

DESENVOLVIMENTO DO MILHO CULTIVADO EM SOLO DEGRADADO ENRIQUECIDO COM RESÍDUOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS⁽¹⁾

Francisco Ronaldo Alves de Oliveira⁽²⁾; Mirian Cristina Gomes Costa⁽³⁾; Henrique Antunes de Souza⁽⁴⁾; Juciane Maria Santos Sousa⁽⁵⁾; Osvaldo Nogueira de Sousa Neto⁽⁶⁾; José Kioma Sousa Fernandes⁽⁷⁾.

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

⁽²⁾ Mestrando em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, CE; E-mail: ronaldoindep@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto; Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Ceará; ⁽⁴⁾ Pesquisador A; Embrapa Caprinos e Ovinos; ⁽⁵⁾ Mestranda em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; ⁽⁶⁾ Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas; Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; ⁽⁷⁾ Graduando em Zootecnia; Universidade Estadual Vale do Acaraú;

RESUMO: A utilização de leguminosas como adubo verde é uma importante estratégia para possibilitar a recuperação de solos degradados, bem como a produção de alimentos nestes solos. Ainda há dúvidas a respeito da espécie ideal e de qual parte da planta deve ser incorporada ao solo para disponibilizar nutrientes que possam ser utilizados pelas culturas alimentares. Com a execução deste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adição de resíduos provenientes de diferentes partes de leguminosas arbóreas no desenvolvimento do 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. O desenvolvimento do milho foi avaliado por meio de medidas de altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST). Os tratamentos influenciaram nos parâmetros ALT, MSR, MSPA e MST. O tratamento T10 resultou em maiores médias de ALT, MSPA e MST. Já o tratamento T4 resultou em maior média de MSR, o que pode ser uma vantagem para a produção de sequeiro no semiárido.

Termos de indexação: adubação verde, semiárido, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

O surgimento de áreas degradadas no Brasil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, ocasionando inúmeros prejuízos ao ambiente. A prevenção da degradação de novas áreas, aliada à baixa fertilidade natural dos solos tem conduzido à necessidade de uso de práticas de adição de

matéria orgânica (Alcântara et al., 2000). Nesse contexto, os sistemas agroflorestais (SAFs) têm surgido como alternativa viável, aliando produção agrícola e sustentabilidade ambiental.

Estudos relatam que um dos modelos de SAF com grande potencial para regiões secas é o cultivo em aléias (Alley cropping), que trata do consórcio entre leguminosas arbustivas/arbóreas com a cultura de interesse alimentar. 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.

O conhecimento das interações entre as leguminosas arbóreas e as culturas anuais é importante para o manejo dos sistemas agroflorestais, uma vez que as leguminosas estabelecem relações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio e servem como cobertura morta e adubo verde (Santos et al., 2010).

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 (Alcântara et al. 2000). 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.

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da adição de resíduos provenientes de diferentes partes de leguminosas arbóreas no desenvolvimento do 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 dm³, 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⁻¹; M.O=1,4 (%); P=3,98 (mg dm⁻³); K⁺=2,59; Na⁺=4,18; Ca²⁺=14,65; Mg²⁺=5,78; Al³⁺=2,00; H+Al=17,80; SB=27,20; T=45,00 (mmol_c dm⁻³); V=60,09 (%); Areia=731; Silte=192; Argila=77 (g kg⁻¹).

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⁻¹; Ca²⁺=0,50; Mg²⁺=0,75; K⁺=0,20; Na⁺=0,70; Cl⁻=1,25; HCO₃⁻=1,0 (mmol_c L⁻¹).

Antes do preenchimento dos vasos o solo foi peneirado em malha de 4,0 mm. O volume de solo colocada em cada vaso foi de 8,0 dm³. Com base nos resultados da análise química de caracterização, o substrato recebeu adubação

fosfatada correspondente a 90 kg ha⁻¹ (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⁻¹. 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. Aos 60 DAG as plantas foram coletadas. Os parâmetros biométricos avaliados foram altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST).

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, versão 4.3 (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (**Tabela 2**), o desenvolvimento do milho foi afetado significativamente pela adição dos resíduos das leguminosas, sendo encontradas diferenças significativas (p<0,01) para altura de plantas, matéria seca da parte aérea, matéria seca total e, (p<0,05) para matéria seca da raiz. Já para número de folhas e diâmetro do caule não houve efeito significativo.

Os valores médios para cada variável analisada

estão apresentados na **tabela 3**. Maiores alturas de plantas foram observadas quando se adicionou folhas mais galhos de gliricídia (127,25 cm), folhas de jurema (121,50 cm) e folhas mais galhos de sabiá (117,00 cm), não diferindo estatisticamente entre si. A menor altura ocorreu quando se adicionou galhos de jurema (100,0 cm), sendo estatisticamente igual a quando foram adicionados galhos de sabiá, galhos de gliricídia e folhas mais galhos de jurema. Observa-se que as maiores médias de altura de plantas ocorreram quando foram adicionadas folhas ou folhas mais galhos, independente da espécie utilizada. Isto pode ser explicado pelo fato das folhas apresentarem menor relação C/N, favorecendo uma decomposição mais rápida e posterior disponibilização de nitrogênio para a cultura. Andrade Neto et al. (2010), estudando o efeito da adubação verde sobre o crescimento e a produtividade do sorgo forrageiro também verificaram influência positiva na altura de plantas.

O número de folhas não foi afetado pela adição dos resíduos. No entanto, a maior média foi observada quando se aplicou folhas mais galhos de gliricídia (9,75 folha planta⁻¹). Para diâmetro do colmo os tratamentos também não proporcionaram diferença significativa. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Lázaro et. al (2013), que, avaliando a produtividade do milho em sucessão à adubação verde em condições de campo, não encontraram diferença significativa para diâmetro do colmo.

A matéria seca da raiz foi influenciada significativamente pela adição dos resíduos de leguminosas. A maior média foi observada quando se aplicou folhas mais galhos de sabiá (0,46 g planta⁻¹), diferindo estatisticamente apenas da testemunha (sem aplicação de resíduos) com média de 0,33 g planta⁻¹.

Para matéria seca da parte aérea e matéria seca total foram verificadas respostas significativas de forma semelhante, com maior média observada nas plantas que receberam folhas mais galhos de gliricídia (MSPA=12,50 g planta⁻¹ e MST=13,17 g planta⁻¹). Este tratamento diferiu estatisticamente apenas de galhos de sabiá e da testemunha, sendo que este último proporcionou as menores médias (MSPA=8,25 g planta⁻¹ e MST=8,36 g planta⁻¹). A produtividade de matéria seca por planta foi inferior à que normalmente é obtida em condições de campo. Segundo Silva et. al (2009), esse fato possivelmente está relacionado às condições do estudo conduzido em vasos. Nestes casos há desfavorecimento do acúmulo de matéria seca,

sobretudo pelo menor volume de solo explorado pelas raízes.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento da cultura do milho é influenciado significativamente pela adição de resíduos de sabiá, jurema e gliricídia, independente da espécie ou da parte da planta adicionada ao solo.

A adição de folhas mais galhos de gliricídia proporcionam maiores valores absolutos de parâmetros relacionados ao crescimento vegetativo da cultura.

Estudos de campo devem ser conduzidos para averiguar o efeito dos resíduos orgânicos na produção de grãos pela cultura.

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.

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GOES, G. B. & LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14:124-130, 2010.

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. 248p.

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

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

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

LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F.; SARTO, M. V. M. & DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. Pesquisa Agropecuária Tropical, 43:10-17, 2013.

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

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

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A. & ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 44:118-127, 2009.

SANTOS, C. C.; SILVA, L. G.; SILVA, G. C. & FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. Alelopatia entre leguminosas arbóreas e feijão-caupi. *Scientia Agraria*, 11:187-192, 2010.

Tabela 1 – Caracterização química das leguminosas utilizadas.

Espécie		C	N	P	K	Ca	Mg	C/N
-----g kg ⁻¹ -----								
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
Gliricídia	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 - Resumo da análise de variância para altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de plantas de milho cultivado em solo degradado com adição de resíduos de leguminosas.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		ALT	NF	DC	MSR	MSPA	MST
Tratamentos	9	220,51**	2,39 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,01*	5,17**	6,36**
Resíduo	27	19,02	1,39	0,51	0,00	0,64	0,72
CV (%)	-	3,85	14,17	12,16	11,88	7,2	7,37

GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; *, ** e ^{ns}= Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente.

Tabela 3 - Valores médios para altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de plantas de milho cultivado em solo degradado com adição de resíduos de leguminosas.

Tratamentos	ALT	NF	DC	MSR	MSPA	MST
	cm	folha planta ⁻¹	mm	-----g planta ⁻¹ -----		
Sem resíduo	112,00 bc	7,75 a	5,58 a	0,33 b	8,25 c	8,36 c
Sabiá (folha)	113,75 bc	8,25 a	6,63 a	0,42 ab	11,25 ab	11,74 ab
Sabiá (galho)	108,50 cd	8,75 a	5,25 a	0,39 ab	10,50 b	10,99 b
Sabiá (folha + galho)	117,00 abc	8,25 a	5,80 a	0,46 a	11,25 ab	11,73 ab
Jurema (folha)	121,50 ab	8,50 a	5,90 a	0,41 ab	11,50 ab	12,11 ab
Jurema (galho)	100,00 d	9,25 a	6,02 a	0,39 ab	11,00 ab	11,31 ab
Jurema (folha + galho)	110,50 cd	7,25 a	5,08 a	0,40 ab	11,50 ab	11,85 ab
Gliricídia (folha)	113,00 bc	7,50 a	6,20 a	0,43 ab	12,00 ab	12,33 ab
Gliricídia (galho)	110,00 cd	8,00 a	5,90 a	0,41 ab	11,00 ab	11,75 ab
Gliricídia (folha + galho)	127,25 a	9,75 a	6,40 a	0,43 ab	12,50 a	13,17 a

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