

MINERALIZAÇÃO DE ADUBOS VERDES EMPREGADOS NA CAFEICULTURA ORGÂNICA¹

EDDI V. Chacón²; Eduardo S. MENDONÇA³ esm@ufv.br; Paulo C. LIMA⁴; Rodrigo C. Tavares⁵; Waldênia M. MOURA⁴; Paulo H. COUTINHO⁶.

²Doutorando DPS/UFV; ³PhD.Prof. DPS/UFV; ⁴DSc. Pesq. EPAMIG/CTZM; ⁵Bolsista CBP&D-Café DPS/UFV;

⁶Estagiário DPS/UFV.

Resumo

Na agricultura orgânica é comum a incorporação de resíduos vegetais, já que estes são fontes de carbono facilmente biodegradável, fornecem nutrientes minerais como o nitrogênio, e produzem efeitos diretos sobre a qualidade do solo. A liberação de nitrogênio mineral para o sistema depende da taxa de mineralização, que é função da composição química de cada resíduo. Este trabalho qualificou diferentes resíduos vegetais para avaliar sua dinâmica de mineralização-imobilização mediante ensaio de mineralização do nitrogênio em ambiente controlado. Os principais resultados indicaram que materiais com mesma relação C/N tiveram padrões de mineralização diferente. A *Leucaena leucocephala* e o *Amaranthus spinatum* com mesmas relações C/N (C/N=11) apresentaram diferenças significativas nas quantidades de N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻ mineralizados (140 e 1700 mg kg⁻¹ respectivamente). Esses resultados indicaram que existem diferenças na composição química dos resíduos vegetais que não são explicadas pela relação C/N, e que influenciam diretamente no processo de mineralização-imobilização. Portanto, para um melhor entendimento da dinâmica de decomposição dos resíduos vegetais deve-se considerar além da relação C/N, as relações C/P/S, formas de carbono, carboidratos, hemicelulose, celulose, lignina, teor e capacidade dos polifenóis para complexar proteína.

Palavras chave: Matéria orgânica, qualidade de adubos verdes, mineralização, imobilização do nitrogênio.

MINERALIZATION OF GREEN MANURES USED AS FERTILIZERS IN ORGANIC COFFEE FARMING

Abstract

Crop residues are commonly used in organic agriculture because they are source of easily biodegradable organic matter, supplying mineral nutrients as nitrogen, producing direct positive effects on soil quality. The release of inorganic nitrogen to the system depends of the mineralization ratio, which is a function of the chemical composition of each material. This work qualified different crop residues to evaluate their dynamic of mineralization-immobilization through a mineralization experiment carried out in controlled conditions. The main results indicate that materials with equal C/N ratios behave in different ways regarding to the total accumulated amount of N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻ mineralized. *Leucaena leucocephala* and *Amaranthus spinatum* with equal C/N ratio (C/N=11) showed significant differences on total accumulated N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻ mineralized (140 e 1700 mg kg⁻¹). Concluding that exit differences in chemical composition of crop residues that are not explaining completely by the C/N ratio, those characteristics produce a direct effect on the process of mineralization-immobilization. Therefore for a better understanding of the decomposition dynamic of crop residues should be considered the C/N ratio, and other characteristics like: C/P/S ratios, carbon pools, carbohydrates, hemicelluloses, cellulose, lignin, lignina/N ratio, and polypheno's capability of complex proteins.

Keywords: Organic matter, crop residues quality, mineralization, immobilization of nitrogen.

Introdução

Os processos de mineralização e imobilização ocorrem simultaneamente no solo e são importantes na dinâmica do nitrogênio. Na cafeicultura orgânica a compreensão deste processo é chave para desenvolver modelos ou práticas agrícolas que estimem a quantidade de nitrogênio potencialmente disponível para o cafeeiro, dessa maneira se otimizará o uso de recursos, garantindo, ao mesmo tempo, a sustentabilidade do sistema agrícola. Reconhecendo a potencialidade dos resíduos vegetais como fontes de matéria orgânica, este trabalho qualificou resíduos vegetais comumente utilizados na cafeicultura orgânica para analisar sua dinâmica de mineralização-imobilização, quantificada através de ensaio de mineralização em ambiente controlado, objetivando a geração de informação para que os cafeicultores planifiquem práticas de fertilização orgânica atingindo eficiência e sincronia na liberação de nutrientes ao sistema solo-cafeeiro.

¹ Apoio financeiro: CBP&D-Café

Material e métodos

Adubos verdes utilizados na cafeicultura orgânica foram amostrados e coletados em diversas localidades do estado de Minas Gerais. Os resíduos analisados foram provenientes da parte aérea de materiais cultivados em canteiros, padronizando sua coleta no momento da floração. Os materiais foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, durante 72 horas, moídos, e passados por peneira de 2 mm. Foram caracterizados quanto ao teor matéria orgânica total (Kiehl, 1985). O teor total de C, e carbono solúvel em água foram determinados por meio de combustão úmida Yeomans & Bremner (1988), os carboidratos pelo método da Antrona (Brink et al. 1960), o N por meio do método Kjeldahl, citado por Tedesco et al. 1995. Os elementos totais (Ca, Mg, K, S) foram extraídos por digestão nítrico-perclórica, e os teores dos elementos nos extratos foram determinados por espectrometria de emissão de plasma (ICP), o P foi determinado por colorimetria. Os teores de lignina, fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIV) foram determinados segundo Silva (1990). Estabeleceram-se as relações C/N/P/S e Lignina/N.

Os resultados das análises citados foram empregados para identificar grupos similares entre os materiais estudados, utilizando-se análise multivariada, técnica de componentes principais e distância euclidiana média como critério de dissimilaridade (Ribeiro, 2001).

Após o agrupamento foi selecionado um material de cada grupo para realizar o ensaio de mineralização. Utilizou-se o solo como meio de incubação proveniente do horizonte B de um Latossolo vermelho amarelo distrófico, sem correção de acidez nem adubação, com as seguintes características: pH em água de 4,57; P e K de 0,6 e 6 mg dm⁻³; H+AL de 5,9; SB 0,04; CTC de 5,94 cmolc dm⁻³, e teor de matéria orgânica de 3,08 dag kg⁻¹. A massa de cada material equivalente a 2 g de carbono foi misturada a 100 cm³ do solo (Paul & Clark, 1996), e acondicionada em potes plásticos de forma cilíndrica com 15 cm de altura e 10 cm de diâmetro (unidades experimentais), incluindo também uma testemunha (solo). Cada unidade experimental teve quatro repetições, e a experiência foi conduzida sem restrições de umidade, em um delineamento experimental inteiramente casualizado em câmara de incubação a ± 25 °C.

Foram determinados em amostras coletadas semanalmente, N pelo método Kjeldahl citado por Tedesco et al. (1995); N-NH₄⁺ (Kempers & Zweers, 1986), e N-NO₃⁻ (Yang et al., 1998). O nitrogênio total (Nt) foi determinado como a soma do N-Kjeldahl + N-NO₃⁻, o nitrogênio inorgânico (Ni) como a soma do N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻, e o nitrogênio orgânico como a diferença Nt – Ni (Moral et al., 2005).

Os dados gerados no ensaio de mineralização de nitrogênio foram analisados graficamente, e para avaliar o efeito da adição dos resíduos realizou-se teste de hipóteses para os valores totais acumulados durante as oito semanas de incubação, segundo o teste de Tukey, com α=5%; para as variáveis nitrogênio total, nitrogênio inorgânico, e nitrogênio orgânico. Utilizou-se o programa de computador SAEG (Ribeiro Júnior, 2001).

Resultados e discussão

Os resultados da caracterização química e bioquímica dos materiais são apresentados na Tabela 1. O resultado do agrupamento dos materiais considerando como variáveis independentes os teores de C,N,P e Ca, Mg, K, e S, foi possível identificar 4 grupos semelhantes: grupo 1, Crotalaria, Ingá e Calopogonio; grupo 2, Leucena e Guandu; grupo 3: Picão preto e Caruru; e grupo 4, Brachiaria e Mucuna. Selecionando de cada grupo um material, sendo: Brachiaria, Caruru, Leucaena e Crotalaria.

A Figura 1, apresenta a mineralização absoluta acumulada (N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻) dos materiais selecionados durante o período de incubação de 8 semanas. Como pode ser observado, durante o período de incubação ocorreu mineralização do N dos materiais, Amaranthus e Crotalaria, o N da Brachiaria atingiu estado de equilíbrio com o solo e da Leucena ficou imobilizado. Tanto o Amaranthus como a Crotalaria possuem altos teores de carbono solúvel em água e carboidratos, elevados teores de nitrogênio e baixa relação C/N, baixa relação lignina/nitrogênio e altos teores de digestibilidade, características que favoreceram a mineralização. A Brachiaria com adequadas formas solúveis do carbono, relação C/N=28, mas com teor baixo de lignina e grande digestibilidade atingiu equilíbrio com o processo de mineralização do solo. A Leucaena imobilizou, já que se caracteriza por apresentar C/N baixa, mas altas relações C/P, C/S, LIG/N, digestibilidade moderada, e altos teores de polifenóis que complexam proteína. Segundo Monteiro et al., (2002), o teor de polifenóis totais da Leucaena leucocephala é de 7,12% com capacidade de complexar proteína pela técnica do BSA de 100,95µg g⁻¹.

Conclusões

A relação C/N não é o único parâmetro que explica a dinâmica da mineralização-imobilização, já que os resíduos orgânicos apresentam diferenças em sua composição química que não são refletidas por esta relação. A Tabela 2 apresenta uma qualificação das diferenças na composição química do Amaranthus e a Leucaena, mostrando como materiais com igual relação C/N, são diferentes em sua composição química, e portanto apresentam padrões diferentes de mineralização. Com relação às formas da mineralização do N, a Crotalaria apresentou o maior valor de N total (2,5 dag kg⁻¹), e a Brachiaria o menor (1,75 dag kg⁻¹). Na forma inorgânica (N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻), o Amaranthus apresentou a maior quantidade 1700 mg kg⁻¹, e a Leucaena a menor 140 mg kg⁻¹. Quanto as formas orgânicas de N, a Crotalaria aportou 2,58 dag kg⁻¹, e a Brachiaria 1,80 dag kg⁻¹.

Tabela 1. Caracterização de adubos verdes empregados na cafeicultura orgânica; Viçosa, M.G., 2005.

MATERIAIS	M. O.	C	Csa	Carb	N	P	Ca	Mg	K	S	C/N	C/P	C/S	Parte analisada
Calopogonio sp	93,51	46,29			3,42	0,22	1,11	0,41	1,04	0,19	16	544	650	Folhas
Crotalaria júncea	96,09	46,85	6,1	3,96	3,42	0,19	0,81	0,25	1,36	0,13	16	637	961	Folhas e ramos
Brachiaria decumbens	91,44	42,23	5,64	2,46	1,78	0,18	0,6	0,66	1,03	0,15	28	606	751	Folhas
Stizolobium sp (Mucuna)	93,14	43,1			2,01	0,19	1,09	0,19	1,04	0,18	25	586	639	Folhas e ramos
Ingá edulis (Ingazeiro)	96	46,28			3,24	0,2	0,52	0,19	1,14	0,14	17	598	882	Folhas
Bidens pilosa (Picão preto)	86,91	38,12			2,99	0,33	1,92	0,77	1,75	0,17	15	298	598	Folhas e ramos
Leucaena leucocephala (Leucaena)	91,23	44,28	4,75	1,81	4,51	0,21	1,54	0,31	1,57	0,31	11	545	381	Folhas
Cajanus cajan (Guandu)	94,02	48,04			3,71	0,29	0,68	0,18	1,5	0,19	15	428	674	Folhas
Amaranthus espinatum (Caruru)	80,23	37,64	5,25	5,11	3,94	0,4	2,34	0,5	4,38	0,3	11	243	335	Folhas e ramos

Continuação Tabela 1.....

MATERIAIS	ASE	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG	DIVMS	LIG/N	NT (8)	Ni (8)	Norg (8)
	%								dag kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	dag kg ⁻¹
Calopogônio sp	92,72	65,16	54,89	10,28	40,03	13,59	52,96	4,0			
Crotalaria júncea	91,87	65,88	48,84	17,03	35,99	12,35	62,29	3,6	2,58 A	790 B	2,50 A
Brachiaria decumbens	94,99	74,29	48,06	26,23	38,47	6,01	69,68	3,4	1,80 C	540 C	1,75 E
Stizolobium sp (Mucuna)	86,48	69,37	51,16	18,21	31,73	18,62	44,79	9,3			
Ingá edulis (Ingazeiro)	88,16	69,87	54,81	15,06	29,63	23,96	43,62	7,4			
Bidens pilosa (Picão preto)	86,14	54,77	50,16	4,61	26,81	22,02	51,88	7,4			
Leucaena leucocephala (Leucaena)	84,98	69,02	54,59	14,43	27,01	26,87	42,9	6,0	2,27 B	140 D	2,26 C
Cajanus cajan (Guandu)	91,52	70,01	58,7	11,31	29	28,45	37,72	7,7			
Amaranthus espinatum (Caruru)	87,32	62,28	44,26	18,01	31,86	11,06	65,07	2,8	2,52 A	1700 A	2,35 B
Solo									1,29 D	540 C	1,24 D

M.O. = Matéria orgânica; Csa= carbono solúvel em água; Carb= carboidratos; ASE= matéria seca em estufa a 105°C; FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; FDA= fibra insolúvel em detergente ácido; HEM= hemicelulose; CEL= celulose; LIG=lignina em ácido sulfúrico; DIVMS=digestibilidade in vitro da metria seca; LIG/N= relação lignina/nitrogênio; NT (8) = nitrogênio total acumulado durante 8 semanas de incubação; Ni (2-1)= taxa de mineralização do nitrogênio inorgânico entre a semana 2 e 1 de incubação; Ni (8)= nitrogênio inorgânico acumulado durante oito semanas de incubação; No (8) = nitrogênio orgânico acumulado durante 8 semanas de incubação.

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas NT (8); Ni (8); Norg (8); não diferem pelo teste Tukey com $\alpha=5\%$.

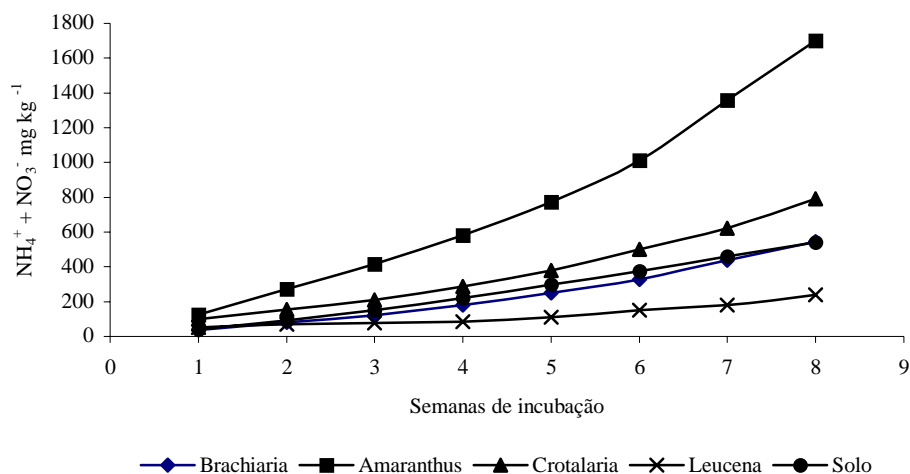


Figura 1: Mineralização de nitrogênio de diferentes materiais em função do tempo de incubação em solo

Tabela 2. Qualificação da composição química do *Amaranthus spinatum* em relação à *Leucaena leucocephala*

Material	C/N	C/P	C/S	C sol. água	Carboidratos	Lignina	Celulose	LIG/N	Digestibilidade
Amaranthus	igual	menor	menor	maior	maior	menor	maior	menor	maior
Leucaena	igual	maior	maior	menor	menor	maior	menor	maior	menor

Referencias bibliográficas

- Brink, R.H., Dubach, P., Lynch, D.L., 1960. Measurement of carbohydrates in soil hydrolyzates with anthrone. *Soil. Sci.* 89, 157-166.
- Kempers, A.J. & Zweepers, A. Ammonium determination in soil extracts by the salicylate method. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, 17: 715-723, 1986.
- Kiehl, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: CERES, 1985. p. 407-459.
- Monteiro, H.C.; Cantarutti R.B.; Junior D.; Regazzi A.J.; Fonseca M. Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. *R. Bras. Zootec.*, 31:1092-1102, 2002.
- Moral, R. Moreno-Caselles, J. Perez-Murcia, C. Characterization of the organic matter pool in manures. *Bioresources Technology* 96: 153-158, 2005.
- Paul, E. A. & Clark, F. E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: *Soil microbiology and biochemistry*. 2nd ed. San Diego: Academic, 1996. p. 158-179.
- resin, and soil extracts. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 62:1108-1115, 1998.
- Ribeiro Júnior, J.I. Análise estatístico no SAEG. Viçosa: UFV., 2001. 301 p.
- Silva, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165 p.
- Tedesco, M.J.; Gianello, C.; Bissani, C.A.; Bohner, H.; Volkweiss, S. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre: Departamento de Solos. UFRGS. 1995. 174 p.
- Yang, J.E.; Skogley, E.O.; Schaff, B.E.; Kim, J.J. A simple spectrometric determination of nitrate in water,
- Yeomans, J.C. & Bremner, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun..Soil.Sci.PlantAnal.*19:1467-1476,1988.