

## PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO ARÁBICA DE MONTANHA SEGUNDO ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO E BIÊNIOS PRODUTIVOS<sup>1</sup>

Fabrizio Moreira Sobreira<sup>2</sup>, Aledir Cassiano Rocha<sup>3</sup>, André Garçoni Martins<sup>4</sup>, Luiz Carlos Prezotti<sup>5</sup>;  
Maurício José Fornazier<sup>6</sup>, Hécio Costa<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

<sup>2</sup> Pesquisador, MSc, INCAPER, Domingos Martins- ES, fabrizio.sobreira@incaper.es.gov.br

<sup>3</sup> Pesquisador, MSc, INCAPER, Domingos Martins- ES, aledircassiano@incaper.es.gov.br

<sup>4</sup> Pesquisador, DSc, INCAPER, Domingos Martins- ES, guarconi@incaper.es.gov.br

<sup>5</sup> Pesquisador, DSc, INCAPER, Vitória- ES, prezotti@incaper.es.gov.br

<sup>6</sup> Pesquisador, MSc, INCAPER, Domingos Martins- ES, fornazier@incaper.es.gov.br

<sup>7</sup> Pesquisador, DSc, INCAPER, Domingos Martins- ES, helciocosta@incaper.es.gov.br

**RESUMO:** Trabalhos tem abordado a produtividade do cafeeiro arábica segundo os espaçamentos de cultivo, entretanto, escassos são os que explicam a interação entre espaçamentos, ao longo dos biênios produtivos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar considerando a interação entre espaçamentos na linha e na entre linha cultivo, a produtividade do cafeeiro arábica em cada biênio produtivo, analisando o diferencial produtivo dos espaçamentos ao longo do desenvolvimento da cultura. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do INCAPER, em Venda Nova do Imigrante-ES, em terreno com inclinação de 45 %, representativo da cafeicultura da região. Foram avaliados quatro espaçamentos (tratamentos) na entrelinha de cultivo (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 m) e três espaçamentos entre as plantas (0,5; 1,0; 1,5 m). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados sob esquema fatorial (4 x 3), com três repetições e parcela de 30 plantas, sendo úteis as 10 plantas centrais. A produtividade em sacas beneficiadas.ha<sup>-1</sup> foi estimada considerando a produtividade média da parcela útil extrapolada pela população de plantas referente a cada combinação de fatores. Os dados foram analisados considerando a média de duas colheitas, durante quatro biênios. Realizou-se a análise de variância e para estudo específico da interação dos fatores, foi realizado o desdobramento desses e estabelecimento de curvas de regressão linear. No primeiro biênio produtivo foram estabelecidas curvas de regressão de elevado ajuste para todos espaçamentos avaliados, indicando redução na produtividade com o aumento nos espaçamentos. No segundo biênio, com exceção do ajuste obtido para o espaçamento de 0,50 m entre plantas ( $R^2 = 0,72$ ), também foram estabelecidas curvas de regressão linear para todos espaçamentos avaliados. No terceiro biênio os espaçamentos entre linhas de 2,0 e 2,5 m, e entre plantas de 0,5 m, não apresentaram alteração na produtividade com a alteração nos espaçamentos. Comportamento semelhante a este, também foi observado para o quarto biênio. 1- De modo geral, os menores espaçamentos na entre linha e na linha de cultivo apresentam maior produtividade 2- A partir do terceiro biênio há semelhanças entre os espaçamentos entre linhas quando a distância entre plantas é de 0,50 m. 3- No terceiro e quarto biênios, os espaçamentos de 2,0 e 2,5 m são semelhantes em produtividade, não ocorrendo reduções lineares da produtividade com o aumento da distância entre plantas. 4- Os arranjos de plantio de 3,0 e 3,5 m entre linhas combinados aos espaçamentos entre plantas de 1,0 e 1,5 m proporcionam baixas populações de plantas que limitam a produtividade mesmo a longo prazo de cultivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** café arabica, população de plantas, arranjos de plantio, densidades populacionais

## YIELD OF MOUNTAIN ARABICA COFFEE BY GROWING SPACE AND BIENNIAL PRODUCTION

**ABSTRACT:** Some studies has addressed the productivity of arabica coffee cultivation according to the spacings, however, are scarce the works that explain the interaction between spacings over the biennia productive. In this context, the aim of this study was to evaluate considering the interaction between spacing in the row and between row cultivation, the productivity of arabica coffee production at each biennium by analyzing the differential production of spacing throughout the crop cycle. The experiment was conducted at the Experimental Farm INCAPER on Venda Nova do Imigrante -ES, land with slopes of 45%, representing the coffee-growing region. We evaluated four spacing (treatments) interrow cultivation (2.0, 2.5, 3.0, 3.5 m) and three spacings between plants (0.5, 1.0, 1.5 m). We used a randomized complete block design in a factorial design (4 x 3) with three replications and plot of 30 plants, with 10 useful plants. Productivity in benefited bags. ha<sup>-1</sup> was estimated considering the average productivity per plot extrapolated by plant population for each combination of factors. The data were analyzed by considering the average of two harvests, during four biennia. We conducted analysis of variance and specific study of the interaction of factors was performed split these and establishing linear regression curves. In the first biennium productive regression curves were established high setting for all spacings evaluated, indicating reduction in productivity with increasing spacing. In the

second biennium, except the fit obtained for the 0.50 m spacing between plants ( $R^2 = 0.72$ ), were also established linear regression curves high setting for all spacings evaluated. In the third biennium between row spacings of 2.0 and 2.5 m, and 0.5 m between plants, showed no change in productivity with the change in spacing. Behavior similar to this has also been observed for the fourth biennium. 1- In general, the smaller spacing between the line and the line of cultivation had higher productivity; 2- From the third biennium there are similarities between the row spacing when the distance between plants is 0.50 m; 3- In the third and fourth biennia spacings of 2.0 and 2.5 m are similar in productivity, not linear reductions in productivity with increasing distance between plants; 4-planting arrangements 3.0 and 3.5 m between rows matched to row spacing of 1.0 m and 1.5 provide low populations of plants which limit productivity even long-term cultivation.

**KEY WORDS:** Arabica coffee, plant population, planting arrangements, population densities

## INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma tendência de redução no espaçamento de plantio da maioria das culturas, sejam elas perenes (Xue & Hagihara, 2008; Souza et al., 2009a, Pereira et al., 2011) ou anuais (Demetrio et al., 2008; Bruin & Pedersen, 2009; Souza et al., 2009b; Kouassi & Bi, 2010). Entretanto, a simples mudança de espaçamentos demanda novas pesquisas que elucidem os efeitos na produtividade e indiquem as alterações necessárias no manejo do cultivo, visando a sustentabilidade da produção (Papadopolus, 1999). Para o cafeeiro (*Coffea arabica* e *C. canephora*) a mudança nos espaçamentos de plantio pode provocar consideráveis impactos econômicos, não apenas pela influência na produtividade, mas também pela alteração no manejo da lavoura.

Pavan et al. (1994), avaliando espaçamentos convencionais e adensados, obtiveram produtividades superiores, na média de nove colheitas, com populações de 6.667 plantas por hectare ( $\text{pl.ha}^{-1}$ ). Pereira et al. (2011) avaliando espaçamentos no sistema convencional e adensado, observaram na média de oito colheitas, maior produtividade na combinação dos menores espaçamentos (2,0 x 0,5 m), totalizando  $10.000 \text{ pl.ha}^{-1}$ .

Carvalho et al. (2006), estudando progênies de cafeeiros no sistema de cultivo convencional ( $3,50 \times 1 \text{ m} = 2.857 \text{ pl.ha}^{-1}$ ) e adensado ( $1,80 \times 0,60 = 9.259 \text{ pl.ha}^{-1}$ ) este podado após a terceira colheita, observaram, na média de três biênios, maior produtividade no sistema convencional. Demonstrando que em determinados ambientes, com necessidade de poda precoce, os espaçamentos convencionais podem ser superiores.

Embora vários autores tenham abordado a produtividade no manejo de espaçamentos, escassos são os trabalhos que explicam a interação entre espaçamentos, ao longo dos biênios produtivos. Uma vez que a eficiência produtiva do arranjo de plantio é variável com o desenvolvimento das plantas e que estratégias de manejo podem ser desenvolvidas para curto, médio e longo prazo, atendendo sistemas produtivos distintos, tornou-se prioritário explicar para cada biênio as oscilações na produtividade da cultura causadas pela alteração no espaçamento.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar considerando a interação entre espaçamentos na linha e na entre linha cultivo, a produtividade do cafeeiro arábica em cada biênio produtivo, analisando o diferencial produtivo dos espaçamentos ao longo do desenvolvimento da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), em Venda Nova do Imigrante/ES, a 750m de altitude, em latossolo vermelho amarelo, em terreno com inclinação de 45 %, representativo da cafeicultura da região. Utilizou-se a cultivar Catuaí IAC 44, não sendo realizado o controle de doenças. Foram avaliados quatro espaçamentos (tratamentos) na entrelinha de cultivo (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 m) e três espaçamentos entre as plantas (0,5; 1,0; 1,5 m). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados sob esquema fatorial (4 x 3), com três repetições e parcela de 30 plantas, sendo úteis as 10 plantas centrais

O café colhido foi lavado para retirada de impurezas e colocado para secagem a pleno sol em peneiras com dimensões de  $1 \text{ m}^2$ , construídas de tela de polietileno (malhas de  $1 \text{ mm}^2$ ) e laterais de madeira de 7cm de altura, onde realizou-se o manejo comum de secagem até que os grãos atingissem 11% de umidade. Decorrido o período de secagem, as amostras foram beneficiadas (beneficiadora Palini & Alves, modelo PA-AMO/30, Série nº 387) e acondicionadas em sacos plásticos para pesagem. A produtividade em sacas beneficiadas. $\text{ha}^{-1}$  foi estimada considerando a produtividade média da parcela útil extrapolada pela população de plantas referente a cada combinação de fatores.

Em função da bienalidade de produção característica do cafeeiro arábica, os dados foram analisados considerando a média de duas colheitas (biênios). Realizou-se a análise de variância e para estudo específico da interação dos fatores, foi realizado o desdobramento desses para cada biênio e o estabelecimento de curvas de regressão linear. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2003)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância realizada indicou diferenças significativas entre a produtividade para todos os tratamentos avaliados, permitindo o estudo das médias por meio do ajuste de curvas de regressão. No primeiro biênio produtivo foram estabelecidas curvas de regressão de elevado ajuste para todos espaçamentos avaliados (Figura 1), ilustrando o comportamento linear da produtividade com a alteração da distância entre plantas e entre linhas de cultivo, ocorrendo aumento de produtividade com a redução dos espaçamentos. A produtividade foi de 32 scs/ha na combinação dos menores espaçamentos e 7.5 scs/ha para os maiores espaçamentos. Para todos os espaçamentos entre linhas, houve redução na produtividade com o aumento da distância entre plantas. No entanto a redução foi mais pronunciada nos menores espaçamentos entre linhas (2,0 e 2,5 m), com cerca de 15 scs.ha<sup>-1</sup> para cada aumento de um metro de distância entre plantas.

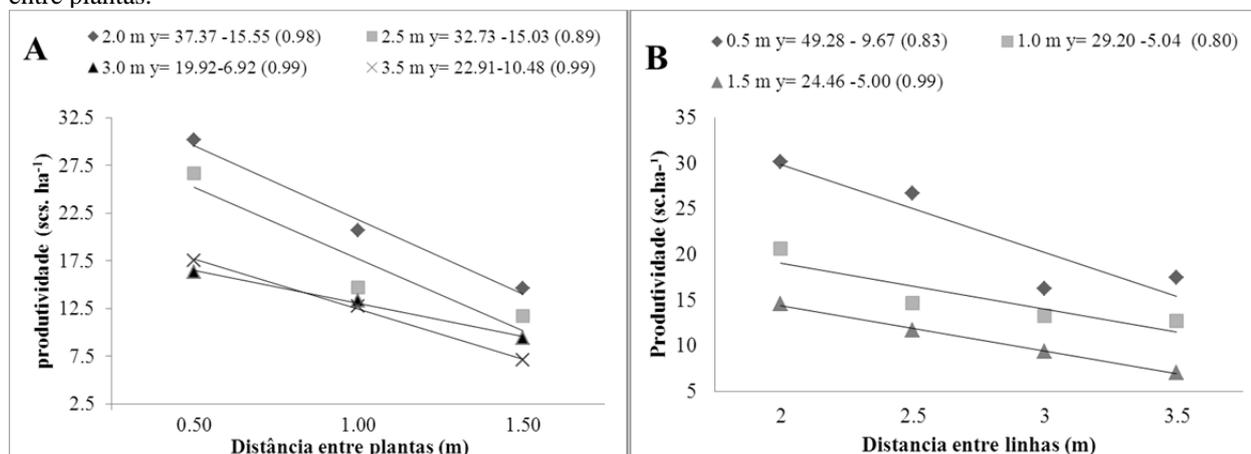


Figura 1. Curvas de regressão estabelecidas para produtividade (scs.ha<sup>-1</sup>) no primeiro biênio, segundo o espaçamento entre plantas (A) e entre linhas de cultivo (B) do café arábica.

Nos espaçamentos mais abertos entre linhas (3,0 e 3,5 m), a alteração na distância entre plantas proporcionou efeitos semelhantes na produtividade. Para os espaçamentos entre plantas na linha, de modo semelhante, houve redução na produtividade com o aumento na distância entre linhas de cultivo. No espaçamento de 0,50 m entre plantas, a variação de um metro entre linhas de cultivo provocou alteração de cerca de 10 scs.ha<sup>-1</sup>. Como se observa, no primeiro biênio, a maior produtividade esteve atrelada a maior população de plantas por hectare, refletindo o melhor aproveitamento do ambiente de cultivo. Maior produtividade nos menores espaçamentos tem sido relatada por diversos autores para as primeiras colheitas (Pavan et al., 1994; Carvalho et al., 2006; Pereira et al., 2011) ocorrendo, no entanto, divergência de informações quanto a produtividade nos biênios seguintes, com o crescimento e fechamento da cultura

Para o segundo biênio (Figura 2), a produtividade foi de 44 scs/ha na combinação dos menores espaçamentos e próxima a 21 scs/ha nos maiores espaçamentos.

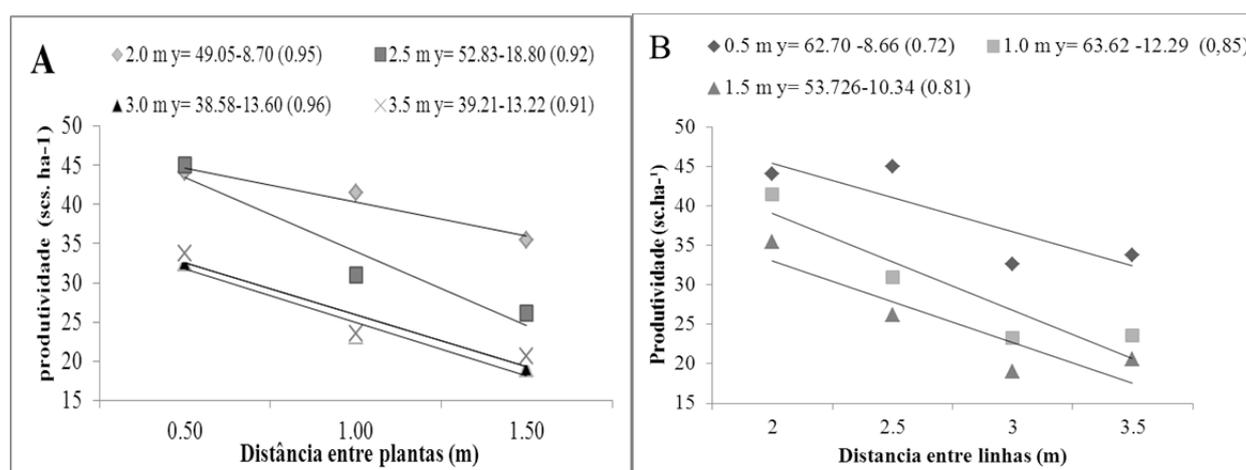


Figura 2. Curvas de regressão estabelecidas para produtividade (scs.ha<sup>-1</sup>) no segundo biênio, conforme o espaçamento entre plantas (A) e entre linhas de cultivo (B) do café arábica.

Novamente, foram estabelecidas curvas de regressão linear de elevado ajuste para todos espaçamentos avaliados, com exceção do ajuste obtido para o espaçamento de 0,50 m entre plantas ( $R^2 = 0,72$ ), no qual houve pouca diferenciação entre as distâncias entre linhas de 2,0 e 2,5 m, e entre 3,0 e 3,5 m. A produtividade reduziu com o aumento na distância entre plantas e entre linhas. O maior efeito ocorreu no espaçamento de 2,5 m, cuja produtividade variou cerca de 9,5

sacas.ha<sup>-1</sup> a cada 50 cm de aumento na distância entre plantas, enquanto, no espaçamento entre linhas de 2,0 m, o mesmo aumento causou redução de cerca de 5 scs.ha<sup>-1</sup>. No espaçamento entre plantas de 1,0 m, o aumento de uma unidade na distância entre linhas, causou redução de 12 sacas.ha<sup>-1</sup>.

No terceiro biênio produtivo (Figura 3), a produtividade foi de 37, 38 scs/ha na combinação dos menores espaçamentos e próxima a 21 scs/ha nos maiores espaçamentos. Os espaçamentos entre linhas de 2,0 e 2,5 m não apresentaram alteração na produtividade com a alteração na distância entre plantas, indicando que na média da 5ª e 6ª colheita, já ocorre nos menores espaçamentos (2,0 e 2,5m) uso efetivo para produtividade da área disponível, não importando a distância entre as plantas na linha de cultivo. Neste caso, o uso efetivo do ambiente disponível nos menores espaçamentos entre linhas compensa a perda de produtividade causada pela baixa densidade populacional de plantas nas combinações de 2,0 m X 1,5 (3.333 pl.ha<sup>-1</sup>) e 2,5 x 1,5 (2.666 pl.ha<sup>-1</sup>).

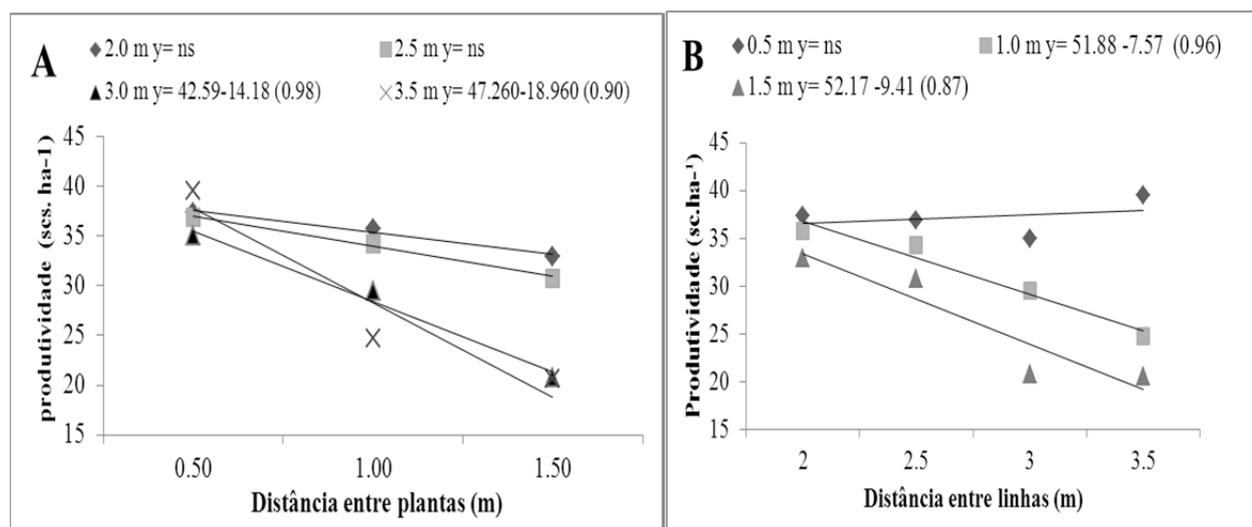


Figura 3. Curvas de regressão estabelecidas para produtividade (scs.ha<sup>-1</sup>) no terceiro biênio, segundo o espaçamento entre plantas (A) e entre linhas de cultivo (B) do café arábica.

Nos maiores espaçamentos entre linhas, principalmente para o de 3,5 m, a baixa população de plantas nas maiores distâncias entre plantas (1,0 e 1,5m) não consegue utilizar todo o ambiente disponível para fins produtivos, ocorrendo queda da produtividade de cerca de 9,5 scs.ha<sup>-1</sup> para cada aumento de 50 cm na distância entre plantas. A semelhança do apresentado para os menores espaçamentos entre linhas, no menor espaçamento entre plantas (0,50 m), não importando a distância entre linhas de cultivo, já ocorre uso efetivo do ambiente disponível para a produtividade de café.

Neste caso, a perda de produtividade causada pela baixa população de plantas é compensada pelo aumento de produção por planta, constatado por Pereira et al.(2011) para o intervalo de 0,50 a 1,0 m de distância entre plantas. Entretanto, nas distancias entre plantas de 1,0 e 1,5m, mesmo no 3º biênio, o aumento na produtividade individual das plantas não compensa a perda em produtividade causada pela redução na densidade populacional, indicando menor eficiência de uso do ambiente disponível.

No quarto biênio produtivo (Figura 4), a produtividade foi próxima a 44 scs/ha na combinação dos menores espaçamentos e de 35,51 scs.ha<sup>-1</sup> nos maiores espaçamentos. Devido a alteração do comportamento linear da produtividade, não foram ajustadas curvas de regressão para os espaçamentos de 2,0 e 2,5m.

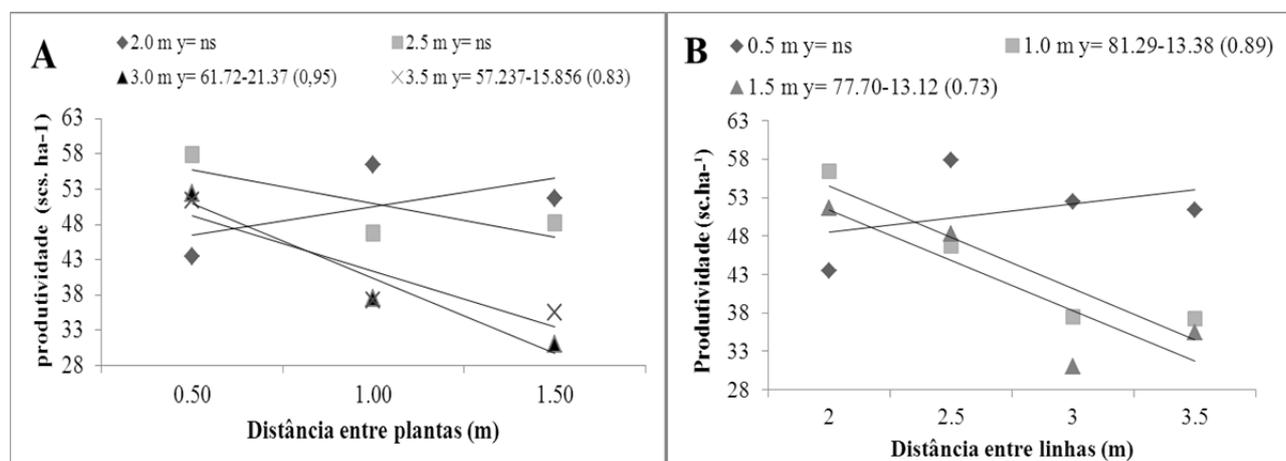


Figura 4. Curvas de regressão estabelecidas para produtividade ( $\text{scs.ha}^{-1}$ ) no quarto biênio, conforme o espaçamento entre plantas (A) e entre linhas de cultivo (B) do café arábica.

Esses, possivelmente devido ao fechamento dos espaços disponíveis, apresentaram produtividade semelhantes nos distintos espaçamentos entre plantas. Contudo, para os espaçamentos de 3,0 e 3,5 m, ocorreu, respectivamente, queda na produtividade de cerca de  $10 \text{ scs.ha}^{-1}$  e  $8,0 \text{ scs.ha}^{-1}$  pelo aumento de 50 cm na distância entre plantas. Também no quarto biênio, Pereira et al., (2011), considerando a média dos espaçamentos entre plantas, verificaram redução na produtividade com o aumento nas distâncias entre linhas (2,0 a 3,5m), diferindo parcialmente deste trabalho, onde considerando a interação, os menores espaçamentos não diferiram. Para a distância entre plantas de 0,5 m, não foi possível o ajuste de curvas de regressão, ocorrendo tendência de aumento na produtividade com o aumento na distância entre linhas de cultivo, causada possivelmente por uma queda de ramos baixeiros não compensada pelo crescimento em altura das plantas.

Nas maiores distâncias entre plantas (1,0 e 1,5 m) manteve-se a queda de produtividade, em torno de  $13 \text{ scs.ha}^{-1}$  para cada aumento de um metro na distância entre linhas de cultivo. Neste sentido é importante analisar, para cada sistema produtivo, qual o melhor equilíbrio entre a produtividade e espaçamentos que otimizam os custos de manejo.

## CONCLUSÕES

- 1- De modo geral, as maiores distâncias entre linhas de cultivo (3,0 e 3,5 m) limitam a produtividade do cafeeiro nos primeiros biênios, e posteriormente quando combinadas a distâncias entre plantas acima de 0,50m.
- 2- A partir do terceiro biênio há semelhanças entre os espaçamentos entre linhas quando a distância entre plantas é de 0,50 m.
- 3- No terceiro e quarto biênios, os espaçamentos de 2,0 e 2,5 m são semelhantes em produtividade, não ocorrendo reduções lineares da produtividade com o aumento da distância entre plantas.
- 4- Os arranjos de plantio de 3,0 e 3,5 m entre linhas combinados aos espaçamentos entre plantas de 1,0 e 1,5 m proporcionam baixas populações de plantas que limitam a produtividade mesmo a longo prazo de cultivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUIN, J.L.; PEDERSEN, P. New and old soybean cultivar responses to plant density and intercepted light. **Crop Science**, v.49, p.2225-2232, 2009.
- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; GONÇALVES, F.M.A.; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 269-275, 2010.
- DEMETRIO, C.S.; FORNASIERI, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Performance of maize hybrids submitted to different row spacing and population densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1691-1697, 2008.
- FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar.exe Sistema de Análise de Variância**. Versão 4.3. Lavras: UFLA, 2003
- KOUASSI, N.J.; BI, I.A.Z. Effect of sowing density and seedbed type on yield and yield components in Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea*) in woodland savannas of Cote D'ivoire. **Experimental Agriculture**, v.46, p.99-110, 2010.
- PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 11-154.
- PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; ANDROCIOILLI FILHO, A. Produção de café em função da densidade de plantio, adubação e tratamento fitossanitário. **Turrialba**. v. 44, n° 4, p.227-231, 1994.
- PEREIRA, S. P.; BARTHOLO, G. F.; BALIZA, D. P.; SOBREIRA, F. M.; GUIMARAES, R.J. Crescimento, produtividade e bionalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 152-160, 2011.
- SOUZA, C.A.S.; DIAS, L.A.D.; AGUILAR, M.A.G.; SONEGHETI, S.; OLIVEIRA, J.; COSTA, J.L.A. Cacao yield in different planting densities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, p.1313-1320, 2009a.
- SOUZA, O.P.; TEODORO, R.E.F.; MELO, B.; TORRES, J.L.R. Fruit quality and productivity of pineapple under different planting densities and irrigation levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.471-477, 2009b.
- XUE, L.; HAGIHARA, A. Density effects on organs in self-thinning *Pinus densiflora* Sieb. Et Zucc. stands. **Ecological Research**, v.23, p.689-695, 2008.