

# CRESCIMENTO DO FRUTO DE CAFEIEIRO E RELAÇÕES COM VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM DUAS DENSIDADES DE PLANTIO, NO CERRADO DE UBERABA-MG

Wilson Jesus da Silva<sup>1</sup>, Clovis Alberto Volpe<sup>2</sup>

**ABSTRACT** - The objective of this research was to compare the fruit growth dynamic of coffee (*Coffea arabica* cv. Acaia CP474/19) through both fresh and dry fruit weight measurements at ten-days intervals. The data were described well by a logistic growth function. Three characteristic phases of fruit development were distinguished. Initially, there was a slow phase. The maximum fresh and dry weights were 1.72 g and 0.70 g fruit<sup>-1</sup> for the conventional planting system and 1.65 g and 0.64 g fruit<sup>-1</sup> for the high density planting. Relative growth rates were similar for both variables. Fresh and dry weight in both density plantings, also related to accumulated photosynthetically active radiation intercepted and accumulated growing degree-day during the development of the fruits, through regression analysis. An accumulation of 1771 MJ m<sup>-2</sup> in both planting densities, and 3235 degree-day in low density and 3342.4 in high density were necessary for the fruits to complete development.

## INTRODUÇÃO

Tem-se tentado relacionar o crescimento dos frutos de cafeeiros com diferentes variáveis climáticas. Todavia são poucos os estudos realizados sobre o crescimento do fruto de café. Ramaiah & Vasudeva (1969) em estudo com *C. arabica* e *C. canephora* no sul da Índia, Gomez (1977) com a variedade Caturra, na Colômbia, e Salazar-Gutierrez et al. (1994), com a variedade Colombia, na Colômbia, observaram curvas bisigmoidais, apresentando três distintos períodos máximos de crescimento para o aumento nas massas fresca e seca, e sugeriram o uso de uma curva com tendência sigmoidal dupla. Jaramillo-Robledo & Guzman (1984) estudaram o crescimento do fruto de café Caturra em locais e épocas diferentes com o objetivo de estabelecer relações entre as variáveis climáticas e o crescimento do fruto. Analisaram o diâmetro do fruto de duas floradas com a soma térmica durante seu desenvolvimento. Da florada até a maturação foram 2560 e 2445 unidades térmicas, respectivamente, em relação às épocas de floração.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar a dinâmica do crescimento do fruto de café (*Coffea arabica* L. cv. Acaia CP 474/19), por meio da determinação das massas fresca e seca em observações decendiais, em duas densidades de plantios e avaliar as relações entre variáveis meteorológicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma plantação de cafeeiros da cultivar Acaia, CP474/19, sob pivô central, localizado em Uberaba, MG, Brasil (long. 48°01'38"W; lat. 19°31'00"S; alt. 841,5 m).

**Amostragem de frutos:** As amostras de frutos foram coletadas em plantas com 3,5 anos de idade, em

duas densidades de plantio: convencional, 4,0 m x 1,0 m, e densidade de 2.500 plantas/ha; adensado, 1,0 m x 0,5 m, e densidade de 20.000 plantas/ha. Foram selecionadas 110 plantas em cada sistema de plantio. O estudo iniciou-se em 1º de outubro de 2002, com a floração. Em cada sistema de plantio foram selecionados e marcados dois ramos no terço superior da planta, por apresentarem maior floração. A cada 10 dias colheram-se os frutos dos dois ramos previamente marcados em 5 plantas. Essa operação foi repetida 22 vezes até a maturação final dos frutos.

**Modelagem do crescimento do fruto.** Nas relações entre as massas fresca e seca dos frutos de cafeeiro nos plantios convencional e adensado foi utilizado a equação do modelo logístico:

$Y_t = a / \{1 + \exp[-k (t - xc)]\}$ , em que:  $Y_t$  é a média da massa fresca ou massa seca no tempo  $t$ ;  $a$  é o máximo valor ou assíntota do peso de acordo com o peso ajustado;  $xc$  é o parâmetro de posição ou deslocamento da curva;  $k$  é a taxa relativa de crescimento;  $t$  é o decêndio.

Os dados meteorológicos foram obtidos em três fontes: a) radiação solar global,  $R_g$  (EMA); temperatura do ar,  $T$  (EMA); fonte - Estação Meteorológica Automática (EMA), situada sobre grama e a 80 m do experimento; b) radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA); fonte: sensores de radiação solar fotossinteticamente ativa,  $I_0$ , colocado a 4,0 m do experimento e 0,2 m acima da planta; e c) radiação solar fotossinteticamente ativa transmitida,  $I_t$  e temperatura do ar, no interior dos talhões nos plantios convencional (TC) e adensado (TA); fonte: sensores de RFA e termistor. O sensor de temperatura era um termistor Vaisala, com resolução de 0,1 °C, o sensor de radiação solar global era célula de silício da Li-Cor com resolução de 0,2 kW m<sup>-2</sup> mV<sup>-1</sup> e no interior dos talhões era Kipp-Zonen, com a mesma resolução. Os dados foram armazenados a cada hora, em datalogger.

Para a recuperação de dados nos períodos sem medições, foram estabelecidas análises de regressão entre: a) TC e TA e T(EMA); b)  $I_0$  e  $R_g$ (EMA). As equações são: TC = 1,011 T (EMA), com  $R^2 = 0,988$ ; TA = 1,037 T (EMA), com  $R^2 = 0,978$ ;  $I_0 = 0,391 R_g$ , com  $R^2 = 0,930$ .

A RFA interceptada ( $I_t$ ) pelas folhas e frutos dos cafeeiros em cada densidade de plantio foi determinada pelas equações,

$I_t = I_0 [1 - \exp(-K \cdot IAF)]$  em que  $K = -\ln(I_t / I_0) / IAF$  modificada por Monsi & Saeki (1953), citados por Larcher (2000) e  $IAF = AF/Ac$ , em que  $Ac$  é a área da projeção da copa (dm<sup>2</sup>) e  $AF$  estimada pelo produto do comprimento x largura da folha x fator de correção, determinado em laboratório utilizando o medidor de área foliar  $\Delta$ devices.

A Soma Térmica (ST) foi determinada pela

$$\text{equação: } ST = \sum_i^n (T_i - T_b)$$

<sup>1</sup> Pesquisador em Agrometeorologia, Embrapa/Epamig, Rua Afonso Rato, 1301, CEP:38.060-040, Uberaba, MG. E-mail [wilson@epamiguberaba.com.br](mailto:wilson@epamiguberaba.com.br).

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP. Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP:14.884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: [cavolpe@fcav.unesp.br](mailto:cavolpe@fcav.unesp.br)

em que  $T_i$  é a temperatura média diária e  $T_b$  é a temperatura base, tomando  $10^\circ\text{C}$  (Jaramillo-Robledo & Guzman, 1984), ambas em  $^\circ\text{C}$  e  $n$  é o número de dias do período.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Crescimento do fruto:** O fruto de café cresceu, praticamente, em 3 fases. A primeira fase começou no final da floração e foi até aos 60 dias, aproximadamente, e se caracterizou por um crescimento lento. Nessa fase, ocorreu aumento, em média, de 0,70 mg/dia em massa fresca e de 0,14 mg/dia em massa seca, no plantio convencional. No plantio adensado esse crescimento, em média, foi de 0,63 mg/dia em massa fresca e 0,12 mg/dia em massa seca. A segunda fase compreendeu o crescimento do fruto dos 61 aos 180 dias, aproximadamente, e se caracterizou por um crescimento rápido, tanto em tamanho quanto em massa fresca e seca. O fruto apresentou um crescimento médio de 9,61 mg/dia em massa fresca e 2,97 mg/dia em massa seca no plantio convencional, sendo que, no plantio adensado foram de 9,49 mg/dia e 2,96 mg/dia, respectivamente. A terceira fase compreendeu o crescimento do fruto dos 181 dias até, aproximadamente, 220 dias, quando ele conseguiu um ganho médio de 13,15 mg/dia em massa fresca e 8,44 mg/dia em massa seca no plantio convencional. Já no plantio adensado esse ganho foi de 11,32 mg/dia e 6,80 mg/dia, respectivamente. Nesta fase o fruto mudou de cor verde para cereja, alcançando a maturação fisiológica e, conseqüentemente, crescimento máximo, estando pronto para ser colhido. O fruto em todas as fases, em relação à sua massa fresca e sua massa seca, mostrou-se semelhante nos dois sistemas de plantio.

**Modelagem do crescimento do fruto:** Pode-se observar o ajuste da função logística aos dados de massa fresca no plantio adensado (MFA), e no convencional (MFC), assim como, da massa seca no plantio adensado (MSA) e no convencional (MSC), ambos em g, nas seguintes equações ajustadas:

$$\text{MFA} = 1,8567 / \{1 + \exp[-0,3058 (t - 15,9441)]\};$$

$$\text{MFC} = 1,9153 / \{1 + \exp[-0,2997 (t - 16,0467)]\};$$

$$\text{MSA} = 1,0589 / \{1 + \exp[-0,2868 (t - 20,5316)]\};$$

$$\text{MSC} = 0,9947 / \{1 + \exp[-0,2946 (t - 19,1977)]\};$$

em que  $t$  representa os decêndios, contados a partir de 1º de outubro.

Analisando as equações ajustadas, verificou-se que no final das três fases de crescimento o fruto apresentou um ganho de 1604,82 mg de MFA, 639,33 mg de MSA, 1639,85 mg de MFC e 994,67 de MSC.

O modelo sigmoidal permitiu identificar as três fases do crescimento, sendo a primeira de crescimento logarítmico, que aconteceu até os 60 dias, a segunda exponencial de 61 a 180 dias e a terceira linear dos 181 a 220 dias. As taxas de crescimento relativo no plantio convencional foram praticamente iguais para a massa fresca ( $0,0300 \text{ g d}^{-1}$ ) e a massa seca ( $0,0295 \text{ g d}^{-1}$ ). Já no plantio adensado houve pequena diferença entre a massa fresca ( $0,0306 \text{ g d}^{-1}$ ) e a massa seca ( $0,0287 \text{ g d}^{-1}$ ), mostrando haver uma maior aproximação entre as massas frescas em ambas as densidades de plantio do que dentro do próprio sistema adensado (massa fresca e massa seca). Como as massas aumentaram em velocidades diferentes, eles não conseguiram atingir o mesmo ponto máximo (assíntota), ou seja,

1,9158 g para o MFC, 1,8566 g para o MFA, 1,0589 g para MSA e 0,9946 g para o MSC.

**Relações entre as massas fresca e seca do fruto e variáveis meteorológicas:** Na primeira fase do crescimento do fruto, o MFC foi de 0,0466g e MSC de 0,0106g, quando a li acumulada foi 496,08  $\text{MJ m}^{-2}$ . Nessa mesma fase, foram acumulados 510,30  $\text{MJ m}^{-2}$  de li, para o crescimento dos frutos de 0,0426g de MFA e de 0,0090g de MSA. Na segunda fase, 1469,47  $\text{MJ m}^{-2}$  de li foram acumulados, para o crescimento do fruto de 1,185 g de MFC, 0,363 g de MSC, 1,196 g de MFA e 0,366 g de MSA. Na terceira fase, com li acumulada de 1771,00  $\text{MJ m}^{-2}$ , o fruto atingiu 1,711 g de MFC, 0,700 g de MSC, 1,649 g de MFA e 0,638 g de MSA.

Até o final da primeira fase do crescimento, aos 60 dias, houve um acúmulo de 899,2 graus-dia, quando o fruto, no plantio convencional, teve MFC de 0,0466 g e MSC de 0,0106 g. No plantio adensado a primeira fase terminou com acúmulo de 927,0 graus-dia e o MFA de 0,0426 g e MSA de 0,0090 g. A segunda fase terminou aos 180 dias com o MFC de 1,1851 g e o MSC de 0,3625 g, no plantio convencional, quando a soma térmica foi de 2781 graus-dia. Já no plantio adensado, a soma térmica foi de 2864,7 graus-dia e o MFA de 1,1958 g e 0,3657 g de MSA. Na última fase de crescimento, com 220 dias, a soma térmica foi de 3235 graus-dia no plantio convencional, apresentando 1,7109 g de MFC e 0,7001 g de MSC. No plantio adensado a soma térmica foi de 3342,4 graus-dia com MFA de 1,6486 g e MSA de 0,6376 g.

Os sistemas de plantio apresentaram resultados diferentes às variações das somas térmicas no interior dos talhões. Para a mesma soma térmica, como 1800 graus-dia, no plantio largo, o MFC foi de 0,4826 g e o MSC de 0,033 g, no plantio adensado o MFA foi de 0,4698 g e o MSA 0,0253 g.

Os valores acumulados, por decêndios e por sistema de plantio, da  $I_i$  e da ST, no período da floração até a maturação final do fruto, foram de 1771,12  $\text{MJ m}^{-2}$ , 3235,0 graus-dia no plantio convencional e 1770,81  $\text{MJ m}^{-2}$ , 3342,4 graus-dia no plantio adensado.

Não houve diferenças entre o crescimento dos frutos em massas fresca e seca nas duas densidades de plantio. E existiu uma forte relação funcional entre as massas fresca e seca dos frutos do cafeeiro Acaiaí CP474/19 e as variáveis meteorológicas estudadas.

## REFERÊNCIAS

- Gomes, G. L. Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad de crecimiento del café. **Cenicafé**, Caldas, v.1, n.28, p.3-17, 1977.
- Jaramillo-Robledo, A.; Guzman-Martínez, O. Relación entre la temperatura y el crecimiento de *Coffea arabica* L. var. Caturra. **Cenicafé**, Caldas, v.3, n.35, p.57-65, 1984.
- Larcher, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução : Carlos Henrique B. A. Prado e Augusto Cesar Franco. São Carlos, RiMa, 2000, 531p.
- Salazar-Gutierrez, M.R.; Chaves-Cordoba, B.; Riaño-Herrera, N.; Arcila Pulgarín, J.; Jaramillo-Robledo, A. Crecimiento del fruto de Café *Coffea arabica* L. var. Colombia. **Cenicafé**, Caldas, v.45, n.2, p.41-50, 1994.
- Ramaiah, P.K.; Vasudeva, N. Observations on the growth of the coffee berries in south Índia. **Turrialba**, San José, v.19, n.4, p.455-464, 1969.