

# NITROGÊNIO NO SISTEMA SOLO x CAFEIEIRO x AMBIENTE

Tatiele A. FENILLI<sup>1</sup>; José L. FAVARIN, E-mail: jlfavari@esalq.usp.br; Klaus REICHARDT; Paula R. SALGADO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, <sup>2</sup>Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP.

## Resumo:

Na cultura do cafeeiro o nitrogênio é o nutriente mais translocado para os grãos e exportado na colheita (Malavolta, 1993). A importância do nitrogênio se destaca principalmente em solos de região de clima tropical úmido (Meirelles et al., 1980), devido a mobilidade e intensa mineralização da matéria orgânica. Com a finalidade de investigar a dinâmica do nitrogênio no sistema solo x café x atmosfera visando maximizar o uso de N foi instalado um experimento com <sup>15</sup>N na dose de 280 kg ha<sup>-1</sup>, na forma de sulfato de amônio. O tratamento constituiu-se de 5 repetições com 9 plantas (três linhas de três plantas), em que a aplicação do fertilizante foi parcelada em quatro épocas (setembro, novembro, dezembro e janeiro). A massa de matéria seca da parte aérea foi determinada à cada 60 dias. As amostras de solos e raízes foram coletadas em cinco camadas no final da colheita, para determinar o <sup>15</sup>N remanescente. Para a quantificação da volatilização da amônia proveniente do fertilizante, utilizou-se o método do coletor de N-NH<sub>3</sub> semi-aberto estático (LARA CABEZAS et al., 1999). A lixiviação de N para fora do volume do solo foi estimada instalando-se extratores de solução a vácuo a 100 cm. A parte aérea do cafeeiro recuperou 26,34 % de N (73,73 kg ha<sup>-1</sup>) do fertilizante aplicado e nas raízes foram determinados 26,47 % de N (74,15 kg ha<sup>-1</sup>). A quantidade de <sup>15</sup>N remanescente no solo foi igual a 9,71 % (27,18 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto a lixiviação foi igual a 1,88 % (5,27 kg ha<sup>-1</sup>). O sistema solo x cafeeiro foi eficiente na conservação e uso do N fornecido pelo fertilizante, recuperando 81,15 % do N aplicado.

Palavras-chave: cafeeiro, absorção de fertilizante, isótopo estável, volatilização.

## NITROGEN BALANCE IN THE SOIL x COFFEE CROP x ATMOSPHERE SYSTEM

### Abstract:

In the coffee crop the nitrogen is the most carried forward to grain and exported in the harvest (Malavolta, 1993). The nitrogen is important in soil of humid tropical climate due to its mobility and intense mineralization of organic matter (Meirelles et al., 1980). Several experiments were carried out with <sup>15</sup>N (280 kg ha<sup>-1</sup>) involving fertilizer application (ammonium sulphate) to a coffee crop, aiming for the establishment of the N balance in the soil x coffee x atmosphere system and better understand the N dynamics within the plant. The treatment consisted of 5 sub-plots (replicates) of 9 plants (3 lines of 3 plants), in that the fertilizer application was took place in 4 different times (September, November, December, January). The shoot dry matter was monitored every 60 days. The root and soil were sampled only at the end of harvest in five layers. To quantify soil volatilization from fertilizer N a semi-open N-NH<sub>3</sub> static collector was used (LARA CABEZAS et al., 1999). To estimate N leaching below the root zone were obtain from soil solution extractors data. Shoot of coffee plant fertilizer N absorption reached 26.34% de N (73.73 kg ha<sup>-1</sup>) and the root accumulated 26.47% de N (74.15 kg ha<sup>-1</sup>). In the soil 9.71% (27.18 kg ha<sup>-1</sup>) of the fertilizer N were still present. Leaching and volatilization losses were of the order of 2.83% (7.92 kg ha<sup>-1</sup>) and 1.88% (5.27 kg ha<sup>-1</sup>), respectively. The soil x coffee system was efficient recovering 81.15 % of the N supplied by the fertilizer.

Key words: Coffee crop, fertilizer absorption, stable isotope, volatilization

### Introdução

Na cultura do café podem ser aplicadas doses superiores a 300 kg ha<sup>-1</sup>, muito acima daquelas normalmente fornecidas às culturas anuais, o que implica em custo elevado (FAVARIN, 2006). Para MEIRELLES et al. (1980), a importância do nitrogênio ocorre principalmente em solos de região de clima tropical úmido, em que há grande mobilidade e alta mineralização da matéria orgânica.

Quando o fertilizante nitrogenado é aplicado na cultura, uma parte é recuperada pelo sistema radicular e pela parte aérea, outra permanece no solo, enquanto uma parte fica imobilizada no "litter" ou perde-se do sistema solo x café (FAVARIN, 2006).

O melhor aproveitamento dos fertilizantes pelo cafeeiro, principalmente o nitrogênio, está relacionado com o efeito de doses e parcelamentos (VIANA, 1980) e, sobretudo com a época de adubação (KUPPER, 1976). A absorção de nitrogênio pelo café é intensificada a partir do quarto mês do florescimento, coincidindo com o período de granação e maturação dos frutos (MORAES; CATANI, 1964). Todavia, com relação ao parcelamento, alguns resultados são variáveis em relação ao tipo de solo (VIANA, 1980).

Grande quantidade de N aplicado em superfície pode ser perdida do solo por volatilização. As perdas de NH<sub>3</sub> por volatilização em ecossistemas agrícolas são governadas por fatores de manejo, de solo e de clima. Os fatores de manejo mais importantes são a localização do adubo no solo, as doses do fertilizante utilizadas e a presença ou não de resíduos

vegetais sobre a superfície do solo. O N do fertilizante quando aplicado na superfície do solo é susceptível a perdas por volatilização. Essas perdas podem corresponder até 50% do N aplicado (TERMAN, 1979). Esta perda diminui o valor do fertilizante e contribui para poluição atmosférica, e é favorecida quando se utilizam calcário, doses altas do fertilizante, etc. Em relação à dose do adubo aplicado, tem-se verificado que, a maioria das vezes, maiores doses do adubo resultam em perdas mais elevadas de amônia por volatilização (TRIVELIN et al., 1994). Os efeitos da cobertura do solo sobre a volatilização de amônia apresentam resultados divergentes, sendo que em algumas situações as perdas aumentaram, enquanto que, em outros casos, as perdas com cobertura vegetal não diferiram das do solo descoberto ou foram menores (ANJOS; TEDESCO, 1976). A cobertura vegetal reduz o ritmo de evaporação de água e aumenta a atividade da enzima urease, reduzindo ou aumentando as perdas de amônio por volatilização, respectivamente (SÁ, 1996). Além disso, a baixa capacidade de retenção de  $\text{NH}_3$  nos resíduos vegetais seria mais um fator contribuindo para o incremento nas perdas desse gás (FRENEY et al. 1991).

Esta pesquisa foi realizada com a finalidade de investigar a dinâmica do nitrogênio no sistema solo x café com base na recuperação do fertilizante marcado pela parte aérea e raízes, bem como pela quantidade presente na serrapilheira (resíduos de folhas e ramos de cafeeiro) e na camada de solo explorada pelas raízes.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no campo experimental da Fazenda Areão, em Piracicaba/SP, com plantas da espécie *Coffea arabica* cv. Catuaí Vermelho IAC-44, instalado em maio de 2001, com espaçamento de 1,75 m x 0,75 m, em solo classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico.

Para realização do experimento aplicou-se 280 kg ha<sup>-1</sup> de N, parcelado em quatro épocas (setembro, novembro, dezembro e janeiro), na forma de sulfato de amônio enriquecido com <sup>15</sup>N com 2% de átomo em excesso, em cinco repetições.

Nas cinco parcelas experimentais com 9 plantas (três linhas de três plantas), somente as três linhas centrais receberam <sup>15</sup>N, com as avaliações sendo feitas na planta central.

Da planta central, isotopicamente marcada, foi retirado um ramo completo para a determinação do N total e do <sup>15</sup>N por espectrometria de massa. Com o intuito de não sacrificar as plantas marcadas isotopicamente, a massa de matéria seca total da parte aérea foi determinada a partir da coleta de uma planta inteira de cada repetição, fora da sub-parcela de 9 plantas, aproximadamente à cada 60 dias. As raízes foram amostradas, no final da colheita, em apenas 2 repetições, nas seguintes profundidades: 0-0,2; 0,2-0,4; 0,4-0,6; 0,6-0,8; 0,8-1,0 m, utilizando trado de 8 cm de diâmetro. A matéria seca das raízes distribuídas na vertical (cinco profundidades) e na horizontal (em quatro áreas afastando-se da planta) constituiu uma malha de 20 volumes. As amostras da parte aérea e as raízes das plantas de café foram pesadas e colocadas para secar em estufa a 65° C. O solo foi amostrado em cinco camadas (0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 cm) dentro das 5 parcelas, para a verificação do <sup>15</sup>N remanescente, nas quais determinou-se a abundância de <sup>15</sup>N e a quantidade de N-total por espectrometria de massa.

A lixiviação de N para fora do volume de solo, em períodos úmidos, foi calculada instalando-se três extratores de solução a vácuo a 1,0 m de profundidade por parcela, determinando a concentração de N ( $C_N$ , g L<sup>-1</sup>) por FIA e a abundância isotópica de <sup>15</sup>N ( $A_N$ , %) por espectrometria de massa.

## Resultados e Discussão

Ao final do primeiro ano do experimento (366 DAI) fechou-se o balanço do N derivado do fertilizante para todos os compartimentos do sistema solo x café x atmosfera (Tabela 1), com dados expressos em kg ha<sup>-1</sup>. Neste balanço foram contabilizados os compartimentos da raiz, do solo, da volatilização, da lixiviação, "litter" (folhas e frutos caídos ao chão), e "outros" (valores da quantidade de N derivado do fertilizante que não foram estimados, como: absorção por plantas vizinhas, raízes abaixo de 1,0 m, perdas de N por "run-off", pela parte aérea, lixiviação abaixo de 1,0 m, além de erros envolvidos nas medidas) fechando o balanço em 100%.

Na parte aérea observou-se uma recuperação de 73,73 kg ha<sup>-1</sup> do N aplicado (26,34 %). Aos 182 DAI a parte aérea havia recuperado 71,27 %, menos do que ocorrera até 366 DAI, por conta, provavelmente, de perdas de massa de matéria seca e da redistribuição de N. Esta observação não aconteceria se as avaliações tivessem sido feitas apenas na colheita, como é comum em estudos de plantas perenes. O "litter" formado acumulou 28,35 % (79,37 kg ha<sup>-1</sup>) do N aplicado e, portanto, é uma excelente fonte de fertilização orgânica. A raiz foi responsável em absorver 74,15 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 26,47 % do N do fertilizante, sendo que 9,35 % (26,18 kg ha<sup>-1</sup>) do adubo estavam em raízes da camada 0-0,2 m. No solo encontrou-se 27,18 kg ha<sup>-1</sup> que corresponde à 9,71 % do N do sulfato de amônio aplicado, sendo a camada 0-20 cm onde verificou-se a maior concentração do N do fertilizante (16,22 kg ha<sup>-1</sup>; 5,79 %). A perda com a lixiviação, foi de apenas 1,88 % (5,27 kg ha<sup>-1</sup>). A exportação pelos grãos foi pequena neste ano, na ordem de 6,82 % porque se tratava de safra baixa, aproximadamente, 10 sacas beneficiadas por hectare. O compartimento "outros" refere-se as quantidades de nitrogênio que não puderam ser medidas, sendo a quantidade de N nas raízes abaixo de 1,0 m de profundidade, na água de "run-off", absorvido pelas plantas daninhas e pelas plantas de café próximo da planta, avaliada na linha ou na entre linha do cafezal.

Tabela 1 – Destino do N do fertilizante nos diferentes compartimentos e sua recuperação, depois de um ano de cultivo (DAI 366)

Compartimentos	Recuperado - kg ha <sup>-1</sup>	%
Caule	17,85	6,38
Ramos Produtivos	9,06	3,24
Folhas de Ramos Produtivos	3,4	1,21
Ramos Vegetativos	5,58	1,99
Folhas de Ramos Vegetativos	18,75	6,7
Frutos	19,09	6,82
<b>Sub-total da parte aérea</b>	<b>73,73</b>	<b>26,34</b>
Raiz da camada 0-0,2 m	26,18	9,35
Raiz da camada 0,2-0,4 m	7,18	2,56
Raiz da camada 0,4-0,6 m	38,4	13,71
Raiz da camada 0,6-0,8 m	1,22	0,43
Raiz da camada 0,8-1,0 m	1,17	0,42
<b>Sub-total de raízes</b>	<b>74,15</b>	<b>26,47</b>
Solo da camada 0-0,2 m	16,22	5,79
Solo da camada 0,2-0,4 m	4,71	1,68
Solo da camada 0,4-0,6 m	2,19	0,78
Solo da camada 0,6-0,8 m	1,6	0,57
Solo da camada 0,8-1,0 m	2,46	0,88
<b>Sub-total de solo</b>	<b>27,18</b>	<b>9,71</b>
Volatilização	7,91	2,83
Lixiviação	5,27	1,88
“litter”	79,37	28,34
Outros	12,39	4,43
<b>Total Geral</b>	<b>280,00</b>	<b>100,00</b>

## Conclusões

Conclui-se que a absorção de nitrogênio pelo cafeeiro foi bastante eficiente, uma vez que 26,34 % do N (73,73 kg ha<sup>-1</sup>) do fertilizante encontrava-se na parte aérea; 26,47 % (74,15 kg ha<sup>-1</sup>) nas raízes e 28,34 % (79,37 kg ha<sup>-1</sup>) no “litter”, com eficiência da ordem de 81,15 %. Os resíduos da própria cultura contribuíram com 79,37 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio proveniente do fertilizante, uma fonte importante para a eficiência do sistema que deve ser mantida sob o dossel da planta, haja vista que 50% do nutriente (N) é liberado, em média, nos primeiros 30 dias depois da deposição no solo.

## Referências Bibliográficas

- Anjo, J. T.; Tedesco, M.J. Volatilização de amônia proveniente de dois fertilizantes nitrogenados aplicados em solos cultivados. Científica, Jaboticabal, v.4, p.49-55, 1976.
- Favarin, J. L. Ecofisiologia e tecnologia de produção da cultura de café. Livre - Docência, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2006.
- Freney, J. R.; Denmead, O. T.; Wood, A. W.; Saffigna, P. G.; Chapman, L. S.; Ham, G. J.; Hurney, A. P.; Sterwart, R. L. Factors controlling ammonia loss from trash covered sugarcane fields fertilized with urea. **Fertilizer Research**, The Hague, v.31, p.341-349, 1991.
- Kupper, A. Consumo mensal de nitrogênio pelo cafeeiro: quantidade, época e modo de adubação nitrogenada. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 4., 1976, Caxambu. Resumos...Caxambu: IBC/GERCA, 1976. p.215-217.
- Meirelles, N. M. F.; Libardi, P. L.; Reichardt, K. Absorção e lixiviação de nitrogênio em cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.4, p.83-88, 1980.

Moraes, F. R. P.; Catani, R. A. Absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante a formação. **Bragantia**, Campinas, v.23, n.26, p.331-336, 1964.

Sá, J. C. M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema de plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1996. 23p.

Terman, G. L. Volatilization of nitrogen as ammonia from surface applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. **Advances in Agronomy**, v.31, p.189-223, 1979.

Trivelin, P. C. O.; Lara Cabezas, W. A. R.; Boaretto, A. E. Dinâmica do nitrogênio de fertilizantes fluidos no sistema solo-planta. In: Vitti, G. C.; Boaretto, A. E. (Coord). **Fertilizantes Fluidos**. Piracicaba: Potafós, 1994, p.314-330.

Viana, A. S. Estudo de doses e parcelamentos de n e K na formação do cafeeiro em Led e Ter. In: Congresso Brasileiro de pesquisas cafeeiras. 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos...**Rio de Janeiro: IBC, Gerca, 1980. p.205-211.