

EFEITOS DE NÍVEIS DE LUZ NA FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE *Coffea arabica*

Joel Irineu Fahl²; Maria Luiza Carvalho Carelli³, Rachel Benetti Queiroz-Voltan⁴, Adriana Aparecida Dias⁵, Marcelo Bento Paes de Camargo⁶

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café

² Pesquisador, Dr., Centro de Pesquisa e desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica/IAC, Campinas, SP, fahl@iac.sp.gov.br

³ Pesquisador Voluntário, Dr., Centro de Pesquisa e desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica/IAC, Campinas, SP, Bolsista do CBP&D/Café, carelli@iac.sp.gov.br

⁴ Pesquisador, M. Sc., Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Jardim Botânico/IAC, Campinas-SP, rachelqv@iac.sp.gov.br

⁵ Engenheira agrônoma, Bolsista do CBP&D/Café, strup.dias@gmail.com

⁶ Pesquisador, PhD, Centro de Pesquisa e desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica/IAC, Campinas, SP, mcamargo@iac.sp.gov.br

RESUMO: Apesar da importância da luz nos processos de floração e frutificação do cafeeiro, ainda são poucas as informações disponíveis sobre esse assunto. O conhecimento do efeito da intensidade de luz na floração e frutificação do cafeeiro permitiria definir níveis de sombreamento, ou densidades de plantio, adequados para maximizar o desenvolvimento, a produção e a sustentabilidade dessa cultura. Durante três anos consecutivos, a floração, o desenvolvimento e maturação dos frutos, e a produção foram avaliados em plantas de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí, cultivadas em quatro regimes de luz, 30%, 50%, 70% e 100% da luz solar, com o uso de telas sombrites. Verificou-se que no ano de 2005, o aparecimento de gemas indiferenciadas iniciou em fevereiro e apresentou sensível queda a partir do início de abril, com exceção das plantas de pleno sol, onde o decréscimo ocorreu em maio. No início de junho praticamente todas as gemas já haviam se diferenciado em reprodutivas, com exceção das plantas de pleno sol, cujo processo de diferenciação permaneceu até final de agosto. No ano de 2006, em fevereiro, a maioria das gemas indiferenciadas já estavam presentes, e como no ano anterior, em meados de junho, em todos os tratamentos as gemas já estavam diferenciadas em reprodutivas, inclusive as de pleno sol. A frutificação, avaliada pelo número de frutos presentes nos 3º, 4º e 5º nós (contados do ápice para a base de ramos plagiotrópicos), no ano de 2006, foi significativamente maior nos tratamentos sombreados, em relação às plantas cultivadas a pleno sol. Ao contrário, nos anos de 2007 e 2008 as plantas cultivadas a pleno sol mostraram maior número de frutos do que os tratamentos sombreados. O número de frutos presentes nos 3º, 4º e 5º nós foi diretamente relacionado com a produção, que mostrou as mesmas oscilações. Contudo, considerando a produção média dos três anos agrícolas, não houve diferença entre os tratamentos de luz. De modo geral, na colheita, as plantas cultivadas a pleno sol mostraram maior porcentagem de grãos passa e menor porcentagem de grãos verdes, em relação aos tratamentos sombreados. Comparando-se esses resultados com os dados anatômicos, verificou-se que o sombreamento antecipou o desenvolvimento das gemas e a abertura dos botões florais, em relação às plantas cultivadas a pleno sol, mas, nesse último tratamento o desenvolvimento e maturação dos frutos foram mais rápidos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, desenvolvimento reprodutivo, diferenciação floral, frutificação, indução floral, luz produção

EFFECTS OF LIGHT LEVELS ON THE FLOWERING, FRUCTIFICATION AND YIELD OF COFFEE ARABICA TREES

ABSTRACT: Spite the importance of the light on the flowering and fructification processes of the coffee tree, so far few information's are available on that subject. The knowledge of the effect of the light intensity on the flowering and fructification processes of the coffee tree would allow defining shading levels, or planting densities, appropriate to maximize the development, the production and the sustainability of the coffee crop. For three consecutive years, flowering, development, fruit maturation and production were appraised in plants of *Coffea arabica* L., cv. Catuaí, cultivated under four light regimes, 30, 50, 70 and 100% of the full sunlight, by using different plastic screens. It was verified that during the year of 2005, the emergence of no differentiated buds began in February and presented sensitive fall starting from the beginning of April, except for the full sun plants, where the fall began in May. In the beginning of June practically all the buds were already differentiated in reproductive, except for the full sun plants, whose differentiation process stayed to end of August. In February 2006, most of the undifferentiated buds were already present, and as in the previous year, in the middle of June, in all the treatment the buds were already differentiated in reproductive, besides the one of full sun. The fructification, appraised for the number of present fruits in the 3rd, 4th and 5^o nodes (counted of the apex for the base of plagiotropic branches), in the year of 2006, it was significantly larger in

the shaded treatments, in relation to the plants cultivated to full sunlight. To the opposite, in the years of 2007 and 2008 the plants cultivated to full sunlight showed larger number of fruits than the shaded treatments. The number of fruits in the 3rd, 4th and 5^o were directly related to the coffee yield, showing the same oscillations. However, considering the average production of the three years, there was not observed difference among the light treatments. In general, the plants cultivated to full sunlight showed larger percentage of grains raisin and smaller percentage of immature green grains, in relation to the shaded treatments. Being compared those results with the anatomical data, it was verified that the shading advanced the development of the buds and the opening of the floral buttons, in relation to the plants cultivated to full sunlight, but, in that last treatment the development and maturation of the fruits were faster.

Key words: *Coffea arabica*, floral induction, floral differentiation, fructification, light, reproductive development, yield

INTRODUÇÃO

O processo de floração no cafeeiro abrange várias etapas como a indução, iniciação, diferenciação, crescimento e desenvolvimento, dormência e antese. Cada uma dessas etapas é influenciada pelas condições ambientes e por fatores endógenos da planta. Dentre os fatores ambientes os mais importantes são a luz, temperatura e disponibilidade de água e, dependendo da fase do desenvolvimento ou floração, cada um deles, em uma determinada etapa, pode ser o fator determinante no controle do ciclo vegetativo/reprodutivo do cafeeiro (Gopal, 1974; Rena e Maestri, 1986).

A intensidade de luz é um aspecto importante a ser considerado na floração do cafeeiro. Em uma cultura perene como o café a magnitude da floração, e conseqüente produção de frutos, vai depender do crescimento vegetativo da planta no ano anterior, em especial da formação de nós produtivos (Cannell, 1971). Desta forma, as fases vegetativa e reprodutiva da planta são interdependentes e essa relação é extremamente importante para o manejo econômico da cultura. O crescimento vegetativo mais intenso do cafeeiro ocorre durante as estações primavera-verão, que corresponde a períodos de alto número de horas de luz e de elevados regimes de temperatura-irradiância. Há trabalhos mostrando que plantas de café cultivadas a pleno sol apresentam maior número de nós produtivos e maior produção em relação às plantas cultivadas em condições sombreadas (Fahl et al., 1992; Carelli et al., 2001). Contudo, esses resultados não são observados de forma sistemática.

Apesar da importância da luz na floração e no desenvolvimento de frutos no cafeeiro, há poucas informações a esse respeito. O conhecimento do efeito da intensidade de luz na floração e frutificação do cafeeiro permitiria definir os níveis de sombreamento ou a densidade de plantio para maximizar o desenvolvimento, a produção e a sustentabilidade do cafeeiro. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de regimes de luz na floração, no desenvolvimento e maturação dos frutos e na produção das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados em uma cultura comercial de *C. arabica* L. cv. Catuaí, em espaçamento de 3,20 x 0,70m com uma planta por cova, sob quatro regimes de luz, 30 %, 50 %, 70 % e 100% da luz solar, obtidos através de telas sombrites.

Os estudos anatômicos referentes à indução e desenvolvimento das gemas reprodutivas foram efetuados nos 3^o, 4^o e 5^o nós, contados a partir do 1^o nó desenvolvido na estação de crescimento, de segmentos de ramos plagiotrópicos retirados de cinco plantas por tratamento, em intervalos de 20 dias, no período de fevereiro a setembro dos anos de 2005 e 2006.

A frutificação foi avaliada nos anos de 2006, 2007 e 2008, através da contagem do número de frutos presentes nos 3^o, 4^o e 5^o nós, contados do ápice para a base de ramos plagiotrópicos do terço médio da planta, com 12 repetições para cada tratamento.

A produção das plantas foi determinada nos anos de 2006, 2007 e 2008, colhendo-se todos os frutos de todas as parcelas. Para cada tratamento foram retiradas 5 amostras de 1 L, nas quais foram determinadas as porcentagens de frutos em cada estágio de maturação, verde em expansão, verde em granação, verde cana, passa mole e passa, visando identificar o efeito dos regimes e luz na uniformidade e longevidade do processo de maturação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo do desenvolvimento reprodutivo, avaliado durante o ano de 2005, através da caracterização da morfologia externa e interna das gemas florais, mostrou que em todos os regimes de luz a produção de gemas indiferenciadas teve início em fevereiro (Fig. 1). A diferenciação para gemas reprodutivas ocorreu inicialmente nas plantas submetidas às condições de sombreamento, em meados do mês de maio. A partir do final de junho, praticamente todas as gemas já haviam se diferenciado em reprodutivas nos tratamentos sombreados, enquanto que nas plantas cultivadas a pleno sol, a transformação de gemas indiferenciadas para reprodutivas foi observada até o final de agosto.

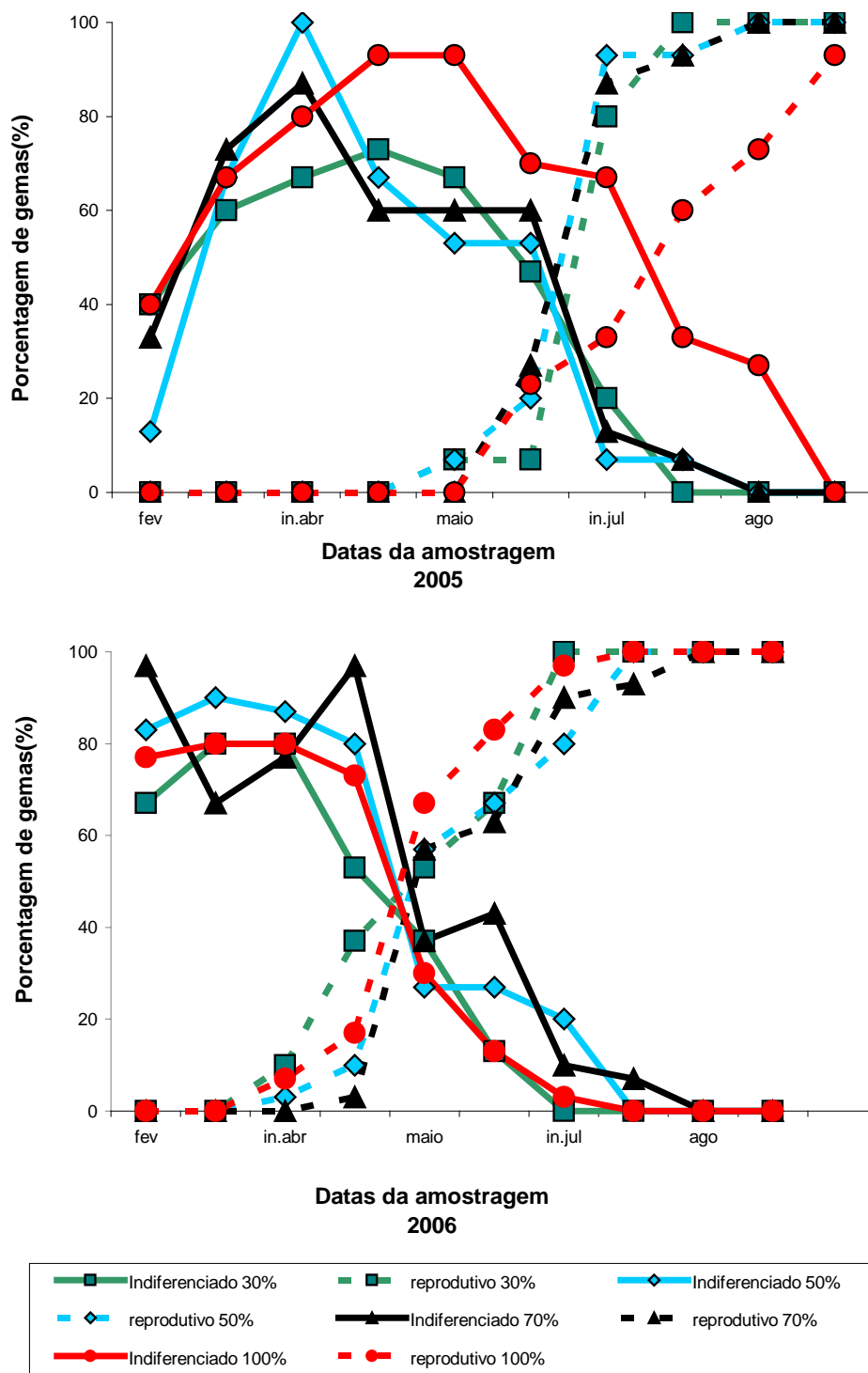


Figura 1. Indução e diferenciação de gemas florais, durante os anos de 2005 e 2006, em plantas *C. arabica* cv. Catuaí cultivadas em quatro regimes de luz, 30 %, 50%, 70% e 100% de luz.

Os resultados obtidos durante o ano de 2006 confirmaram os dados anteriores, porém, observou-se antecipação na indução e diferenciação floral em relação ao ano anterior (Fig.1). Foi verificado que no mês de fevereiro a indução floral atingiu valores de 80 a 90% em todos os níveis de luz. A diferenciação para gemas reprodutivas iniciou no mês de abril observando-se maior proporção nas plantas crescidas a 30% de luz, e decréscimo com o aumento do nível de luz.

Em maio, 70% das gemas eram reprodutivas em todas as condições de luz. No início de julho quase todas as gemas haviam se desenvolvido em botões florais, sendo que no final de setembro as flores já haviam perdido as suas corolas.

A frutificação, ou seja, o número de frutos presentes nos 3°, 4° e 5° nós de ramos plagiotrópicos, no ano de 2006, foi significativamente maior nos tratamentos sombreados do que nas plantas cultivadas a pleno sol (Tab.1). Ao contrário, nos anos de 2007 e 2008 as plantas cultivadas a pleno sol mostraram maior número de frutos do que os tratamentos sombreados.

De modo geral, para os três anos agrícolas houve estreita relação entre o número de frutos presentes nos 3°, 4° e 5° nós e a produção das plantas. Desta forma, a produção de café do ano de 2008, em sacas de café beneficiado /ha, foi cerca de 75 % maior no tratamento a pleno sol do que nos tratamentos sombreados, os quais não diferiram entre si (Tab. 2). Contudo, esse fato não é uma constante uma vez que na safra de 2007 não houve diferença entre os tratamentos, e no ano de 2006 os tratamentos sombreados apresentaram maior produção do que as plantas a pleno sol. Deste modo, considerando a produção média dos três anos agrícolas, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos de luz.

As variações nos resultados acima apresentados podem ser parcialmente explicadas pelas condições edafoclimáticas adversas que ocorreram durante os anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, tais como, chuvas de granizo, temperaturas máximas e mínimas, respectivamente, maiores e menores do que as históricas, e estresse hídrico acentuado, durante as fases críticas para os processos de floração e frutificação do cafeeiro. Por exemplo, no ano de 2006 ocorreu intensa chuva de granizo que prejudicou consideravelmente as plantas cultivadas a pleno, justificando sua baixa produtividade no referido ano. Portanto pode ser sugerido que o sombreamento com sombrite atenuou o efeito das condições climáticas adversas favorecendo as plantas cultivadas nesses tratamentos.

Os resultados das avaliações referentes ao efeito de níveis de luz no processo de maturação dos frutos são apresentados na tabela 3. De modo geral, as plantas cultivadas a pleno sol mostraram maior porcentagem de grãos passa e menor porcentagem de grãos verdes, em relação aos tratamentos sombreados. Comparando-se esses resultados com os dados anatômicos, anteriormente apresentados, observou-se que o sombreamento antecipou o desenvolvimento das gemas e a abertura dos botões florais, em relação às plantas cultivadas a pleno sol, mas, nesse último tratamento o desenvolvimento e maturação dos frutos foram mais rápidos.

Tabela 1. Efeitos de regimes de luz, em três anos consecutivos, no número de frutos dos 3°, 4° e 5° nós de ramos plagiotrópicos, em plantas de *C. arabica* cv. Catuaí cultivadas em quatro regimes de luz, 30 %, 50%, 70% e 100% de luz.

Regimes de luz	Frutificação		
	25/04/06	15/03/07	21/02/08
	----- n° de frutos-----		
30%	3,1 ^a	8,3 ^b	2,5 ^b
50%	2,8 ^b	7,5 ^b	2,8 ^b
70%	2,6 ^b	7,8 ^b	3,2 ^b
100%	0,5 ^c	9,7 ^a	4,8 ^a

Médias nas colunas seguidas de letras iguais não diferem entre si a 5%

Tabela 2. Produção, em sacas de café beneficiado por hectare, em plantas de *C. arabica* cv. Catuaí cultivadas em quatro regimes de luz, 30 %, 50%, 70% e 100% de luz, nos anos de 2006, 2007, 2008.

Regimes de luz	Produção			
	2006	2007	2008	Média
	-----sc/ha-----			
30%	13,2 ^b	77,8 ^a	11,7 ^b	34,2 ^a
50%	17,1 ^b	63,7 ^a	12,1 ^b	31,0 ^a
70%	16,0 ^{ab}	65,4 ^a	12,0 ^b	31,1 ^a
100%	2,0 ^c	62,5 ^a	21,0 ^a	28,5 ^a

Médias nas colunas seguidas de letras iguais não diferem entre si a 5%

Tabela 3. Estádio de maturação dos frutos em amostras retiradas das colheitas de 2007 e 2008, em plantas de *C. arabica* cv. Catuaí cultivadas em quatro regimes de luz, 30 %, 50%, 70% e 100% de luz. Dados expressos em porcentagem do total.

2007

Regimes de luz	Estádios de maturação do fruto					
	(%)					
	Verde Expansão	Verde Granação	Verde Cana	Cereja	Passa Mole	Passa
30%	1,87 ^{ab}	20,68 ^a	14,01 ^a	15,57 ^{ab}	19,40 ^a	28,47 ^b
50%	2,65 ^a	14,58 ^b	10,16 ^b	18,99 ^a	16,92 ^a	36,71 ^b
70%	2,10 ^{ab}	12,54 ^b	14,42 ^a	18,10 ^{ab}	21,26 ^a	31,59 ^b
100%	1,71 ^b	9,92 ^b	8,18 ^b	12,40 ^b	19,61 ^a	48,19 ^a

Médias nas colunas seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5%

2008

Regimes de luz	Estádios de maturação do fruto				
	(%)				
	Verde	Verde cana	Cereja	Passa Mole	Passa
30%	16,4	10,6	24,7	22,3	26,1
50%	30,0	13,4	20,2	19,6	16,8
70%	18,5	9,5	24,7	22,2	25,2
100%	12,3	6,9	21,3	18,1	41,4

Médias nas colunas seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5%

CONCLUSÕES

1. A presença de gemas florais indiferenciadas é verificada a partir do início de fevereiro, e sua diferenciação para gemas reprodutivas inicia em abril/maio, estendendo-se até o início de junho, quando todas as gemas já estão diferenciadas.
2. A intensidade da frutificação foi influenciada pelos níveis de luz e pelas condições climáticas ocorridas nos três anos agrícolas.
3. A intensidade da frutificação foi diretamente correlacionada com a produção, que mostrou as mesmas oscilações.
4. O sombreamento antecipou o desenvolvimento das gemas e a abertura dos botões florais, em relação às plantas cultivadas a pleno sol, mas, nesse último tratamento o desenvolvimento e maturação dos frutos foram mais rápidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANNELL, M.G.R. Production and distribution of dry matter in trees of *Coffea arabica* L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. **Annals of Applied Biology**, London, V. 67, p. 99-120. 1971.
- CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I.; ALFONSI, E.L. Efeitos de níveis de sombreamento no crescimento e produtividade do cafeeiro. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS NO BRASIL, **CD-Rom...** Vitória, 2001, Brasília, 2001, p. 120-124.
- FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; VEJA, J.; MAGALHÃES, A.C. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*Coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, London, v. 69, n. 1, p. 161-169. 1994.
- GOPAL, N.H. Some physiological factors to be considered for stabilization of Arabica coffee production in South India. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 38, p. 217-221. 1974.
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. **Fisiologia do Cafeeiro**. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROHA, M.; YAMADA, T. (eds.) *Cultura do Cafeeiro: Fatores que afetam a produtividade*, Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.13-66. 1986.