

## ATRIBUTOS ARQUITETURAIS DE CAFEZEIROS COM GEOMETRIAS CONTRASTANTES CULTIVADOS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS<sup>1</sup>

Cezar Francisco Araujo-Junior<sup>2</sup>; Armando Androcioli Filho<sup>2</sup>; MiroslavaRakocevic<sup>3</sup>; Carlos Vitor Barros<sup>4</sup>; George Mitsuo Yada Junior<sup>5</sup>; Fabio Trizotti Rosa<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Projeto financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento Café – CBP&D – e pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR;

<sup>2</sup> Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, Londrina, Paraná, [cezar\\_araujo@iapar.br](mailto:cezar_araujo@iapar.br); [aafilho@iapar.br](mailto:aafilho@iapar.br)<sup>3</sup> Bolsista do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento Café, IAPAR, Londrina, Paraná, [miroslava@iapar.br](mailto:miroslava@iapar.br)

<sup>4</sup> Bolsista da Central de Estágios do Estado do Paraná – CEE / IAPAR, Estudante de Agronomia Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL, [cvitorbarros@gmail.com](mailto:cvitorbarros@gmail.com); <sup>5</sup> Bolsista do CNPq pelo ProICI – IAPAR, estudante de Engenharia Ambiental - UTFPR, Campus Londrina, Paraná, [georgeyadajunior@hotmail.com](mailto:georgeyadajunior@hotmail.com);

<sup>7</sup> Mestrando em Agricultura Conservacionista do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, Bolsista da CAPES [fabiotrizotti@gmail.com](mailto:fabiotrizotti@gmail.com).

**RESUMO:** As características morfológicas dos cafeeiros são fatores decisivos para o manejo e as operações mecanizadas em lavouras cafezeiras adensadas. O objetivo deste estudo foi avaliar atributos arquiteturais de três cultivares de cafeeiros arábica de geometrias contrastantes, cultivados em diferentes espaçamentos. O experimento foi instalado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, município de Londrina, região Norte do Paraná. O solo da área de estudo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico - LVdf, muito argiloso, relevo suave-ondulado com 3 % de declividade. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. O espaçamento entrelinhas foi 2,0 m; 2,5 m e 3,0 m e nas sub-parcelas os cultivares de cafeeiros IPR 106 (ramificação normal - ângulo de implantação dos ramos no tronco entre 50 e 85 °), Catuaí IAC-99 (ramificação normal) e Catuaí Erecta IAPAR 88039 (ramificação ereta com ângulo entre os plagiotrópicos e ortotrópico de 26 °). Os atributos arquiteturais (altura, diâmetro da copa e diâmetro do caule) foram avaliados onze meses após o plantio da lavoura cafeeira, estes foram influenciados pelo espaçamento. Em geral, o menor espaçamento de entrelinhas favoreceu os atributos avaliados. O cultivar IPR 106 apresenta menor altura do eixo ortotrópico e o diâmetro de copa quando comparada aos cultivares Catuaí 99 e Erecta em três espaçamentos estudados. Isso provavelmente se deve às características gerais da cultivar porte baixo e comprimento menor dos entrenós dos eixos ortotrópicos e plagiotrópicos. Os diâmetros da copa e do caule da cultivar Erecta 88039 não foram influenciados pelo espaçamento nas entrelinhas. Por outro lado, para os cultivares Catuaí 99 e IPR 106, calculou-se que o diâmetro de copa máximo, a partir do ponto de inflexão da parábola foi obtida no espaçamento de 2,23 m e 2,37 m entrelinhas, respectivamente. O diâmetro do caule reduz com o aumento do espaçamento nas entrelinhas para os cultivares IPR 106 e Catuaí 99. Portanto, o aumento do espaçamento nas entrelinhas influencia negativamente os atributos avaliados para os cultivares em estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** ângulo de inserção, ramificação, porte baixo de genótipos, cafeicultura adensada.

## ARCHITECTURAL ATTRIBUTES OF COFFEE PLANTS WITH CONTRASTING GEOMETRIES CULTIVATED IN DIFFERENT ROW SPACING

**ABSTRACT:** The architectural characteristics of coffee plants are decisive factors for the management and mechanized operations in coffee plantations. The aim of this study was to evaluate the architectural attributes of three coffee Arabica cultivars of geometries architectures, growth in different row spacing. The experiment was carried out at the Experimental Station of the Agronomic Institute of Paraná - IAPAR, Londrina, Northern State of Paraná. The soil was classified as Dystroferic Red Latosol (Oxisol) - LVdf, very clayey, with 3% slope. A randomized complete block design was adopted in a split-plot scheme. In the plots, the row spacing were 2.0 m, 2.5 m and 3.0 m and the sub-plots were grown IPR 106 characterized by branching angle of insertion of the secondary plagiotropic axes branches onto the trunk between 50 to 85 °), Catuaí IAC-99 (normal branching) and Catuaí IAPAR 88039 Erecta (erect branching angle between plagiotropic and orthotropic of about 26 °). The architectural attributes of coffee plants (orthotropic height, projected plant diameter and stem diameter) were evaluated eleven months after planting of the coffee in the field. They were influenced by spacing - generally the smallest spacing between the lines increased the estimated attributes. The IPR 106 showed the lowest plant height and the projected plant diameter compared to Erecta and Catuaí 99, at the three row spacing. This result is very probably due to the general characteristic of of IPR 106 as semi-dwarf coffee tree and its short length of internodes at the orthotropic and plagiotropic axes. The projected plant diameter and stem diameter of Erecta 88039 were not affected by coffee rows spacing. On the other hand, for Catuaí 99 and IPR 106,

the maximum projected plant diameter was obtained in the rows spacing of 2.23 m and 2.37 m, respectively. The stem diameter decreases with row spacing for the cultivars IPR 106 and Catuaí 99. Therefore, increasing the rows spacing affected negatively the attributes assessing for the cultivars studied.

**KEY WORDS:** branching, semi-dwarf genotypes, high coffee population density.

## INTRODUÇÃO

A arquitetura vegetal é definida como "qualquer descrição individual baseada na decomposição de plantas em componentes, que especifica o seu tipo biológico, sua forma, sua localização/orientação no espaço e a maneira como eles são fisicamente relacionados uns aos outros" (Godin, 2000). A representação espacial de plantas pode-se realizar em diferentes níveis de detalhamento, da exata descrição de cada órgão (Chelle, 2005), até a de sistemas de ramificação de plantas inteiras (Godin e Sinoquet, 2005), ou de distribuição de plantas em parcelas (Rey et al., 2008). A estrutura geométrica da planta pode-se considerar a interface com ambiente para modelagem de interceptação de luz, atenuação de vento, propagação de doenças ou mesmo umidade de ar relacionada à transpiração.

A arquitetura dos cafeeiros (Rakocevic e Androcioli-Filho, 2010) é um dos fatores de decisão relativos ao manejo e as operações mecanizadas em lavouras cafeeiras adensadas. Além da arquitetura, a forma de disposição das plantas na área interfere em todo o sistema de produção do café, sendo que, na cafeicultura adensada busca-se um equilíbrio entre o número de plantas e os componentes da produção (Androcioli-Filho, 2002). Neste sentido, um dos maiores desafios atualmente da cafeicultura adensada é a mecanização das operações de manejo e colheita de lavouras com população superior a 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Neste sentido, os programas de melhoramento genético buscam a obtenção de cultivares de porte baixo, enquanto a indústria de máquinas tende a adaptar as colhedoras e equipamentos a este sistema de plantio das lavouras. A busca por cultivares de porte baixo pelos programas de melhoramento genético é uma constante pelas vantagens à colheita, tratamento fitossanitário e mecanização (Carvalho et al., 1976). Em estudos realizados em Campinas, estes autores observaram que a eliminação dos ramos plagiotrópicos inferiores até 60 cm de cafeeiros não teve influência sobre a produtividade. Em detrimento à eliminação dos ramos inferiores e com o intuito de melhorar a eficiência de recolhedores das colhedoras mecânicas o ângulo agudo de inserção dos ramos pode ser uma alternativa viável. Neste sentido, este estudo testou a hipótese que os espaçamentos entrelinhas alteram os atributos morfológicos de três cultivares de cafeeiros com arquiteturas contrastantes. O objetivo deste estudo foi avaliar os atributos morfológicos de cafeeiros com arquiteturas contrastantes em diferentes espaçamentos nas entrelinhas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma lavoura cafeeira implantada na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Londrina, na região Norte do Paraná, em fevereiro de 2012. O solo da área de estudo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico –LVDF (Santos et al., 2006), muito argiloso, relevo suave-ondulado com 3 % de declividade.

As correções e adubações de plantio foram realizadas conforme a análise de solo e recomendações do boletim técnico para o Estado do Paraná (Chaves, 2003). A calagem foi realizada com calcário PRNT > 75% em área total elevando-se a saturação por bases para 70%. Para a adubação mineral de plantio aplicou-se 250 g de fosfato natural reativo de origem sedimentar e 100 g fertilizante formulado com garantia mínima de 4 % de N; 30 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10 % K<sub>2</sub>O solúvel em água por metro linear. A adubação orgânica de plantio foi realizada aplicando-se 5 L de cama de aviário por metro de sulco.

O delineamento experimental utilizado para a instalação do experimento foi o de blocos casualizados, quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas, os espaçamentos entrelinhas de 2,0 m; 2,5 m e 3,0 m foram estabelecidos e nas sub-parcelas de cultivares de cafeeiros IPR 106 (descrita por ramificação normal média, com o ângulo entre 50 e 85° de saída dos plagiotrópicos secundários do eixo ortotrópico), Catuaí IAC-99 (ramificação normal) e Catuaí Erecta IAPAR 88039 (descrita por ramificação ereta com ângulo entre os plagiotrópicos e ortotrópico de 26°). Cada parcela tem três linhas com 72 plantas cada, totalizando 216 plantas no espaçamento de 0,50 m entre plantas.

Em 24 de janeiro de 2013, onze meses após a instalação do experimento no campo, as determinações da altura da planta e diâmetro da copa foram efetuadas, utilizando-se uma trena de fibra de vidro (Irwin® Professional) e do diâmetro do caule, por meio de um paquímetro digital, modelo 100.176 BL, com resolução de 0,01 mm (Digimess® Instrumentos de Precisão Ltda). Em cada sub-parcela, dez plantas foram medidas em cada repetição, totalizando quarenta plantas em cada tratamento.

As análises estatísticas foram realizadas por meio de regressões lineares e quadráticas entre os atributos de crescimento e desenvolvimento dos três cultivares e o espaçamento nas entrelinhas. Para as regressões polinomiais quadráticas, determinou-se o ponto de máxima curvatura da parábola, como estimativa do espaçamento adequado nas entrelinhas para os cultivares estudados, onze meses após o plantio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos morfológicos das três cultivares de cafeeiros arábica com arquiteturas contrastantes estão apresentados nas Figuras 1—3. Observa-se que os atributos avaliados foram influenciados pelo espaçamento nas entrelinhas (Figuras 1-3), o que corrobora com as observações feitas por Pereira et al. (2011). Estes autores observaram ainda, que a redução no espaçamento nas entrelinhas de 3,0 m para 2,0 m e entre as plantas de 1,0 m para 0,5 m aumenta a produtividade de uma lavoura cafeeira cultivada com o cultivar Catuaí Vermelho IAC-H2077-2-544. O cultivar Erecta apresenta maior altura quando comparado às demais cultivares em qualquer espaçamento nas entrelinhas (Figura 1). Por outro lado, o cultivar IPR 106 apresenta menor altura e o cultivar Catuaí 99 apresentou comportamento intermediário. O coeficiente de determinação das regressões entre altura de plantas e espaçamento nas entrelinhas variou entre 0,52 a 0,74 significativos a 5 % e 1 % de probabilidade (Figura 1). Os coeficientes de determinação das regressões obtidas entre a altura das plantas e espaçamento nas entrelinhas em cafeeiros Catuaí Vermelho IAC-H2077-2-544 com dez anos de idade foi de 0,78 (Pereira et al., 2011) superior aos do presente estudo. As condições edafoclimáticas, além da idade das plantas do presente estudo podem ter contribuído para maior variabilidade das plantas e dispersão dos valores médios de altura, o que contribuiu negativamente para o coeficiente de determinação. Apesar do ângulo agudo de inserção dos ramos do cultivar Erecta 88039 poder favorecer a atuação dos recolhedores das colhedoras, a altura das plantas e o comprimento dos ramos plagiotrópicos (dados não apresentados) podem ser limitantes à colheita mecânica. Observa-se que para Catuaí 99 há redução de 7,35 cm e para o IPR 106 de 5,24 cm em altura para cada metro de aumento no espaçamento da entrelinha (Figura 1). Este comportamento indica que estes cultivares são bastante adequados para o plantio adensado.

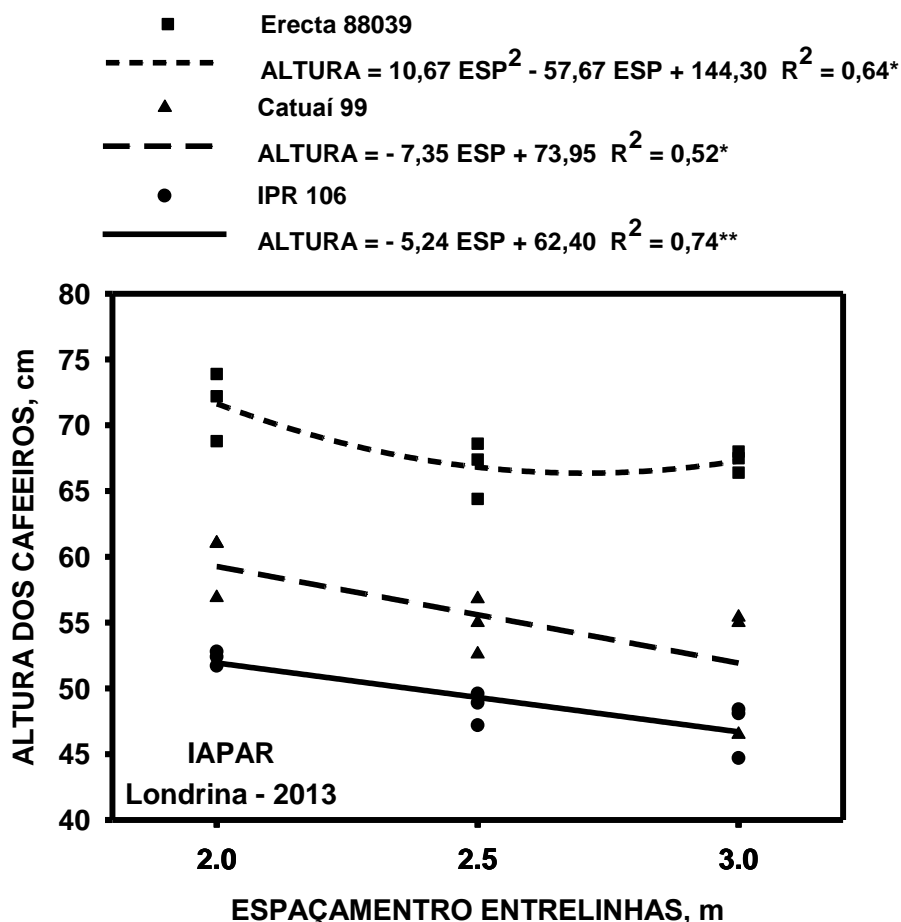


Fig. 1. Altura de três cultivares de cafeeiro com arquiteturas contrastantes em diferentes espaçamentos nas entrelinhas, onze meses após a implantação. R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação da regressão; \*\* significativa pelo teste de t-Student a 1 % de probabilidade; \*significativo pelo teste de t-Student a 5 %; NS = regressão não-significativa.

O diâmetro de copa da cultivar Erecta 88039 não foi influenciado pelo espaçamento (Figura 2). Por outro lado, para as cultivares Catuaí 99 e IPR 106, a função que descreve a influência do espaçamento no diâmetro de copa foi quadrática com coeficiente de determinação entre 0,53 e 0,77, significativos a 5 % de probabilidade pelo teste t-Student (Figura 2). Desta forma, foi possível calcular o ponto de máximo diâmetro de copa dos cafeeiros. Para o cultivar Catuaí 99, o diâmetro máximo da copa foi obtida no espaçamento de 2,23 m entrelinhas e para a cultivar IPR 106 diâmetro máximo foi obtido para o espaçamento de 2,37 m.

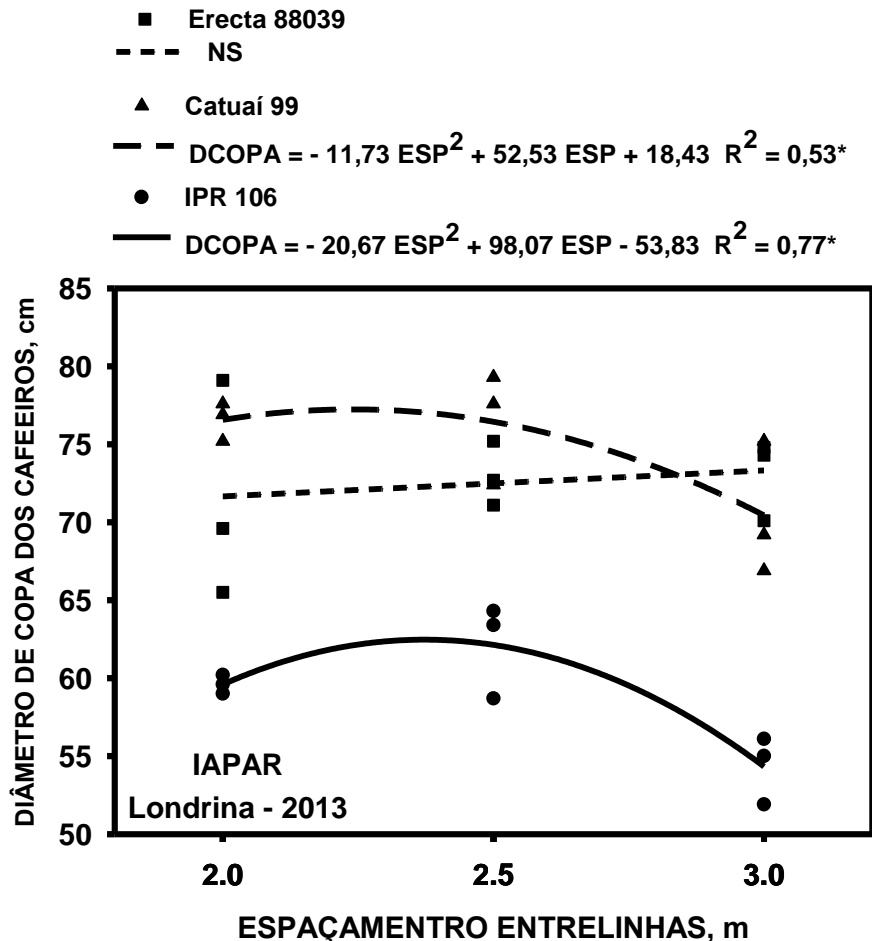


Fig. 2. Diâmetro da copa de três cultivares de cafeeiro com arquiteturas contrastantes em diferentes espaçamentos nas entrelinhas, onze meses após a implantação.  $R^2$  = coeficiente de determinação da regressão; \* significativo pelo teste de t-Student a 5 %; NS = regressão não-significativa.

O diâmetro de caule dos cultivares Catuaí 99 e IPR 106 foi influenciado pelo espaçamento, enquanto o do cultivar Erecta 88039 não foi alterado com as modificações de distribuição de plantas no espaço (Figura 3).

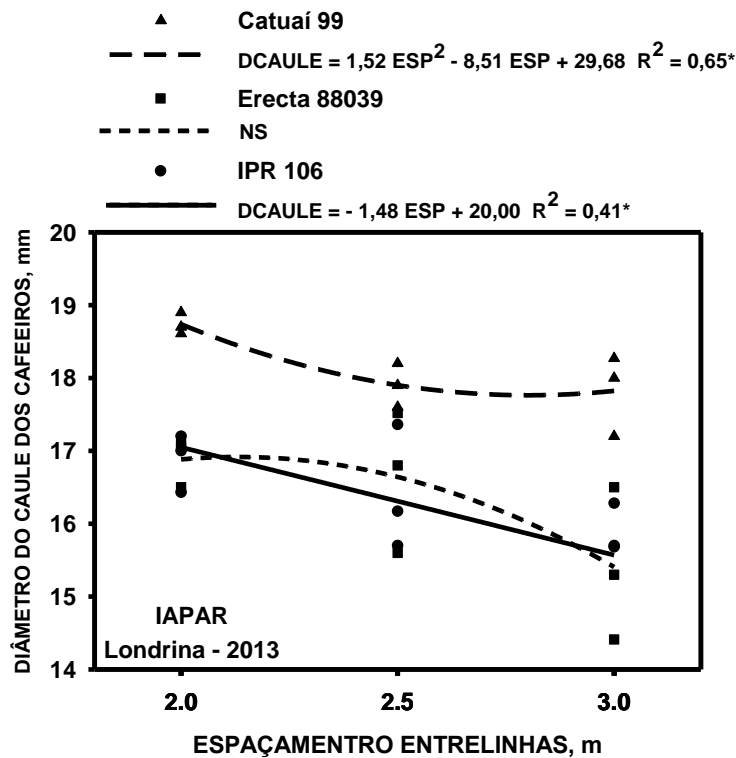


Fig. 3. Diâmetro do caule de três cultivares de cafeeiro com arquiteturas contrastantes em diferentes espaçamentos nas entrelinhas, onze meses após a implantação. R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação da regressão; \* significativo pelo teste de t-Student a 5 %; NS = regressão não-significativa.

Além do fator genético, os atributos morfológicos dos cafeeiros podem ter sido alterados pelas condições micro-ambientais, proporcionados por cada cultivar. O ângulo de inserção dos ramos plagiotrópicos em relação ao ramo ortotrópico pode alterar a radiação incidente na superfície do solo e conseqüentemente a temperatura deste alterando o funcionamento das plantas (Dauzat et al., 2006). Além disso, a taxa de evapotranspiração pode ser severamente alterada pela arquitetura diferenciada de três genótipos de cafeeiros. Pela figura 4, observa-se a relação entre a altura das plantas e o diâmetro de copa dos cafeeiros, ressalta-se que todos os cultivares apresentaram relação menor que 1, porém próximas a este valor, o que indica que, os cultivares tem maior diâmetro do que altura. A altura dos cafeeiros do cultivar Catuaí Erecta 88039 aproxima-se mais ao diâmetro de copa do que as demais cultivares. Conforme sugere Carvalho et al. (1976) a altura das plantas de progênies do cultivar Catuaí aproxima-se ao diâmetro da copa.

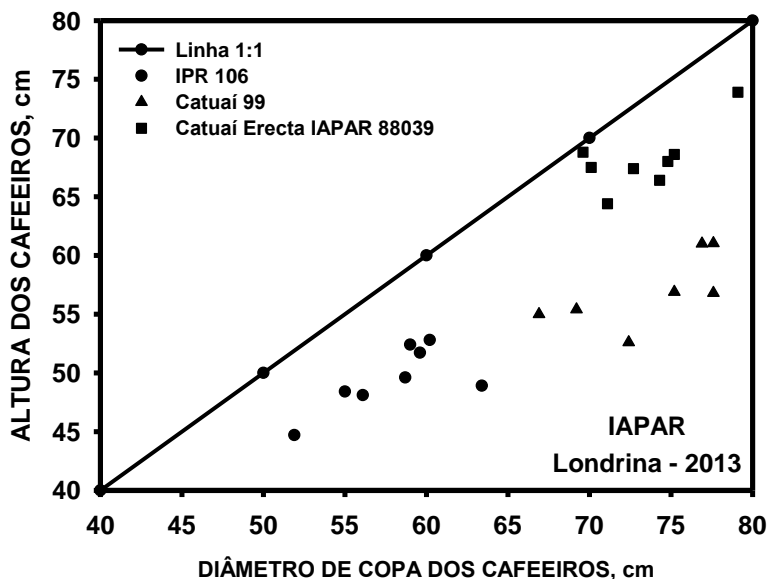


Fig. 4. Relação entre a altura dos cafeeiros e diâmetro de copa de três cultivares de cafeeiro com arquiteturas contrastantes em diferentes espaçamentos nas entrelinhas, onze meses após a implantação.

## CONCLUSÕES

A altura, os diâmetros de copa e do caule dos cultivares de arquiteturas contrastantes foram influenciados pelos espaçamentos nas entrelinhas.

Os diâmetros de copa e caule do cultivar Erecta 88039 não foram influenciados pelo espaçamento nas entrelinhas, onze meses após o plantio.

De maneira geral, o menor porte dos cafeeiros, como é da cv. IPR 106 em relação às demais pode ser benéfico ao adensamento de lavoura e à mecanização de lavouras adensadas.

## AGRADECIMENTOS

À Diretoria Técnico-Científica e ao líder do Programa Café do IAPAR, Marcos Antonio Pavan, pelo apoio para realização deste estudo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa de iniciação científica ao quinto autor. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior – CAPES pela concessão da bolsa de mestrado ao sexto autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDROCIOI-FILHO, A. **Café Adensado: Espaçamentos e cuidados no manejo da lavoura**. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná IAPAR, 2002. 32 p.: il. (IAPAR. Circular, 121) ISSN 0100-3356.
- CARVALHO, A.; MONACO, L. C.; FAZUOLI, L. C. Melhoria genética do cafeeiro. XXXVI — Produtividade do café de porte pequeno com poda dos ramos inferiores. **Bragantia**, Campinas, v. 35, n. 34, p. 397 — 404, Nov. 1976.
- CHAVES, J. C. D. Café. In: OLIVEIRA, E. L. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2003. 30 p. (IAPAR. Circular, n° 128) ISSN 0100-3356
- CHELLE, M. Phylloclimate or the climate perceived by individual plant organs: What is it? How to model it? What for? **New Phytologist**, Oxford, v. 166, n. 3, p. 781-790, Jun. 2005.
- DAUZAT, J.; FRANCK, N.; RAPIDEL, B.; LUQUET, D.; VAAST, PH. Simulation of ecophysiological processes on 3D virtual stands with the ARCHIMED simulation platform. In: **PMA '06. IEEE press Plant Growth Modeling and Applications**, p.101-108, Nov. 2006..
- GODIN, C. Representing and encoding plant architecture: a review. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v. 57, n. 5, p. 413-438, Jun. 2000.
- GODIN, C.; SINOQUET, H. Functional–structural plant modeling. **New Phytologist**, Oxford, v. 166, n. 3, p. 705–708, Jun. 2005.
- PEREIRA, S. P.; BARTHOLO, G. F.; BALIZA, D. P.; SOBREIRA, F. M.; GUIMARÃES, R. J. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 152-160, Fev. 2011. ISSN 1678-3921.
- RAKOCEVIC, M.; ANDROCIOI-FILHO, A. Morphophysiological characteristics of *Coffea arabica* L. in different arrangements: lessons from a 3d virtual plant approach. **Coffee Science**, v. 5, n. 2, p.154-166, Mai./Ago. 2010.
- REY, H.; DAUZAT, J.; CHENU, K.; BARCZI, J-F.; DOSIO, G. A.; LECOEUR, J. Using a 3-d virtual sunflower to simulate light capture at organ, plant and plot levels: contribution of organ interception, impact of heliotropism and analysis of genotypic differences. **Annals of Botany**, Oxford v. 101, n. 8, p. 1139-1151, Mai. 2008.
- SANTOS, H. G. D.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. D.; OLIVEIRA, V. A. D.; OLIVEIRA, J. B. D.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F., Eds. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, v.1, p.306, 2 ed. 2006.