

## FORMAS DE NITROGÊNIO E PROPRIEDADES DO SOLO EM CULTIVO ADENSADO DE CAFÉ<sup>1</sup>

Liv Soares Severino<sup>2</sup>  
Eduardo de Sá Mendonça<sup>3</sup>  
Yonara Poltronieri Neves<sup>2</sup>  
Ubiratan Vasconcelos Barros<sup>4</sup>  
Cláudio Magela Barbosa<sup>4</sup>

### RESUMO

Solos sob três densidades de plantio de cafeeiros (2.500, 7.143 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>), com quatro anos de idade, foram avaliados quanto a características e formas de N. O experimento obedeceu ao delineamento de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições em solo Latossolo Vermelho-Amarelo húmico. Em amostras de solo nas camadas 0-10 e 10-30 cm foram determinados os teores de P, K, Ca, Mg, Al e pH. Determinou-se a evolução de três frações do nitrogênio: N-mineral, N-orgânico e N-volatilizado, no solo incubado por 14 dias. A mineralização de C foi medida por 30 dias nas duas camadas separadamente. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e regressão. Os teores de C, N, P, K e o C-mineralizado não foram significativamente influenciados pela densidade de plantio nas duas camadas de solo estudadas. O Al<sup>3+</sup> na camada 10-30 cm, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e pH foram significativamente influenciados pela densidade de plantio. A eficiência de uso da fertilização nitrogenada e potássica foi maior na densidade de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A camada 0-10 cm apresentou maior teor de N-total, maior perda por volatilização e menor teor de N-mineral.

Palavras-chaves: *Coffea arabica*, nutrientes, matéria orgânica, solos tropicais.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 20.12.2000.

<sup>2</sup> Dept. Fitotecnia, UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Dept. Solos, UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Centro Experimental de Café Elói Carlos Heringer. 36972 Martins Soares, MG.

## ABSTRACT

### NITROGEN FORMS AND SOIL PROPERTIES UNDER HIGH PLANT POPULATION OF COFFEE

Soils under three densities of four-year-old coffee trees (2,500; 7,143 and 20,000 trees ha<sup>-1</sup>) were evaluated for some properties and N-forms. The trial was arranged in a randomized block design with four replications in a Yellow-Red Latosol. Soil samples from 0-10 and 10-30 cm layers were analyzed for P, K, Ca, Mg and Al contents and pH. The organic-N, mineral-N and volatile-N evolution was measured in a 14-day incubation. C-mineralization was determined for 30 days in both layers, separately. Data obtained were submitted to variance and regression analysis. C, N, P, K and mineralized C were not significantly influenced by density planting in both layers. Al<sup>3+</sup> in the 0-10 cm layer, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and pH were significantly influenced by coffee tree density. N and K fertilizing efficiency was greater at 20,000 plants ha<sup>-1</sup>. The 0-10 cm layer showed greater total-N content, more N-volatile loss and lower N-mineral content.

Key words: *Coffea arabica*, nutrients, organic matter, tropical soils.

## INTRODUÇÃO

A técnica de adensamento do cafeeiro surgiu como uma forma de aumentar a sua produtividade, principalmente em áreas sem a possibilidade de mecanização (1). Vários experimentos têm confirmado o aumento de produção obtido com o adensamento (2, 12). Sabe-se que a maior população de plantas em determinada área melhora a eficiência de uso da terra e da mão-de-obra, diminui as perdas de fertilizantes e reduz a necessidade de tratos culturais. Desta forma, o adensamento aumenta a rentabilidade do cafeicultor. Pádua et al. (7) demonstraram o aumento da receita líquida de um cafezal, como efeito da diminuição do espaçamento dentro da fileira e entre fileiras.

Segundo Pavan et al. (9), o adensamento tem efeito sobre a matéria orgânica do solo, devido à maior produção de material orgânico por área e diminuição da atividade microbiana. Muitos trabalhos relatam aumento no aproveitamento da adubação em sistemas adensados, causado pela maior densidade de raízes e por maior aprofundamento do sistema radicular (2, 10).

A matéria orgânica do solo é resultante, principalmente, da deposição de resíduos de origem animal e vegetal. Estes, ao serem depositados, sofrem inicialmente decomposição parcial pela mesofauna e, posteriormente, ação decompositora dos microrganismos. Parte do carbono nos resíduos é liberado para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> e o restante passa a fazer parte da matéria orgânica, como um componente do solo. Em solos que não recebem aplicações de esterco ou outros materiais orgânicos, o carbono orgânico é adicionado pela degradação de raízes e dos resíduos vegetais que retornam ao solo. A matéria orgânica afeta diretamente as características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos. Seu efeito sobre os microrganismos pode ser avaliado a partir da biomassa e atividade microbiana (3).

O nitrogênio ocupa posição de destaque entre os nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta. Apesar de apresentar-se na camada arável do solo, em alguns casos em quantidades relativamente elevadas (mais de  $7.000 \text{ kg ha}^{-1}$ ), sua baixa disponibilidade, somada à grande demanda pelos vegetais, faz com que seja um dos nutrientes mais limitantes à produtividade da maioria das culturas. Esta baixa disponibilidade ocorre porque 95% ou mais do nitrogênio do solo encontra-se na forma orgânica, sendo somente uma pequena parte mineralizada pelos microrganismos do solo durante o ciclo de determinada cultura. O processo de mineralização tem papel significativo no ciclo do nitrogênio, sendo o responsável pela transformação do N-orgânico em formas inorgânicas simples. A mineralização do N-orgânico do solo pode ser utilizada como um indicador potencial de disponibilidade do N às culturas. Este potencial e a respectiva taxa de mineralização podem ser utilizados na predição da disponibilidade de N às plantas em determinado período de tempo. A quantidade de N mineralizado em determinado período depende de fatores como temperatura, umidade, aeração, quantidade e natureza do material orgânico (4).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do adensamento do cafeeiro nas formas de N (orgânico, mineral e perdido por volatilização) do solo, no teor de matéria orgânica, no teor de alguns macronutrientes e alumínio trocável e efeito no pH.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram coletadas em um experimento de adensamento de café com quatro anos de idade, montado em delineamento de blocos inteiramente casualizados, em Latossolo Vermelho-Amarelo húmico, utilizando o cultivar Catuaí, no Centro Experimental de Café Elói Carlos Heringer, município de Martins Soares, Zona da Mata de Minas Gerais. Os tratamentos estudados foram três densidades ( $Ad1= 2.500$ ,  $Ad2= 7.143$  e  $Ad3= 20.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ ), com quatro repetições. As plantas nas densidades 1, 2 e 3 receberam, respectivamente, 200, 400 e 600  $\text{kg ha}^{-1}$  de N e 200, 400 e 600  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $K_2O$ .

A amostragem de solo nas camadas 0-10 e 10-30 cm foi feita em novembro/98, utilizando-se trado tipo sonda. No Ad1 a amostra foi coletada na projeção da copa do cafeeiro. Nos outros dois adensamentos, visto que as copas se interceptam e não há limite da copa, as amostras foram coletadas no meio da linha de plantio. Mediu-se o teor de carbono orgânico pelo método de oxidação por dicromato de potássio com aquecimento externo (13). O P-disponível e K foram extraídos com Mehlich1 e determinados por colorimetria e espectrofotometria,

respectivamente. Após extração com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, o Ca e Mg trocáveis foram determinados por espectrofotometria e o Al por titulação. O pH foi medido em água (1:2,5) (5).

Para determinação do carbono mineralizado, alíquotas de aproximadamente 80 g de solo a 80% da capacidade de campo foram incubadas em recipientes de 400 ml de volume, junto com um recipiente menor contendo 25 ml de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>. Os frascos foram fechados hermeticamente e nos tempos de 2, 4, 10, 15, 23 e 30 dias tiveram a solução de NaOH titulada com HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> em presença de indicador ácido/base fenolftaleína (4).

O estudo das formas de N presentes no solo foi feito em incubação, utilizando-se alíquotas de 100 g de solo a aproximadamente 80% da capacidade de campo, em recipiente coberto com tampa perfurada para minimizar a perda de água, mas possibilitando troca de gases com o ambiente externo, sendo o solo continuamente reumedecido. No início da incubação e aos 7 e 14 dias foram retiradas alíquotas de solo destinadas à determinação de N-total pelo método de digestão ácida e destilação, segundo Rowell (11), e N-mineral (N-NO<sub>3</sub> e N-NH<sub>4</sub>) por extração com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> seguida de destilação. O N-volatilizado foi calculado por diferença entre o N-total no início da incubação e o do dia analisado.

Com os dados obtidos, foram realizadas análises de variância e de regressão, testando a significância a 5 e 10%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de carbono orgânico, N, P, K e alumínio trocável na camada 0-10 cm não foram influenciados pela densidade de plantio (Quadro 1 e Figura 1).

No maior adensamento, houve aumento do pH e dos teores de Ca, Mg e diminuição do teor de Al trocável na camada 10-30 cm. A maior disponibilidade de Ca e Mg e a diminuição no teor de Al podem ser atribuídas à influência do adensamento no pH.

A evolução da mineralização de carbono é apresentada na Figura 2. Não houve diferença estatística entre a quantidade de carbono mineralizado nas três densidades de plantio em ambas as profundidades (resultados estatísticos não apresentados). A porcentagem do carbono orgânico mineralizado durante a incubação de 30 dias também não diferiu estatisticamente entre as três densidades de plantio (Quadro 2).

**QUADRO 1 – Valores calculados de F para o efeito linear e coeficientes da regressão dos teores de carbono, nutrientes, pH e Al<sup>3+</sup> em cafezais com 2.500, 7.143 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>**

Elemento	Prof. (cm)	“F” para efeito linear		Coeficientes	
				Constante	Linear
Carbono	0-10	2,78	ns	3,48	-
	10-30	0,35	ns	2,82	-
Nitrogênio	0-10	0,37	ns	1,84	-
	10-30	0,13	ns	1,39	-
Fósforo	0-10	0,96	ns	22,47	-
	10-30	0,01	ns	6,96	-
Potássio	0-10	1,42	ns	0,56	-
	10-30	1,56	ns	0,40	-
Cálcio	0-10	6,46	**	5,54	1,8 x 10 <sup>-4</sup>
	10-30	6,67	**	1,60	8,7 x 10 <sup>-5</sup>
Magnésio	0-10	3,73	*	1,70	1,8 x 10 <sup>-5</sup>
	10-30	9,73	**	1,02	1,7 x 10 <sup>-5</sup>
pH	0-10	19,16	**	4,8	7,6 x 10 <sup>-5</sup>
	10-30	15,44	**	4,1	3,7 x 10 <sup>-5</sup>
Alumínio	0-10	2,09	ns	0,03	-
	10-30	14,84	**	0,21	-7,5 x 10 <sup>-6</sup>

\* e \*\*: significativos a 10 e 5%, respectivamente; ns: não-significativo.

**QUADRO 2 – Percentagem do C-total mineralizado no período de 30 dias de incubação**

Densidade (plantas ha <sup>-1</sup> )	% C-total mineralizado*	
	0-10 cm	10-20 cm
2.500	2,9a	4,5 <sup>a</sup>
7.143	3,9a	3,3 <sup>a</sup>
20.000	4,2a	2,9 <sup>a</sup>

\*Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p=0,95).

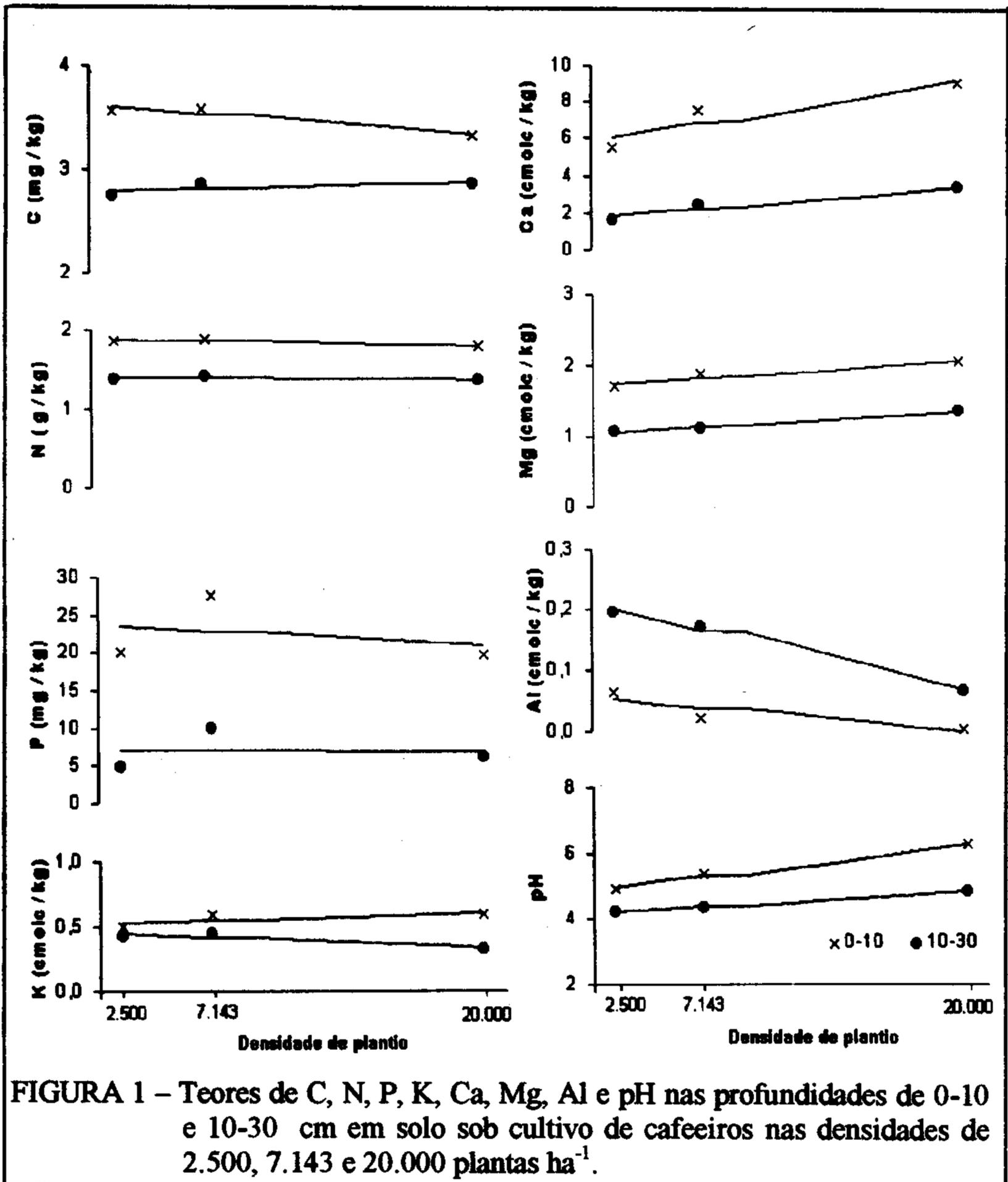
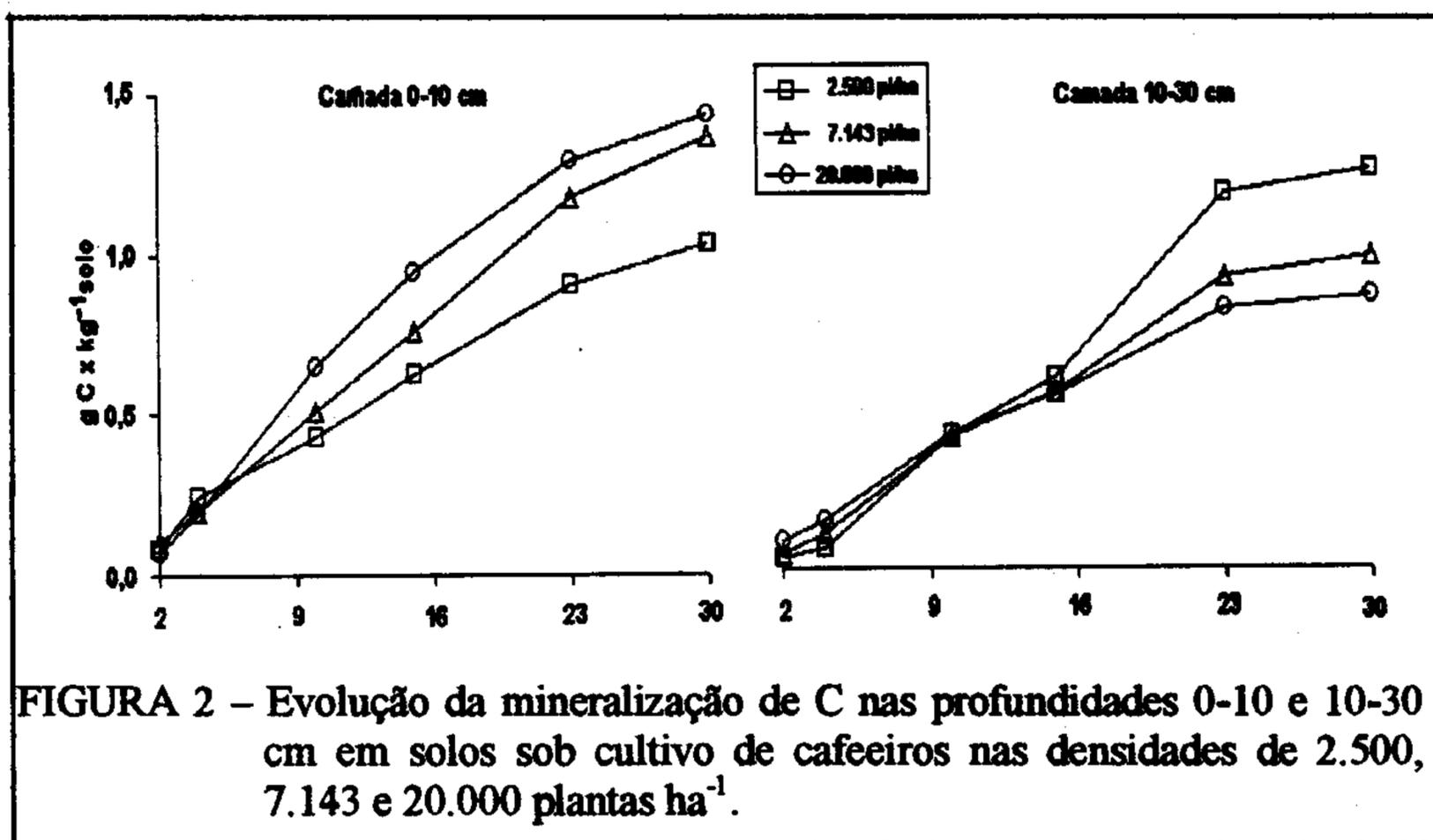


FIGURA 1 – Teores de C, N, P, K, Ca, Mg, Al e pH nas profundidades de 0-10 e 10-30 cm em solo sob cultivo de cafeeiros nas densidades de 2.500, 7.143 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O trabalho realizado por Pavan e Chaves (8), diferentemente dos resultados aqui apresentados, mostrou a densidade de plantio influenciando o teor de matéria orgânica do solo, porque foram estudadas menores densidades de plantio e o teor de matéria orgânica no menor adensamento era bem menor.

Uma das vantagens do adensamento do cafeeiro é a maior eficiência no uso de fertilizantes. A densidade de plantio não influenciou o teor de N e K, mas conforme apresentado no Quadro 3, a menor densidade produziu apenas 5,13 kg de café para cada quilo de N ou K aplicado, enquanto na maior foram produzidos 9,54 kg. Esta maior eficiência está associada à maior densidade de plantio e ao maior aprofundamento das raízes.



Embora o cafeeiro não seja muito exigente em Ca, baixos teores desse elemento em solos de cafezais têm frequentemente sido fator limitante à produtividade. É necessário que o Ca esteja bem distribuído em toda a área para que haja bom desenvolvimento radicular, pois ele é imóvel no floema e só é absorvido na região de crescimento das raízes (5, 6). O efeito conjunto de aumento do teor de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, principalmente em profundidade, diminuição do teor de Al<sup>3+</sup> e elevação do pH oferecem ambiente propício à absorção de nutrientes e ao desenvolvimento do sistema radicular e facilitam a absorção de grande parte dos nutrientes.

**QUADRO 3** – Produção de café (kg ha<sup>-1</sup>), adubações de N e K<sub>2</sub>O e eficiência de uso (kg café kg<sup>-1</sup> de N ou K<sub>2</sub>O) nas densidades de plantio 2.500, 7.143 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>

Densidade de plantio (planta ha <sup>-1</sup> )	Produção (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Adubação de N ou K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1,2</sup>	Eficiência de uso (kg café kg <sup>-1</sup> de N ou K <sub>2</sub> O)
2.500	1.026	200	5,13
7.143	2.838	400	7,10
20.000	5.724	600	9,54

1- Fonte: Barros et al. (1)

2- A quantidade de N e K<sub>2</sub>O utilizada foi a mesma.

A Figura 3 apresenta a evolução de três formas do nitrogênio do solo: o N-volatilizado, que é perdido para a atmosfera principalmente na forma de NH<sub>3</sub>, o N-mineral (N-NH<sub>4</sub> + N-NO<sub>3</sub>), que é a forma de N disponível para absorção pelas plantas e o N-orgânico, que é a reserva de nitrogênio do solo, composto por substâncias orgânicas como aminoácidos e substâncias húmicas. Na camada 0-10 cm o N-total (N-orgânico + N-mineral) foi maior que na

camada 10-30 cm nas três densidades de plantio. Nas condições de incubação a que os solos foram submetidos, a camada 10-30 cm apresentou maior teor de N-mineral que a camada superior, e a menor densidade de plantio também apresentou maior teor desta fração que o maior adensamento. As perdas por volatilização foram maiores na camada 0-10 cm, que deve ser facilitada pela distribuição de poros do solo estudado.

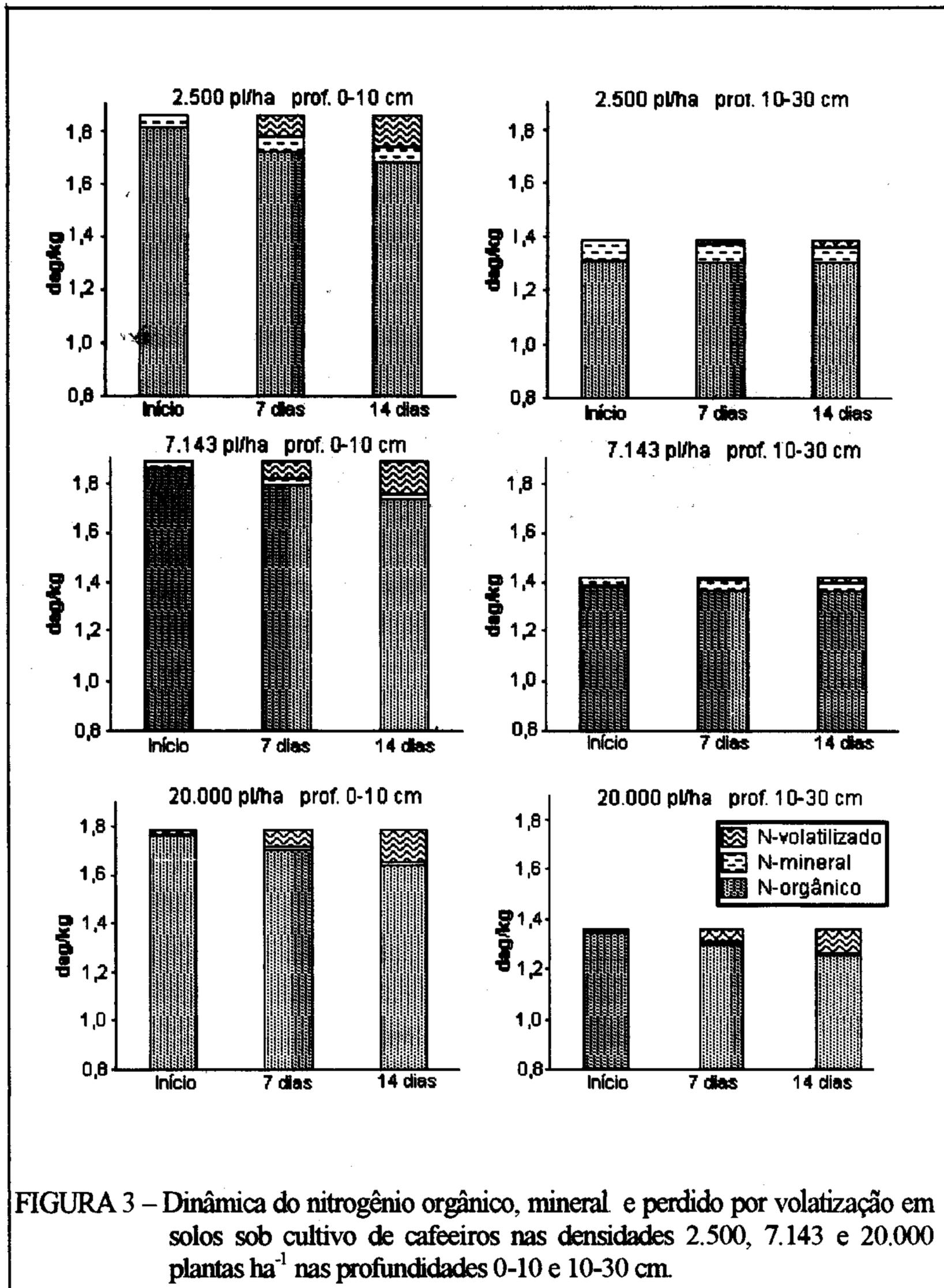


FIGURA 3 – Dinâmica do nitrogênio orgânico, mineral e perdido por volatilização em solos sob cultivo de cafeeiros nas densidades 2.500, 7.143 e 20.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  nas profundidades 0-10 e 10-30 cm.

## CONCLUSÕES

1. Os teores de C e N totais, P e K disponíveis e o C-mineralizado não são influenciados pela densidade de plantio do café.
2. O teor de Al trocável diminuiu e os teores de Ca e Mg trocáveis e pH aumentam com o aumento da densidade de plantio do café.
3. A eficiência de uso da fertilização nitrogenada e potássica pelo café é maior na densidade de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M.; MATIELLO, J. B. & SANTINATO, R. Espaços super-adensado, adensado e largo em renque para o cafeeiro nas condições da Zona da Mata de Minas Gerais – 3ª colheita. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 25º, Poços de Caldas, 1998. Livro de resumos, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1998. p. 65-7.
2. BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M.; MATIELLO, J. B. & SANTINATO, R. Espaços super-adensado, adensado e largo em renque para o cafeeiro nas condições de solo LVH na Zona da Mata de Minas – 4ª colheita. In: Congresso Brasileira de Pesquisas Cafeeiras, 26º, Franca, 1999. Livro de resumos, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1999. p. 183-5.
3. BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G. A. & Camargo, F. A. O. (eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p. 9-26.
4. CAMARGO, F. A. O.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J. & VIDOR, C. Nitrogênio do solo. In: Santos, G. A. & Camargo, F. A. O. (eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p. 117-37.
5. DEFELIPO, B. V. & RIBEIRO, A. C. Análise química do solo (Metodologia). Viçosa, UFV, 1996. 17 p.
6. GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. Ciência e Cultura, 30: 82-8, 1978.
7. PÁDUA, T. S.; REIS, A. J. & REIS, R. P. Espaçamento econômico na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.): um estudo no sul de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 25º, Poços de Caldas, 1998. Livro de resumos, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1998. p. 229-31.
8. PAVAN, M. A. & CHAVES, J. C. D. Influência da densidade de plantio de cafeeiros sobre a fertilidade do solo. In: Caramori, P. H.; Androcioli Filho, A.; Liberal, E. G.; Chaves, J. C. D. & Carneiro, R. G. (eds.). Simpósio Internacional sobre Café Adensado. Londrina, IAPAR, 1996. p. 87-105.
9. PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R. & ANDROCIOLI FILHO, A. O sistema de plantio adensado e a melhoria da fertilidade do solo. Informações Agronômicas, 80: 1-7, 1997.
10. RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GONTIJO, P. T. G. & PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: Caramori, P. H.; Androcioli Filho, A.; Liberal, E. G.; Chaves, J. C. D. & Carneiro, R. G. (eds.). Simpósio Internacional sobre Café Adensado. Londrina, IAPAR, 1996. p. 71-85.
11. ROWELL, D. L. Soil Science- Methods and applications. Essex, Longman Scientific and Technical, 1994. 350 p.
12. SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B.; SILVA, V. A. & CARVALHO, R. Espaços (hiper, super e adensado) na rua e na linha de plantio para cafeeiros

resistentes à ferrugem, variedades Icatu 2944 e Catucaí - Produções até 5ª safra. . In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 25º, Poços de Caldas, 1998. Livro de resumos, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1998. p. 311-3.

13. YEOMANS, J. C. & BREMNER, J. M. A. Rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science Plant Analysis*, 19: 1467-76, 1988.