

Liberação de micronutrientes de coquetéis vegetais no Semiárido.

**ALESSANDRA MONTEIRO SALVIANO MENDES⁽¹⁾, VANDERLISE GIONGO PETRERE⁽²⁾,
CELIMÁRIA BARBOSA DA SILVA⁽³⁾ & ALINE ADRIANE FERREIRA COELHO⁽⁴⁾**

RESUMO - A avaliação da decomposição dos resíduos vegetais adicionados ao solo pelas plantas de cobertura permite melhor compreensão do fornecimento de nutrientes para as culturas de interesse comercial. O presente estudo foi realizado em casa de vegetação com o objetivo de avaliar a taxa de liberação de micronutrientes pela parte aérea de coquetéis vegetais, no Semi-Árido, a partir dos seguintes tratamentos (T): 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. Para composição dos coquetéis foram utilizadas onze espécies: Leguminosas - Calopogônio, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, Feijão de Porco, Guandu, Lab-lab; não-leguminosas: Gergelim, Girassol, Mamona, Milheto e Sorgo. As espécies utilizadas foram semeadas no período chuvoso, janeiro à março de 2007, entre as fileiras de mangueira. Após o corte, amostras da fitomassa aérea foram distribuídas na superfície dos vasos e a liberação de nutrientes foram monitoradas por meio de coletas dos resíduos, realizadas 8, 15, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após o corte das plantas de cobertura. A partir da média dos valores de k, para todos os coquetéis vegetais, tornou-se possível estabelecer a seguinte ordem de liberação dos nutrientes: Fe > Mn > Cu > Zn > B.

Palavras-Chave: (nutrientes, coquetéis, resíduos vegetais)

Introdução

O uso de plantas de cobertura como estratégia de cultivo para melhorar a fertilidade do solo e favorecer o fornecimento de nitrogênio (N) às culturas é muito importante, principalmente em solos com baixos teores de matéria orgânica e de CTC, presentes no Pólo Petrolina-Juazeiro, conhecido pólo de fruticultura irrigada do Semi-Árido brasileiro. Esta prática também deverá ter reflexos também sobre a ciclagem de outros nutrientes nesses sistemas agrícolas, o que aumenta sua importância, principalmente, para os cultivos de base ecológica, devido à complexidade do manejo orgânico para suprimento de nutrientes para as plantas.

Uma prática que vem sendo estudada nessa região é a utilização de várias espécies vegetais consorciadas entre as plantas de mangueira. Essa mistura é conhecida como coquetel vegetal e tem a finalidade de servir como adubo verde e cobertura morta (Silva et al., [1]; Ferreira et al., [2]; Silva et al. [3] e [4]). Esses coquetéis são constituídos por diferentes combinações entre espécies de leguminosas, gramíneas e oleaginosas. Segundo Silva et al. [3] todas as espécies estudadas para composição desses coquetéis vegetais, quando cultivadas isoladamente, apresentaram desenvolvimento vegetativo e nutricional favorável às condições ambientais do Semi-Árido.

A utilização dessa prática pode ser uma estratégia de manejo de solo viável para o Semi-Árido Tropical brasileiro, pois entre muitas funções, segundo Costa [5], extraem os nutrientes das camadas mais profundas do solo, por meio do sistema radicular, disponibilizando-os superficialmente, após o manejo da fitomassa e a decomposição dos seus resíduos.

Todavia, para que um adubo verde seja eficaz no fornecimento de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial (Stute & Posner [6]).

A velocidade de liberação de nutrientes desses resíduos culturais durante o processo de decomposição depende da localização e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido vegetal. Além disso, outros fatores são relacionados com a decomposição de resíduos vegetais adicionados ao solo, tais como: a atuação de macro e microrganismos decompositores, as características do material orgânico que determinam sua degradabilidade e as condições edafoclimáticas da região (Correia & Andrade [7]).

No entanto existem poucas informações a respeito do comportamento da decomposição dessas plantas sobre a conseqüente liberação de nutrientes em regiões de clima Semi-Árido.

Assim, o objetivo desse ensaio foi caracterizar, em casa de vegetação, a taxa de liberação dos micronutrientes pela parte aérea de cinco coquetéis vegetais cultivados na entrelinha de pomares de mangueiras em ambiente Semi-Árido.

Material e Métodos

A. Condições experimentais

¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Semi-árido (CPATSA), BR 428, km 152, CP 23, Petrolina, PE, CEP 56302-970. E-mail: vanderlise@cpatsa.embrapa.br

²⁾ Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Semi-árido (CPATSA), BR 428, km 152, CP 23, Petrolina, PE, CEP 56302-970.

³⁾ Terceiro Autor é Mestrando do PPG em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977, Campus do PICI, Fortaleza, CE, CEP 60356-000.

Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

O trabalho foi realizado em casa-de-vegetação na Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE. As unidades experimentais foram constituídas de vasos contendo 3,6 kg de solo. O solo utilizado nas unidades experimentais foi classificado como Argissolo Amarelo eutrófico [8], cujos resultados das análises granulométricas e química [9] da camada de 0–20 cm de profundidade, foram: 762,5g kg⁻¹ de areia; 210,2g 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 mmol_c dm⁻³; K, Ca e Mg trocáveis, 0,62, 1,0 e 0,5 mmol_c dm⁻³, respectivamente; soma de bases (SB) = 2,24 mmol_c dm⁻³; capacidade de troca catiônica (CTC), 2,77 mmol_c dm⁻³; e saturação por bases (V), 81%. As frequências de irrigação adotadas para as unidades experimentais foram: diária e com intervalos de 2 dias. Nas irrigações, os vasos foram sempre completados até a capacidade de campo, com água destilada, sendo que o controle ocorreu através de pesagens diárias. A temperatura e umidade no interior da casa de vegetação foram monitoradas durante o período do experimento, sendo a que as médias da temperatura e da umidade relativa do ar foram, respectivamente, 32,8°C e 58,5%.

B. Tratamentos

Mediu-se a decomposição da fitomassa aérea de cinco coquetéis vegetais para adubação verde e cobertura do solo, plantadas em diferentes composições e proporções que constituíram os diferentes tratamentos (T): 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. A fitomassa aérea foi proveniente de espécies que foram semeadas no período chuvoso, de janeiro à março, de 2007, entre as fileiras da mangueira, a uma distância de 2,00 m do colo das plantas, em sulcos espaçados de 0,50 x 0,50 cm. Para composição dos coquetéis foram utilizadas onze espécies entre leguminosas e não-leguminosas (gramíneas e oleaginosas): Leguminosas - Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*), Guandu (*Cajanus cajan* L.), 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.).

A massa seca referente ao tempo inicial foi obtida mediante um fator de correção após secagem de amostras em estufa a 65-75 °C até peso constante e utilizou-se, para cada tratamento, 25 g de matéria seca. O material foi depositado diretamente sobre o solo e utilizaram-se 10 vasos por tratamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições.

C. Variáveis analisadas e análise estatística

Em cada época de amostragem (8, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após o início do processo de decomposição), um vaso por tratamento foi coletado, em cada bloco, e a fitomassa remanescente, analisada para determinação da perda de nutrientes.

O tecido original das plantas, bem como do material remanescente nas bolsas foi seco a 65°C em estufa com ventilação forçada até peso constante, moído e passado em peneira de 1 mm de malha, tendo sido determinadas as concentrações de B, Cu, Zn, Fe e Mn [9].

A quantidade de nutrientes liberados com o tempo foi calculada pela diferença entre a quantidade de nutrientes original e os determinados ao final de cada período de decomposição, obtendo-se, assim, o percentual de massa remanescente (PMR) para cada nutriente determinado. Com esses dados estimaram-se as taxas da liberação (*k*) diária pelo modelo exponencial de 1ª ordem, por serem, mais realísticos em termos de comportamento matemático e biológico, segundo Wieder & Lang [10], $M_t = M_i e^{-kt}$, de acordo com Olson [11]; sendo *M_t* o percentual de nutrientes remanescente após *t* dias e *M_i* 100 % quando *t* é igual a zero.

A partir do valor de *K*, calcularam-se também, o tempo necessário para a liberação de 50% (*t*_{0,5}) e 95% (*t*_{0,05}) dos nutrientes da matéria seca dos coquetéis vegetais, sendo respectivamente: $t_{0,5} = 0,693/K$ e $t_{0,05} = 3/K$, segundo Shanks & Olson [12].

Resultados

A. Resultados Esperados

O desenvolvimento de práticas de manejo do solo em sistemas de base ecológica deve considerar a ciclagem de nutrientes das culturas utilizadas em cobertura como um componente da produtividade, sendo a velocidade de decomposição das espécies um mecanismo de controle desse processo. Dessa forma, o entendimento da liberação de nutrientes dos resíduos vegetais em sincronia com as necessidades das plantas cultivadas poderá contribuir para a formulação de modelos para manejo sustentável da fruticultura irrigada no Semi-Árido brasileiro.

Além disso, o conhecimento da dinâmica de liberação dos nutrientes também é fundamental para que se possa compatibilizar a máxima persistência dos resíduos culturais na superfície do solo, que contribui com a manutenção da umidade e com a proteção do solo contra efeitos erosivos.

Discussão

O coquetel vegetal composto de 50% de espécies leguminosas e 50% não leguminosas apresentou menores constantes de liberação de nutrientes, exceto para o Zn que apresentou menor constante de liberação para o coquetel composto de 100% de espécies leguminosas (Tabela 1). Esta mineralização mais lenta também pode ser atestada pela análise da meia-vida desses nutrientes (Tabela 1) Os coquetéis vegetais compostos com uma maior proporção de espécies não leguminosas (100 e 75%) apresentaram as maiores constantes de liberação para os micronutrientes Fe e B e Cu, Zn e Mn, respectivamente e,

conseqüentemente, mineralização mais rápida conforme pode ser observado no tempo de meia-vida dos nutrientes para esse tratamento (Tabela 1).

Nota-se que o resíduo do T3 apresentou comportamento intermediário em relação às outras coberturas vegetais (Tabela 1).

Levando 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 Fe foi o nutriente liberado mais rapidamente, com 50 dias, em média, e o B o que necessitou de mais tempo para a liberação, com média de 71 dias.

Levando-se em consideração também os tempos, para que cerca de 95 % dos nutrientes contidos nos coquetéis fossem liberados o tempo máximo obtido foi de 306 dias, em média, para o B. Esse micronutriente, portanto, foi o mais lentamente liberado, em todos os tratamentos, principalmente no coquetel composto de 50% leguminosas e 50% de não leguminosas, onde foram estimados os tempos necessários para liberação, em 86 e 370 dias, de 50% e 95% da sua quantidade total.

Atualmente, tem-se discutido o papel estrutural que o boro exerce na planta, semelhante ao cálcio, fazendo ligações pécticas na parede celular. O boro, especificamente, contribui na estabilidade da parede e da membrana celular, ligando dois polissacarídeos pectínicos chamados de Rhamnogalacturona II (RGII) [13], sendo este complexo encontrado em 22 espécies [14]. Já o ferro é estocado na forma de proteínas e durante o processo de ativação enzimática, a formação de complexo ferro-proteína é reversível [13].

A partir da média dos valores de k para todos os coquetéis vegetais, tornou-se possível estabelecer a seguinte ordem de liberação: Fe > Mn > Cu > Zn > B.

A partir da média dos valores de k para todos os nutrientes, tornou-se possível estabelecer a seguinte ordem de velocidade de liberação de nutrientes pelos coquetéis vegetais: T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas < T2 - 100% leguminosas < T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas < T1 - 100 % não leguminosas < T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas.

Conclusões

Os coquetéis vegetais avaliados apresentaram padrões semelhantes de liberação de micronutrientes,

tendo apresentado liberação mais rápida de Fe e mais lenta B.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão de bolsa de Iniciação científica e a Embrapa pelo financiamento do projeto.

Referências

- [1] SILVA, M.S.L. da; GOMES, T.C. de A.; SILVA, J.A.M.; & CARVALHO, N.C.S. Produção de fitomassa de espécies vegetais para adubação verde no Submédio São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2005. (Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, no 71)
- [2] 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-MG. Anais... Belo Horizonte: EMATER-MG, 2006. 1CD-rom.
- [3] SILVA, S.A.B.; SILVA, M.S.L.; 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, 1.; 2006, Petrolina-PE. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006a.
- [4] SILVA, S.A.B.; SILVA, M.S.L. da; FERREIRA, G.B.; SÁ, M.S.M. & CUNHA, T.J.F. Produção e composição nutricional de espécies para cobertura do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16.; 2006, Aracajú-SE. Anais... Aracajú: SBCS, 2006b, 1CD-Rom
- [5] COSTA, M.B.B. 1993. (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. 2.ed. Rio de Janeiro, AS-PTA, 346p.
- [6] STUTE, J.K. & POSNER, J.L. 1995. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the Upper Midwest. *Agronomy Journal*, 87:1063-1069.
- [7] CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.G. 1999. Formação de serapilheira. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., (Eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Genesis, p.197-225.
- [8] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solo. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412p.
- [9] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPNS, 1997. 212p.
- [10] WIEDER, R.K. & LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology*, Washington, v. 63, n. 6, p. 1636-1642, 1982.
- [11] OLSON, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 44: 322-331.
- [12] SHANKS, R. & OLSON, J.S. 1961. First year breakdown of leaf litter in Southern Appalachia, *Forest Science*, 134: p. 194-195.
- [13] EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.
- [14] MATOH, T.; KAWAGUCHI, S. & KOBAYASHI, M. 1996. Ubiquity of a borate-rhamnogalacturonan II complex in the cell walls of higher plants. *Plant Cell Physiology*, 37: p.636-640.

Tabela 1. Valores estimados da taxa de liberação (*k*) de nutrientes dos coquetéis vegetais utilizados pelo modelo exponencial de 1ª ordem e tempo necessário para liberação de 50% e 95% dos micronutrientes presentes no material depositado (dias).

Nutriente	Tratamento	K (dia ⁻¹)	t 50	t 95	R ²
-----------	------------	------------------------	------	------	----------------

B	T1 - 100 % não leguminosas	0,0113	61	265	0,92
	T2 - 100% leguminosas	0,0095	73	316	0,89
	T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas	0,0097	71	309	0,90
	T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas	0,0081	86	370	0,87
	T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas	0,0111	62	270	0,88
Cu	T1 - 100 % não leguminosas	0,0120	58	250	0,92
	T2 - 100% leguminosas	0,0090	77	333	0,76
	T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas	0,0138	50	217	0,78
	T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas	0,0092	75	326	0,91
	T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas	0,0132	53	227	0,88
Zn	T1 - 100 % não leguminosas	0,0107	65	280	0,87
	T2 - 100% leguminosas	0,0102	68	294	0,87
	T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas	0,0104	67	288	0,87
	T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas	0,0095	73	316	0,92
	T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas	0,0111	62	270	0,85
Fe	T1 - 100 % não leguminosas	0,0149	47	201	0,87
	T2 - 100% leguminosas	0,0132	53	227	0,83
	T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas	0,0145	48	207	0,81
	T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas	0,0124	56	242	0,84
	T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas	0,0142	49	211	0,83
Mn	T1 - 100 % não leguminosas	0,0133	52	226	0,88
	T2 - 100% leguminosas	0,0125	55	240	0,87
	T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas	0,0122	57	246	0,85
	T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas	0,0098	71	306	0,83
	T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas	0,0150	46	200	0,86
Média	T1 - 100 % não leguminosas	0,0124	56	245	
	T2 - 100% leguminosas	0,0109	65	282	
	T3 - 75% leguminosas e 25% não leguminosas	0,0121	59	254	
	T4 - 50% leguminosas e 50% não leguminosas	0,0098	72	312	
	T5 - 25% leguminosas e 75% não leguminosas	0,0129	54	236	