3). Embora se tenha observado efeito positivo na absorção de nutrientes comparando-se os tratamentos com adição de adubos orgânicos, as quantidades absorvidas não indicam boa nutrição dessas plantas. Considerando-se o tratamento com maior acúmulo de biomassa, conclui-se que os teores de nutrientes ficaram abaixo dos valores médios recomendados para a parte aérea desta cultura: 28,8 g kg⁻¹ de N, 2,35 g kg⁻¹ de P e 18,8 g kg⁻¹ de K (Malavolta et al., 1997).

Tabela 3. Acúmulos de N, P e K (mg planta⁻¹) em plantas de algodão e mamona adubadas com gliricídia e/ou esterco. T – testemunha; G – gliricídia; GE – gliricídia + estarco; e E – esterco

Trat.	Algodão			Mamona		
	N	P	K	N	P	K
1º Ciclo						
T	34,8 c*	4,5 c	17,5 c	39,6 c	4,3 b	18,1 b
G	97,4 a	8,5 bc	43,2 ab	131,7 a	7,8 a	60,8 a
GE	84,6 a	10,9 ab	58,0 a	77,1 b	7,9 a	54,5 a
E	58,9 b	14,4 a	43,2 b	59,7 bc	8,7 a	57,5 a
CV%	11,27	17,13	11,75	16,25	10,37	21,21
2º Ciclo						
T	8,7 c	2,6 b	6,9 c	20,7 c	3,9 b	18,6 b
G	13,3 b	3,6 ab	20,6 a	27,6 ab	5,0 ab	26,8 ab
GE	12,2 b	4,1 a	16,0 b	24,0 bc	4,3 b	24,7 ab
E	16,4a	4,9 a	23,9 a	32,5 a	6,5 a	39,3 a
CV%	9,04	13,81	8,58	7,69	14,26	23,30
Soma dos dois ciclos de cultivo						
T	43,5 c	7,1 c	24,5 b	60,3 c	8,2 b	36,7 b
G	110,7 a	12,1 b	67,7 a	159,3 a	12,8 ab	87,6 a
GE	96,8 a	15,0 b	74,0 a	101,1 b	12,1 ab	79,2 a
E	75,3 b	19,4 a	67,1 a	92,2 bc	15,3 a	96,8 a
CV%	9,86	9,92	8,94	12,83	17,03	13,79

*Em cada coluna, médias com letras iguais não diferem entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Trat. – Tratamentos)

No primeiro ciclo de cultivo as plantas de mamona expuseram, no tratamento com a adição de gliricídia, a maior absorção de N (131,7 mg planta⁻¹) com incremento de 232% quando comparadas com as plantas do tratamento sem a adição de adubo orgânico; por outro lado, os tratamentos com a adição de adubo orgânico apresentaram as maiores médias de absorção de P e K, diferindo significativamente do tratamento sem adição de adubo orgânico mas não diferiram significativamente entre si (Tabela 3). Para o segundo ciclo de cultivo os tratamentos esterco e gliricídia apontaram as maiores médias de adsorção de N (32,5 e 27,6 mg planta⁻¹) e P (6,5 e 5,0 mg planta⁻¹, respectivamente). Quando se consideraram as somas dos dois ciclos de cultivo da mamoneira, deu-se um acúmulo maior de N nas plantas do tratamen-

to com a adição de gliricídia (159,3 mg planta⁻¹), com um incremento de 164% quando comparado com o tratamento sem a adição de adubo orgânico. Foram notados, nas plantas dos tratamentos com a adição de adubo orgânico notaram-se as maiores médias de absorção de P e K, diferindo significativamente do tratamento sem adição de adubo orgânico não diferindo significativamente entre si (Tabela 3).

A recuperação aparente de N pelas plantas de algodão (Tabela 4) no primeiro ciclo foi maior no tratamento com gliricídia que nos tratamentos esterco e mistura de esterco e gliricídia em que não se observaram, no entanto, diferenças significativas na recuperação aparente de P e K nos tratamentos com adubação orgânica para o primeiro ciclo de cultivo do algodoeiro, nem para a recuperação de N e P no segundo ciclo de cultivo do algodão; no segundo ciclo de cultivo nos tratamentos esterco e gliricídia as plantas de algodoeiro, apresentaram as maiores médias de recuperação de K (11,6 e 9,1%); no entanto, na avaliação da recuperação total de nutrientes pelo algodoeiro e se considerando-se os dois ciclos de cultivo, notou-se uma recuperação maior do N nas plantas de algodão adubadas com gliricídia (45%).

Tabela 4. Recuperações aparentes de N, P e K, em % do total aplicado, por plantas de algodão e mamona adubadas com gliricídia e/ou esterco: G – gliricídia; GE – gliricídia + estarco; e E – esterco

Trat.	Algodão			Mamona		
	N	P	K	N	P	K
1º Ciclo						
G	40,1 a	52,1 a	19,7 a	55,4 a	44,8 a	28,4 a
GE	18,5 b	46,8 a	23,3 a	13,4 b	25,5 b	20,9 a
E	7,4 b	50,5 a	17,5 a	6,2 b	22,6 b	26,4 a
CV%	22,6	28,07	16,41	25,48	32,6	30,08
2º Ciclo						
G	4,9 a	12,9 a	9,1 a	3,2 ab	15,6a	5,5 b
GE	1,3 a	10,6 a	5,2 b	1,2 b	4,4 b	3,5 b
E	2,4 a	11,8 a	11,6 a	3,6 a	13,3 a	14,1 a
CV%	36,2	30,44	11,53	34,93	22,1	33,9
Soma dos dois ciclos de cultivo						
G	45,0 a	65,0 a	28,8 a	58,6 a	60,4 a	33,9 a
GE	19,8 b	57,4 a	28,5 a	14,6 b	29,9 b	24,5 a
E	9,8 b	62,3 a	29,1 a	9,8 b	35,9 b	40,5 a
CV%	16,44	20,79	11,9	23,97	31,1	23,7

*Em cada coluna, médias com letras iguais não diferem entre si, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Trat. – Tratamentos)

No primeiro ciclo de plantio sob adubação com gliricídia, as plantas de mamoneira apresentaram maior recuperação aparente de N (55,4%); resultados semelhantes foram observados no tratamento com gliricídia para a recuperação de P (44,8%); no segundo ciclo, as plantas dos tratamentos esterco e gliricídia indicaram as maiores médias de recuperação aparente de N (3,6 e 3,2%) e P (13,3 e 15,6%, respectivamente); não se constataram, porém, diferenças significativas entre os tratamentos para a recuperação aparente de K. Considerando-se os dois ciclos de cultivo, ter-se-á que as plantas de mamona no tratamento com a aplicação de gliricídia apresentaram as maiores recuperações de N (58,6%) e P (60,4%) sem, contudo, se observar diferenças significativas entre os tratamentos para a recuperação aparente de K (Tabela 4).

As recuperações aparentes de N observadas neste trabalho são consideradas altas. Em revisões sobre o assunto, Garrido (2005), mostrou que as taxas de recuperação real de N pelas plantas podem variar de 36 a 74% para os fertilizantes químicos e de 8 a 24% para os adubos verdes. Para o esterco animal, essa faixa de recuperação está em torno de 6%, variando com a labilidade de cada material. Na literatura há ausência de dados relativos a recuperações de P e K com a aplicação de resíduos de plantas e esterco. Embora a recuperação aparente não determine um valor exato dos nutrientes absorvidos pelas plantas provenientes das fontes de adubação, serve como bom indicativo da capacidade de mineralização e disponibilização dos nutrientes contidos em diferentes fontes orgânicas favorecendo, assim, o manejo da adubação.

Disponibilidade de N no solo

De forma geral se observou, nos tratamentos aos quais foi incorporada a glicircídia ao solo, maior disponibilidade de nitrogênio mineral seguido do tratamento da mistura de glicircídia e esterco, para as duas primeiras avaliações, aos 15 e 30 DAP (Figura 1). Para este mesmo período, o tratamento com a incorporação do esterco não apresentou diferenças em comparação com a testemunha, o que se deve à sua menor capacidade de mineralização nos primeiros dias após incorporação (Menezes & Salcedo, 2007).

Os teores de N mineral na avaliação aos 60 DAP não diferiram entre os tratamentos; este período coincide com a colheita do primeiro ciclo de cultivo; os baixos valores de N disponível no solo aos 60 DAP podem ser explicados pelo fato de que, no período entre 30 e 60 DAP, as plantas tiveram grande demanda de nutrientes para a formação de sua biomassa e acúmulo de nutrientes. Lima et al. (2006) citaram que a maior demanda por nutrientes pela mamoneira tem início após os primeiros 15 a 30 dias de cultivo mas se contatou, aos 90 DAP, uma pequena diferença entre o tratamento com a mistura de glicircídia e esterco e os demais, o que leva à hipótese de que a mistura de um adubo verde de boa qualidade, como a glicircídia com o esterco, um adubo orgânico de menor qualidade, propicia melhor sincronização na liberação de nutrientes para a cultura a ser explorada. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2007), que obtiveram maiores produtividades e acúmulos de nutrientes pela cultura da batata adubada com a mistura de crotalária e esterco, que com a aplicação isolada de esterco, além de terem notado, ainda, maior disponibilização de N-mineral no tratamento com a combinação de crotalária e esterco ao longo do ciclo da cultura. No presente trabalho não se constataram diferenças na disponibilidade de N-mineral do solo entre os tratamentos, aos 120 DAP.

Nos tratamentos aos quais se incorporou a glicircídia, observou-se uma rápida mineralização de N; se considerar que ao material incorporado foram adicionados 214 mg de N e que nos 2 kg de solo em cada pote a quantidade média de N mineral era de 345 mg, já subtraída a quantidade de N mineral da testemunha, aos 15 DAP 100% do N da glicircídia incorporada já haviam sido mineralizados, além de se ter estimulado a mineralização de parte do N,

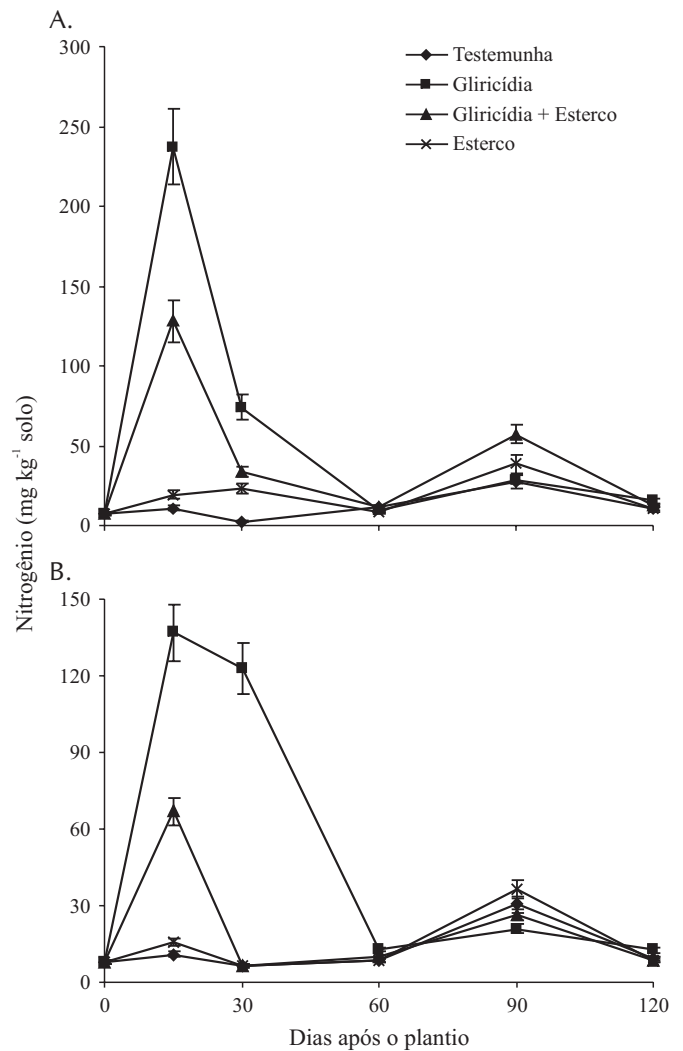


Figura 1. Concentração de nitrogênio mineral ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$) em um Neossolo Regolítico com e sem a incorporação de adubos orgânicos. (A) cultivado com mamona e (B) com algodão, ao longo de 120 dias de cultivo em casa de vegetação. Observação: barras verticais representam o erro padrão da média

nativo no solo (efeito priming). A rápida mineralização da glicircídia e o efeito priming no solo também foram notados por Cardise et al. (1998), Mafongoya et al. (2000) e Menezes & Salcedo (2007).

CONCLUSÕES

1. A incorporação de glicircídia promoveu maior crescimento das plantas de algodão e mamona.
2. A incorporação de glicircídia ou da mistura de glicircídia e esterco, promoveu os maiores acúmulos de N, P e K na biomassa aérea do algodão e da mamona.
3. A incorporação da glicircídia ao solo provocou mineralização de N no solo em quantidade superior à adicionada em sua biomassa em apenas 15 dias após a incorporação.
4. A incorporação de esterco praticamente não aumentou a disponibilidade de N do solo e não forneceu mais P e K.
5. A recuperação aparente dos nutrientes fornecidos pela

incorporação da gliricídia foi alta e comparável à recuperação observada em trabalhos com aplicação de fertilizantes químicos.

6. A mistura do esterco com a gliricídia foi capaz de aumentar a disponibilidade de N do solo e fornecer mais P e K, mostrando ser esta uma prática promissora capaz de melhorar a qualidade do esterco.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pela concessão de bolsas, e ao Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais – IAI (CRN 2014), pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

- Bala, A.; Murphy, P. Giller, K. E. Distribution and diversity of rhizobia nodulating agroforestry legumes in soil from three continents in the tropics. *Molecular Ecology*, v.12, p.917-930, 2003.
- Banzatto, D. V.; Kronka, S. N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2006. 247p.
- Barreto, A. C.; Fernandes, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.10, p.1287-1293, 2001.
- Cadise, G.; Handayanto, E.; Malama, C.; Seyni, F.; Giller, K. E. Nitrogen recovery from legumes Prunnings and priming effects are governed by the residue quality. *Plant and Soil*, v.205, p.125-134, 1998.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Informática Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1.ed. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.
- EPA – Environmental Protection Agency. Methods for chemical analysis of waters and wastes. Cincinnati: USEPA, 1971. 312p.
- Fageria, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.2, n.1, p.6-16, 1998.
- Garrido, M. S. Adubação orgânica em sistemas agroecológicos do Nordeste. Lavras: UFLA, 2005. 21p. Monografia Especialização
- Lacerda, N. B.; Silva, J. R. C. Efeito do manejo do solo e da adubação orgânica no rendimento do algodoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.2, p.167-172, 2007.
- Lima, R. de L. S.; Severino, L. S.; Silva, M. I. de L.; Jerônimo, J. F.; Vale, L. F.; Beltrão, N. E. de M. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.3, p.474-479, 2006.
- Mafongoya, P. L.; Barak, P.; Reed, J. D. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. *Biology and Fertility*, v.1, p.298-305, 2000.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, A. de O. Avaliação do estado nutricional das plantas. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- Marin, A. M. P.; Menezes, R. S. C.; Salcedo, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubadas com duas fontes orgânicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.5, p.669-677, 2007.
- Mendonça, E. S.; Matos, E. S. Matéria orgânica do solo: Métodos de análises. 1.ed. Viçosa: UFV, 2005.107p.
- Menezes, R. S. C.; Garrido, M. S.; Marin, A. M. P. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife. Anais... Recife: UFRPE, 2005. CD Rom.
- Menezes, R. S. C.; Salcedo, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.4, p.361-367, 2007.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide. v. 8.0. vols. I, II and III. Cary: SAS Institute, Inc., 2000.
- Severino, L. S.; Ferreira, G. B.; Moraes, C. R. de A.; Gondin, T. M. de S.; Cardoso, G. D.; Viriato, J. R.; Beltrão, N. E. de M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.14, n.5, p.879-882, 2006.
- Silva, M. N. B.; Beltrão, N. E. de M.; Cardoso, G. D. Adubação do algodoeiro colorido BRS 200 em sistema orgânico no Sertido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.2, p.222-228, 2005.
- Silva, T. O. da; Menezes, R. S. C. Adubação orgânica da Batata com esterco e, ou, *crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.51-61, 2007.
- Thomas, R. L.; Sheard, R. W.; Moyer, J. R. Comparison of conventional and automated procedure for nitrogen, phosphorus and potassium analysis of plant material using single digest. *Agronomy Journal*, v.59, n.1, p.240-243, 1967.