

RELAÇÃO DA MORTE DE RAMOS COM A RAZÃO ÁREA FOLIAR POR FRUTO, CRESCIMENTO VEGETATIVO E PRODUÇÃO EM DIFERENTES POSIÇÕES DA COPA DO CAFEIEIRO¹

Aginaldo Rodrigues de Melo Chaves²; Fábio Murilo DaMatta³; Elaine Facco Celin⁴; Samuel Cordeiro Vitor Martins⁵

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café e pelo CNPq

² Pesquisador, DSc, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, agnaldo.chaves@embrapa.br

³ Professor, DSc, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, fdamatta@ufv.br

⁴ Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, elainecelin@yahoo.com.br

⁵ Doutorando Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, samuelmartins25@yahoo.com.br

RESUMO: Neste trabalho, o objetivo foi avaliar a correlação entre a “morte de ramos” e a razão área foliar por fruto, taxa de crescimento e produção de frutos em ramos de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho – IAC 99, cultivado a campo. Para isso foram selecionadas 30 plantas de café cultivadas em renques orientados na posição norte-sul, e nelas selecionados 24 ramos com três razões de área foliar por fruto nas posições leste inferior, leste superior, oeste inferior e oeste superior da copa das plantas. O ensaio foi realizado na safra 2006-2007. Em cada posição foi realizado o acompanhamento do crescimento de ramos, da produção de frutos nos ramos e do número de ramos mortos. Foram estimadas as correlações entre a “morte de ramos” e as variáveis: área foliar por fruto, taxa de crescimento dos ramos, produção total de frutos, produção de frutos normais e produção de frutos-bóia. Observou-se que, à medida que aumenta a razão da área foliar por fruto, ocorre aumento da taxa de crescimento de ramos, redução da produção de frutos-bóias e redução do número de ramos mortos.

PALAVRAS-CHAVE: cafeeiro, posição da copa, ramos plagiotrópicos

CORRELATIONS AMONG BRANCHES DIEBACK AND RATIO LEAF-TO-FRUIT, VEGETATIVE GROWTH AND FRUIT PRODUCTION, IN DIFFERENT POSITIONS ON THE COFFEE TREE CANOPY

ABSTRACT: In this work, we aimed to evaluate the correlation between the "branches diedback" with ratio leaf-to-fruit, the growth rate of branch and fruit production in *Coffea arabica* L. cv. Catuaí - IAC 99, in field. Therefore, we selected 30 coffee plants grown in rows oriented in north-south position, and selected 24 branches with them three reasons leaf-to-fruit in positions Lower East, Upper East, Lower West and Upper West of canopy plant in 2006-2007. In each position were monitored branches growth, fruit production in the branches and quantified the branches dieback. Correlations were estimated between "branches dieback" and the variables: fruit-to-leaf, branches growth rate, total fruit yield, normal fruit yield and float fruit yield. It was observed that increases in leaf-to-fruit ratio enhance branch growth rate, reduce float fruit yield and reduce branch dieback.

KEYWORDS: coffee trees, canopy position, plagiotropic branches

INTRODUÇÃO

A área foliar necessária para manter o crescimento vegetativo e reprodutivo em cafeeiro, com mínima competição entre eles, de modo a ter uma produção adequada no ano seguinte, é de 20 cm² por fruto (Cannell, 1976), razão esta que pode variar conforme a posição na copa, sendo ela superior ou inferior e na posição oeste e leste. Clowes & Alisson (1983) estimaram que uma área foliar de 20, 30 e 72 cm², respectivamente, no ápice, no meio e na base do cafeeiro, como necessárias para o desenvolvimento normal de um fruto sem competição com a parte vegetativa. Entretanto, em anos de alta carga, esse valor pode ser consideravelmente menor (DaMatta et al., 2008). Assim, os frutos, por serem drenos prioritários, podem retirar fotoassimilados e nutrientes das folhas e ramos, depauperando-os e causando, muitas vezes, a sua morte. Além do comprometimento do crescimento vegetativo em detrimento do crescimento reprodutivo, uma alta carga de frutos pode ocasionar outras mudanças na fisiologia das plantas, como estímulo a uma maior taxa de assimilação de carbono e redução dos teores de açúcares e amido, tanto nos ramos como nas folhas. Burdekin & Baker (1964) observaram que as reservas de carboidratos do cafeeiro foram fortemente reduzidas na época de alta demanda de fotoassimilados pelos frutos, gerando um crescimento vegetativo reduzido e, em alguns casos, o crescimento dos ramos foi completamente paralisado. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a correlação entre da “morte de

ramos” com a razão área foliar por fruto, taxa de crescimento a produção de frutos em ramos de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho – IAC 99, cultivado a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho – IAC 99) com sete anos de idade, sob espaçamento 2x1 m, vêm sendo cultivadas em renques orientados no sentido norte-sul, em condições de campo, no município de Coimbra (altitude de 720 metros, 20°51'24" S, 42°48'10" W), no Estado de Minas Gerais. O clima da região é tropical de altitude, com temperatura média anual de 20°C e pluviosidade anual média de 1300 mm. A lavoura de café vem sendo cultivada com práticas agrícolas usualmente recomendadas para a cultura, como adubação e controle de pragas e doenças, sem emprego, contudo, de irrigação. As plantas foram adubadas com 300 kg de N e de K₂O por hectare em cada ano agrícola, parcelando-se a adubação em três aplicações, durante o período chuvoso, de setembro a fevereiro.

Com base na uniformidade e no vigor, foram selecionadas 30 plantas, identificando-se 24 ramos nos terços mediano superior e mediano inferior nas faces leste e oeste das plantas. Esses ramos localizavam-se nas posições leste superior (LS), leste inferior (LI), oeste superior (OS) e oeste inferior (OI) do dossel, perfazendo, seis ramos em cada posição por planta, sendo avaliados o número de frutos e a área foliar em todos os ramos selecionados. Para determinação da área foliar, foram medidas a largura máxima e o comprimento de cada folha e utilizadas as equações descritas em Antunes et al. (2008). Com essas informações, foram identificados ramos que apresentavam três diferentes classes de razão área foliar/número de frutos (RAF) [0 a 6 (R1); 6,1 a 14 (R2); >14 cm² fruto⁻¹ (R3)], nas quatro posições avaliadas. Foram utilizados 360 ramos para as avaliações de crescimento, quantificação da produção (frutos normais, bem granados - cheios e frutos-bóia, frutos com grãos vazios) e de ramos secos no período agrícola 2006-2007.

Na colheita foram colhidos todos os frutos dos ramos selecionados de acordo com as classes da RAF, separando-os em frutos normais (bem granados - cheios) e frutos-bóia (frutos com lojas vazias), bem como nos demais ramos das faces e estratos avaliados. A colheita foi realizada conforme prática usual adotada por produtores da região, por meio de derriça manual em pano colocado sob as plantas, vertendo-se, em seguida em um tanque contendo água para a separação dos “frutos-bóia” (frutos de menor densidade do que a da água) e de frutos normais (mais densos). A massa seca do café em coco, por ramo foi determinada após secagem em terreiro, com padronização do teor de umidade para 13%, com posterior pesagem.

Ao fim do período de produção, especificamente no mês de julho de 2007, quantificou-se o número de ramos com sintomas de “morte de ramos” em cada posição a fim de verificar-se a porcentagem de ramos secos em cada tratamento e em cada posição da planta, considerando como seco os ramos com pelo menos 10 cm apicais de tecido morto. Para isso, foram contados todos os ramos das plantas, tanto os vivos quanto os mortos, determinando-se assim, a porcentagem de ramos mortos.

O método não-paramétrico de Spearman foi utilizado para estimar as correlações entre a morte de ramos e as seguintes variáveis: área foliar por fruto (cm²/fruto), taxa de crescimento dos ramos (cm), produção total de frutos (g ramo⁻¹), produção de frutos normais (g ramo⁻¹), Produção de frutos-bóia (g ramo⁻¹). A significância das correlações foi avaliada usando o teste-z. Utilizou-se do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da UFV (Saeg-UFV 9.1, 2007) para realizar as análises supracitadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a relação entre a condição de morte ou não dos ramos com a RAF, a taxa de crescimento dos ramos, a produção total de frutos, a produção de frutos normais e a porcentagem da produção de frutos-bóia usou-se a correlação não-paramétrica de Spearman. Para tal, foi atribuído número para a condição dos ramos, zero para os que morreram, e um para os que não morreram, após a colheita, em 2007. O coeficiente de correlação da RAF e da taxa de crescimento dos ramos com a morte dos ramos foi 0,416 e 0,438, respectivamente, indicando que na medida em a RAF e o crescimento dos ramos aumentam, há uma tendência de redução na morte de ramos (Tab. 1). O coeficiente da correlação entre a morte de ramos com a produção total de frutos foi de -0,204, com a produção de frutos normais foi de -0,168 e com a produção de frutos-bóia foi de -0,155, sugerindo, de modo inverso, que à medida que se aumenta a produção de frutos tem-se uma tendência de ocorrência de maior morte de ramos após alta colheita (Tab. 1).

Tabela 1. Relação da razão área foliar/número de frutos, da taxa de crescimento dos ramos, da produção total de frutos, da produção de frutos normais e da porcentagem da produção de frutos-bóia com a morte de ramos. Correlação não-paramétrica de Spearman ($n= 360$; $P \leq 0,001$).

Variável	Variável	Correlação	Significância
Área foliar/número de frutos	Morte de ramos	0,416	0,0000
Taxa de crescimento dos ramos	Morte de ramos	0,438	0,0000
Produção total de frutos (g ramo^{-1})	Morte de ramos	-0,204	0,0001
Produção de frutos normais (g ramo^{-1})	Morte de ramos	-0,168	0,0007
Produção de frutos-bóia (g ramo^{-1})	Morte de ramos	-0,155	0,0009

No período 2006-2007, a taxa de crescimento dos ramos apresentou uma correlação positiva com RAF ($r= 0,680$; $P = 0,0001$). A taxa de crescimento de ramos, em função da RAF, seguiu um modelo hiperbólico, em que se evidencia um aumento inicial significativo na taxa de crescimento, na medida em que RAF aumenta, mas, a partir da RAF de $31 \text{ cm}^2 \text{ fruto}^{-1}$, não houve aumento significativo na taxa de crescimento de ramos. O valor de RAF foi obtido admitindo-se que, a partir de 70% do valor máximo da taxa de crescimento de ramos ($0,870 \text{ mm dia}^{-1}$), não foi observado grande ganho no crescimento na medida em que RAF aumentou, sendo este valor de $0,6 \text{ mm dia}^{-1}$ (Fig. 1). Variações de 46% na taxa de crescimento dos ramos são explicadas pelo modelo descrito (Fig. 1). A taxa de crescimento dos ramos plagiotrópicos decresceu com a redução da RAF. Este resultado tem sido observado por diversos autores (e.g., Mota et al., 1997; Amaral et al., 2001; DaMatta et al., 2008), indicando que, nos ramos de café com forte frutificação, os frutos se tornam drenos prioritários, fazendo com que grande parte dos fotoassimilados produzidos pelas folhas e os de outras partes sejam deslocados para esses órgãos, em detrimento das estruturas vegetativas.

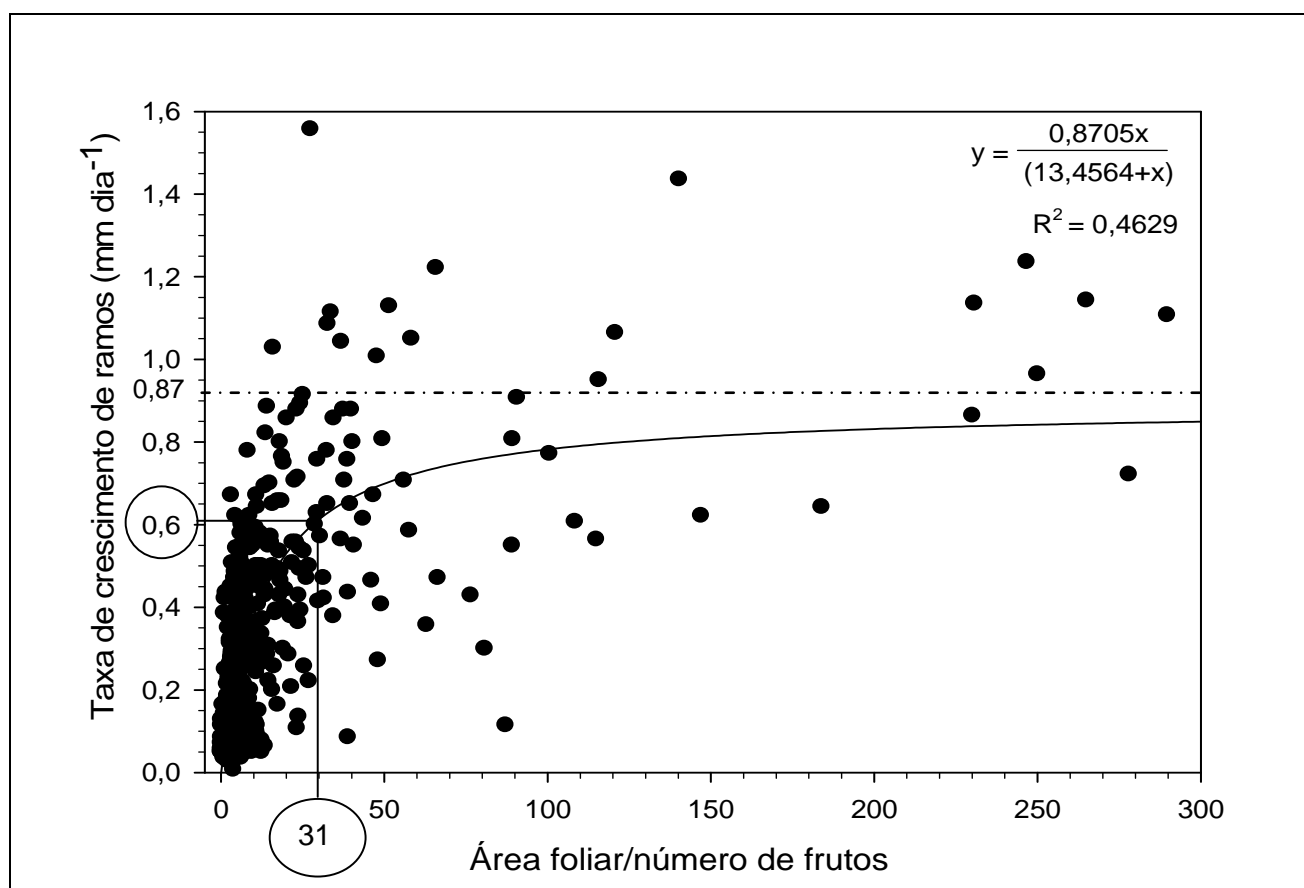


Fig. 1. Relação entre a taxa de crescimento dos ramos e a razão área foliar por fruto. A linha tracejada descreve a máxima taxa estimada de crescimento dos ramos, enquanto a linha contínua na vertical descreve a razão área foliar por fruto a partir da qual não se observaria ganho expressivo na taxa de crescimento de ramos.

O padrão de produção total de frutos, de produção de frutos normais e de produção de frutos-bóia foi similar nas posições LI, LS e OS, com a produção reduzindo-se significativamente com o aumento da RAF (Fig. 2A, 2B e 2C). Em OI, tanto a produção total de frutos quanto a de frutos normais foi estatisticamente diferente entre as três RAF's, com maiores produções em R2 e menores em R3 (Fig. 2A e 2B), enquanto a produção de frutos-bóia em OI foi maior em R1 e R2 do que em R3 (Fig. 2C). Em termos absolutos, a maior produção total de frutos, de frutos normais e de frutos-bóia foi observada em R1 na posição LS, a qual foi cerca de 70% maior que nas demais RAF's das outras posições da copa (Fig. 2A, 2B e 2C).

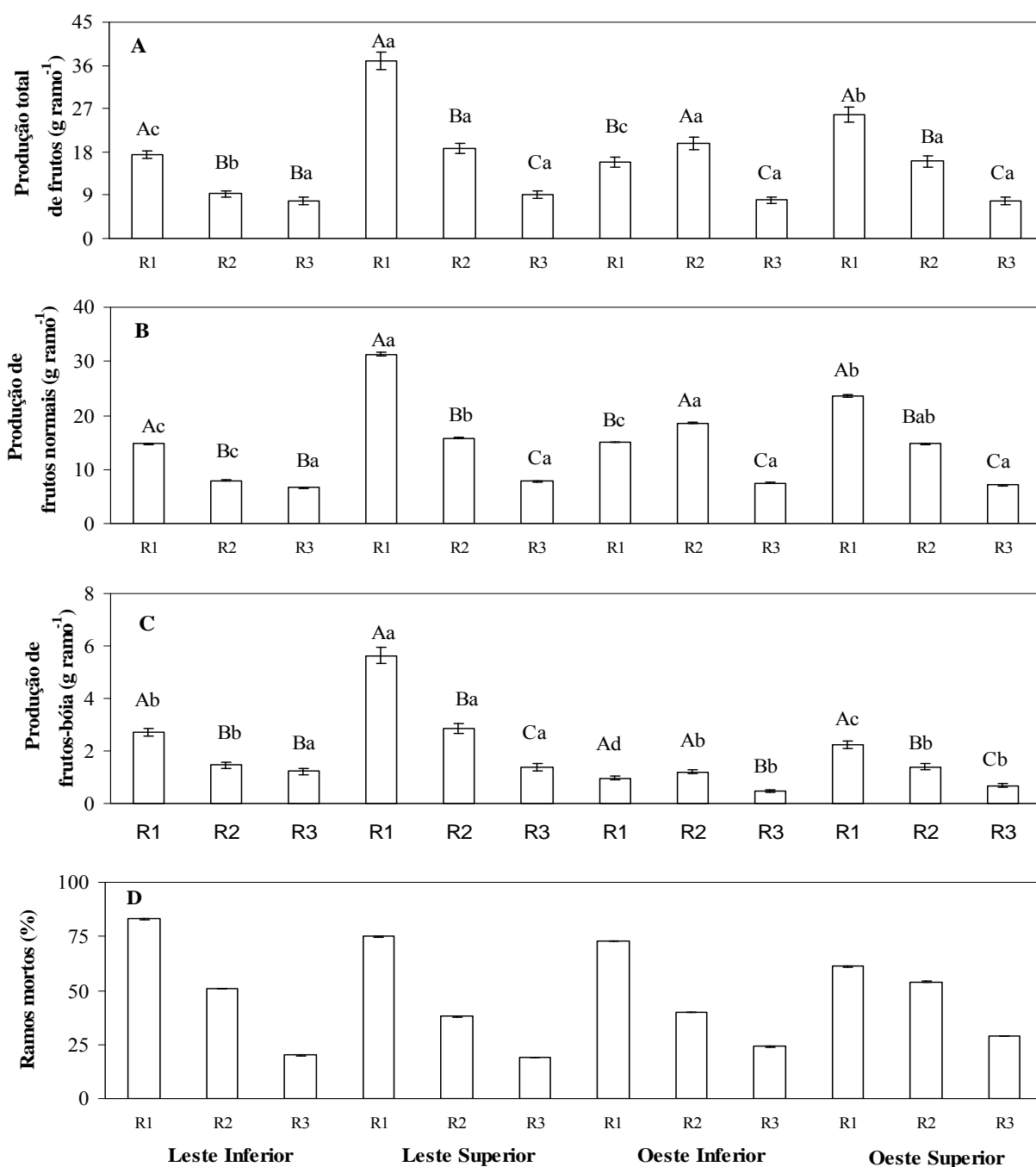


Fig. 2. Produção total de frutos (A), produção de frutos normais (B), produção de frutos-bóia (C) e porcentagem de ramos mortos (D) de plantas de café cultivadas em campo, avaliadas em 2007. Foram avaliados ramos com razão área foliar/número de frutos (RAF) de 0 a 6 cm² fruto⁻¹ (R1), de 6,1 a 14 cm² fruto⁻¹ (R2) e >14 cm² fruto⁻¹ (R3). Os ramos foram provenientes das posições leste inferior, leste superior, oeste inferior e oeste superior da planta. Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre as médias das três RAF's dentro de cada posição da copa, e as letras minúsculas, entre as médias de cada RAF, nas quatro posições da copa (Newman-Keuls, $P \leq 0,05$; $n = 30$).

Comparando-se a produção de frutos dentro de cada RAF, nota-se que, em R1, a produção total de frutos, de frutos normais e bóia foi maior em LS do que nas demais posições avaliadas, que não diferiram estatisticamente entre si (Fig. 2A, 2B e 2C). Em R2, a produção total e de frutos normais foi similar entre LS, OS e OI e, na média, superior à de LI; entretanto, a produção de frutos-bóia foi maior em LS do que nas demais posições (Fig. 2A, 2B e 2C). Em R3, a produção total de frutos e de frutos-bóia foi semelhante, independentemente das posições avaliadas, enquanto a produção de frutos normais, todavia, foi significativamente maior em LI e LS do que a de OI e OS (Fig. 2A, 2B e 2C). Dentro de cada RAF, a porcentagem de ramos mortos, foi semelhante nas quatro posições avaliadas, reduzindo-se, na medida em que a RAF aumentou (Fig. 2D). Independentemente da posição da copa avaliada, a porcentagem de morte de ramos foi aproximadamente 78% em R1, 50% em R2 e 20% em R3 (Fig. 2D). A taxa de crescimento dos ramos plagiotrópicos decresceu com a redução da RAF. Este resultado tem sido observado por diversos autores (e.g., Mota et al., 1997; Amaral et al., 2001; DaMatta et al., 2008), indicando que, nos ramos de café com forte frutificação, os frutos se tornam drenos prioritários, fazendo com que grande parte dos fotoassimilados produzidos pelas folhas e os de outras partes sejam deslocados para esses órgãos, em detrimento das estruturas vegetativas. Essas considerações são consistentes, por exemplo, com maior taxa média de crescimento vegetativo em R3 nas quatro posições avaliadas em 2006-2007, e à maior produção de frutos-bóia em R1. Portanto, a menor demanda dos frutos por assimilados em R3 poderia, até certo ponto, ser compensada por maior gasto energético na manutenção de maior taxa de crescimento vegetativo. A maior morte de ramos do cafeeiro foi encontrada nos ramos com maior RAF, indicando que carboidratos de reserva foram deslocados para o enchimento dos grãos.

CONCLUSÕES

Não se verificaram variações de bienalidade de produção entre faces do dossel. Possivelmente, maior produção da face leste poderia estar associada com maior disponibilidade de luz, nas condições deste experimento. Os resultados demonstram que o crescimento de ramos, a produção total de frutos, a produção de frutos normais caem na medida em que reduz RAF, enquanto que a morte de ramos aumenta com redução na RAF, evidenciando a competição entre o crescimento vegetativo e reprodutivo, com este prevalecendo sobre o primeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J. A. T.; DAMATTA, F. M.; RENA, A. B. Effects of fruiting on the growth of arabica coffee trees as related to carbohydrate and nitrogen status and to nitrate reductase activity. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12: 66-74. (2001).
- ANTUNES, W. C.; POMPELLI, M. F.; CARRETERO, D. M.; DAMATTA, F. M. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *C. canephora*). *Annals of Applied Biology* 153: 33-40. (2008).
- BURDEKIN, D. A. & BAKER, R. M. 'Lyamungu dieback' of coffee in Tanganayika. II. Relation of starch to Lyamungu dieback. *Annals of Applied Biology* 54: 107-113. (1964).
- CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. *Kenya Coffee* 41: 145-253. (1976).
- CLOWES, M. ST. J., ALLISON, J. C. S. The growth and development of lateral branches in the top, middle and bottom of pruned coffee trees in a hedgerow. *Zimbabwe Journal of Agricultural Research* 21: 115-134. (1983).
- DAMATTA, F. M.; CUNHA, R. L., ANTUNES, W. C., MARTINS, S. C. V., ARAÚJO, W. L., FERNIE, A., MORAES, G. A. B. K. In field-grown coffee trees source-sink manipulation alters photosynthetic rates, independently of carbon metabolism, via alterations in stomatal function. *New Phytologist* 178, 348-357. (2008)
- MOTA, J. W. S.; DAMATTA, F. M.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Vegetative growth in *Coffea arabica* L. as affected by irrigation, daylength and fruiting. *Tropical Ecology* 38: 73-79. (1997)