

# RESPOSTA DO CAFFEEIRO CONILON À ADUBAÇÃO DE NPK EM SISTEMA DE PLANTIO ADENSADO

Scheilla Marina Bragança<sup>1</sup>, Enilson Barros Silva<sup>2</sup>, André Guarçoni Martins<sup>3</sup>,  
Lucio Pereira Santos<sup>4</sup>, José Antônio Lani<sup>5</sup>, Paulo Sérgio Volpi<sup>6</sup>

(Recebido: 16 de maio de 2008; aceito: 2 de outubro de 2008)

**RESUMO:** As respostas das plantas à aplicação de fertilizantes variam em função de vários fatores, dentre os quais se destacam o tipo de solo, doses dos nutrientes e o espaçamento utilizado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) na produção do cafeeiro Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn.), cultivado em diferentes densidades de plantio. Foram utilizadas quatro doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup>), quatro de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>), quatro de K<sub>2</sub>O (0, 150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro densidades de plantio: 2,0 x 1,0 (5.000 plantas ha<sup>-1</sup>); 2,5 x 1,0 (4.000 plantas ha<sup>-1</sup>); 3,0 x 1,0 (3.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e 3,0 x 1,5 m (2.222 plantas ha<sup>-1</sup>). Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, sendo os tratamentos distribuídos em quatro blocos arranjados em um esquema de fatorial fracionado (4 x 4 x 4)<sup>1/2</sup>. Houve uma redução na dose de N em relação às doses normalmente recomendadas para o cafeeiro Conilon. O K não influenciou a produtividade. O P aumentou a produtividade, entretanto, não foi possível determinar a dose máxima econômica. Não houve interações entre as densidades de plantio e os níveis de NPK avaliados.

Palavras-chave: Conilon, fertilização, nutrição, densidade, espaçamento, *Coffea canephora*.

## RESPONSE OF CONILON COFFEE (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn.) PLANTS TO NPK APPLICATION IN CONDENSED PLANTING SYSTEM

**ABSTRACT:** The response of plants to the application of fertilizer varies in function of diverse factors, among them we highlight the type of soil, dose of nutrient, and spacing used. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of NPK application in the production of Conilon coffee plants (*Coffea canephora* Pierre ex Forehn.), cultivated in different densities of planting. The studied were composed of four quantities of N (0, 150, 300 and 450 kg ha<sup>-1</sup>), four of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup>), four of K<sub>2</sub>O (0, 150, 300 and 450 kg ha<sup>-1</sup>) and four densities of planting: 2,0 x 1,0 (5000 plants ha<sup>-1</sup>); 2,5 x 1,0 (4000 plants ha<sup>-1</sup>); 3,0 x 1,0 (3000 plants ha<sup>-1</sup>) and 3,0 x 1,5 m (2222 plants ha<sup>-1</sup>). It was used the experimental design in randomized blocks, being the treatment distributed in four blocks arranged in a factorial fractional (4 x 4 x 4)<sup>1/2</sup> scheme. There was a reduction in the dose of nitrogen in relation to those normally recommended for the Conilon coffee plants. The potassium did not influence the production. The phosphorus increased the productivity; however, it was not possible to determinate the maximum economic dose. There were no interactions between the densities of planting and the level of NPK applied.

Key words: Conilon, fertilization, nutrition, density, spacing, *Coffea canephora*.

## 1 INTRODUÇÃO

O plantio adensado pode elevar a produtividade de lavouras cafeeiras chegando a proporcionar o dobro da produtividade em comparação a plantios menos adensados, (MIGUEL et al., 1983). Apesar

disso, na prática, não há uma padronização no espaçamento das lavouras, o que acarreta, de maneira geral, densidades de plantio muito variáveis.

Dessa forma, evidencia-se um problema quando se considera a prática de adubação para a cultura do café. Ao se definir as doses por planta,

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora INCAPER – BR 101, Km 151 – Cx. P. 62 – 29915-140 – Linhares, ES – bragancasm@uol.com.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Professor da UFVJM – Cx. P. 38 – 39100-000 – Diamantina, MG – ebsilva@ufvjm.edu.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador INCAPER – Rodovia BR 262, Km 94, Fazenda do Estado – 291375-000 – Venda Nova do Imigrante, ES – agmfertsolo@hotmail.com

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador EMBRAPA-CPAA – Rodovia AM 010, Km 29 – Cx. P. 319 – Zona Rural – 69010-970 – Manaus, AM – lucio.santos@cpaa.embrapa.br

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador INCAPER – BR 101, Km 151 – Cx. P. 62 – 29915-140 – Linhares, ES – jalani@incaper.es.gov.br

<sup>6</sup>Administrador Rural, Pesquisador INCAPER, Fazenda Experimental de Marilândia – Rod. ES-360 s/n. – 29725-000 – Marilândia, ES – fem@incaper.es.gov.br

plantios adensados recebem doses totais muito elevadas por hectare, como relatado por Miguel et al. (1983). Esses autores observaram que a aplicação de 125 g cova<sup>-1</sup> de N ou de K<sub>2</sub>O, que é considerada adequada para plantios menos densos, equivale a 714 kg ha<sup>-1</sup> em um cafezal com 5.714 plantas ha<sup>-1</sup>. Assim, o maior aproveitamento dos adubos aplicados em plantios adensados não estaria sendo considerado, caracterizando uma desnecessária perda de recursos.

A maior eficiência de recuperação de nutrientes aplicados em lavouras adensadas de café Arábica, como consequência do aumento da densidade de raízes por unidade de volume e de um ambiente mais úmido, causado por uma maior cobertura do solo pela parte aérea das plantas, foi constatada por Pavan et al. (1990, 1991, 1994), que obtiveram maior produtividade em lavouras adensadas com níveis médios de adubação, ao passo que em lavouras plantadas em espaçamentos mais largos o aumento da produção foi obtido com maiores níveis de fertilização. A partir desses resultados, pode-se inferir que para uma mesma produção, cultivos adensados requerem menor quantidade de adubo em relação a cultivos menos densos.

Os efeitos da fertilização de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) sobre a produção do cafeeiro são muito diversos, uma vez que as respostas não apresentam um mesmo padrão nas diferentes situações estudadas, considerando-se os fatores solo, espaçamento e dose. Alguns autores relatam respostas muito variáveis a potássio (GARCIA et al., 2002; RAIJ et al., 1996; SILVA et al., 1998; VIANA et al., 1987) e outros a fósforo (CARVAJAL, 1984; URIBE, 1983). Para nitrogênio, há uma predominância de respostas positivas (CARVAJAL, 1984; CERVellini et al., 1986; RAIJ et al., 1996; VIANA et al., 1987).

Essas diferenças são tão relevantes para Gallo et al. (1999), que esses autores sugerem a

possibilidade de que a adubação generalizada com a fórmula 20-5-20 se deva à ausência de trabalhos de calibração de P e K no solo, como há para algumas culturas anuais. Some-se a isso o advento do adensamento das lavouras de café, que modifica completamente a taxa de recuperação de nutrientes aplicados ao solo, diminuindo, ainda mais, a eficiência econômica das doses de NPK comumente recomendadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação NPK na produção do cafeeiro Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn.), cultivado em diferentes densidades de plantio.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na fazenda experimental de Marilândia, região Noroeste do Estado do Espírito Santo, pertencente ao INCAPER, sobre Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. A altitude da área experimental é de 150 m; latitude de 20°54'Sul; longitude de 46°59'Oeste; precipitação pluviométrica média anual de 1.627 mm, sendo o clima classificado como Cwa, segundo Köppen (EMBRAPA, 2006). As características químicas e granulométricas do solo estão descritas Tabela 1.

Foram avaliadas doses de N (0, 150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup>), de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) e de K<sub>2</sub>O (0, 150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup>), dispostos no delineamento experimental em blocos casualizados, arrançados em esquema fatorial fracionado (4 x 4 x 4)<sup>1/2</sup>, totalizando 32 tratamentos, conforme proposto por Raij (1992) (Tabela 2). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos, que representavam lavouras contíguas de café Conilon (*Coffea canephora*), utilizando-se em cada talhão um dos seguintes espaçamentos de plantio: 2,0 x 1,0; 2,5 x 1,0; 3,0 x 1,0 e 3,0 x 1,5 m, gerando densidades populacionais de 5.000, 4.000, 3.333 e 2.222 plantas

**Tabela 1** – Análises químicas e granulométricas do solo utilizado no experimento.

Prof.	pH <sup>1/</sup>	P <sup>2/</sup>	K <sup>2/</sup>	Ca <sup>2+ 3/</sup>	Mg <sup>2+ 3/</sup>	Al <sup>3+ 3/</sup>	H+Al <sup>4/</sup>	MO <sup>5/</sup>	ArGr	ArFi	Silte	Arg
		mg/dm <sup>3</sup>		----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----				dag/kg	----- % -----			
0-20 cm	4,7	2	32	0,5	0,5	1,5	5,6	0,9	26	11	8	55
20-40 cm	4,5	4	37	0,5	0,4	1,6	4,0	1,0	20	7	4	69

<sup>1/</sup> H<sub>2</sub>O 1:2,5; <sup>2/</sup> Mehlich 1; <sup>3/</sup> KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; <sup>4/</sup> (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Ca 1 mol L<sup>-1</sup>, pH 7; <sup>5/</sup> Walkley – Black

**Tabela 2** – Combinações de doses de NPK aplicadas em cada espaçamento de plantio.

Parcela	Tratamento NPK	Doses de Nutrientes		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		----- kg/ha -----		
1	111	0	0	0
2	122	0	50	150
3	133	0	100	300
4	144	0	150	450
5	212	150	0	150
6	221	150	50	0
7	234	150	100	450
8	243	150	150	300
9	313	300	0	300
10	324	300	50	450
11	331	300	100	0
12	342	300	150	150
13	414	450	0	450
14	423	450	50	300
15	432	450	100	150
16	441	450	150	0
17	114	0	0	450
18	123	0	50	300
19	132	0	100	150
20	141	0	150	0
21	213	150	0	300
22	224	150	50	450
23	231	150	100	0
24	242	150	150	150
25	312	300	0	150
26	321	300	50	0
27	334	300	100	450
28	343	300	150	300
29	411	450	0	0
30	422	450	50	150
31	433	450	100	300
32	444	450	150	450

ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os blocos foram dispostos em um talhão que apresentava características similares de solo, declividade, vegetação e histórico de cultivo.

Cada parcela experimental foi constituída por 36 plantas, sendo a parcela útil as dez plantas centrais. Para minimizar o efeito da variabilidade do café Conilon e garantir melhor homogeneidade nos tratamentos estudados, foi adotado o controle do número de clones por parcelas, de tal forma que a variedade EMCAPA “8111” (BRAGANÇA et al., 2001) foi disposta uniformemente nos blocos.

O plantio foi realizado em 1996, sendo aplicadas na cova de plantio (40 x 40 x 40 cm) as seguintes doses de nutrientes: 20 g cova<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, 30 g cova<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (exceto nas parcelas com ausência de aplicação de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) e 20 g cova<sup>-1</sup> de FTE BR 12, sendo a necessidade de calcário calculada pelo método da saturação de bases, de forma a elevar a saturação de bases do solo para 70%.

Os tratamentos foram aplicados anualmente; ao final do primeiro ano, após o plantio, sendo o fósforo aplicado de uma só vez no início da estação chuvosa na forma de superfosfato triplo e nitrogênio

e potássio em três parcelamentos durante o período chuvoso (setembro a março), na forma de uréia e cloreto de potássio, respectivamente.

Os dados médios de produção de sacas de café beneficiadas (1998 a 2004) foram submetidos à análise de variância com o PROG GLM, comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e estudo de regressão pelo PROG REG do programa SAS for Windows.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve resposta significativa do cafeeiro Conilon, na média de sete colheitas (1998 a 2004), para densidade de plantio e doses de N e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 3). Contudo, não houve efeito significativo do potássio e da interação entre os espaçamentos estudados com as doses de NPK (Tabela 3).

A análise de variância mostrou uma resposta significativa do cafeeiro Conilon, na média de sete colheitas (1998 a 2004), para densidade de plantio, doses de N e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Não houve efeito significativo do potássio e da interação entre os espaçamentos estudados com as doses de NPK (Tabela 4).

**Tabela 3** – Resumo da análise de variância da produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), média de sete colheitas (1998 a 2004), de café Conilon (*Coffea canephora*) em sistema de plantio adensado: NPK.

FV	GL	Quadrado médio
Bloco	3	1.048,50
Espaçamento (E)	3	1.504,10**
N	2	2.048,85**
P	3	1.057,88**
K	3	15,23 <sup>NS</sup>
N*P	8	42,42 <sup>NS</sup>
N*K	6	55,32 <sup>NS</sup>
P*K	3	41,59 <sup>NS</sup>
N*E	9	85,85 <sup>NS</sup>
P*E	9	51,32 <sup>NS</sup>
K*E	9	30,76 <sup>NS</sup>
N*P*E	24	104,78 <sup>NS</sup>
N*K*E	18	29,04 <sup>NS</sup>
P*K*E	12	90,35 <sup>NS</sup>
N*P*K	3	74,40 <sup>NS</sup>
Resíduo	12	48,92
Média		48,60
CV (%)		14,39

NS: não significativo e \*\*significativo a 1% pelo teste de F

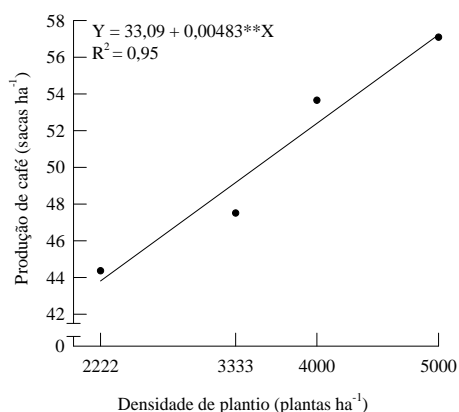
**Tabela 4** – Produção média de sete colheitas (1998 a 2004) de café Conilon (*Coffea canephora*) de acordo com a combinação de doses de NPK e espaçamentos.

Trat. NPK <sup>1/</sup>	Espaçamentos (m)			
	E1: 2,0 x 1,0 (5000 plantas ha <sup>-1</sup> )	E2: 2,5 x 1,0 (4000 plantas ha <sup>-1</sup> )	E3: 3,0 x 1,0 (3333 plantas ha <sup>-1</sup> )	E4: 3,0 x 1,5 (2222 plantas ha <sup>-1</sup> )
	-----sacas de café beneficiadas/ha -----			
111	38,5	28,9	22,2	31,2
122	46,0	36,2	29,5	32,8
133	42,5	47,1	41,7	24,2
144	38,7	44,4	29,8	39,8
212	52,0	55,2	47,2	46,0
221	48,2	61,8	50,6	46,1
234	71,3	55,2	72,3	53,8
243	60,7	60,4	60,0	45,6
313	60,9	44,5	33,3	50,9
324	77,3	55,0	40,0	57,9
331	70,5	54,5	47,5	49,4
342	75,0	56,7	59,5	51,6
414	41,9	53,7	63,5	16,3
423	63,9	66,7	55,6	51,5
432	64,8	63,9	60,0	60,6
441	71,9	73,5	66,3	43,1
114	41,2	31,6	11,6	32,9
123	42,4	23,0	36,2	37,5
132	40,1	48,7	30,6	35,6
141	49,9	40,4	48,1	36,1
213	51,2	49,4	40,0	33,3
224	57,8	51,8	43,6	49,6
231	70,8	50,9	53,5	45,3
242	70,3	69,8	56,5	49,9
312	52,9	49,0	26,7	32,6
321	48,9	65,8	40,9	49,7
334	54,2	69,6	61,7	52,4
343	59,9	49,9	61,9	51,9
411	52,3	48,6	54,1	37,5
422	58,7	68,8	59,3	57,3
433	78,8	59,2	63,8	61,1
444	73,1	82,6	53,0	55,7
Média	57,1	53,7	47,5	44,4

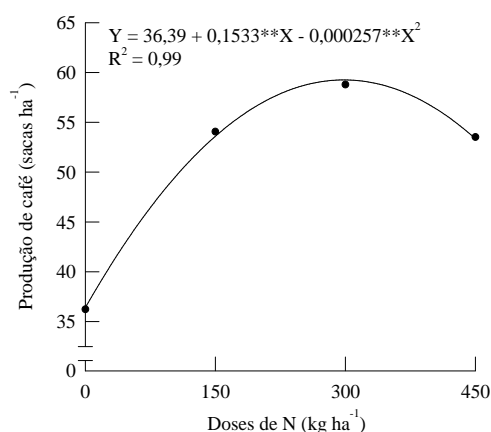
<sup>1/</sup> N (0, 150, 300, 450 kg ha<sup>-1</sup>), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) e K<sub>2</sub>O (0, 150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados médios de produção em função da densidade de plantio e da adubação com NPK encontram-se na Tabela 4.

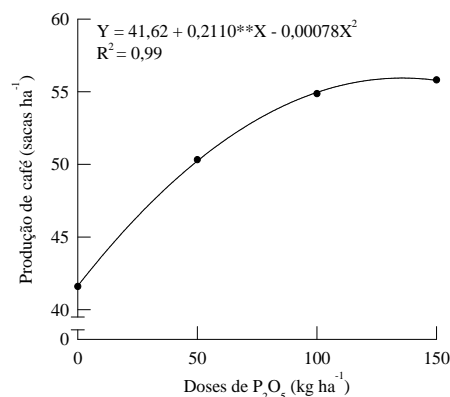
O cafeeiro Conilon apresentou resposta linear na produtividade quando a densidade de plantio aumentou de 2.222 para 5.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 1). Observou-se efeito quadrático para o nitrogênio sobre a produção, que alcançou 59,3 sacas  $\text{ha}^{-1}$  com a dose de 298 kg de N  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 2). Por outro lado, o efeito do fósforo sobre a produção foi quadrático, alcançando 55,9 sacas  $\text{ha}^{-1}$  com a dose máxima de 136 kg  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 3).



**Figura 1** – Resposta do cafeeiro Conilon (*Coffea canephora*) em função da densidade de plantio, média de sete colheitas (1998 a 2004). (\*\*significativo a 1% pelo teste de t).



**Figura 2** – Resposta do cafeeiro Conilon (*Coffea canephora*) em função das doses de N, média de sete colheitas (1998 a 2004). (\*\*significativo a 1% pelo teste de t).



**Figura 3** – Resposta do cafeeiro Conilon (*Coffea canephora*) em função das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Média de sete colheitas (1998 a 2004). (\*\*significativo a 1% pelo teste de t).

O adensamento como forma de aumentar a produção em lavouras de café Arábica já vem sendo discutido e relatado por diversos autores (MIGUEL et al., 1983; RENA et al., 2003; SIQUEIRA et al., 1983), corroborando os resultados observados no presente trabalho.

Vários fatores estão envolvidos no acréscimo de produção em lavouras adensadas, dentre eles, o aumento da densidade de raízes por área, o que acarreta maior taxa de recuperação de nutrientes, especialmente daqueles que apresentam maior mobilidade no solo (PAVAN et al., 1991, 1994). Além disso, esses pesquisadores atribuem ao elevado sombreamento, causado pelo adensamento, um aumento do conteúdo de água no solo, o que contribui para que os mecanismos de transporte de nutrientes no solo sejam favorecidos, além do efeito direto de uma maior absorção de água pelas plantas.

O adensamento das lavouras de café causa, por outro lado, uma intensa competição entre plantas, especialmente por luz, reduzindo a produção por planta (RENA et al., 2003). No presente estudo, o plantio menos denso (2.222 plantas/ $\text{ha}^{-1}$ ) proporcionou maior produção por planta do que os demais (Tabela 5), chegando a produzir, por planta, 74,9% a mais do que o plantio mais adensado (5.000 plantas/ $\text{ha}^{-1}$ ). No entanto, a maior produção por planta não compensou a utilização de um menor número de plantas por área, acarretando uma redução na produção por área em relação ao plantio mais adensado (Tabela 6). Segundo Radosevich (1996), em baixas densidades de plantio

**Tabela 5** – Produção do café Conilon por planta de acordo com a densidade de plantio.

Plantas/ha	Ano							Média <sup>1/</sup>
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
	----- g/planta -----							
2222	888	934	1.375	1.375	1.745	1.292	777	1.198 a
3333	848	696	1030	1030	1010	884	489	855 b
4000	680	643	1020	1020	937	866	468	805 b
5000	772	580	828	780	906	485	444	685 b
Média	797	713	1.063	1.051	1.149	882	545	

<sup>1/</sup> - Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si (Tukey – 0,05)

**Tabela 6** – Produtividade do café Conilon de acordo com a densidade de plantio.

Plantas/ha	Ano							Média <sup>1/</sup>
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
	----- sacas/ha -----							
5000	64,3	48,3	69,0	65,0	75,5	40,4	37,0	57,1 a
4000	45,3	42,9	68,0	68,0	62,4	57,7	31,2	53,6 ab
3333	47,1	38,7	57,2	57,2	56,1	49,1	27,2	47,5 b
2222	32,9	34,6	50,9	50,9	64,6	47,8	28,8	44,4 b
Média	47,4	41,1	61,3	60,3	64,7	48,8	31,0	

<sup>1/</sup> - Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si (Tukey – 0,05).

a produção total por área é determinada por elevada produção de poucas plantas, enquanto, em altas densidades, é determinada por baixa produção de muitas plantas.

O aumento da produção por planta pode exaurir suas reservas de carboidratos e de minerais ocasionando desfolha e diminuição da colheita. Quando ocorre a desfolha e a produção não é reduzida proporcionalmente. A exaustão das plantas poderá ser acentuada, pois com o aumento da razão fruto/área foliar, a fotossíntese corrente não é suficiente para suprir a demanda do dreno. Um dos principais efeitos do sombreamento, em lavouras adensadas, é a redução do número de nós e de gemas reprodutivas por ramo, ocasionando uma diminuição da produção por planta (CANNEL, 1976, 1985).

De acordo com DaMatta (2004), o sombreamento reduz a produção por planta e diminui a bialidade da produção, gerando uma menor

exaustão das plantas e uma maior estabilidade na produção ao longo dos anos.

Esse fato também pode se reverter em um efeito positivo para os plantios mais adensados, uma vez que nesse caso as plantas são menos exigidas, devido ao auto-sombreamento, ocorrendo menor desgaste metabólico e possivelmente, maior sustentabilidade do sistema ao longo do tempo. Além disso, Rivera (1991) destaca que o adensamento melhora as relações fruto/parte aérea e fruto/sistema radicular, prevenindo ou diminuindo a exaustão causada por produções muito elevadas.

#### 4 CONCLUSÕES

A dose recomendada de nitrogênio, com perspectiva de produtividade em torno de 50 a 55 sacas por hectare, fica entre 109 a 170 kg N ha<sup>-1</sup> sendo, portanto, inferior às doses normalmente recomendadas para o cafeeiro Conilon.

A crescente aplicação de fósforo proporcionou aumento da produtividade com a dose máxima de 136 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por ha<sup>-1</sup>.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. EMCAPA 8111, EMCAPA 8121, EMCAPA 8131: variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 765-770, maio, 2001.

CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 41, n. 484, p. 245-253, 1976.

CANNELL, M. G. R. Physiology of coffee crop. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.). **Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Croom Helm, 1985. p. 108-134.

CARVAJAL, J. F. **Cafeto: cultivo y fertilización**. Berna: Instituto Internacional de la Potassa, 1984. 254 p.

CERVELLINI, G. S.; TOLEDO, S. V. de; REIS, A. J.; ROCHA, T. R. Nitrogênio na adubação química do cafeeiro: doses e parcelamento do Nitrocálcio. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 45-55, 1986.

DAMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 86, n. 2/3, p. 99-114, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 2006. 412 p.

GALLO, P. B.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; PEREIRA, L. C. E. Resposta de cafezais adensados à adubação NPK. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 341-351, 1999.

GARCIA, A. W. R.; SILVA, E. B.; GUIMARÃES, P. T. G.; NOGUEIRA, F. D.; JAPIASSÚ, L. B.; FURTINI NETO, A. E. Adubação de nitrogênio, fósforo e potássio em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em sistema de plantio adensado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambú, MG. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 83-84.

MIGUEL, A. E.; GARCIA, A. W. R.; CORREA, J. B.; FIORAVANTE, N. Efeito de 3 níveis de adubação N e K em cafeeiros Mundo Novo, Catuaí e Catimor, plantados em 2 densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 1983. p. 289-291.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; ANDROCIOLI FILHO, A. Produtividade do cafeeiro em função de algumas práticas culturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 1990. p. 80-87.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; ANDROCIOLI FILHO, A. Produção de café em função da densidade de plantio adubação e tratamento fitossanitário. **Turrialba**, San José, v. 44, n. 4, p. 227-231, 1994.

PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A. Manejo da densidade populacional de cafeeiros como fator melhorador da fertilidade do solo e produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17., 1991, Varginha, MG. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 1991. p. 20-24.

RAIJ, B. van. Métodos e técnicas para avaliar nutrição das plantas. In: SEMINÁRIO-TALLER SOBRE NUTRICION DELCAFETO, 6., 1992, San Jose, Costa Rica. **Anais...** San Jose, 1992. Mimeografado.

RAIJ, B. van; COSTA, W. M. da; IGUE, T.; SERRA, J. R. M.; GUERREIRO, G. Calagem e adubação nitrogenada e potássica para o cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 347-355, 1996.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Fenologia, produtividade análise econômica do cafeeiro em cultivos com diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, 2003. p. 133-196.

RIVERA, R. Densidad de plantación y aprovechamiento del fertilizante nitrogenado en el cultivo del cafeto, variedad caturra, sobre suelos ferratílicos rojos compactados. **Cultivos Tropicales**, v. 12, n. 3, p. 5-8, 1991.

**Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 67-75, jan./jun. 2009



RADOSEVICH, S. Physiological aspects of competition. In: \_\_\_\_\_. **Weed ecology**. 2. ed. New York: Willey, 1996. p. 217-301.

SILVA, E. B.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G.; MALTA, M. R. Níveis críticos de K e S no solo em função das doses de fontes de K em dois locais de cultivo do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 1998. p. 266-268.

SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLO FILHO, A.; PAVAN, M. A.; CHAVES, J. C. D. Densidade de plantio, poda dos primeiros

ramos e produção de duas cultivares de café e do híbrido Icatu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 763-769, 1983.

URIBE, A. Efecto del fósforo en la producción de café. **Cenicafé**, Chinchina, v. 34, n. 1, p. 3-15, 1983.

VIANA, A. S.; GARCIA, A. W. R.; LACERDA, M. P.; FIORANTE, N. Níveis e relação de N/K em cafezais plantados em espaçamento 2 x 1 m. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 14., 1987, Campinas, SP. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: MAPA/PROCAFÉ, 1987. p. 170-174.