

Processo de Decomposição e Liberação de Nutrientes de Coquetéis Vegetais no Cultivo de Mangueiras no Semiárido Brasileiro



ISSN 1808-9968

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 89

Processo de Decomposição e Liberação de Nutrientes de Coquetéis Vegetais no Cultivo de Mangueiras no Semiárido Brasileiro

*Alessandra Monteiro Salviano Mendes
Vanderlise Giongo
Davi José Silva
Tony Jarbas Ferreira Cunha
Maria Sonia Lopes da Silva
Sandra Regina da Silva Galvão*

Embrapa Semiárido
Petrolina, PE
2011

Esta publicação está disponibilizada no endereço: www.cpsa.embrapa.br

Embrapa Semiárido

BR 428, km 152, Zona Rural
Caixa Postal 23 CEP 56302-970 Petrolina, PE
Fone: (87) 3866-3600 Fax: (87) 3866-3815
sac@cpsa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Maria Auxiliadora Coelho de Lima
Secretário-Executivo: Anderson Ramos de Oliveira

Membros: Ana Valéria de Souza
Andréa Amaral Alves
Gislene Feitosa Brito Gama
José Maria Pinto
Juliana Martins Ribeiro
Magna Soelma Beserra de Moura
Mizael Félix da Silva Neto
Patrícia Coelho de Souza Leão
Sidinei Anunciação Silva
Vanderlise Giongo
Welson Lima Simões

Supervisão editorial: Sidinei Anunciação Silva
Revisão de texto: Sidinei Anunciação Silva
Normalização bibliográfica: Sidinei Anunciação Silva
Tratamento de ilustrações: Nivaldo Torres dos Santos
Editoração eletrônica: Nivaldo Torres dos Santos
Foto(s) da capa: Alessandra Monteiro Salviano Mendes
1ª edição (2011): formato digital

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

É permitida a reprodução parcial do conteúdo desta publicação desde que citada a fonte.

**CIP. Brasil. Catalogação na Publicação
Embrapa Semiárido**

Processo de decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais no cultivo de mangueiras no Semiárido brasileiro / Alessandra Monteiro Salviano Mendes... [et al.]
– Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

24 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 89).

1. Matéria orgânica. 2. Coquetel vegetal. 3. Adubação verde. 4. Mangueira. 5. Região semiárida. I. Título. II. Série.

CDD 631.417

© Embrapa 2011

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	13
Conclusões	20
Referências	20

Processo de Decomposição e Liberação de Nutrientes de Coquetéis Vegetais no Cultivo de Mangueiras no Semiárido Brasileiro

Alessandra Monteiro Salviano Mendes¹; Vanderlise Giongo²; Davi José Silva³; Tony Jarbas Ferreira Cunha⁴; Maria Sonia Lopes da Silva⁵; Sandra Regina da Silva Galvão⁶

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa da parte aérea de coquetéis vegetais cultivados nas entrelinhas de mangueira, em ambiente semiárido. Foram instaladas bolsas de decomposição (*litter bags*) contendo 25 g de matéria seca de coquetéis vegetais, distribuídos na projeção da copa. Os tratamentos testados foram: T1 — 100 % não leguminosas; T2 — 100% leguminosas; T3 — 75% leguminosas e 25% não leguminosas; T4 — 50% leguminosas e 50% não leguminosas; T5 — 25% leguminosas e 75% não leguminosas; T6 — 100% vegetação espontânea. Em cada época de amostragem (0, 8, 15, 30, 45, 75, 135, 165, 195 e 225 dias após a deposição das bolsas) coletou-se um *litter bag* de cada tratamento e foram determinados os

¹Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, amendes@cpatsa.embrapa.br.

²Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, vanderlise@cpatsa.embrapa.br.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, davi@cpatsa.embrapa.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, tony@cpatsa.embrapa.br.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Solos – UEP Recife, PE, sonia@uep.cnps.embrapa.br.

⁶Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Tecnologias Energéticas Nucleares, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Salgueiro, PE, sandra.galvao@ifsertao-pe.edu.br .

teores totais de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e boro (B). A cinética de decomposição e liberação de nutrientes dos coquetéis vegetais apresentou uma fase inicial rápida seguida de outra mais lenta. O coquetel vegetal composto por não leguminosas (T1) apresentou a maior taxa de decomposição e as maiores constantes de liberação para C e N e, conseqüentemente, mineralização mais rápida. O tratamento com maior proporção de não leguminosas (100%) e a vegetação espontânea apresentaram as maiores constantes de liberação de nutrientes e a partir da média dos valores de k, para todos os coquetéis vegetais, tornou-se possível estabelecer a seguinte ordem de liberação dos nutrientes: $P > B > C > N > Ca > Mg$.

Palavras-chave: resíduos vegetais, *litter bag*, adubação verde.

Decomposition Rate and Nutrient Release of Vegetable Residues in a Mango Tree Area, in Semi-arid Environment

Alessandra Monteiro Salviano Mendes; Vanderlise Giongo; Davi José Silva; Tony Jarbas Ferreira Cunha; Maria Sonia Lopes da Silva; Sandra Regina da Silva Galvão

Abstract

Aiming to estimate the decomposition rate and nutrient release of vegetable residues in a mango tree area, in semi-arid environment, litter bags were placed under the mangoes tree crown. Each litter bag contained 25g of dry vegetable residues. The treatments were: T1 — 100% non-legumes, T2 — 100% legumes, T3 — 75% legumes and 25% non-legumes, T4 — 50% legumes and 50% non-legumes, T5 — 25% legumes and 75% non-legumes, T6 — spontaneous vegetation. At each sampling time (0, 8, 15, 30, 45, 75, 135, 165, 195 and 225 days after bags deposition) one litter bag of each treatment were collected for quantification of carbon (C), nitrogen (N), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg) and boron (B) concentrations. The decomposition and nutrient release kinetics showed fast initial phase followed by a slower one. The non-legumes seed mixture (T1) had the highest decomposition rate and the highest C and N release and, consequently, faster mineralization. The highest proportion of non-legumes (100%) and the spontaneous vegetation has release showed highest nutrients release. For all vegetable mixture, in average, the order of nutrients release was: $P > B > C > N > Ca > Mg$.

Keywords: Green manure, nutrients, vegetable residues, litter bags.

Introdução

No Semiárido brasileiro, mais especificamente no Submédio do Vale do São Francisco, a produção de manga é explorada por pequenos e grandes produtores com cultivo irrigado em diferentes tipos de solo (SILVA et al., 2004). No entanto, o cultivo intensivo do solo, associado às condições climáticas locais e ao uso indiscriminado de insumos de fontes não renováveis favorecem a degradação, principalmente pela intensificação dos processos de erosão e compactação, modificando os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (FERRACINI et al., 2001; AGUIAR; MONTEIRO, 2005). Neste sentido, a adoção de novas tecnologias fundamentadas em bases conservacionistas, como o uso de plantas de cobertura/adubos verdes, tem sido considerada estratégia essencial para a recuperação e manutenção da qualidade dos solos (BAYER et al., 2001; AZEVEDO et al., 2007).

Uma prática conservacionista de manejo do solo que vem sendo estudada nessa região é o plantio em conjunto de várias espécies vegetais consorciadas. Essa mistura, conhecida como coquetel vegetal, tem como finalidade servir como adubo verde e cobertura morta, reduzindo a perda de água do sistema, e como fonte de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes para o solo (SILVA et al., 2006, 2007; FEFFEIRA et al., 2006, 2007; CHAVES et al., 2007; CUNHA et al., 2008; PETRERE et al., 2008a, 2008b; MENDES et al., 2009).

O uso dessa mistura (mix), também permite uma maior mobilização dos nutrientes das camadas mais profundas do solo, por meio da ação do sistema radicular, reciclando esses nutrientes para a superfície, após o corte/manejo e decomposição da fitomassa das plantas. Assim, a utilização desses coquetéis vegetais, associados ao não revolvimento do solo, pode se tornar estratégia de manejo do solo viável para o cultivo de manga no Semiárido brasileiro.

A decomposição do material orgânico, com liberação de compostos tanto de baixa como de alta massa molecular, segundo Pavinato e Rosolem (2008), exerce influência sobre a disponibilidade de nutrientes no solo. De acordo com os mesmos autores, essa influência está muito relacionada com a complexação ou adsorção de íons competidores,

inibindo a ação dos grupos funcionais do solo, deixando, assim, os nutrientes mais móveis em solução. Por isso, a decomposição do material orgânico é considerada importante fonte de nutrientes no solo, pois sua decomposição disponibiliza os nutrientes dos tecidos das plantas, pelo processo de mineralização, para o solo.

A decomposição e liberação de nutrientes dos coquetéis vegetais dependem das características dos mesmos — interação entre as espécies utilizadas, forma do manejo da fitomassa, da época de semeadura e de corte, da composição química do resíduo vegetal e sua relação carbono/ nitrogênio (C/N) e das condições edafoclimáticas — pluviosidade, aeração, temperatura, atividade macro e microbiológica do solo e do tipo de solo — (CRUSCIOL et al., 2008). De modo geral, o clima controla o processo de decomposição em escala regional, enquanto a composição química do solo e das plantas domina o processo em escala local (BERG, 2000). Além desses fatores, a velocidade de liberação de nutrientes desses resíduos durante o processo de decomposição depende também da localização e da forma em que esses nutrientes estão presentes no tecido vegetal (BERG; MCCLAUGHERTY, 2008).

O tempo de permanência dos resíduos vegetais no ambiente e da dinâmica de liberação dos nutrientes presentes na sua fitomassa é de suma importância, uma vez que o sucesso de um sistema sustentável de produção de manga depende também da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, reciclar nutrientes, aumentar o teor de matéria orgânica do solo, diminuir a taxa de evapotranspiração e, conseqüentemente, o transporte de sais no perfil do solo. Assim, a compreensão dos fatores que regulam a decomposição pode assumir importante papel no manejo das culturas, possibilitando a elaboração de técnicas de cultivo que melhorem a utilização de nutrientes contidos nos resíduos vegetais que formam a serapilheira.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos para avaliar o potencial de decomposição e mineralização de várias espécies de plantas de cobertura, especialmente em plantio direto (TORRES et al., 2005;

CRUSCIOL et al., 2008; CARPIM et al., 2008), pastagens consorciadas (OLIVEIRA et al., 2003), florestas mistas (GAMA-RODRIGUES et al., 2003), agroflorestas (GAMA-RODRIGUES, 2004) e fruticultura (GAMA-RODRIGUES et al., 2007). Entretanto, na região semiárida esses estudos são escassos, principalmente utilizando-se coquetéis vegetais como plantas de cobertura consorciadas a fruteiras.

Assim, o presente estudo teve como objetivo estimar, em condições de campo, as taxas de decomposição e de liberação de nutrientes da fitomassa da parte aérea de diferentes coquetéis vegetais cultivados nas entrelinhas de pomar de mangueira.

Material e Métodos

O experimento de longa duração, com o cultivo orgânico de mangueiras, teve início em 2006 e está sendo conduzido na Estação Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. O solo do local é classificado como Argissolo Amarelo eutrófico latossólico textura média/argilosa, cujos resultados das análises granulométricas e química da camada de 0–20 cm de profundidade, foram: 762,5 g kg⁻¹ de areia; 210,2 g kg⁻¹ de silte; 27,3 g kg⁻¹ de argila; pH (H₂O), 5,8; matéria orgânica (MO), 7,8 g dm⁻³; P (Mehlich 1), 27 mg dm⁻³; H + Al, 0,53 mmolc dm⁻³; K, Ca e Mg trocáveis, 0,62, 1,0 e 0,5 mmolc dm⁻³, respectivamente; soma de bases (SB) = 2,24 mmolc dm⁻³; capacidade de troca catiônica (CTC), 2,77 mmolc dm⁻³; e saturação por bases (V), 81%. O clima da região é do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 570 mm, e temperaturas médias mensais que variam de 24,2 °C a 28,1 °C. No período de condução do experimento (março/2009 a março/2010) a precipitação acumulada foi de 813 mm, com temperatura média de 26,2 °C cuja distribuição pode ser observada na Figura 1.

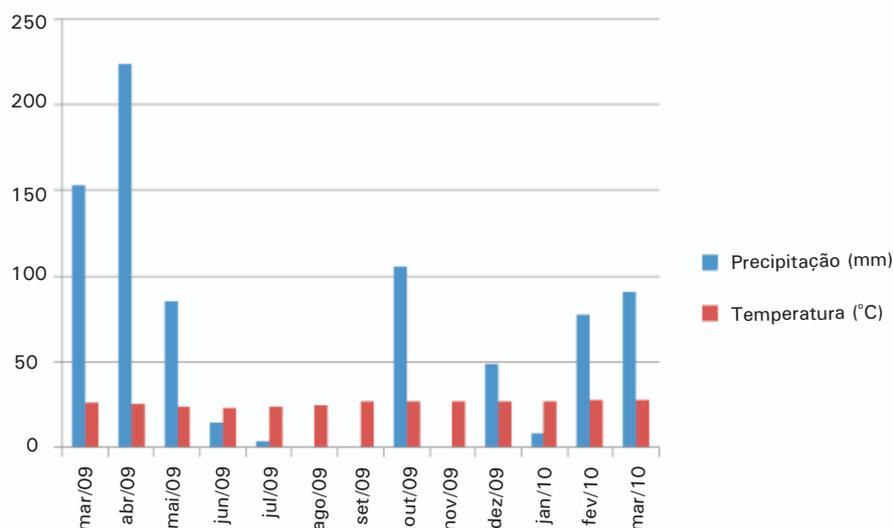


Figura 1. Distribuição dos dados de precipitação e temperatura média mensal durante o período do experimento.

Fonte: Adaptado de Embrapa (2011).

Os coquetéis, plantados nas entrelinhas das mangueiras, foram formados pelas seguintes espécies: leguminosas - calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), guandu (*Cajanus Cajan* L.) e lab-lab (*Dolichos lablab* L.); não leguminosas - gergelim (*Sesamum indicum* L.), girassol (*Chrysanthemum peruvianum*), mamona (*Ricinus communis* L.), milheto (*Penisetum americanum* L.) e sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), semeadas em diferentes proporções.

As espécies, antes de serem semeadas, foram misturadas em diferentes composições e proporções que constituíram os tratamentos utilizados como descritos a seguir: T1 — 100% de espécies não leguminosas (NL); T2 — 100% de espécies leguminosas (L); T3 — 75% de espécies L e 25% de espécies NL; T4 — 50% L e 50% NL; T5 — 25% L e 75% NL; T6 — 100% vegetação espontânea (VE). As espécies foram semeadas no período chuvoso entre as fileiras das

mangueiras, a uma distância de 2 m do caule das plantas, em sulcos com distância de 0,50 m, em que cada parcela correspondia a uma área de 160 m² (16 m x 10 m), contendo duas plantas. O plantio foi realizado semeando-se 16 linhas de coquetéis vegetais na entrelinha das mangueiras dentro de cada parcela. Para garantir a uniformidade de distribuição das sementes nas linhas, inicialmente foram distribuídas as sementes de menor tamanho, seguido pelas de tamanho intermediário e posteriormente as maiores, evitando-se assim o efeito de segregação. As quantidades de sementes utilizadas em cada tratamento são apresentadas na Tabela 1. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições.

Tabela 1. Quantidade de sementes (g) das espécies plantadas em cada parcela por tratamento.

Espécies	T1	T2	T3	T4	T5
Leguminosas					
Calopogônio	0,0	82,0	61,5	41,0	20,5
<i>Crotalaria juncea</i>	0,0	260,0	195,0	130,0	65,0
<i>Crotalaria spectabilis</i>	0,0	382,0	286,5	191,0	95,5
Feijão-de-porco	0,0	4786,0	3589,5	2393,0	1196,5
Guandu	0,0	272,0	204,0	136,0	68,0
Lab-lab	0,0	1280,0	980,0	640,0	320,0
Não Leguminosas					
Gergelim	64,0	0,0	16,0	32,0	48,0
Girassol	200,0	0,0	50,0	100,0	150,0
Mamona	2210,0	0,0	552,5	1105,0	1657,5
Milheto	64,0	0,0	16,0	32,0	48,0
Sorgo	160,0	0,0	40,0	80,0	120,0

T1 - 100% não leguminosas; T2 - 100% leguminosas; T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas; T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas; T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas.

Na época de florescimento, os coquetéis foram cortados e coletadas amostras contendo todas as partes das plantas (talos e folhas). No período de 2009-2010 foram instaladas bolsas de decomposição (*litter bags*) contendo 25 g de matéria seca de coquetéis vegetais, distribuídos na projeção da copa da mangueira. Para cada tratamento foram depositados dez *litter bags*.

Em cada época de amostragem (0, 8, 15, 30, 45, 75, 135, 165, 195 e 225 dias após a deposição das bolsas) foi coletado um litter bag por tratamento em cada parcela. O material vegetal foi retirado dos sacos, lavados com água corrente e, em seguida, com água destilada, para retirada de resíduos de solo, e secos a 65 °C em estufa de ventilação forçada até peso constante. As raízes de plantas que cresceram para o interior dos sacos foram removidas manualmente. Após a secagem, o material vegetal foi triturado em moinho do tipo Willey para obtenção de matéria seca para análise. Porções de 0,5 g dessas amostras foram mineralizadas por digestão nítrico-perclórica para posterior determinação dos teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica e P e B por colorimetria. O teor de N foi determinado pelo método Kjeldahl. Todas as análises foram realizadas conforme metodologia de Silva (2009). O teor de carbono orgânico foi determinado utilizando-se o método de combustão em mufla (KIEHL, 1985).

A partir dos teores de nutrientes e da produção total de matéria seca da parte aérea, calcularam-se as quantidades totais de nutrientes acumuladas para cada tipo de coquetel vegetal utilizado e cada tempo de permanência no campo.

Os valores obtidos foram transformados em porcentagem relativa à massa e ao teor de nutrientes do início da decomposição (T_0). Com esses dados, foram determinadas as taxas de decomposição da biomassa e de liberação de C, N, P, Ca, Mg, e B para cada um dos tratamentos, utilizando-se o modelo matemático exponencial, descrito por Wieder e Lang (1982):

$$M_t = M_i e^{-kT}$$

Sendo M_t o percentual de biomassa, C, N, P, Ca, Mg e B remanescente após t dias e M_i 100% quando t é igual a zero.

A partir do valor de k , calcularam-se, também, os tempos necessários para a liberação de 50% (T50) e 95% (T95) dos nutrientes da matéria seca dos coquetéis vegetais, sendo respectivamente: $T_{50} = 0,693/k$ e $T_{95} = 3/k$, segundo (SHANKS; OLSON, 1961)

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão relativas à liberação de nutrientes até 225 dias após a deposição do material nos diferentes coquetéis vegetais. As análises de regressão foram realizadas com o software Statistica 5.0 (STASOFT, 1995), segundo o procedimento descrito por Snedecor e Cochran (1989).

Resultados e Discussão

Os coquetéis vegetais utilizados, bem como a vegetação espontânea apresentaram acúmulo de nutrientes diferentes na época do corte da biomassa produzida (Tabela 2).

Apesar de o maior acúmulo de C ter sido observado para a vegetação espontânea (T6) e 100% não leguminosa (T2), este tratamento apresentou as menores quantidades acumuladas de N, Ca e B, refletindo em relação C/N mais elevada. Já as maiores quantidades de nutrientes acumuladas foram observadas no coquetel composto apenas por espécies não leguminosas (T1).

Tabela 2. Quantidade de matéria seca e de nutrientes acumulados pela parte aérea e relação C/N dos coquetéis vegetais após o corte. Petrolina, PE, Embrapa Semiárido, 2010.

Tratamentos	C ---Mg/ha--	MS	N -----kg/ha-----	P	Ca	Mg	B g/ha	C/N	C/P	N/P
T1 - 100 % NL	2,4ab	6,0	112,0b	21,3 a	98,9a	15,2a	167,8a	21ab	115a	5b
T2 - 100% L	2,7ab	3,8	102,3bc	16,0 b	53,3cd	10,4b	91,8bc	16bc	107a	6ab
T3 - 75% L e 25% NL	2,1b	5,2	107,2bc	15,8b	63,9c	121,4b	136,4ab	17bc	113a	6ab
T4 - 50% L e 50% NL	2,5ab	4,9	100,2c	18,1 ab	76,4b	13,0ab	126,8ab	20ab	110a	5b
T5 - 25% L e 75% NL	2,5ab	4,9	151,1a	18,9ab	81,2b	11,6b	138,4a	13c	109a	8a
T6 - Vegetação espontânea	2,7a	3,4	69,5d	15,5 b	50,5d	10,0b	66,2c	22a	99a	5b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em todos os tratamentos, a cinética do processo de decomposição dos coquetéis vegetais apresentou um padrão semelhante de comportamento, com uma fase inicial rápida seguida de outra mais lenta. Entre 116 e 231 dias após o início do experimento, 50% da matéria seca (MS) inicial dos coquetéis vegetais foi decomposta. Depois desse período, ocorreu uma fase de decomposição mais lenta, na qual a estimativa de tempo para que 95% de matéria seca fosse decomposta foi de 1.000 dias após a deposição do material vegetal para o coquetel vegetal composto por 75% leguminosas e 25% não leguminosas (T3); e de 750 dias para os demais coquetéis vegetais (Tabela 3). O coquetel vegetal composto apenas por não leguminosas (T1) apresentou decomposição mais rápida e a maior constante de liberação para C e N, conseqüentemente, mineralização mais rápida, conforme pode ser observado no T50 e no T95 dos elementos para esse tratamento (Tabela 3).

A mineralização mais rápida ocorrida no tratamento que apresentava apenas gramíneas e oleaginosas é um fator importante para ser considerado na estratégia de manejo e na composição dos coquetéis vegetais e deve ser observada com maior detalhe. Salienta-se, porém, que os dados estão considerando somente a dinâmica da liberação, sendo, portanto, importante comparar a quantidade adicionada pelo sistema planta e as liberadas para o sistema solo-atmosfera. Dias et al. (2007) afirmam que muitos trabalhos têm sido realizados com a hipótese de que gramíneas (C4) se beneficiam com a introdução de leguminosas (C3) no sistema, seja pela fixação do N_2 atmosférico, excreção direta dos compostos nitrogenados liberados pelas raízes ou pela decomposição da liteira. Parte do N necessário ao desenvolvimento e crescimento de uma gramínea forrageira pode ser adquirida com a introdução de leguminosa no sistema.

Tabela 3. Valores estimados da taxa de decomposição e de liberação de nutrientes, dos coquetéis vegetais e tempo necessário para decomposição de 50% e 95% do material depositado (dias) pelo modelo exponencial de primeira ordem. Petrolina, PE, Embrapa Semiárido, 2010.

Tratamentos	MS	C	N	P	Ca*	Mg	B
----- k (dia ⁻¹) -----							
T1 - 100 % NL	0,0040	0,0050	0,0060	0,0070	-	0,0040	0,0070
T2 - 100% L	0,0040	0,0040	0,0050	0,0070	0,0030	0,0020	0,0060
T3 - 75% L e 25% NL	0,0030	0,0040	0,0040	0,0060	0,0030	0,0030	0,0040
T4 - 50% L e 50% NL	0,0040	0,0040	0,0040	0,0060	0,0050	0,0030	0,0060
T5 - 25% L e 75% NL	0,0040	0,0040	0,0050	0,0080	0,0040	0,0020	0,0050
T6 - Vegetação espontânea	0,0040	0,0040	0,0050	0,0080	0,0040	0,0030	0,0080
-----T 50% (dia ⁻¹)-----							
T1 - 100 % NL	173	139	116	99	-	173	99
T2 - 100% L	173	173	139	99	231	347	116
T3 - 75% L e 25% NL	231	173	173	116	231	231	173
T4 - 50% L e 50% NL	173	173	173	116	139	231	116
T5 - 25% L e 75% NL	173	173	139	87	173	347	139
T6 - Vegetação espontânea	173	173	139	87	173	231	87
-----T 95% (dia ⁻¹)-----							
T1 - 100 % NL	750	600	500	429	-	750	429
T2 - 100% L	750	750	600	429	1000	1500	500
T3 - 75% L e 25% NL	1000	750	750	500	1000	1000	750
T4 - 50% L e 50% NL	750	750	750	500	600	1000	500
T5 - 25% L e 75% NL	750	750	600	375	750	1500	600
T6 - Vegetação espontânea	750	750	600	375	750	1000	375

*Não foi possível o ajuste de modelo aos dados de Ca para o tratamento T1.

Após o ajuste dos modelos, observa-se que as maiores constantes de liberação (k) registradas foram para o P e o B (Tabela 3), sendo, portanto, estes os nutrientes liberados mais rapidamente no processo de decomposição dos coquetéis vegetais utilizados. Esta mineralização mais rápida também pode ser observada pela análise da meia-vida desses nutrientes (Tabela 3).

Para o P, o coquetel vegetal composto de 75% de espécies não leguminosas (T5) e a vegetação espontânea apresentaram maiores constantes de liberação de nutrientes (Tabela 3). Para o B, a vegetação espontânea também apresentou a maior constante de liberação seguido do coquetel em que se utilizou apenas espécies não leguminosas (T1). Levando-se em consideração os tempos de meia-vida obtidos, ou seja, o tempo necessário para que, cerca de 50% dos nutrientes contidos nos coquetéis fossem liberados, o P e o B foram os nutrientes liberados mais rapidamente, com 100 e 121 dias, em média, respectivamente.

O tempo médio de meia-vida para a liberação de Ca e Mg foi de 189 e 259 dias, respectivamente. Considerando-se, também, o tempo necessário para que cerca de 95% dos nutrientes contidos nos coquetéis fossem liberados, o Mg, em média, levaria 1.125 dias. Esse nutriente, portanto, foi o mais lentamente liberado em todos os tratamentos, principalmente nos coquetéis nos quais se utilizou leguminosas na sua composição, independente da proporção utilizada.

A partir da média dos valores de k para todos os coquetéis vegetais, tornou-se possível estabelecer a seguinte ordem de liberação dos nutrientes: $P > B > N > C > Ca > Mg$. Em relação aos tratamentos, a ordem de velocidade de liberação de nutrientes pelos coquetéis vegetais foi: T1 – 100% não leguminosas $>$ T6 – vegetação espontânea $>$ T4 – 50% leguminosas e 50% não leguminosas $>$ T5 – 75% não leguminosas e 25% leguminosas $>$ T2 – 100% leguminosas $>$ T3 – 75% leguminosas e 25% não leguminosas.

De acordo com Gama-Rodrigues et al. (2003), na mistura de resíduos, a decomposição do material mais recalcitrante aumenta, mas diminui o de alta qualidade. Dessa forma, isso possibilitaria que a liberação de

nutrientes fosse sincronizada com a fase de maior demanda nutricional da cultura associada. Desse modo, aumentaria a eficiência de uso de nutrientes, minimizando suas perdas e, também, a racionalização da aplicação de fertilizantes minerais – quantidade, localização e época (MYERS et al., 1997).

Na Tabela 4 são apresentadas as correlações das taxas de decomposição e de liberação das variáveis analisadas. As liberações de N, P, Ca e B estão associadas positivamente à taxa de decomposição de matéria seca. Já o C se correlacionou positivamente com o N e Mg, indicando que a liberação desses nutrientes acompanharia a perda de massa e/ou a mineralização de C. Resultados semelhantes foram encontrados em povoamentos de eucalipto (GAMA-RODRIGUES; BARROS, 2002; COSTA et al., 2008) e em resíduos culturais de plantas de cobertura (GAMA-RODRIGUES et al., 2007).

A liberação de N se correlacionou positivamente com a de P e B; provavelmente, isso aconteceu porque esses nutrientes são componentes estruturais dos tecidos vegetais.

Tabela 4. Matriz de correlação entre as taxas de decomposição e de mineralização dos coquetéis vegetais. Petrolina, PE - Embrapa Semiárido, 2010.

MS	C	N	P	Ca	Mg	B	
MS	1,00						
C	0,20	1,00					
N	0,54*	0,76*	1,00				
P	0,55*	0,0	0,59*	1,00			
Ca	0,53*	0,0	-0,22	0,00	1,00		
Mg	-0,11	0,76*	0,29	-0,30	0,33	1,00	
B	0,69*	0,35	0,56*	0,47*	0,36	0,38	1,00

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os coeficientes de correlação entre as taxas de decomposição e liberação de nutrientes, e a composição inicial dos coquetéis vegetais apresentados na Tabela 5 confirmam que a composição química inicial do material vegetal influencia sua dinâmica de decomposição. Os conteúdos de P, Ca e Mg influenciaram positivamente a taxa de decomposição. Segundo Gama-Rodrigues e Barros (2002), a liberação de Mg acompanha a perda de massa do material depositado.

O N apresentou correlação negativa com a liberação de Mg. Isso provavelmente não indica uma relação causa-efeito, mas, sim, que substratos com altos teores de N possuíam maior quantidade de formas de C mais recalcitrantes e, portanto, com menores taxas de decomposição e mineralização, pois se observa a mesma tendência para o conteúdo de C.

Ao contrário do esperado, a relação C/N apresentou correlação positiva com a liberação de Mg e B, não expressando, assim, o grau de recalcitrância do substrato no processo de decomposição. Segundo a literatura, outros índices de qualidade como constituintes orgânicos, polifenol, lignina e celulose e suas relações com N e P têm sido propostos como bons preditores da taxa de decomposição e liberação de nutrientes (GAMA-RODRIGUES et al., 2003; GIACOMINI et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2003, ALBRECHT et al., 2004). Em geral, valores elevados desses índices acarretam baixa decomposição e liberação de N e P.

Todavia, o fato de as taxas de decomposição e de liberação de nutrientes terem sido mais influenciadas pelo conteúdo de Ca e Mg (Tabela 5) indica que esses nutrientes e não o N, seriam os fatores reguladores mais limitantes, dentre as variáveis analisadas, para a decomposição e mineralização dos resíduos dos coquetéis avaliados e nas condições estudadas. O papel do Ca no processo de decomposição de resíduos agrícolas e florestais já foi relatado (GAMA-RODRIGUES et al., 1999; GIACOMINI et al., 2003)

Tabela 5. Coeficientes de correlação entre as taxas de decomposição e de mineralização e a composição inicial dos coquetéis vegetais.

Composição inicial dos coquetéis	Constante de liberação k						
	MS	C	N	P	Ca	Mg	B
C	0,59*	-0,03	0,52*	0,43	0,13	-0,23	0,58*
MS	-0,54*	0,67*	-0,71*	-0,58*	0,13	0,11	-0,87*
N	0,37	-0,39	0,62*	0,52*	-0,21	-0,92*	-0,22
P	0,61*	-0,18	0,61*	0,56*	0,12	-0,19	0,68*
Ca	0,70*	0,27	0,36	0,48*	0,60*	-0,30	0,31
Mg	0,53*	-0,05	0,36	0,29	0,21	0,06	0,72*
B	-0,14	0,25	-0,19	-0,15	0,04	-0,24	-0,53*
C/N	0,13	0,35	-0,15	-0,08	0,34	0,63*	0,62*
C/P	0,36	-0,46*	0,52*	0,39	-0,16	-0,09	0,63*
N/P	-0,14	-0,22	0,09	0,07	-0,25	-0,55*	-0,61*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusões

Os coquetéis vegetais avaliados acumularam diferentes quantidades de nutrientes.

O coquetel vegetal composto por não leguminosas (T1) apresentou uma decomposição rápida, conseqüentemente, as maiores constantes de liberação para C e N. Quanto à taxa de liberação de nutrientes, apresentou liberação mais rápida de P e B e mais lenta para Ca e Mg.

As maiores concentrações de P, Ca e Mg proporcionaram maiores taxas de decomposição da massa dos coquetéis.

Referências

AGUIAR, T. J. A.; MONTEIRO, M. S. L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: a ocupação do Cerrado piauiense. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 8, p. 1-18, 2005.

ALBRECHT, A.; CADISCH, G.; BLANCHART, E.; SITOMPUL, S.M.; VANLAUWE, B. Below-ground inputs: relationships with soil quality, soil C storage and soil structure. In: NOORDWIJK, M. van; CADISCH, G.; ONG, C.K. (Org.). **Below-ground interactions in tropical agroecosystems: concepts and models with multiple plant components**. Wallingford: CAB International, 2004. p.193-207.

AZEVEDO, D. M. P. de; LEITE, L. F. C.; TEIXEIRA NETO, M. L.; DANTAS, J. S. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, p. 32-40, 2007.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; SANGOI, L. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, p. 1.473-1.478, 2001.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. **Forest Ecology and Management**, [New York], v. 133, p.13-22, 2000.

BERG, B.; McCLAUGHERTY, C. **Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration**. 2 ed. Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. 338 p.

CARPIM, L. K.; ASSIS, R. L. de; BRAZ, A. J.B. P.; SILVA, G. P. F. R. P.; PEREIRA, V. C.; GOMES, G. V.; SILVA, A. G. da. Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 2.813-2.819, 2008. Número Especial.

CHAVES, V. C.; FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; PETRERE, V. G.; CUNHA, T. J. F.; SILVA, M. S. L. da. Potencialidade de coquetéis vegetais para a adição de matéria fresca e seca ao sistema solo na cultura da mangueira. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2., 2007, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 193-198. (Embrapa Semi-Árido. Documentos 205).

COSTA, M. A.; TORNISIELO, V. L.; REGITANO, J. B. Mobilidade do paclobutrazol em um solo franco-arenoso cultivado com manga no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 2.177-2.182, 2008.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, p. 261-266, 2008.

CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; CANELLAS, L. P.; SILVA, S. M. L.; SILVA, D. J. Frações da matéria orgânica em função da aplicação de coquetéis vegetais na cultura da mangueira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. **Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: resumos**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 1 CD-ROM.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE A, S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para Capim Survenola crescido em consórcio. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n. 2, p. 352-356, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. **Dados meteorológicos**. Petrolina: Embrapa Semiárido, [2011]. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=eabeb>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. de S.; SPADOTTO, C. A. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 11, p. 1-16, 2001.

FERREIRA, G. B.; SILVA, M. S. L. da; MENDONÇA, C. E. S.; MENDES, A. M. S.; GOMES, T. C. de A. Coquetéis vegetais uma alternativa para o manejo orgânico do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 4., 2006, Belo Horizonte. **Construindo horizontes sustentáveis: anais**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2006. 1 CD-ROM.

FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; CHAVES, V. C.; MOTTA, E. F.; RIBEIRO, F. N.; SILVA, S. dos A. B. e; SILVA, M. S. L. da. Produção de fitomassa e composição química de plantas utilizadas em coquetéis vegetais para cobertura de solo e adubação verde no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: anais**. Porto Alegre: SBCS, 2007. 1 CD-ROM.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 193-207, 2002.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; SANTOS, M. R. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 1.021-1.031, 2003.

GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais na região tropical: funcionalidade e sustentabilidade. In: MÜLLER, M. W.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; BRANDÃO, I. C. S. F. L.; SERÓDIO, M. H. C. F. (Org.). **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida**. Ilhéus: SBSAF, 2004. p. 64-84.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F. da; BRITO, E.C. de. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 1.421-1.428, 2007.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.

KIEHL, J. E. **Fertilizantes orgânicos: análise de fertilizantes orgânicos**. Campinas: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

MENDES, A. M. S.; PETRERE, V. G.; SILVA, C. B. da; COELHO, A. A. F. Liberação de micronutrientes de coquetéis vegetais no Semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios**. Fortaleza: UFC: SBCS, 2009. 1 CD-ROM.

MYERS, R. J. K.; NOORDWIJK, M. van; VITYAKON, P. Synchrony of nutrient release and plant demand: plant litter quality, soil environment and farmer management options. In: CADISCH, G.; GILLER, K. E. (Org.). **Driven by nature: plant litter quality and decomposition**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 215-229.

OLIVEIRA, C.A.; MUZZI, M.R.S.; PURCINO, H.A.; MARIEL, I.E.; SÁ, N.M.H. Decomposition of Archis pintoí and Hyparrhenia rufa litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 1.089-1.195, 2003.

PAVINATO, P. S., ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 911-920, 2008.

PETREIRE, V. G.; CUNHA, T. J. F.; SILVA, M. S. L.; SILVA, D. J. Teores de matéria orgânica e fósforo em solo cultivado com mangueiras em função do uso de coquetéis vegetais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. **Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: anais**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 1 CD-ROM.

PETREIRE, V. G.; CUNHA, T. J. F.; SILVA, S. M. L.; SILVA, D. J. Teores de matéria orgânica e fósforo em solo cultivado com mangueiras em função do uso de coquetéis vegetais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. **Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: resumos**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 1 CD-ROM.

SHANKS, R.; OLSON, J. S. First year breakdown of leaf litter in Southern Appalachia Forest. **Science**, [Washington, D.C.], v. 134, p. 194-195, 1961.

SILVA, D. J.; PEREIRA, J. R.; MOUCO, M. A. do C.; ALBUQUERQUE, J. A. S. de; RAIJ, B. van; SILVA, C. A. **Nutrição mineral e adubação da mangueira em condições irrigadas**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 13 p. (Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica, 77).

SILVA, S. dos A. B. e; SILVA, S. M. L. da; FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; GAVA, C. A. T.; CUNHA, T. J. F.; GOMES, T. C. de A. Coquetéis vegetais para manejo de solo em sistemas irrigados de cultivo orgânico de manga. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 1., 2006, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. p. 231-237. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 197).

SILVA, M. S. L. da; CHAVES, V. C.; FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; MOTTA, E. F.; RIBEIRO, F. N.; SILVA, S. dos A. B. Indicadores biológicos de qualidade de solo em área de produção de manga sob manejo orgânico em perímetro irrigado no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: anais**. Porto Alegre: SBCS, 2007. 1 CD-ROM.

SILVA, F. C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

SNEDECOR, G. W.; COCHARAN. **Statistical methods**. Iowa: Iowa State University Press, 1989. 503 p.

STATSOFT. **Statistica for Windows 5.0**. Oklahoma, 1995.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 609-618, 2005.

WIEDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, Washington, D.C., v. 63, n. 6, p. 1.636-1.642, 1982.



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 9748