

DESTINO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS (^{15}N) EM UM LATOSSOLO AMARELO CULTIVADO COM FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* L.)¹

Sônia. S. ALFAIA²

RESUMO — O trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o destino de duas formas de fertilizantes nitrogenados enriquecidos com ^{15}N em um latossolo amarelo da Amazônia Central, cultivado com feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.). A aplicação de 30 kg/ha de N não mostrou efeito significativo na produção. O balanço do nitrogênio aplicado no final do período da cultura mostrou que a remoção do N dos fertilizantes pelos grãos foi, respectivamente, 23 e 25%, com aplicação de sulfato de amônio e uréia; 35% do N do sulfato de amônio e 39% da uréia, permaneceram no solo na camada de 0-30 cm. As perdas variaram de 36 a 42% para uréia e sulfato de amônio, respectivamente. Aproximadamente 15% do N dos fertilizantes, foi determinado nos horizontes mais profundos, indicando que as perdas de N nesse solo são provavelmente devidas à lixiviação e a outros processos não determinados neste trabalho.

Palavras-chave: Nitrogênio ^{15}N , caupi (*Vigna unguiculata* L.), latossolo amarelo, Amazônia Central.

The Fate of ^{15}N -Labeled Nitrogen Fertilizers in a Central Amazon Oxisol with Cowpeas (*Vigna unguiculata* L.).

ABSTRACT — The objective of this study was to evaluate the fate of two different forms of ^{15}N -labeled nitrogen fertilizers in an Oxisol of Central Amazonia on a cowpea crop (*Vigna unguiculata* L.). There was no effect on yield from the application of 30 kg N/ha. The nitrogen balance at the end of the period indicated that 23 and 25% of nitrogen applied as ammonium sulphate and urea, respectively, was stored in the grains; 35% of nitrogen derived from ammonium sulphate and 39% from urea was found in the 0-30 cm soil layer. The losses were 36% with urea and 42% with ammonium sulphate. About 15% of nitrogen fertilizer were recovered in the soil profile below the plow layer (0-30 cm), indicating that the losses were partially due to leaching and to other losses not quantified in this study.

Key words: ^{15}N -labelled, cowpea (*Vigna unguiculata* L.), Oxisol, Central Amazonia.

INTRODUÇÃO

Grande parte dos solos da Amazônia Central, classificados como latossolos amarelos, são argilosos com predominância de argila tipo caulinita e abundância de óxidos de Fe e Al. São solos que apresentam, em geral, boas propriedades físicas, mas com baixa fertilidade natural (SANCHEZ *et al.*, 1982). As pesquisas desenvolvidas na Amazônia têm chamado atenção para o ciclo do nitrogênio, que é um dos elementos, nutriente de planta, com o

nível mais reduzido no solo, em consequência da atividade agrícola na região (SANCHEZ *et al.*, 1983; SMYTH *et al.*, 1987). Resposta à adubação nitrogenada tem sido observada a partir do segundo ano de cultivo após o desmatamento (EMBRAPA, 1984). A respeito da dinâmica da matéria orgânica nesses solos, SMYTH *et al.* (1987) observaram um declínio progressivo do teor de nitrogênio, com aumento progressivo da relação C/N.

Entre os principais processos da dinâmica do N no solo, destacam-se a

¹ Trabalho financiado com recursos do Projeto Amazônia I (AIEA).

² Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia-CPCA, Caixa Postal 478, 69011-970 Manaus-AM.

mineralização, a lixiviação e a absorção pelas plantas. Existem poucas informações a respeito do ciclo do nitrogênio em condições tropicais úmidas, onde a mineralização e a imobilização devem ser importantes (CAHN *et al.* 1993). No entanto, informações sobre a dinâmica do N nessas condições são ainda limitadas, assim como estudos do balanço de N utilizando a técnica do isótopo ^{15}N como traçador. Os fatores que influenciam na utilização do fertilizante pela planta são numerosos e variáveis. Entre esses fatores, um dos mais importantes é a forma do fertilizante. Com a utilização do ^{15}N é possível seguir o destino do nitrogênio proveniente dos fertilizantes, na planta e no solo, durante todo o ciclo da cultura.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o destino de diferentes formas de fertilizantes nitrogenados, marcados com ^{15}N , em um latossolo amarelo da Amazônia Central, cultivado com feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em maio de 1989 na Estação Experimental da EMBRAPA, situada no quilômetro 30 da estrada Manaus-Itacoatiara, em um solo classificado como latossolo amarelo, textura muito argilosa. O solo antes do ensaio apresentou, na camada de 0-30 cm, as seguintes características: pH em água 4,7; $\text{Al}^{3+} = 1,6 \text{ meq}/100\text{cm}^3$; $\text{Ca}^{2+} = 0,5 \text{ meq}/100\text{cm}^3$; $\text{Mg}^{2+} = 0,23 \text{ meq}/100\text{cm}^3$; $\text{K}^+ = 0,1 \text{ meq}/100\text{cm}^3$; $\text{P} = 1 \text{ mg kg}^{-1}$; $\text{N total} = 1430 \text{ mg kg}^{-1}$; 16,1% de areia; 3,5% de silte e 80,4% de argila.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro

repetições e três tratamentos, constituídos pela aplicação na superfície de 30 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio e uréia, enriquecidos respectivamente com 5% e 5,13% átomos de ^{15}N em excesso e, a testemunha, sem aplicação de N. Na parte central das parcelas (5,0 x 6,0m) foram demarcadas as microparcels adubadas com ^{15}N , com o tamanho de 1,5 x 1,5m. Todas as parcelas receberam uma adubação complementar com 50 kg/ha de P_2O_5 (superfosfato triplo) e 60 kg/ha de K_2O (cloreto de potássio). O caupi foi plantado em sulcos espaçados em 0,5m, colocando-se quatro sementes por cova. No desbaste foram deixadas duas plantas por cova distanciadas em 0,5m.

As amostragens de solo e da planta para as análises isotópicas foram efetuadas em duas épocas: na floração e na colheita, respectivamente, 45 e 80 dias após a aplicação dos fertilizantes. Dentro de cada microparcela colheram-se nove plantas para determinação de matéria seca, análise de N total e de ^{15}N . Na primeira amostragem, as plantas foram separadas em parte aérea e raízes; na segunda amostragem colheram-se somente os grãos. A amostragem de solo foi efetuada na parte central da microparcela, nas seguintes profundidades: 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-90 e 90-120 cm.

O nitrogênio total do solo e da planta foi determinado por digestão ácida a quente e destilação segundo o método Kjeldahl-Olsen (GUIRAUD & FARDEAU, 1977). No solo, o N total (N orgânico) foi determinado após a extração do nitrogênio mineral com uma solução de KCl 1N (BREMNER, 1965), sendo que em seguida as

amostras de solo foram secadas ao ar e posteriormente digeridas e destiladas.

As análises isotópicas de ^{15}N nas amostras de material de solo e planta foram feitas por meio de espectrometria óptica, após a transformação do nitrogênio amoniacal em N_2 pelo método de combustão de DUMAS (FIEDLER & PROKSCH, 1975; MARTIN *et al.*, 1981).

As porcentagens do N na planta proveniente do fertilizante (%Nppf) e a recuperação do fertilizante aplicado (% RF) foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$\%Nppf = (Epl/Ef)100$$

$$\%RF = QN \times Nppf/F$$

onde:

Epl e Ef = % de átomos de ^{15}N em excesso na planta e no fertilizante, respectivamente, QN = quantidade total de N contida nas plantas, e F = quantidade total de N aplicado como fertilizante.

O tratamento estatístico dos resultados constou da análise de variância e da comparação de médias

feitas pelo teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1) Produção de grãos e absorção de N pela planta.

Os dados de produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela planta (Fig.1), não mostraram diferença significativa entre tratamentos, tanto na parte aérea e raízes (coletadas na época da floração) quanto nos grãos. Porém, o N aplicado na forma de uréia induziu um leve acréscimo na absorção de N pela planta. Esses resultados mostram que a quantidade de N do solo mais a proveniente da possível fixação simbiótica foi suficiente para suprir a necessidade deste nutriente pela cultura.

2) Recuperação de N do fertilizante pela planta.

O objetivo da determinação da eficiência de utilização é de analisar, com a máxima exatidão a absorção do fertilizante pela planta (MACHET *et al.*,

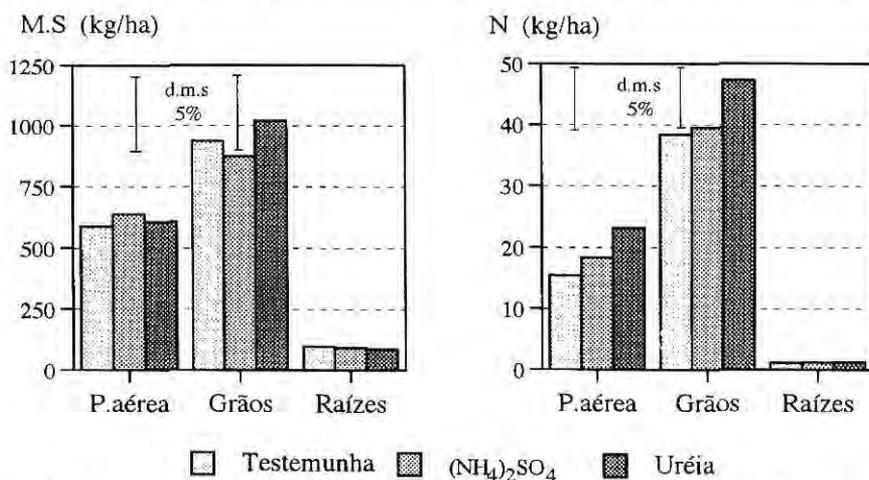


Figura 1. Produção de matéria seca e absorção de N pelas plantas de caupi. A parte aérea e raízes foram colhidas no estágio de floração, enquanto os grãos representam a colheita final.

1987). No caso do caupi, a queda das folhas entre a floração e a colheita pode induzir a uma diminuição nos valores de recuperação do fertilizante pela planta *no final do ciclo da cultura*. Por esta razão, as amostragens para as medidas isotópicas de ^{15}N foram efetuadas na floração, para parte aérea e raízes, e na colheita somente para os grãos.

A absorção do N dos fertilizantes pelas plantas foi pequena (Tab.1). No período da floração, 4 e 6 kg/ha de N (13,9 e 18,5%) aplicado como sulfato de amônio e uréia foram, respectivamente, removidos pela planta, enquanto que na colheita a remoção pelos grãos foi de 7 e 8 de kg/ha de N (22,6 e 25,3%). Esses valores mostram uma baixa utilização do N do fertilizante pelo caupi. A baixa utilização de fertilizantes nitrogenados pelos cultivos em condições tropicais tem sido atribuída ao grande potencial de perdas, sendo a lixiviação, desnitrificação e volatilização, os mecanismos mais importantes (GAMBOA *et al.* 1971; CRASWELL & VLEK, 1979). As raízes contêm somente uma pequena *porcentagem do N aplicado* (Tab. 1). Esse valor é certamente subestimado devido à impossibilidade da coleta total do sistema radicular das plantas, em solo muito argiloso. Os valores de N na planta, proveniente do fertilizante (%Nppf), confirmam a pequena contribuição do N proveniente do fertilizante para a nutrição da planta. Esta contribuição para produção de grãos foi, respectivamente, 17,2 e 16,2% nos tratamentos com sulfato de amônio e uréia. O caupi absorveu mais N do solo e possivelmente do ar por fixação simbiótica, do que dos fertilizantes. De

acordo com OLIVEIRA & DANTAS (1988), nos solos da Amazônia, caso haja condições favoráveis de pH e alumínio, o nitrogênio pode ser suprido *simbioticamente à cultura do caupi*, que nodula eficientemente com numerosas estirpes de rizóbio presentes no solo.

3) N no solo proveniente do fertilizante.

O nitrogênio mineral do solo ao final do cultivo do caupi revelou valores muito baixos, e assim a análise isotópica não foi realizada. As análises isotópicas do N orgânico do solo amostrado na época da floração, aos 45 dias após a aplicação dos fertilizantes (Tab. 2), mostraram que aproximadamente 70% do adubo aplicado permaneceu na camada de 0-30 cm. Um balanço do fertilizante, nessa época, apresentou perdas de 14,3% para o sulfato de amônio e 11,7% para uréia.

Os resultados da análise do solo, efetuada na época da colheita (Tab. 2), 80 dias após a aplicação do adubo, mostram que o N imobilizado no solo decresceu rapidamente. Esta *imobilização no final do ciclo da cultura* foi de 11 kg de N/ha (34,9%) para o sulfato de amônio e 12kg de N/ha (38,6%) para uréia. O N restante do fertilizante que não foi removido pela planta e nem imobilizado no horizonte superficial de 0-30 cm do solo, que pode-se considerar como perdido foi, respectivamente, de 13 e 11kg de N/ha (42,5 e 36,1%) para o sulfato de amônio e uréia. Este N pode estar imobilizado nos horizontes subsuperficiais do solo, ou foi perdido por lixiviação, volatilização ou desnitrificação. Como as perdas por volatilização são provavelmente

Tabela 1. Recuperação dos fertilizantes aplicados pela cultura do caupi, cultivado em latossolo amarelo da Amazônia Central.

Fertilizante	Floração									Colheita			
	Parte aérea			Raízes			Total			Grãos			
	N total	Átomos de ¹⁵ N-excesso	Recupe-ração ⁽¹⁾	N total	Átomos de ¹⁵ N-excesso	Recupe-ração ⁽¹⁾	N total	Recupe-ração ⁽¹⁾	Ndff	N total	Átomos de ¹⁵ N-excesso	Recupe-ração ⁽¹⁾	Ndff
kg/ha	-----%	-----	kg/ha	-----%	-----	kg/ha	-----%	-----	kg/ha	-----%	-----	-----	
Testemunha	17,9	-	-	1,2	-	-	19,1	-	-	38,3	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	18,3	1,06	12,9	1,3	1,13	0,95	19,6	13,9	20,4	39,5	0,86	22,6	17,2
Uréia	23,1	1,16	17,4	1,4	1,20	1,09	24,5	18,5	23,1	47,3	0,83	25,3	16,2

⁽¹⁾ Aplicação de 30 kg N/ha na forma de (NH₄)₂SO₄ com átomos % de ¹⁵N em excesso = 5% e uréia com átomos % de ¹⁵N em excesso = 5,13%.

Tabela 2. Balanço do ^{15}N -fertilizante no solo, efetuado na época da floração e da colheita na camada de 0-30 cm. (resultados em % de ^{15}N aplicado).

Fertilizantes	N do Fertilizante			Perdido
	no solo (a)	nas plantas (b)	(a+b)	
-----%-----				
Floração				
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	71,8	13,9	85,7	14,3
Uréia	69,8	18,5	88,3	11,7
Colheita				
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	34,9	22,6	57,5	42,5
Uréia	38,6	25,3	63,9	36,1

pequenas nas condições experimentais desse trabalho, devido ao baixo pH do solo (ADAS & MARTIN, 1984), o N provavelmente foi perdido por desnitrificação ou ficou abaixo da camada arável do solo. A figura 2 mostra a distribuição do N no perfil do solo após a colheita do caupi. Observa-se que aproximadamente 15% (5 kg de N/ha) do N total aplicado foi imobilizado nos horizontes mais profundos do solo, abaixo da zona de exploração do sistema radicular das

plantas, indicando que as perdas de N nesse solo são provavelmente devidas à lixiviação e a outros processos não identificados nesse trabalho.

CONCLUSÕES

Nessa experiência não houve resposta do caupi à aplicação de fertilizante nitrogenado.

Da quantidade de 30 kg de N/ha aplicada na forma de sulfato de amônio e uréia, 23 e 25% foram, respectivamente, removidos com os grãos; 35% do N do sulfato de amônio e 39% da uréia permaneceram no solo na camada de 0-30 cm. As perdas, estimadas por diferenças foram, respectivamente, 42 e 36% para o sulfato de amônio e uréia.

Aproximadamente 15% do N dos fertilizantes, foi determinado nos horizontes mais profundos, indicando que as perdas de N nesse solo são, provavelmente, devidas à lixiviação e a outros processos não determinados neste trabalho.

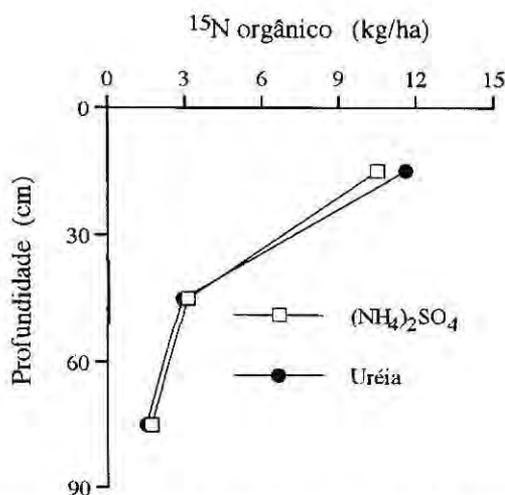


Figura 2. ^{15}N -fertilizante no N orgânico do solo após a colheita do caupi.

Bibliografia citada

- ADAMS, F.; MARTIN, J. B. 1984. Liming effects on nitrogen. Use and Efficiency. In: R. D. HAUCK (ed.). *Nitrogen in Crop Production*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, p417-426.
- BREMNER, J. M. 1965. Inorganic forms of nitrogen. In: C. A. BLACK (ed.). *Methods of soil analysis. part 2*, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, p1179-1237.
- CAHN, M. D.; BOULDIN, D. R.; CRAVO, M. S.; BOWEN, W. T. 1993. Cation and nitrate leaching in an oxisol of the Brazilian Amazon. *Agronomy Journal*, 85:334-340.
- CRASWELL, E. T.; VLEK L. G. 1979. Greenhouse evaluation of nitrogen fertilizers for rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43:1184-1188.
- EMBRAPA. 1984. Relatório técnico anual da Unidade de Execução de Pesquisa de Ambito Estadual de Manaus. 1982/1983. EMBRAPA-UEPAE, Manaus, p31-122.
- FIEDLER, R.; PROKSCH, G. 1975. The determination of nitrogen 15 by emission and mass spectrometry in biochemical analysis: a review. *Anal. Chim. Acta*, 78:1-62.
- GAMBOA, J.; PERES, G.; BLASCO, M. 1971. Un modelo para describir los procesos de retención y lixiviación en los suelos. *Turrialba*, 27:312-316.
- GUIRAUD, G.; FARDEAU J. C. 1977. Dosage par la méthode Kjeldahl des nitrates contenus dans les sols et les vegetaux. *Ann. Agron.* 28:329-333.
- MACHET, J. M.; PIERRE, D.; RECOUS, S.; REMY, J. C. 1987. Signification du coefficient réel d'utilisation et conséquences pour la fertilisation azotée des cultures. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 73:39-55.
- MARTIN, F.; MAUDINAS, B.; CHEMARDIN, M.; GADAL P. 1981. Preparation of sub-microgram nitrogen samples for isotope analysis by GSl emission spectrometer. *IARI* 32:215-217.
- OLIVEIRA, I. P.; DANTAS, J. P. 1988. Nutrição mineral do caupi. In: J.P.P. ARAÚJO ; E.E. WALT (eds). *O caupi no Brasil*. ITTA/ EMBRAPA, Brasília, p407-430.
- SANCHEZ, P.A.; BANDY, D.E.; VILLACHICA, J.H.; NICHOLAIDES, I. 1982. Amazon Basin soils: management for continuous crop production. *Science*, Washington, 216: 821-827.
- SANCHEZ, P.A.; VILLACHICA, J.H.; BAND, D.E. 1983. Soil fertility dynamics after clearing a tropicalrainforest in Peru. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 47:1171-1178.
- SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S.; BASTOS, J. B. 1987. Soil nutrient dynamics and fertility management for sustained crop production on LAs in the Brazilian Amazon. In: N. CAUDLE ; C.B. McCANTS (eds). *TropSoils technical report 1985-1986*. North Carolina State University, Raleigh, NC. p88-94.36,1

Aceito para publicação em 19.02.97