

# DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO E PRODUÇÃO INICIAL DE CAFEIROS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E ADUBAÇÃO

Catalina Jaramillo-Botero<sup>1</sup>  
Ricardo H. S. Santos<sup>1</sup>  
Herminia E. P. Martinez<sup>1</sup>  
Paulo R. Cecon<sup>2</sup>  
Claudia R. Santos<sup>3</sup>  
Adriano Perin<sup>1</sup>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da disponibilidade de luz e nutrientes sobre o desenvolvimento reprodutivo e a produtividade de plantas de café arábica três anos após a recepa, simulando as condições de competição em sistema agroflorestal. As plantas de café foram submetidas a quatro níveis de adubação (100%, 80%, 60% e 40% da recomendação) e quatro de sombra (0%, 16%, 32%, 48% de bloqueio da radiação fotossinteticamente ativa, RFA). Plantas que se encontravam em pleno sol e com a fertilização recomendada obtiveram uma produção comparável com a das plantas sob 48% de sombra e 40% da recomendação. Foi observado efeito negativo da combinação entre baixa fertilidade e alta radiação e entre alta quantidade de fertilizante e baixa radiação. As plantas mais produtivas apresentaram maior número de frutos por nó produtivo. Foi verificado amadurecimento tardio em todas as plantas e não se observou efeito dos tratamentos no índice de uniformidade de maturação. As plantas sob 32% de sombra apresentaram alto índice de retenção de frutos quando adubadas com 70% da dose de fertilizante recomendada.

Palavras-chave: Café, produção, luz, nutrientes, sistemas agroflorestais, sombra.

## ABSTRACT

### REPRODUCTIVE DEVELOPMENT AND YIELD OF COFFEE PLANTS UNDER DIFFERENT LEVELS OF SHADE AND FERTILIZATION

This work aimed to study the effect of light and nutrient availability on the reproductive development and yield of arabica coffee plants three years after pruning, simulating competition in agroforestry systems. The plants received four fertilizer doses (100, 80, 60, e 40% of the recommended fertilization) and grew under four shade degrees (0, 16, 32, 48% block of Photosynthetically Active Radiation, PAR). There was similar yield between plants under full sunlight and high fertilizer supply and plants submitted to 48% PAR block and 40% fertilizer level. A detrimental effect on yield was observed for associations of high fertilizer supply with low PAR, and low fertilizer supply with high PAR availability. More productive plants displayed a higher number of fruits per node. All plants displayed late ripening, and there were no effect of the treatments on fruit ripening uniformity. Plants under 32% PAR showed a higher fruit retention index when fertilized with 70% of the recommended dose.

Key words: coffee, shade, yield, nutrients, agroforestry systems.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. E-mail: catilinjara@yahoo.com; rsantos@ufv.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Informática. E-mail: cecon@dpi.ufv.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais são uma alternativa interessante para os pequenos agricultores dos trópicos, uma vez que permitem a obtenção de alimentos, madeira, fibras, medicamentos e adubos verdes, além da cultura comercial. Esses sistemas prestam também serviços ambientais, ajudando a manter a fertilidade do solo, aumentando a biodiversidade e regulando a disponibilidade de água no sistema (Soto Pinto *et al.*, 2000).

No caso particular dos sistemas agroflorestais (SAF) com café, é freqüente encontrar a cultura associada a árvores leguminosas. Da escolha adequada das espécies arbóreas e do seu manejo depende o sucesso do sistema. Espera-se que, dentro do sistema seja minimizado o efeito da competição entre as árvores e o cafezal, ao mesmo tempo em que os recursos são aproveitados de forma complementar (Schaller *et al.*, 2000).

Há uma ampla variedade de sistemas agroflorestais com café com diferentes graus de complexidade. Os conhecidos como “tradicional” no México e na América Central conservam quase intacta a mata nativa enriquecendo-a com as plantas de café. No outro extremo, encontram-se os sistemas de sombra tecnificada, nos quais os cafeeiros são consorciados com uma única espécie arbórea, geralmente leguminosa, manejada com podas ao longo dos anos (Gobbi, 2000).

Os diversos tipos de sistemas agroflorestais com café e as diferentes condições climáticas onde se desenvolvem fazem com que as experiências com café sombreado apresentem uma ampla gama de resultados em termos de produtividade.

Em condições climáticas adversas, nas quais os cafeeiros em pleno sol têm baixos rendimentos, observa-se maior produção das plantas de café sombreadas. Em estiagem prolongada, tem-se observado melhor desempenho dos cafeeiros sombreados quando comparados com aqueles em pleno sol, possivelmente pela diminuição da evapotranspiração por causa do sombreamento das árvores (Beer *et al.*, 1998; Matsumoto *et al.*, 2000). As árvores também ajudam a manter mais constante a temperatura dentro das lavouras e reduzem a velocidade dos ventos fortes, que podem afetar negativamente o desenvolvimento das plantas de café

(Batistela Sobrinho *et al.*, 1987; Beer *et al.*, 1998; Freitas *et al.*, 2000).

Apesar das experiências positivas sobre o bom desempenho dos cafeeiros sombreados, há pesquisas em que estes apresentam menor produção que os cafeeiros em pleno sol (Campanha *et al.*, 2004; Carelli *et al.*, 2001; Matiello, 1989; Melo & Guimarães, 2000; Muschler, 1997; Neves, 2001). Em outros casos, em condições climáticas favoráveis tanto para a cultura quanto para as árvores, as plantas de café sombreadas tiveram produção similar à das plantas em pleno sol (Ceron & Cabrera, 1995; Freitas *et al.*, 2000; Schaller *et al.*, 2000; Shaller *et al.*, 2003).

A competição por nutrientes, água e luz entre as árvores e os cafeeiros é uma das causas da baixa produção, sendo difícil diferenciar os efeitos de cada um desses fatores, já que as árvores não só afetam a intensidade da luz incidente na cultura como também cria um microclima particular, alterando o balanço hídrico do solo e, portanto, a disponibilidade de nutrientes (Rena *et al.*, 2001).

Este trabalho tem como objetivo aprofundar o conhecimento do efeito independente da disponibilidade de luz e de nutrientes sobre o desenvolvimento reprodutivo e a produção de cafeeiros, bem como da interação entre eles, em condições que simulam a competição por luz e nutrientes em sistemas agroflorestais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Características da área experimental*

O trabalho foi iniciado em outubro de 2001, na área de pesquisa “Agronomia Aeroporto” da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa, MG, a 20° 45' latitude sul e 42° 51' de longitude oeste, com altitude de 693 m. Em 2001, a precipitação média anual foi de 1.148 mm/ano e a temperatura média anual, de 20,65 °C. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com declividade de 40%.

As plantas da espécie *Coffea arabica*, cultivar Catuai Vermelho (CH 2077-2-5-99), foram plantadas em 1989 e recepadadas em 1998. O espaçamento consistiu de 1 m entre plantas e 3 m entre fileiras (uma planta por cova) para uma densidade de 3.333 plantas/ ha.

### Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi montado seguindo um esquema fatorial 4x4 no delineamento em blocos casualizados, com três repetições, sendo as plantas submetidas a quatro níveis de sombra (0%, 16%, 32% e 48%) e quatro níveis de adubação (100%, 80%, 60% e 40%). Cada parcela foi formada por 12 plantas (10 plantas de bordadura e 2 úteis).

A sombra foi fornecida por tela sombreadora de diferentes malhas, colocada tanto nas laterais quanto na parte superior da parcela. Os níveis de sombra foram determinados pela porcentagem de radiação

fotosinteticamente ativa (RFA), bloqueada pela tela sombreadora, medida por meio do ceptômetro de barra (Sunfleck ceptometer type CEP, Delta-T Devices Ltd., England).

A dose de fertilizante equivalente a 100% de adubação, determinada por meio da análise do solo (Tabela 1) e da produção esperada, (menos de 20 sc/há), foi de 42 g/cova de N e 30 g/cova de K<sub>2</sub>O. A calagem, baseada na análise de solo, foi igual para todos os tratamentos, sendo aplicadas 20 g de calcário dolomítico (PRNT 83%) por planta.

**Tabela 1.** Teor de nutrientes no solo na profundidade de 0- 20cm. Viçosa – MG, 2001.

Prof.	pH <sup>2</sup>	P <sup>1</sup>	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	CT Efet	C Tot	V	m
----cm----	-----mg dm <sup>3</sup> -----			-----cmolc dm <sup>3</sup> -----					-----%-----			
0 - 20	5,1	36,4	134	0,1	2,5	1,0	4,3	3,84	3,94	8,14	47	3

<sup>(1)</sup> Extratores utilizados:

P, K: Mehlich 1

Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, e Mg<sup>2+</sup>: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>

H + Al: Acetato de Ca 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0

<sup>(2)</sup> pH em água: 1:2,5

SB: Soma de Bases Trocáveis

CTC Efet: Capacidade de troca catiônica efetiva

CTC Tot: Capacidade de troca catiônica a pH 7,0

V: Índice de Saturação de Bases

m: Índice de Saturação de Alumínio

### Avaliações

Em cada planta, foram marcados quatro ramos plagiotrópicos localizados no terço médio das plantas, orientados nas direções norte, sul, leste e oeste. Nesses ramos, foram contados o número de nós produtivos e o número de frutos nos diferentes estádios de desenvolvimento (chumbinho, verde, início de maturação, cereja e seco), de abril a agosto do 2002.

Mensalmente, foram colhidos os frutos cereja em cada ramo, sendo secos no terreiro até atingir 12% de umidade para posterior pesagem e contagem.

Para avaliar a época em que a maior parte dos frutos se encontrava em estado de cereja e a uniformidade com que amadureceram, foram calculados o Índice de Maturação (IM) e a Uniformidade de Maturação (UM) da seguinte forma (Augusto, 2000):

$$IM = (\text{pmês } 1 + 2x \text{ pmês } 2 + 3x \text{ pmês } 3 + 4x \text{ pmês } 4 + 5x \text{ pmês } 5) / PT$$

sendo: IM = Índice de maturação, pmês

X = produção de frutos cereja no mês X

PT = produção total

$$UM = (> \text{pmês} \times 100) / PT$$

sendo: UM = Uniformidade de Maturação em %

PT = produção total, >pmês = maior produção de frutos cereja entre os cinco meses.

O índice de retenção de frutos (IR) foi calculado a partir da diferença entre o número de frutos colhidos e o número de frutos iniciais (chumbinhos e verdes).

Em setembro do 2002, foram contados o número de botões florais totais e determinado o número de botões florais por nó produtivo nos ramos marcados.

## Análise dos dados

Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste F, a 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo.

## RESULTADOS

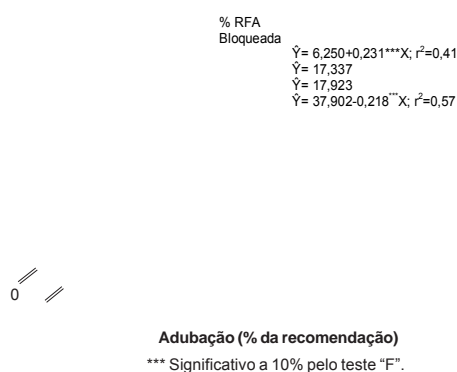
Não houve diferença significativa entre as plantas submetidas aos diferentes tratamentos para as variáveis, número de nós produtivos por ramo, índice de maturação igual, uniformidade de maturação e número de botões florais por ramo (Tabela 2).

As plantas submetidas a pleno sol e ao nível

**Tabela 2.** Valores médios das variáveis, Número de nós produtivos, Índice de maturação, Uniformidade de maturação, Número de botões florais por ramo. Média de cafeeiros submetidos a 4 níveis de sombreamento e 4 níveis de adubação. Viçosa MG, 2001.

Safrá 2001 / 02			Safrá 2002/03
NNP	IM (1-5)	UM (%)	BF
7,368	3,366	62,782	239,541

máximo de sombreamento (48% de bloqueio da RFA) não apresentaram efeito da adubação sobre a produção (Figura 1). Nas plantas sob 0% de bloqueio da RFA, houve aumento da produção por ramo à medida em que a porcentagem de adubação aumentou, sendo o maior valor de 29,37 g de café em coco por ramo (Figura 1).



**Figura 1.** Produção de frutos por ramo (em gramas de café em coco) ( $\hat{Y}$ ) em função da adubação (X) em cafeeiros submetidos a diferentes níveis de bloqueio da RFA (% de radiação fotossinteticamente ativa).

As plantas sob 48% de bloqueio da RFA apresentaram comportamento inverso, sendo a maior produção de 29,17 g (Figura 1).

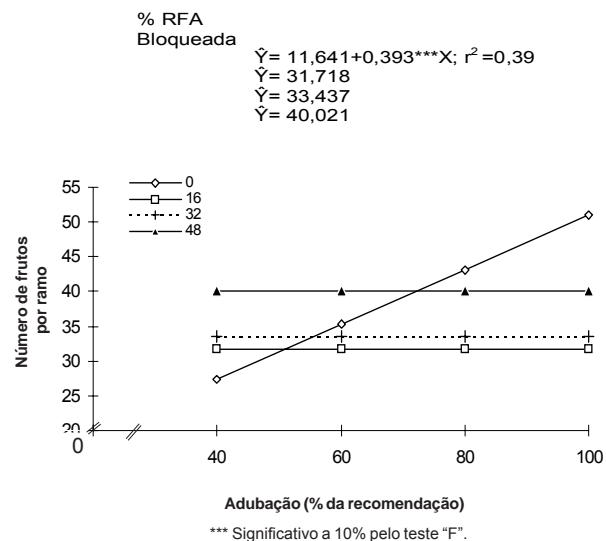
Não houve efeito da adubação sobre o peso do fruto, apresentando valor médio de 0,562 g.

O número de frutos por ramo em plantas submetidas a 0% de bloqueio da RFA apresentou comportamento similar ao da produção por ramo, aumentando na medida em que aumentou a quantidade de adubo. As plantas sob os níveis de 16, 32 e 48% de bloqueio da RFA não apresentaram efeito da adubação (Figura 2).

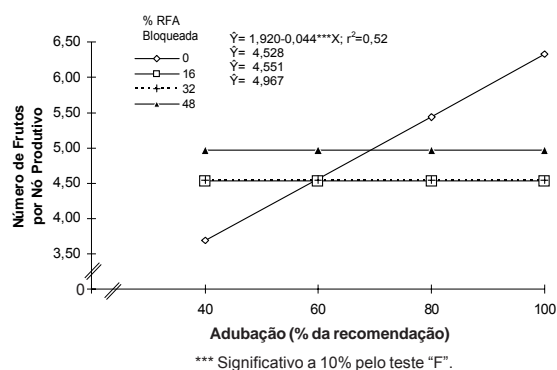
O número de frutos por nó produtivo nas plantas sob 0% de bloqueio da RFA manteve uma tendência similar ao número de frutos por ramo. Em plantas submetidas a pleno sol, o maior número de frutos por nó foi verificado com 100% da adubação (Figura 3).

O índice de retenção de frutos foi influenciado pela adubação. Plantas sob 32% de bloqueio da RFA apresentaram o maior valor (112,12%) com 70,4% da adubação recomendada (Figura 4).

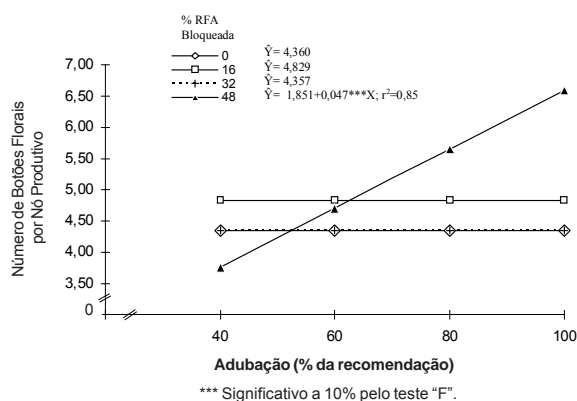
Nas plantas sob 48% de bloqueio da RFA, houve efeito da adubação sobre o número de botões florais por nó produtivo formados em 2002, apresentando um comportamento crescente na medida em que foi aumentando a adubação (Figura 5).



**Figura 2.** Número de frutos por ramo ( $\hat{Y}$ ) em função da adubação (X) em cafeeiros submetidos a diferentes níveis de bloqueio da RFA (% de radiação fotossinteticamente ativa).



**Figura 3.** Número de frutos por nó produtivo ( $\hat{Y}$ ) em função da adubação ( $X$ ) em cafeeiros submetidos a diferentes níveis de bloqueio da RFA (% de radiação fotossinteticamente ativa).



**Figura 4.** Número de botões florais por nó produtivo ( $\hat{y}$ ) em função da adubação ( $X$ ) em cafeeiros submetidos a diferentes níveis de bloqueio da RFA (% de radiação fotossinteticamente ativa), avaliado no mês de setembro do 2002 (safra 2003).

## DISCUSSÃO

O incremento linear da produção com o aumento da porcentagem de adubação nas plantas sob 0% de bloqueio da radiação fotossinteticamente ativa mostra a habilidade de resposta das plantas ao aumento da quantidade de adubo, sempre que estas se encontram em alta radiação. O comportamento produtivo dessas plantas foi mais influenciado pelo número de frutos formados e mantidos durante o ciclo produtivo do que pelo peso de cada fruto, uma vez que não houve efeito do adubo sobre esta variável.

A alta produção apresentada pelas plantas sob 48% de bloqueio da radiação fotossinteticamente ativa e baixa quantidade de adubo pode indicar que, mesmo com baixa disponibilidade de luz, esta foi suficiente para realizar a

fotossíntese em níveis que supriram a pequena demanda de carboidratos dos frutos formados durante a primeira safra. Segundo Carvalho (1985), citado por Rena e Maestri (1986), a capacidade fotossintética corrente é mais importante para o enchimento dos frutos do que as reservas de carboidratos acumuladas durante os ciclos produtivos anteriores.

O fato de as plantas sob 48% de sombra, adubadas com 40% da dose recomendada, apresentarem um valor de produção próximo ao atingido pelas plantas expostas a pleno sol, com 100% da dose recomendada de adubação, sugere que as plantas sob sombra podem estar aproveitando, de forma mais eficiente, os nutrientes disponíveis no solo. Isto pode estar relacionado com a absorção de minerais e água por parte das plantas sombreadas durante mais tempo, uma vez que a sombra diminui a evaporação de água, como foi observado por Jaramillo e Gómez (1989).

Nas plantas sob 48% de bloqueio da RFA, o decréscimo na produção, observado quando aumentada a dose de adubação, pode estar indicando desequilíbrios na absorção de nutrientes disponíveis no solo ou excesso relativo de nitrogênio. Esses desequilíbrios podem ser a causa da queda de frutos (Rena & Maestri, 1986).

Embora a produção individual das árvores de café dependa grandemente do número de nós produtivos formados no ciclo anterior (Cannell, 1985; Da Matta & Rena, 2002), no experimento não foi encontrado efeito dos tratamentos sobre esta variável. Isto sugere que a diferença no número de frutos nas plantas com 0% de bloqueio da RFA como efeito da adubação é devida ao número de frutos formados por nó produtivo, e não à formação de nós produtivos, que, de acordo com Browning (1975), pode estar mais influenciada pela disponibilidade de água no solo.

Como era esperado para a primeira safra de plantas recepadas, a quantidade de frutos por nó produtivo foi entre média e baixa (entre 3,6 e 6,3 frutos por nó produtivo). Estima-se que uma planta em condições favoráveis pode sustentar entre 12 e 20 frutos por nó produtivo (Cannell, 1985).

O índice de retenção de frutos mais elevado apresentado pelas plantas sob 32% de sombreamento indica que, além dessas plantas conseguirem manter os frutos formados, houve um incremento de 15% sobre os frutos iniciais, decorrente de outras florações.



O índice e a uniformidade de maturação observados indicam a ausência de influência do sombreamento sob estas características nas condições do experimento, embora Cannell (1985) e Miguel *et al.* (1995) afirmem que as plantas na sombra apresentam mudanças na época de produção de frutos e floradas desuniformes. Essa desuniformidade de frutos é considerada uma das desvantagens dos cafés sombreados, uma vez que incrementa os custos durante a colheita (Baggio, 1983). Por outro lado, a possibilidade de ter frutos na planta durante mais tempo pode ser vantajosa para o agricultor familiar, que freqüentemente tem mão-de-obra limitada durante a época de colheita de café.

O índice de maturação obtido indica que houve maturação tardia em todos os tratamentos, e a maioria dos frutos amadureceu no mês de julho. A maturação mais lenta de frutos como efeito da sombra de árvores de *Grevillea* (*Grevillea robusta*) foi relatada por Miguel *et al.* (1995).

A uniformidade de maturação observada indica que mais da metade dos frutos se encontrava na fase de cereja quando foi feita a colheita de frutos tanto de plantas sombreadas quanto daquelas expostas a pleno sol.

O fato de as plantas sob 48% de bloqueio da RFA e 100% de adubação apresentarem número mais elevado de botões florais, por nó produtivo, em 2002 (safra de 2003) sugere que a radiação incidente não limitou a indução de gemas florais, embora haja evidências de que o sombreamento durante a etapa de iniciação floral pode reduzir o número de flores (Cannell, 1985).

Pelo comportamento inverso do número de botões florais formados em setembro de 2002, com relação à produção, nesse mesmo ano, de plantas sob 48% de bloqueio da RFA, é possível que na próxima safra as plantas mais sombreadas e com alta adubação apresentem maior número de frutos que as menos adubadas.

## CONCLUSÕES

As plantas sob sombra de 48% e com baixas doses de adubo apresentaram produção similar à das plantas expostas a pleno sol, adubadas com a quantidade recomendada.

Nas plantas a pleno sol a produção foi mais influenciada pelo número de frutos por ramo do que pelo

peso do fruto.

Plantas sob 32% de sombra e doses médias de adubação apresentaram alto índice de retenção de frutos. Houve formação de frutos durante um período de tempo maior do que nas plantas submetidas às outras combinações de adubo e sombra.

O sombreamento e o adubo não afetaram a época, o índice de maturação de frutos nem o número de nós produtivos.

Não foi observada diminuição na produção das plantas sob sombra, comparadas com plantas submetidas a pleno sol durante o tempo das avaliações. Espera-se que o efeito dos tratamentos seja mais evidente durante os próximos ciclos produtivos.

## REFERÊNCIAS

- Augusto HS (2000) Desempenho de variedades de café (*Coffea arábica* L.) em espaçamentos adensados. Tese de doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. UFV. 130p.
- Baggio AJ (1983) Sistema Agroflorestal *Grevillea* x Café: Início de nova era na agricultura paranaense?. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, Circular técnica 9: 1-15.
- Batistela Sobrinho I, Matiello JB & Miguel JB (1987) Comportamento de cafeeiros Conilon, Mundo Novo, e Catuaí, plantados em mata natural e a pleno sol em Sinop-MT. In: 14º Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras, Campinas, SP. p. 185-187.
- Beer J, Muschler DK & Somarriba E (1998) Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38:139–164.
- Browning G (1975) Shoot growth in *Coffea arábica* L. I. Responses to rainfall when the soil moisture status and gibberellin supply are not limiting. *Journal of Horticultural Science* 50:1-11.
- Campanha MM, Santos, RHS, Freitas GB, Martinez EP, Garcia S & Finger FL (2004) Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. *Agroforestry Systems* 63: 75-82.
- Cannell MGR (1985) Physiology of the coffee crop. In: Clifford MN, Willson KC, & Willson KC (Eds.) *Coffee*.

- Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. New York. NY. p. 108 – 134.
- Carrelli MLC, Fahl JL & Alfonsi EL (2001) Efeito de níveis de sombreamento no crescimento e na produtividade do cafeeiro. In: Resumos expandidos do II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória-ES. Embrapa. p.120-124.
- Ceron MF & Cabrera AH (1995) Estúdio comparativo em El Salvador Del cv. Catuaí rojo em relación a cuatro cultivares comerciales de cafeto. In: XVI Simpósio Latinoamericano de Caficultura. Manágua, Nicarágua. p.160-169.
- Da Matta FM & Rena AB (2002) Ecofisiologia de Cafezais Sombreados e a Pleno Sol. In: Zambolim L (Ed.) O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de café. Viçosa, MG. p. 93 – 136.
- Freitas RB, Oliveira LE, Soares AM, Delú Filho N, Alves JD, Guerra Neto EG & Gontijo OT (2000) Avaliações ecofisiológicas do consórcio de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) com seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) na região de Patrocinio -MG. In: I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Poços de caldas-MG. Resumos expandidos, Ed. Embrapa. p. 971-974.
- Gobbi JA (2000) Is biodiversity-friendly coffee financially viable?. An analysis of five different coffee production systems in western El Salvador. *Ecological Economics* 33:267-281.
- Jaramillo RA, Gómez GL (1989) Microclima em Cafetales a Libre Exposición Solar y Bajo Sombrio. *Cenicafé* 40 (3): 65 -79.
- Matiello JB (1989) Sistemas de combinação de café com seringueira, no sul de Minas Gerais. In: 15º Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras, Maringá, PR. Resumos, IBC. p. 235-237.
- Matsumoto SN, Faria GO, Viana AE & Pinto PR (2000) Efeitos do sombreamento de grevileas em cafezais no sudoeste da Bahia, Brasil. In: I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Poços de caldas-MG. Resumos expandidos, Ed. Embrapa. p. 1010-1014.
- Melo JT & Guimarães DP (2000) A cultura do café em sistemas consorciados na região do Cerrado. In: I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Poços de caldas-MG. Resumos expandidos, Ed. Embrapa. p. 963-966.
- Miguel AE, Matiello JB, Camargo AP, Almeida SR & Guimarães (1995) Efeitos da arborização de cafezal com *Grevílea robusta* nas temperaturas do ar e na umidade do solo – Parte II. In: 21 Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Brasil. p. 55-56.
- Muschler RG (1997) Efectos de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* var. Caturra y Catimor. In: XVIII Simpósio Latinoamericano de Caficultura. San José, Costa Rica. p. 157-162.
- Neves YP (2001) Evolução da fertilidade do solo, retenção de umidade, crescimento vegetativo, produção e teores foliares de nutrientes em cafeeiros cultivados a pleno sol e consorciados. Tese de mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, UFV. 65p.
- Rena AB, Barros RS & Maestri M (2001) Desenvolvimento Reprodutivo do Cafeeiro. In: Zambolim L (Ed.) Tecnologias de Produção de Café com Qualidade. Viçosa, MG. p. 101-128.
- Rena AB & Maestri M (1986) Fisiologia do cafeeiro. In: Rena AB, Malavolta E, Rocha M & Yamada T (Ed.). Cultura do cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p.1-87.
- Schaller M, Jimenez F, Schroth G & Beer J (2000) Efecto de árboles maderables em barreras antierosivas sobre el crecimiento de café em uma zona tropical húmeda de Costa Rica. In: XIX Simpósio Latinoamericano de Caficultura. San José, Costa Rica. p. 501-508.
- Schaller M, Schroth G, Beer J & Jimenez F (2003) Species and site characteristics that permit the association of fast-growing trees with crops: The case of *Eucalyptus deglupta* as coffee shade in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 175 (1-3): 205-215.
- Soto Pinto L, Perfecto I, Hernandez CJ & Nieto CJ (2000) Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 80:61-69.

Aceito para publicação em 22/09/2005