

UMIDADE DO SOLO, POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR E FOTOSSÍNTESE EM CAFEIROS SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE RADIAÇÃO¹

Danielle Pereira Baliza²; Tiago Teruel Resende³; Rubens José Guimarães⁴; Rodrigo Abreu Gomes⁵; Luiz Scandellai Júnior⁶; Rafael Teixeira Ferreira⁷

¹Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

²Doutoranda, Agronomia-Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, danibaliza@yahoo.com.br

³Mestrando, Agronomia-Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, tiago.teruel@yahoo.com.br

⁴Professor D.Sc., Departamento de Agricultura (DAG), Lavras-MG, rubensjg@dag.ufla.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Bolsista DCII/FUNAPE, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, rodrigoabreu600@hotmail.com

⁶Aluno de graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras(UFLA), Lavras- MG, junior_scandellai@yahoo.com.br

⁷Aluno de graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras(UFLA), Lavras- MG, rafaelteixeiraferrera@gmail.com

RESUMO: Muitos fatores ambientais, especialmente a disponibilidade de radiação, podem causar modificações nas características fisiológicas da folha, interferindo diretamente sobre o desenvolvimento e função. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a umidade do solo, potencial hídrico foliar e a taxa fotossintética de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal de Lavras, em plantas da cultivar Acaiá Cerrado, linhagem MG-1474, plantadas no ano de 1998 em espaçamento de 3,5 m x 0,5 m. O cafezal foi renovado, por meio de recepa, em 2007. Após a poda da lavoura, e, início da primeira produção, no mês de maio de 2009, as plantas foram submetidas a cinco níveis de radiação (pleno sol e sob sombrites de 35, 50, 65 e 90 % de sombra). Em todos os tratamentos foram avaliadas as seguintes variáveis: umidade do solo, potencial hídrico foliar e a taxa fotossintética. O sombreamento com 90% reduziu a assimilação de CO₂ quando comparado aos demais níveis de radiação. Para a umidade do solo e potencial hídrico foliar, não houve influência dos diferentes níveis de radiação.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, radiação, assimilação CO₂.

SOIL MOISTURE, FOLIAR HYDRIC POTENTIAL AND PHOTOSYNTHESIS IN COFFEE SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF RADIATION

ABSTRACT: Many environmental factors, especially the availability of radiation can cause changes in leaf physiological, intervening directly in the development and function. The objective of the present work was to evaluate the soil moisture, foliar hydric potential and photosynthetic rate of coffee plants cultivated under different radiation levels. The work was conducted in the experimental field of the Federal University of Lavras, in plants of cultivar Acaiá Cerrado, lineage MG-1474, planted in 1998 at a spacing of 3.5 m x 0.5 m. The coffee plantation was renewed, through trunking, in 2007. After pruning of the trees and the beginning of the first production, in the month of May of 2009, the plants were submitted to five radiation levels (full sun and under shade screens allowing 35, 50, 65 and 90% shade). In all of the treatments the following variables were appraised: soil moisture, foliar hydric potential and the photosynthetic rate. 90% shade reduced the CO₂ assimilation when compared to the other radiation levels. For the soil moisture and foliar hydric potential, there was no influence of the different radiation levels.

Key-words: *Coffea arabica*, radiation, assimilation, CO₂.

INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea arabica* L. é originária da Etiópia, onde cresce permanentemente sob a proteção de árvores. Sua adaptação às condições de sombreamento favorece o cultivo em sistemas agroflorestais, prática muito utilizada na maioria dos países produtores da América Latina (DaMatta, 2004; Morais et al., 2004). Contudo, nas lavouras comerciais do Brasil o cafeeiro é tradicionalmente cultivado a pleno sol. As cultivares mais difundidas no País foram melhoradas geneticamente para apresentar maior produtividade em condições a pleno sol (DaMatta, 2004; Kanten & Vaast, 2006; Gomes et al., 2008).

O excesso de radiação pode saturar o aparelho fotossintetizante do cafeeiro, causando fotoinibição e consequente redução no crescimento e produção da planta (Freitas et al., 2003). Segundo Kumar & Tieszen (1980), cafeeiros sob moderada radiação (entre 1.200 e 1.300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) não sofreram perdas na atividade fotossintética. No

entanto, radiações acima de $2.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, comuns em dias ensolarados nas regiões tropicais, podem induzir a fotoinibição (Nunes et al., 1993).

Em estudos com cafezais arborizados observou-se que o sombreamento reduziu sua produção (Hernández et al., 1997; Campanha, 2001). Entretanto, esses trabalhos foram conduzidos com alta densidade de sombreamento. Lunz (2006) verificou que sombreamento moderado, na faixa de 20 a 30% (70 a 80% de radiação), pode ser adequado para a cultura do cafeeiro, pois além de não prejudicar seu crescimento, propicia melhor qualidade do café e não reduz sua produtividade.

Segundo Fernandes (1986), o sombreamento com espécies e espaçamentos adequados pode apresentar resultados satisfatórios, quando comparado ao cultivo a pleno sol. Em alguns sistemas que utilizam espécies arbóreas associadas ao cafeeiro tem-se observado que o sombreamento promovido pelas árvores pode diminuir a transpiração da cultura e a evaporação do solo, fazendo mais eficiente o uso da água (Lemos, 2008). Estudos indicam que cafeeiros sombreados mantiveram-se em bom estado vegetativo, não murchando como aqueles a pleno sol, mesmo nos períodos mais secos; a desfolha e a seca de ponteiros foram, em geral, intensas nos cafeeiros ao sol e mínimas nos à sombra (Matiello et al., 1989).

O manejo adequado do sombreamento pode trazer benefícios à planta, principalmente na taxa fotossintética, o que influencia diretamente o seu crescimento e seu desenvolvimento reprodutivo. Assim, o conhecimento da influência dos níveis de sombreamento sobre a fisiologia de cafeeiros é importante para se determinar níveis ótimos de radiação. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a umidade do solo, potencial hídrico foliar e a taxa fotossintética de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada no município de Lavras, MG, cujas coordenadas geográficas são: $21^{\circ} 14' \text{ S}$ e $45^{\circ} 00' \text{ W}$, com altitude média de 918 m. A temperatura média anual do ar dessa região é de $19,4^{\circ} \text{ C}$ e as médias anuais de temperatura, máxima e mínima, de $26,1$ e $14,8^{\circ} \text{ C}$, respectivamente, com precipitação anual de $1.529,7 \text{ mm}$ (Brasil, 1992). O clima da região é classificado, segundo Koppen, como o tipo Cwa, mas apresenta características de Cwb.

As avaliações foram realizadas em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) da cultivar Acaia Cerrado, linhagem MG-1474, plantadas no ano de 1998 em espaçamento de $3,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$. O cafezal foi renovado, por meio de recepa, em 2007. Após a poda da lavoura, e, início da primeira produção, no mês de maio de 2009, as plantas foram submetidas a cinco níveis de radiação (pleno sol e sob sombrites de 35, 50, 65 e 90 % de sombra). Foram utilizadas quatro repetições, totalizando 20 parcelas. As parcelas foram constituídas por oito plantas úteis. As avaliações foram realizadas no mês de abril de 2010.

A umidade do solo foi avaliada pelo método gravimétrico. Foi determinado o peso de uma amostra do solo úmido em recipiente de peso conhecido e em balança analítica. Depois, a amostra foi deixada em estufa por 24 h, a 105° C . Após esse período, deixou-se esfriar em dessecador e pesou-se o recipiente como solo seco (Coelho et al., 2010).

Para determinação do potencial hídrico foliar utilizou-se folhas completamente expandidas coletadas dos ramos plagiotrópicos no terço superior das plantas, localizadas no terceiro nó a partir do ápice do ramo. As avaliações foram realizadas às 6 horas, em dias claros utilizando a bomba de Scholander (Silva et al., 2008). Utilizou-se uma folha de cada planta e oito plantas por tratamento.

A taxa fotossintética foi analisada com um analisador portátil de trocas gasosas por infravermelho (IRGA LCA-4 ADC Hoddesdon, UK), em dia típico, predominantemente claro, entre as 10 e 11 horas em folhas completamente expandidas do terceiro nó de ramos do terço superior das plantas de café. Utilizou-se uma folha de cada planta e oito plantas por tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância¹. Quando houve efeito significativo dos tratamentos aplicou-se o teste de Scott-Knott (Scott & Knott, 1974) às médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de radiação influenciaram a taxa fotossintética dos cafeeiros. Para as outras variáveis os níveis de radiação não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1).

¹ Utilizou-se o programa computacional “SISVAR”, desenvolvido por Ferreira (2003).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para umidade do solo (US), potencial hídrico foliar (Ψ_{folha}) e taxa fotossintética (A) em cafeeiros submetidos a diferentes níveis de radiação.

| FV | GL | Quadrado Médio e significância do F | | |
|----------|----|-------------------------------------|-----------------------|----------|
| | | US | Ψ_{folha} | A |
| Radiação | 4 | 3,4091 | 0,0044 | 2,9250 * |
| Blocos | 3 | 10,5327 | 0,0064 | 1,5167 |
| Resíduo | 12 | 4,9588 | 0,0063 | 0,5583 |
| Total | 19 | | | |
| CV (%) | | 8,9 | 28,3 | 21,66 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Provavelmente, os níveis de radiação não influenciaram o teor de água no solo e, conseqüentemente, o potencial hídrico foliar (Tabela 2), porque as avaliações foram realizadas no final da estação chuvosa e início da estação seca. Assim, a água que estava armazenada no solo foi suficiente para suprir às necessidades da planta, em ambas as condições, a pleno sol e sombreadas. Este resultado torna-se importante uma vez que demonstra que apenas os diferentes níveis de radiação apresentaram-se como fonte de variação no presente ensaio. Coelho et al. (2010) encontraram resultados semelhantes ao deste trabalho, quando estudaram o nível de sombreamento, a umidade do solo e a morfologia do cafeeiro em três sistemas agroflorestais. Esses autores verificaram que no mês de março, período chuvoso, não houve diferença entre as umidades do solo para os três sistemas de cultivo de café.

Tabela 2. Média da umidade do solo (US), do potencial hídrico foliar (Ψ_{folha}) e da taxa fotossintética (A) em diferentes níveis de radiação.

| Radiação | US (%) | PHF (MPa) | A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) |
|-----------|---------|-----------|--|
| Pleno Sol | 23,86 a | -0,24 A | 3,75 A |
| 35% | 24,46 a | -0,28 A | 4,25 A |
| 50% | 25,70 a | -0,33 A | 3,75 A |
| 65% | 25,64 a | -0,27 A | 3,50 A |
| 90% | 26,01 a | -0,30 A | 2,00 B |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Em relação à taxa fotossintética, o menor valor foi observado para o nível com 90% de sombra (Tabela 2), o que é coerente, já que nesse nível de sombreamento a incidência da radiação e CO_2 são menores nas plantas, diminuindo a assimilação de CO_2 .

Estudos realizados na Costa Rica (Cannell, 1975) e no Brasil (Fahl et al., 1994; Carelli et al., 1999) demonstraram que a taxa fotossintética é menor em cafeeiros cultivados em condições sombreadas, quando comparada a cafeeiros cultivados a pleno sol. Resultado semelhante foi encontrado por Morais et al. (2003) que observaram em seus estudos que o sombreamento propiciado pelo guandu (*Cajanus cajan*) em consórcio com o cafeeiro durante a maior parte do período experimental reduziu significativamente a radiação fotossintética incidente, provocando redução no número de estômatos, na espessura do mesofilo e aumento dos espaços intercelulares (Voltan et al., 1992; Morais, et al., 2003), afetando negativamente a taxa fotossintética do cafeeiro.

São necessários mais estudos sobre a influência dos níveis de radiação sobre o desenvolvimento do cafeeiro em ambiente sombreado, para que se chegue a um consenso do melhor nível para que se possa utilizar, e assim, determinar o melhor manejo do sombreamento em sistemas agroflorestais.

CONCLUSÕES

Dentre os níveis de sombra estudados destacam-se os níveis com 35, 50 e 65% como potencialmente mais eficientes em condições sombreadas por possuírem maior taxa fotossintética. A umidade do solo e o potencial hídrico foliar não foram influenciados pelos diferentes níveis de radiação.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado, à FAPEMIG e ao INCT Café pelo apoio financeiro na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Brasília, 84p, 1992.
- CAMPANHA, M. M. **Análise comparativa de cafeeiros (*Coffea arabica* L) em sistema agroflorestal e monocultivo na Zona da Mata de Minas Gerais**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 132p. 2001.
- CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Journal of Coffee Research**, v. 5, n. 1/2, p.7-20, 1975.
- CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; TRIVELIN, P. C. O.; QUEIROZ-VOLTAN, R. B. Carbon isotope discrimination and gas exchange in *Coffea* species grown under different irradiance regimes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.11, n.2, p.63-68, 1999.
- COELHO, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; LEMOS, C. L.; SOUZA, F. A. Nível de sombreamento, umidade do solo e morfologia do cafeeiro em sistemas agroflorestais. **Revista Ceres**, v.57, n.1, p.95-102, 2010.
- DA MATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.16, n.1, p.1-6, 2004.
- FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C.; VEGA, J.; MAGALHÃES, A. C. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*Coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, v.69, n.1, p.161-169, 1994.
- FERNANDES, D.R. Manejo do cafezal. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do café; fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.275-301, 1986.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar** - Sistema para análise de variância de dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4. Lavras: UFLA, 2003.
- FREITAS, R. B. et al. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.4, p.804-810, 2003.
- GOMES, I.A.C.; CASTRO, E. de; SOARES, A.M.; ALVES, J.D.; ALVARENGA, M.I.N.; ALVES, E.; BARBOSA, J.P.R.A.; FRIES, D.D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L.cv. 'Oeiras' sob influência do sombreamento por *Acaia mangium* Willd. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.109-115, 2008.
- HERNÁNDEZ, O.; BEER, J.; PLATEN, H. von. Rendimiento de café (*Coffea arabica*) cv. Caturra, producción de madera (*Cordia alliodora*) y análisis financiero de plantaciones con diferentes densidades de sombra en Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, v.4, n.1, p.8-13, 1997.
- KANTEN, R. V.; VAAST, P. Transpiration of Arabica coffee and associated shade tree species in sub-optimal, low-altitude conditions of Costa Rica. **Agroforestry Systems**, v.67, n.2, p.187-202, 2006.
- KUMAR, D.; TIESZEN, L. L. Photosynthesis in *Coffea arabica*: effects of light and temperature. **Experimental Agriculture**, v.16, n.1, p.13-19, 1980.
- LEMOS, C. L. **Características morfo-fisiológicas e assimilação de nitrogênio em cafeeiros em sistema a pleno sol e associados com abacateiro (*Persea americana*) e ingazeiro (*Inga edulis*) em Barra do Choça, Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 94p. 2008.
- LUNZ, A. M. P. **Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol**. 94 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 2006.
- MATIELLO, J. B. et al. Níveis de sombreamento em cafezal na região serrana de Pernambuco – Parte III. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS. **Anais...** Maringá, p. 182, 1989.
- MORAIS, H.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.10, p.1131-1137, 2003.
- MORAIS, H.; MEDRI, M.E.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M. de A.; GOMES, J.C. Modification on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.6, p. 863- 871, 2004.
- NUNES, M. A.; RAMALHO, J. D. C.; DIAS, M. A. Effects of light and photosynthetic performance of leaves from coffee plants exposed to bright light. **Journal of Experimental Botany**, v.44, n.262, p.893-899, 1993.
- SILVA, C. A.; SILVA, A.M. da; COELHO, G.; REZENDE, F.C.; SATO, F.A.. Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro 'Catuai' em função da época de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.21-25, 2008.
- VOLTAN, R. B. Q.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Variações na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia**, v.4, n.2, p.99-105, 1992.