



Efeito da calagem na mineralização de resíduos orgânicos de cupuaçu e de pupunha na liberação de N, em um Latossolo Amarelo da Amazônia Central⁽¹⁾.

Arnoldo Marcílio Gonçalves dos Santos⁽²⁾; Sônia Sena Alfaia⁽³⁾; Alcides Gatto⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA

⁽²⁾ Doutorando em Ciências Florestais, Universidade de Brasília - UnB; arnoldomarcilio@hotmail.com; ⁽³⁾ Pesquisadora; Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia; ⁽⁴⁾ Professor; UnB.

RESUMO: O experimento foi conduzido em condições controladas e teve como objetivos avaliar a mineralização e a liberação de nutrientes proveniente resíduos orgânicos de casca de cupuaçu e de folhas de pupunha incorporados em amostras de um Latossolo Amarelo sob o efeito da calagem na mineralização do N proveniente da decomposição do material vegetal. O experimento foi constituído por um esquema fatorial 2 x 4, onde os fatores foram 2 níveis de calagem, correspondendo a 0 e 2 t/ha e 4 tratamentos: solo testemunha (sem material vegetal); casca de cupuaçu triturada; e cinzas de casca de cupuaçu queimadas e folhas de pupunheira (envolvendo folhas e raquis). O material vegetal foi incorporado em vasos contendo 200 g de solo, numa quantidade baseada na produção média dos mesmos na região. Os vasos foram incubados em temperatura ambiente numa casa de vegetação. Após os períodos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias foram também determinados os teores de nitrato (N-NO₃⁻) e amônio (N-NH₄⁺) no solo. Os resíduos orgânicos incorporados apresentaram baixa mineralização de N, mostrando que não constituem uma boa fonte de N para as plantas.

Termos de indexação: *Theobroma grandiflorum*, *Bactris gasipaes*, Nitrato, Amônio e Ciclagem.

INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) na Amazônia representam uma alternativa aos usos convencionais da terra, pelo seu potencial de implantação em áreas degradadas, reincorporando-as ao processo produtivo e diminuindo o desmatamento sobre a floresta primária (Silva, 2013). Nos solos tropicais e, em especial, naqueles altamente intemperizados, a acidez é o principal fator limitante à maximização dos processos biológicos que ocorrem no solo (Santos et al., 2013). Em muitas situações, apenas a adequação do ambiente edáfico por meio da calagem é suficiente para garantir benefícios biológicos (Amazonas et al., 2011; Alfaia & Uguen, 2013). Diversos fatores do solo influenciam nos processos de mineralização.

Entre eles, o pH do solo, teor e qualidade da matéria orgânica.

Espécies como cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pupunha (*Bactris gasipaes*) tem sido bastante utilizadas em SAFs na Amazônia. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da calagem na mineralização do nitrogênio proveniente da mineralização de resíduos orgânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em vasos, em casa-de-vegetação, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, em Manaus, AM. O solo utilizado foi coletado na camada de 0-30 cm de profundidade, de área sob pastagem degradada, em Latossolo Amarelo, com mais de 15 anos de uso. O solo foi homogeneizado, seco ao ar e peneirado em malha de 4 mm. Foram retiradas amostras para análises químicas e, em vasos com capacidade de 200 g o solo foi misturado com os resíduos orgânico e calcário nas seguintes proporções:

Trat. 01 = Testemunha, sem mistura;

Trat. 02 = Casca de cupuaçu triturada (2 t.ha⁻¹);

Trat. 03 = Casca de cupuaçu queimada (2 t.ha⁻¹);

Trat. 04 = Folha de pupunheira (3 t.ha⁻¹);

Trat. 05 = Calcário (2 t ha⁻¹);

Trat. 06 = Calcário (2 t ha⁻¹) + casca de cupuaçu triturada (2 t.ha⁻¹);

Trat. 07 = Calcário (2 t ha⁻¹) + casca de cupuaçu queimada (2 t.ha⁻¹);

Trat. 08 = Calcário (2 t ha⁻¹) + folha de pupunheira (3t.ha⁻¹);

Após a incorporação do calcário ao solo dos vasos, estes foram montados em casa de vegetação, com temperatura ambiente controlada a ±28 °C, por 30 dias, irrigados de forma que a umidade do solo se mantivesse em 80 % da capacidade de campo. Após esse período foi efetuada a incorporação do material vegetal: Casca de cupuaçu triturada – cascas secas ao ar, moídas em moinho de facas e passadas em peneira de 2 mm; casca de cupuaçu queimadas – cascas queimadas em fogueira, método utilizado na região, incorporando-se as cinzas. Folha de pupunheira -



Folhas e raquis secas em estufa (60 °C), por três dias, moídas e passadas em peneira de 2 mm.

O material vegetal foi incorporado em quantidades equivalentes a sua produção média por hectare no campo. Aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após a incorporação, foram retiradas amostras de solo para determinação dos teores de nitrogênio mineral (nitrato e amônio) e para verificar a dinâmica do nitrogênio, método proposto por Embrapa (2009). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em fatorial 2x4 (dois fatores: com e sem calcário e quatro tipos de resíduo vegetal), com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização química do solo.

Os teores de carbono e nitrogênio encontrados antes da incorporação dos resíduos estão apresentados na **Tabela 1**

Tabela 1 – Teores de carbono e de nitrogênio no solo inicial.

Tratamentos	pH	C N	
		-----%-----	
Sem calcário	4,03	3,12	0,18
Com calcário	5,14	3,12	0,18

Material vegetal incorporado

Os teores de nutrientes nos materiais orgânicos incorporados foram diferentes. A casca de cupuaçu triturada e as folhas de pupunheira sofreram processo mecânico de quebra para acelerar a decomposição, mantendo seus teores carbono e nitrogênio. Na **Tabela 2** estão apresentados os teores de C e N e a relação C/N dos materiais.

Tabela 2 – Percentual de carbono, nitrogênio e proporção C/N dos materiais vegetais incorporados ao solo.

Resíduos Orgânicos	C N CN		
	-----%-----		
Casca de cupuaçu triturada	42,29	0,81	52,20
Casca de cupuaçu queimada	21,47	0,54	39,76
Folha de pupunheira	41,82	2,24	18,67

Mineralização do nitrogênio orgânico

Na **Figura 1** são apresentadas as variações nos teores de N na forma amoniacal (N-NH₄⁺) e nítrica (N-NO₃⁻) nos tratamentos com e sem calagem, aos

30, 60, 90 e 120 dias da incorporação.

Amônio (N-NH₄⁺)

Aos 30 e 60 dias da incorporação, nos tratamentos com calagem (**Figura 1B**), observou-se aumento significativo na liberação de íons N-NH₄⁺, em seguida, as quantidades diminuíram e os 120 dias, as quantidades de N-NH₄⁺ liberados foram significativamente inferiores às obtidas nos tratamentos sem calagem (**Figura 1A**).

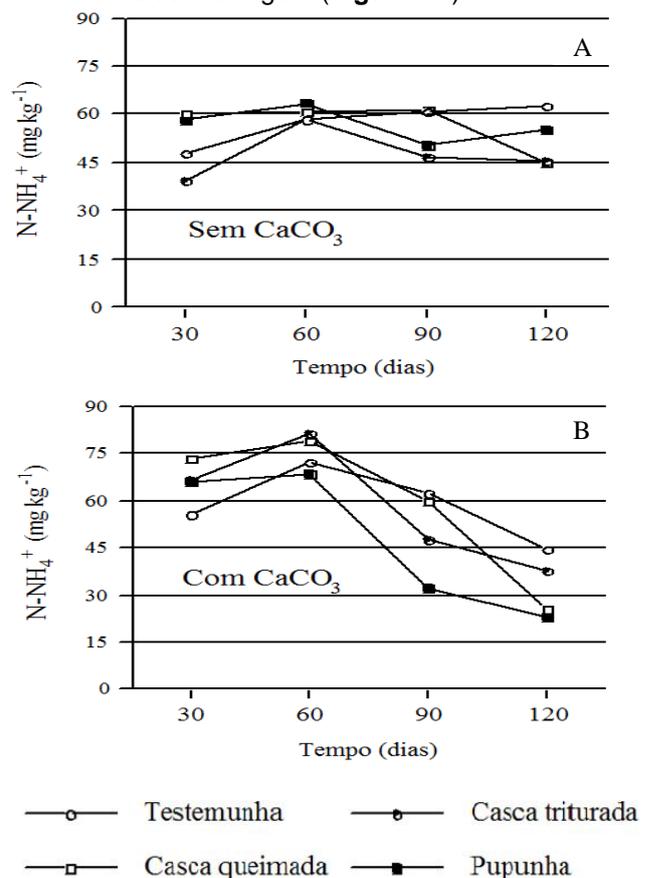


Figura 1 - Teores de N-NH₄⁺ liberados em função do tempo de incubação em amostras coletadas a 0-30 cm de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central sem (A) e com calagem (B) (médias de quatro repetições).

Aos 30 dias, nos tratamentos sem calagem, os valores de N-NH₄⁺, obtidos foram significativamente mais elevados com a incorporação de casca de cupuaçu queimada e de folhas de pupunheira, em seguida, ao longo dos 120 dias, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos aplicados (**Tabela 3**). No final foi observada uma pequena imobilização.



Tabela 3 - Teores de amônio após 30, 60, 90 120 dias de incorporação.

30 dias de incubação		
Tratamento	Sem calcário	Com calcário
Testemunha	47,72ab	55,36b
Casca Triturada	29,52b	66,32ab
Casca Queimada	59,99a	73,36a
Pupunha	58,24a	66,01ab
60 dias de incubação		
Testemunha	58,38	72,02 ab
Casca triturada	58,53	81,27 a
Casca queimada	60,56	79,14 ab
Pupunha	63,28	68,61 b
90 dias de incubação		
Testemunha	60,87	62,56 a
Casca triturada	46,56	47,46 ab
Casca queimada	61,56	59,67 a
Pupunha	50,64	32,13 b
120 dias de incubação		
Testemunha	62,35	44,58 a
Casca triturada	45,27	37,58 ab
Casca queimada	44,97	25,46 ab
Pupunha	55,29	23,07 b
Média	60,19 B	75,26 A
CV	10,00	7,43

Valores seguidos de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si entre no fator calagem e valores seguidos da mesma letra minúscula não diferem entre si nos tratamentos na coluna (Tukey $p < 0,05$).

Nos tratamentos com calagem, nos primeiros 30 dias os teores de $N-NH_4^+$ observados foram significativamente mais elevados no tratamento com casca queimada, seguido do tratamento com casca triturada e com folhas de pupunheira. Aos 60 dias, os valores mais elevados foram obtidos com a incorporação de casca triturada, seguido de casca queimada. A partir dos 90 dias ocorre, em todos os tratamentos, uma redução do teor $N-NH_4^+$ em relação à testemunha, mostrando que pode ter ocorrido uma imobilização ou transformação da forma amoniacal para a forma nítrica.

Nitrato ($N-NO_3^-$)

Aos 30, 60, e 90 dias, não foi observado efeito da calagem nos teores de $N-NO_3^-$ liberados. Somente aos 120 dias foi observado um efeito significativo da calagem na liberação de íons $N-NO_3^-$ (**Figura 2**).

Nos resultados dos teores totais de N mineral ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$) observa-se uma maior taxa de mineralização nos tratamentos com calagem em

quase todos os tempos, sem, no entanto, apresentar diferenças entre os tratamentos.

Os resultados obtidos nesse trabalho confirmam os estudos de outros autores que atribuíram ao aumento de pH uma maior mineralização e que, nos solos de terra firme da Amazônia, o N mineral predominante está na forma amoniacal (Santos et al., 2011; Alfaia, 2006). Segundo Santiago et al., (2013), a acidez seria o fator limitante para o desenvolvimento de bactérias nitrificadoras nesses solos. Por outro lado, para outros autores (Souza & Siqueira, 2006) a nitrificação normalmente é estimulada pela calagem.

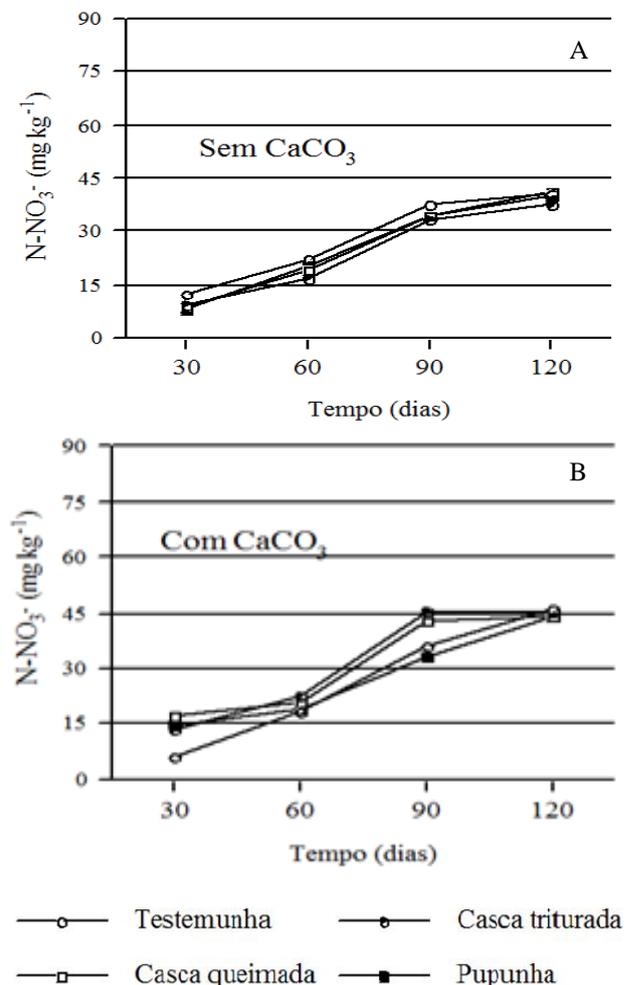


Figura 2 - Teores de $N-NO_3^-$ liberados em função do tempo de incubação em amostras coletadas a 0-30 cm de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central sem (A) e com calagem (B) (médias de quatro repetições).

O N mineral total praticamente não teve



acréscimo no solo durante o período de incubação, embora inicialmente tenha predominado a forma amoniacal nos tratamentos com calagem. A partir dos 60 dias o amônio foi convertido em nitrato nos tratamentos com calagem. Alfaia et al. (2008) têm observado que em condições de boa aeração e pH, o amônio é rapidamente convertido em nitrato. Nessas condições, a redução no teor de $N-NH_4^+$ observada nesse trabalho, a partir dos 60 dias de incubação, pode estar relacionada com a transformação do amônio em nitrato. Os solos dos tratamentos que não receberam calagem, mantiveram os mesmos níveis de amônio, demonstrando que o efeito do pH é maior na nitrificação do que sobre amonificação, embora algumas linhagens de micro-organismos nitrificadores provenientes de solos ácidos sejam mais tolerantes a altas concentrações de H^+ . De modo geral, nos solos com níveis de pH inferiores a 5,0, os teores de nitrato produzidos podem considerados negligenciáveis (Sá et al., 2011; Alfaia, 2006).

Nas condições em que se desenvolveu o experimento, os tratamentos com incorporação de resíduo orgânico, não apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha, quando analisados nos teores de N mineral total, apresentando pouca mineralização de N no solo proveniente do material incorporado. Esses resultados demonstram que os resíduos de casca de cupuaçu e de folhas de pupunheira não se constituem em uma fonte alternativa para fornecimento de N nesses solos.

CONCLUSÕES

Apesar de normalmente utilizados pelos agricultores, resíduos de casca de cupuaçu seca ou torrada e de folhas de pupunheira não se constituíram boas fontes de N para as plantas. Outras alternativas de fontes de N precisam ser avaliadas para uso nos SAFs da região.

REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S. Caracterização e distribuição das formas do nitrogênio orgânico em três solos da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 36, n.2, p. 135-140, 2006.

ALFAIA, S. S.; UGUEN, K.; RODRIGUES, M. R. L. Manejo da Fertilidade dos Solos na Amazonia. In: Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O.; Brussaard, L. (Org.).

Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros. Lavras: Editora UFLA, 2008, p. 117-141.

ALFAIA, S. S.; UGUEN, K. Fertilidade e Manejo do Solo. In: O ecossistema solo – Componentes, Relações Ecológicas e Efeitos na Produção Vegetal/editores, Fátima M. S. Moreira ... [et al.]. Lavras: Editora UFLA, 2013. 352p

AMAZONAS, N. T.; MARTINELLI, L. A.; PICCOLO, M. C.; RODRIGUES, R. R. Nitrogen dynamics during ecosystem development in tropical forest restoration. *Forest Ecology and Management*, v. 262, p. 1551-1557, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro Manual de métodos de análise de solos / organizadores, Guilherme KangussúDonagema... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. Modo de acesso: <<http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/>230> p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 132)

SÁ, J. C. M.; CARDOSO, E. G.; CARDOSO, E. G.; BRIEDIS, C.; Ferreira, A. O.; BORSZOWSKI, P.R.; SANTOS, J. B.; MASSINHAM, A.; FERREIRA, C. F. ; SIUTA JUNIOR, D.; BARANEK, E.J.; PICCOLO, M. C. Nitrogen dynamics in soil management systems. I- Flux of inorganic nitrogen (NH_4^+ and NO_3^-). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 1641-1649, 2011.

SANTIAGO, W. R.; VASCONCELOS, S. S.; KATO, O. R.; BISPO, J. C. A.; RANGEL-VANCONCELOS, L. G. T.; CASTELLANI. Nitrogênio mineral e microbiano do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia oriental. *Acta Amazonica*, vol. 43, n. 4, p. 395-405. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000400001>. Acesso em 15 jan. 2015.

SANTOS, I. P. O.; VASCONCELOS, S. S.; KATO, O. R.; BISPO, C. J. C.; SILVA, A. C. Dinâmica de amônio e nitrato no solo em sistemas agroflorestais sob cultivo de dendezeiro na Amazônia Oriental. In: VIII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2011, Belém. Anais VIII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Belém: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011.

SANTOS, A. M. G.; ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. Efeito do aproveitamento de resíduos vegetais de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pupunha (*Bactris gasipaes*) como fonte de potássio em um Latossolo Amarelo da Amazônia Central, IX Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais- 14 e 18 de outubro de 2013, Ilhéus - BA. 2013.

SILVA, I. C. Sistemas agroflorestais: conceitos e métodos. 1ª. Ed. – Itabuna- BA: SBSAF, 2013. 308p.

**XXXV Congresso
Brasileiro de
Ciência do Solo**

CENTRO DE CONVENÇÕES - NATAL / RN



**O SOLO E SUAS
MÚLTIPLAS FUNÇÕES**
02 a 07 DE AGOSTO DE 2015