

## MINERALIZAÇÃO DO NITROGÊNIO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES APÓS INCORPORAÇÃO DE ADUBOS ORGÂNICOS EM LATOSSOLO AMARELO CULTIVADO COM CUPUAÇU

Noam Gadelha da SILVA<sup>1</sup>; Fernanada Tunes VILLANI<sup>2</sup>; Janderson Rodrigues DALAZEN<sup>3</sup>; Sonia Sena ALFAIA<sup>4</sup>; Marta AYRES<sup>4</sup>; Dayanne de Moura RABELO<sup>4</sup>; Karen Medeiros MACIEL<sup>4</sup>; <sup>1</sup>Bolsista PIBIC/FAPEAM/INPA; <sup>2</sup>Orientador INPA; <sup>3</sup>Co-orientador INPA; <sup>4</sup>Colaborador INPA

### 1. Introdução

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum) tem importância social e econômica para os produtores rurais da região amazônica (Venturieri, 1993; Souza et al., 1999). As cascas dos frutos do cupuaçuzeiro apresentaram um bom potencial para reposição de nutrientes ao solo nos plantios agroflorestais, principalmente quando associado à correção da acidez do solo (Alfaia et al., 2004). Silva (2008) observou que a mistura das cascas de cupuaçu com podas de ingazeiro (*Inga edulis* Mart.) aumentou a liberação de N, P, K e Ca para a cultura. A maior parte do N total de um solo está na forma orgânica (98%) (Bartholomew, 1965). A disponibilidade de N para os vegetais em sistemas naturais ocorre principalmente pela mineralização da matéria orgânica do solo (ciclagem de nutrientes). Apesar disso, a maior parte do N do solo encontra-se em frações cuja mineralização é bastante lenta (mineralização de 2 a 3% do N total por ano) e essa fração mineralizável está sujeita a perdas (Fernandes et al., 2006). A mineralização do nitrogênio é definida como a transformação biológica do N orgânico em N inorgânico por microrganismos (produção principalmente de nitrato e amônio). A imobilização é a transformação biológica do N inorgânico do solo para a forma orgânica. Os dois processos podem ocorrer simultaneamente conforme Raij (1981). O material vegetal como adubo verde é mais facilmente mineralizado e rapidamente libera nutrientes.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a dinâmica da mineralização do Nitrogênio e a disponibilidade de nutrientes no solo após a adubação orgânica em Latossolo Amarelo cultivado com cupuaçu.

### 2. Material e Métodos

O estudo foi realizado no mês de maio em duas propriedades rurais, em área de Terra Firme no município de Presidente Figueiredo. A classe de solos predominante na área é a dos Latossolos Amarelos distróficos (Rodrigues et al., 2001). Dois meses antes da adubação orgânica foi aplicado calcário dolomítico na área do experimento (calagem), numa dose equivalente a 2 t ha<sup>-1</sup>. Foram produzidos três compostos orgânicos diferentes (Composto 1: 240 kg de caroços de açaí; Composto 2: 240 kg de casca de cupuaçu; Composto 3: 120 kg de caroços de açaí, 120 kg de casca de cupuaçu e 5 kg de folhas de gliricídia) seguindo as metodologias de preparo de composto de Kiehl (1985) e outros. Os constituintes básicos eram gliricídia, serragem, cama de frango, liteira de cupuaçu, palha de capim e solo. Os compostos foram aplicados numa dose equivalente 4 t ha<sup>-1</sup>. O calcário, os compostos e o superfosfato triplo foram aplicados em círculo na projeção da copa das plantas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com quatro tratamentos e três repetições (dois blocos na propriedade 1 e um bloco na propriedade 2). Os quatro tratamentos eram: T1: 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 1 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T2: 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 2 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T3: 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 3 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T4: Testemunha (sem composto). Aos 90 dias após a adubação orgânica foram coletadas amostras na camada de 0 - 10 cm. As análises químicas foram feitas conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997). O pH em H<sub>2</sub>O foi determinado em potenciômetro. O Ca e Mg foram determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA). O Al foi determinado por titulação. Foram realizadas análises em espectrofotômetro por colorimetria (para P) e análise por EAA (para K, Cu, Zn, Mn e Fe). O N total foi determinado pelo método micro-Kjeldahl. O C-orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black (Embrapa, 1997). Para análise de N mineral foram coletadas amostras na profundidade de 0 - 10 cm nos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias após adubação. Os teores de nitrato e amônio foram determinados seguindo as metodologias descritas por Anderson & Ingram (1993). A significação do efeito dos compostos sobre a mineralização do N foi determinada pela análise de variância (ANOVA). As comparações entre as médias das variáveis avaliadas foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Estat versão 2.0 (Unesp, 2000).

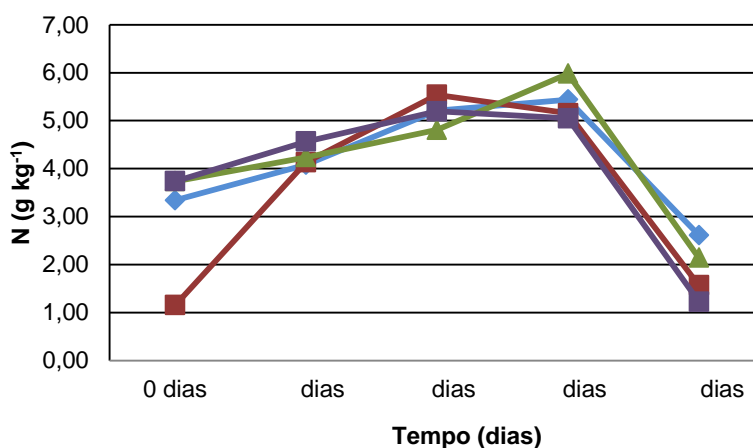
### 3. Resultados e Discussões

A Tabela 1 mostra os valores médios de pH e alumínio trocável e os teores médios dos macronutrientes, por comparação entre o solo sem tratamento e o solo com tratamento. Houve diferença significativa a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey, apenas para os valores de pH e alumínio trocável, entre os tratamentos. Para os macronutrientes, apenas os teores de fósforo diferiram estatisticamente. Os resultados mostram uma melhoria nos valores de pH do solo com a aplicação dos compostos, elevando seus valores, quando comparados ao valor de pH inicial do solo e com relação ao tratamento 4 sem aplicação do composto.

**Tabela 1** - Características químicas iniciais e finais do solo em plantios de cupuaçu em Presidente Figueiredo, AM. (n=3).

Tratamentos	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	K	P
		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				
Solo Inicial*	4.30	0.49	0.18	1.34	0.07	5.60
T1	6,38a	1.90	0.67	0,066a	0,14	15,91ab
T2	6,45a	3.78	1.10	0,063a	0,15	27,36a
T3	6,48a	3.98	1.32	0,003b	0,16	22,71a
T4	5,47b	3.14	1.04	0,076a	0,13	5,28b

\*Solo do início do trabalho, sem calagem e sem adubação; T1: 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 1 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T2: 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 2 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T3: 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 3 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e T4: Testemunha (sem composto).

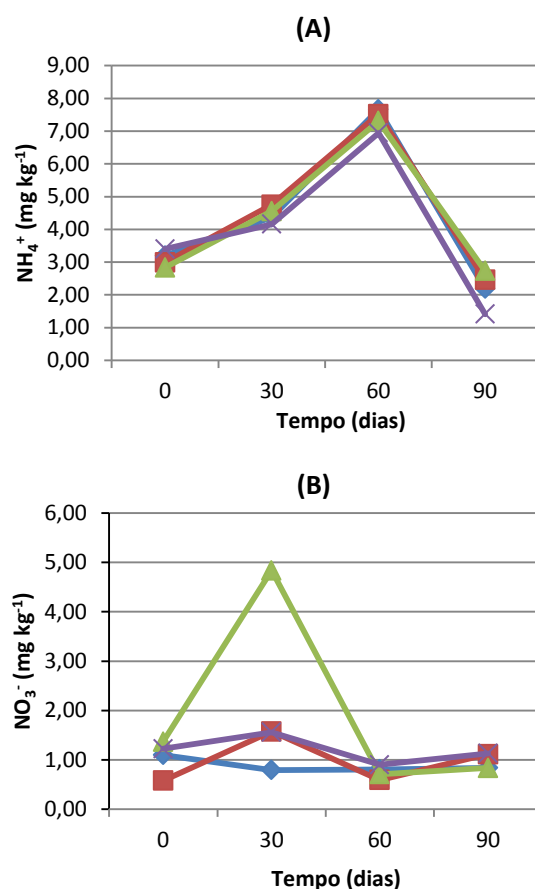


**Figura 1:** Variação do N total do solo de todos os tratamentos, avaliados nos tempos referentes à adubação orgânica.

◆ **T1:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 1 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>      ■ **T2:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 2 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
▲ **T3:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 3 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>      × **T4:** Testemunha (Sem Composto)

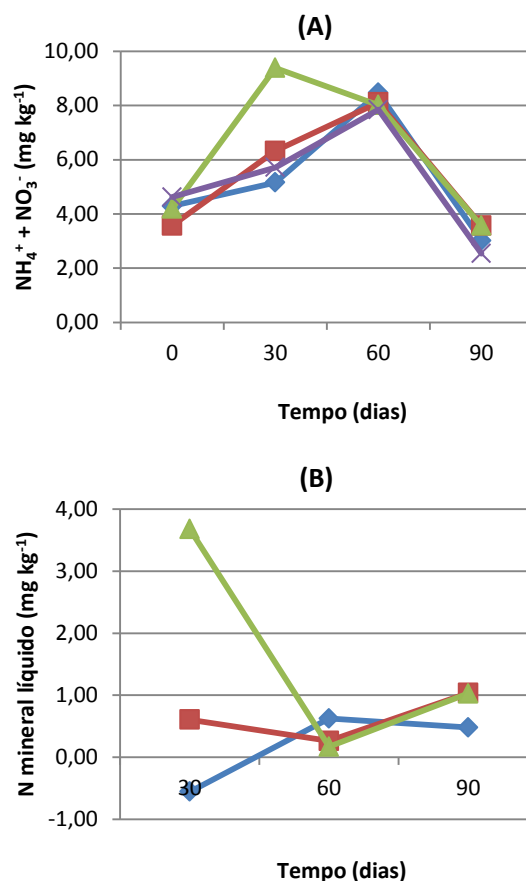
Isso se aplica também nos valores de alumínio que tiveram uma queda com a aplicação do composto. O tratamento 3, mais rico em termos de diversidade de materiais compostados, diferiu significativamente dos demais, mostrando um acentuado seqüestro de alumínio. Com relação ao fósforo, os tratamentos 2 e 3 mostraram-se mais eficientes em disponibilizar esse macronutriente para o solo, quando comparados ao tratamento 1 (caroços de açaí) e à testemunha T4. A Figura 1 mostra a variação do N total do solo desde o tempo de 0 até 120 dias. Pela análise de variância, não houve diferença estatística nos teores de nitrogênio total do solo, após 90 dias da adubação. No entanto, neste intervalo entre 0 e 120 dias, observa-se um crescimento de N total do solo, causado provavelmente pela ação de microrganismos

agindo tanto no solo com composto quanto na testemunha. Esse crescimento é consistente com o fato de que a decomposição biológica leva a um aumento na quantidade de nutrientes no solo, incluindo o nitrogênio. Porém, após 90 dias observa-se um decaimento na quantidade de N total, provavelmente por que a decomposição biológica, após determinado período, consome todo o material que fornece o nitrogênio. Os teores do nitrogênio mineral nas formas  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  avaliados ao longo dos quatro períodos de coleta são apresentados na Figura 2 (A) ( $\text{N-NH}_4^+$ ) e (B) ( $\text{N-NO}_3^-$ ). A extração no tempo zero teve como objetivo quantificar o teor de nitrogênio mineral existente no solo no início do experimento. De acordo com a Figura 2 (A) e (B), não houve diferença estatística entre os tratamentos em nenhum período de coleta, ou seja, não houve variação estatística significativa nem para o nitrato e nem para o amônio, no decorrer dos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias. No entanto, observam-se picos em ambos os gráficos, mostrando que em determinados períodos, encontrava-se acentuado valor de Nitrato e Amônio no solo, períodos em que a transformação do N orgânico em N inorgânico foram significativas. Para o Amônio, não se observa variação na mineralização do N entre os tratamentos, mas para o Nitrato, observa-se que, no período de 30 dias, o T3 exibe valor muito superior ao dos outros tratamentos, que praticamente não mostraram variação. Esse pico acentuado para o T3 pode estar relacionado à quantidade extra de gliricídia adicionada ao Composto 3. O N mineral total, Figura 2 (A), é a soma das concentrações de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ . Observa-se para os tratamentos 1, 2 e 4, crescimento semelhante do valor de N mineral total com pico máximo em 60 dias. Para o tratamento 3, observa-se o mesmo crescimento no valor de N mineral total, mas, diferente dos outros tratamentos, este possui pico acentuado no tempo de 30 dias. O T3 é o tratamento com o composto que recebeu uma quantidade extra de gliricídia. Após o tempo de 30 dias, o valor de N mineral total do tratamento 3 decresce, tornando-se, no período de 60 dias, aproximadamente igual ao dos outros tratamentos. Após o período de 60 dias, o valor de N mineral total decresce quase que da mesma forma para todos os tratamentos.



**Figura 2:** (A) Variação do amônio no solo e (B) variação do nitrato no solo em todos os tratamentos avaliados nos períodos de 0 a 90 dias, em Presidente Figueiredo, AM.

◆ **T1:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 1 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>      ■ **T2:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 2 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
▲ **T3:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 3 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>      × **T4:** Testemunha (Sem Composto)



**Figura 3:** (A) Variação do N mineral total no solo (soma das concentrações  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ ) e (B) mineralização líquida do nitrogênio de todos os tratamentos, avaliados nos tempos referentes à adubação orgânica, em Presidente Figueiredo, AM.

◆ **T1:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 1 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>      ■ **T2:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 2 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
▲ **T3:** 4 t ha<sup>-1</sup> do composto 3 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>      × **T4:** Testemunha (Sem Composto)

A mineralização líquida é a produção de N mineral desde a matéria orgânica do solo e compreende dois processos opostos: mineralização e imobilização, os quais são afetados em sentidos opostos pela relação C/N. Observa-se na Figura 3 (B) diferença significativa entre os valores da taxa de mineralização líquida para os tratamentos, com T1 e T2 tendo os menores valores. O acentuado pico para o T3, no tempo 30 dias, de estar novamente relacionado ao fato de este tratamento ter recebido uma quantidade extra de gliricídia. Nos períodos de 60 e 90 dias, as taxas se aproximam, com valores entre 0,00 e 1,00 mg kg<sup>-1</sup>. Os valores para T1 e T2 aumentam um pouco, entre 30 e 90 dias, mas os valores para T3 diminuíram muito.

#### 4. Conclusão

Após o período de adubação orgânica, houve uma melhora nas características químicas do solo, principalmente com referência ao tratamento 3 (4 t ha<sup>-1</sup> do composto 3 + 20 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Os teores de nitrogênio total do solo não variaram, entre os tratamentos. Com o passar do tempo, todo o nitrogênio mineral foi consumido pela microbiota do solo, o que levou a uma queda dos níveis desse nutriente após 60 dias de adubação.

#### 5. Referências

Alfaia, S.S.; Ayres, M.I.C. 2004. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central. Revista Brasileira de Fruticultura, 26(2): 320 – 325.

Anderson, J.M.; Ingram, J.S.I. 1993. Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. Second Edition. CAB International. 221pp.

Barreto, A.C.; Fernandes, M.F. 2001. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 36(10): 1287-1293.

Chepote, R.E. 2003. Efeito do composto da casca do fruto de cacau no crescimento e produção do cacauzeiro. Agrotrópica. 15 (1): 1-8.

Coelho, F.C. 2008. Composto Orgânico. Niterói. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 3). 13pp.

EMBRAPA, 1997. Manual de Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. Embrapa/CNPQ. 212pp.

Fernandes, M.S. 2006. Nutrição mineral de plantas. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo). p. 154; 215-220.

IBGE. 2007. Contagem da população 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 311pp.

IDAM. 2009. Plano operativo - 2009. Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas - Unidade Local de Presidente Figueiredo. Manaus. 62pp.

Kiehl, E.J. 1985. Fertilizantes orgânicos. Agrônômica Ceres. São Paulo. 492pp.

Raij, B. V. 1991. Avaliação da fertilidade do solo. Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 353 pp.

Rodrigues, T.E.; Oliveira Júnior, R.C.; Santos, P.L.; Silva, P.R.O. 2001. Caracterização e classificação dos solos do município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 50pp.

Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C.; Anjos, L.H.C. 2005. Manual de descrição e coleta de solo no campo. ed. 5. Viçosa. Embrapa: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sociedade Brasileira de Ciência de Solo. 100pp.

Silva, E.R. 2008. Adubação orgânica de cupuaçuzeiro, utilizando casca de cupuaçu e podas de ingazeiro, em Presidente Figueiredo - AM. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Amazonas. 62pp.

Souza, A.G. C.; Silva, S. E. L. da; Tavares, A.M.; Rodrigues, M. do R. L. 1999. A cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental (Circular Técnica, 2). 20pp.

Teixeira, L.B; Oliveira, R.F.; Furlan Júnior, F. 2004. Características Químicas de Composto Orgânico Produzido com Lixo Orgânico, Caroco de Açaí, Capim e Serragem. Embrapa Amazônia Oriental (Comunicado Técnico, 105), Belém. 4pp.

Venturieri, G.A. 1993. Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento. Clube do Cupu, Belém-PA. v. 1. 118pp.