

MODIFICAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS DO CAFEIEIRO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR

Aureny Maria Pereira LUNZ¹; Marcos Silveira BERNARDES²; Ciro Abbud RIGHI³; José Dias COSTA²

¹ Pesquisadora da Embrapa Acre, Rio Branco/AC, E-mail: aureny@cpafac.embrapa.br; ² Prof. Dr. Dept. Produção Vegetal da ESALQ-USP, Piracicaba/SP; ³ Eng. Agrônomo Dr. Fitotecnia, Piracicaba/SP.

Resumo

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de radiação solar em algumas características morfofisiológicas do cafeeiro arábica. A pesquisa foi conduzida ESALQ/USP, em Piracicaba-SP. O experimento foi composto de seringueira adulta (clone PB 235) e cafeeiro (cultivar Obatã IAC 1669-20), plantado em dezembro de 2001 no sub bosque do seringal, interfaceando as árvores e em monocultivo. Os tratamentos foram constituídos por um gradiente de luminosidade de 25, 30, 35, 40, 45, 80, 90, 95, 98, 99 e 100%, formado por linhas de cafeeiros plantados a diferentes distâncias das árvores de seringueira, tanto dentro como interfaceando o seringal e em monocultivo (pleno sol). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 11 tratamentos e 4 repetições. Os cafeeiros foram avaliados aos 38 meses após o plantio. As amostras foram constituídas de uma planta por parcela, com 4 repetições. As variáveis analisadas foram: comprimento dos internódios, área foliar individual, área foliar específica (AFE) e índice de área foliar (IAF). As variáveis morfofisiológicas estudadas foram modificadas pela irradiância disponível. As plantas sob menor disponibilidade de radiação solar apresentaram modificações morfofisiológicas, como aumento do tamanho dos internódios, da folha e da AFE, bem como redução do IAF, capazes de garantir sua sobrevivência em tais condições.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; sombreamento; irradiância; sistemas agroflorestais, fisiologia.

MORPHOPHYSIOLOGICALS ALTERATIONS OF COFFEE PLANTS UNDER DIFFERENT LEVELS OF SOLAR RADIATION

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of different levels of solar radiation in the some morphophysiological characteristics of coffee plants. The research was conducted at ESALQ/USP, in Piracicaba-SP. The experiment was composed of adult rubber trees and coffee plant planted in December of 2001 inside and aside rubber trees plantation. The treatments were constituted by an irradiance gradient (25, 30, 35, 40, 45, 80, 90, 95, 98, 99 and 100%), formed by coffee plants rows planted at different distances of the rubber trees, both within and interfacing the rubber plantation and in monocrop (full sun). The experimental design was random blocks with 11 treatments and 4 replications. The analyzed variables were internodes length, single leaf area, IAF and AFE. The variables morphophysiologicals were modified by irradiance availability. There was observed decrease of internodes length, AFE and single leaf area, such as increase of IAF with the solar radiation increment.

Key words: *Coffea arabica*; shading; irradiance; agroforestry system; physiology.

Introdução

Entre os diversos componentes do ambiente, a radiação solar é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento através de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades e qualidade. Dessa forma, modificações nos níveis de radiação ao qual uma espécie está adaptada podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento. Righi (2005) verificou alta plasticidade em relação ao nível de irradiância disponível, em cafeeiros sombreados com seringueira.

O cafeeiro é uma espécie encontrada naturalmente como vegetação de sub-bosque de florestas tropicais, onde cresce sob constante sombreamento, sendo considerado uma espécie de sombra facultativa. No Brasil é cultivado predominantemente a pleno sol. No entanto, nos países da América Latina é comum seu cultivo em associação com diversas espécies sombreadoras, onde essa prática tem se mostrado promissora. Neste sentido esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de radiação solar em algumas características morfofisiológicas do cafeeiro arábica.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Campo Experimental da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP (22°42'30" S, 47°38'00"W). O clima local é mesotérmico Cwa, com verão chuvoso e inverno seco, e temperatura média anual de 21,4°C. A precipitação média anual é de 1.278mm.

O experimento foi composto de seringueira do clone PB 235, plantada em dezembro de 1991, no espaçamento de 8,0 x 2,5m e cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20, plantado em janeiro de 2002, no espaçamento de 3,4 x 0,9m. Os tratamentos foram compostos pelo gradiente de radiação solar disponível aos cafeeiros localizados dentro do seringal, na interface das seringueiras e em monocultivo (pleno sol). Ressalta-se que o gradiente de radiação foi fornecido em função das distâncias das linhas de cafeeiro em relação às árvores de seringueira (-13,7; -10,3; -5,7; -2,3; 1,5; 4,9; 8,3; 11,7; 15,1; 18,5 m) e a pleno sol, sendo respectivamente de 25; 30; 35; 40; 45; 80; 90; 95; 98; 99 e 100%. As distâncias foram medidas a partir da primeira linha de seringueiras (marco zero), sendo as distâncias negativas referentes às linhas de cafeeiro no interior do seringal e as positivas, as linhas de cafeeiro interfaceando o seringal. O tratamento a pleno sol localizou-se nos cafeeiros, fora da interferência das seringueiras, com disponibilidade de 100% de radiação natural.

O manejo das culturas foi conduzido conforme as recomendações técnicas para cada espécie, sendo que o cafeeiro foi irrigado por gotejamento. A radiação solar disponível para as plantas de cafeeiro foi medida através de tubos solarímetros (TSL da delta-T Device) instalados acima do dossel das plantas e conectados a uma estação automática de coleta de dados.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 11 tratamentos e 4 repetições. As amostras foram constituídas de 6 plantas por parcela, selecionadas aleatoriamente. Os cafeeiros foram avaliados aos 38 meses após o plantio. As amostras foram constituídas de uma planta por parcela, com 4 repetições. As variáveis analisadas foram: comprimento dos internódios, área foliar individual, área foliar específica (AFE) e índice de área foliar (IAF). Efetuou-se a análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico The SAS System, versão 8.0. Posteriormente, efetuou-se a análise de regressão para as variáveis que apresentaram resultado significativo, aplicando-se modelos matemáticos que melhor se ajustavam aos dados, utilizando o programa Curve Expert, versão 1.38.

Resultados e discussão

A área foliar individual, dada pela superfície de uma folha, aos 38 meses após o plantio, foi afetada significativamente ($p < 0,01$) pela disponibilidade de radiação solar. Ela foi inversamente proporcional à irradiância disponível (Figura 1). Tais resultados estão de acordo com os reportados por Voltan et al. (1992); Fahl et al. (1994); Carelli et al. (2002) e Morais et al. (2003), que também observaram aumento da área foliar individual com a redução da luminosidade. O tamanho médio da folha variou de 42,1 a 80,9cm². O tamanho médio da folha variou de 42,1 a 80,9cm² (Figura 1).

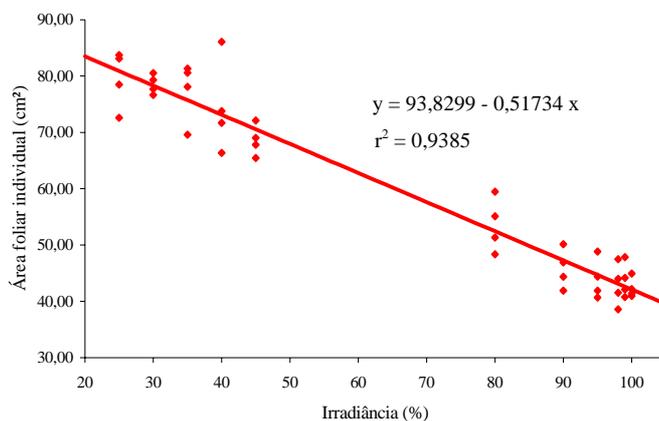


Figura 1 - Área foliar individual do cafeeiro, aos 38 meses após o plantio, em função da irradiância disponível, em Piracicaba-SP

Houve uma redução significativa ($p < 0,01$) da área foliar específica do cafeeiro, com o aumento da disponibilidade de radiação solar, que variou de 0,0124 a 0,0198 m².g⁻¹, representando um decréscimo de 37%. A redução nos valores de AFE é mais pronunciada nos tratamentos sob sombreamento mais intenso, sendo, a partir de aproximadamente 80% de irradiância, a diminuição da AFE é mínima (Figura 2).

Os resultados observados para a AFE demonstram a ampla plasticidade fenotípica do cafeeiro para se adaptar a uma amplitude de regimes luminosos, conforme já demonstrado por alguns autores: Voltan et al. (1992); Fahl et al. (1994); Carelli et al. (1999); Righi et al. (2002) e Morais et al. (2003), que observaram menor área foliar específica ou maior massa foliar específica, em vários cultivares de cafeeiro, com o aumento da irradiância disponível.

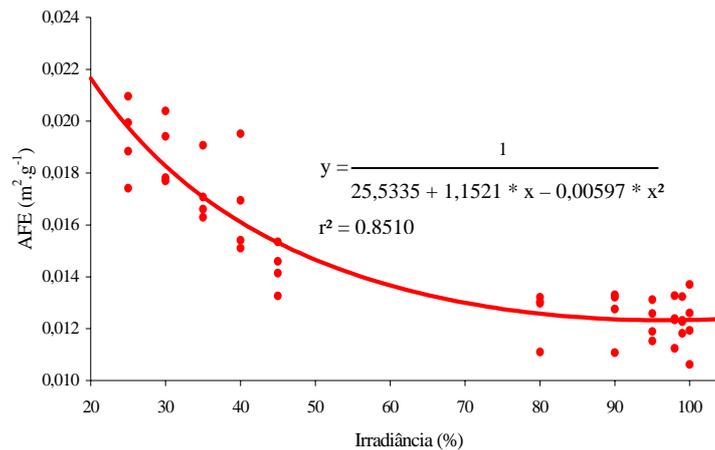


Figura 2 - Área foliar específica do cafeeiro, aos 38 meses após o plantio, em função da irradiância disponível, em Piracicaba-SP

O aumento do AFE nas plantas, à medida que se reduz a radiação solar disponível, proporciona maior interceptação de radiação, visto que as folhas são mais finas e maiores. De modo oposto, sua redução nas plantas sob maior irradiância, promove uma maior proteção das plantas do excesso de radiação, devido à maior espessura das folhas. Isso denota o auto-ajustamento das plantas em função da irradiância disponível.

As plantas, em geral, apresentam capacidade de adaptações durante seu desenvolvimento, em função da quantidade e da qualidade de radiação local dominante e, entre essas alterações, estão mudanças na anatomia foliar. A adaptação da planta conduz a uma otimização do trabalho, sob ajustes que não buscam a mais alta capacidade, mas, sim, a melhor relação entre ganhos e riscos (Larcher, 2000 e Taiz & Zeiger, 2004).

Houve efeito significativo ($p < 0,01$) da disponibilidade radiação solar no índice de área foliar dos cafeeiros, aos 38 meses após o plantio, que cresceu com o aumento da irradiância (Figura 3). Este variou, respectivamente, de 2,17 a 5,26, entre o tratamento sob menor irradiância disponível e a pleno sol, representando um aumento de 142%. Os valores de IAF cresceram acentuadamente até aproximadamente 45% de irradiância; a partir desse ponto, seu aumento tornou-se menor. Em torno de 72% de radiação, o IAF correspondeu a 95% do valor obtido no tratamento a pleno sol.

Como o IAF foi calculado com base na área de projeção da copa dos cafeeiros, seu acréscimo, nos tratamentos com maior disponibilidade de radiação, ocorreu em função do aumento de área foliar nesses tratamentos, já que o diâmetro da copa foi similar em todos os tratamentos.

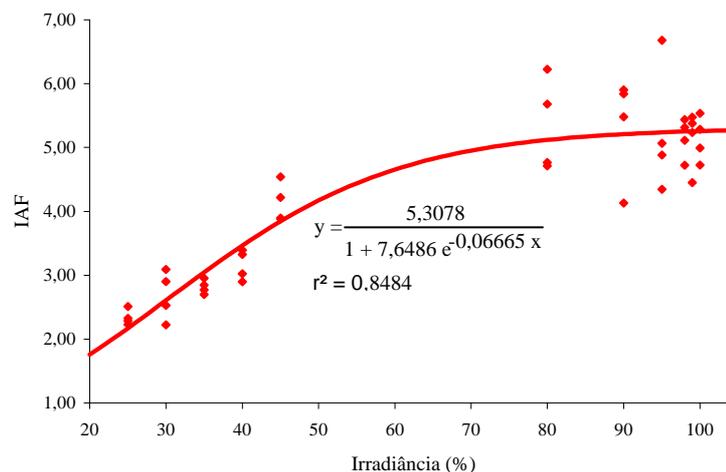


Figura 3 - Índice de área foliar do cafeeiro, aos 38 meses após o plantio, em função da irradiância disponível, em Piracicaba-SP

O comprimento dos internódios dos ramos ortotrópico e plagiotrópicos primários, aos 38 meses após o plantio, foram afetados significativamente ($p < 0,01$) pela disponibilidade de radiação aos cafeeiros (Figura 4). Os tamanhos médios dos internódios de ambos os ramos tiveram comportamento oposto, reduzindo com o aumento da irradiância disponível aos cafeeiros. Estes variaram de 3,12 a 4,11cm e 2,88 a 4,33cm, para os ramos ortotrópico e plagiotrópicos, respectivamente. Verifica-se que o decréscimo no comprimento do ramo ortotrópico foi menor que o dos ramos plagiotrópicos, sendo de 24% no primeiro e 34% neste último.

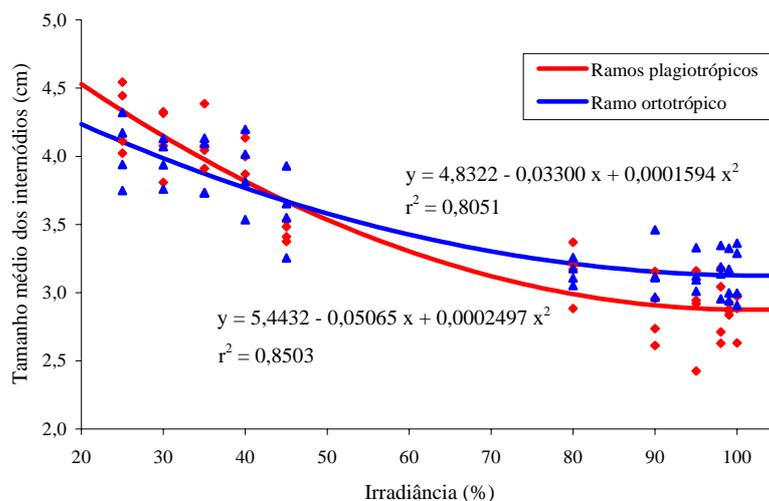


Figura 4 - Tamanho médio dos internódios dos ramos ortotrópico e plagiotrópicos do cafeeiro, aos 38 meses após o plantio, em função da irradiância disponível, em Piracicaba-SP

Campanha et al. (2004) também observaram aumento no número de nós e redução no comprimento dos internódios dos ramos plagiotrópicos, nos cafeeiros em monocultivo, em relação às plantas do SAF. Moraes et al. (2003) do mesmo modo, constataram que o número de nós por ramo, além do número de nós produtivos, aumentaram significativamente nos cafeeiros com maior disponibilidade de irradiância.

Segundo Castro et al. (2005), em plantas jovens sombreadas, a fotomorfogênese também altera o crescimento de maneira bastante visível, em função da modificação da qualidade da luz. A radiação após passar pela copa, sendo relativamente mais rica em vermelho extremo do que em vermelho, promove uma grande queda no teor de Fve. Dessa forma, as plantas têm seus caules alongados e se ramificam menos, utilizando prioritariamente sua energia para elevar o caule do que para crescer horizontalmente. O preço pago pela planta por favorecer o alongamento dos entrenós, através de um gasto extra de reservas, costuma ser redução da área foliar, do sistema radicular e das ramificações laterais, devido a uma inibição do desenvolvimento das gemas laterais (Taiz & Zeiger, 2004; Majerowicz & Peres, 2004).

Conclusões

As plantas sob menor disponibilidade de radiação solar apresentaram modificações morfofisiológicas, como aumento do tamanho dos internódios, da folha e da AFE, bem como redução do IAF, capazes de garantir sua sobrevivência em tais condições.

Referências bibliográficas

CAMPANHA, M.M.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B. de; MARTINEZ, H.E.P.; GARCIA, S.L.R.; FINGER, F.L. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brasil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 63, p. 75-82, 2004.

CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I.; ALFONSI, E.L. Efeitos de níveis de sombreamento no crescimento e produtividade do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2002. v. 2, p. 16.

CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.I.; TRIVELIN, P.C.O.; VOLTAN, R.B.Q. Carbon isotope discrimination and gas exchange in coffee species grown under different irradiance regimes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 63-68, 1999.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 650 p.

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.). **The Journal of Horticultural Science**, London, v. 69, n. 1, p. 161-169, 1994.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução de C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 532 p.

MAJEROWICKS, N.; PERES, L.E.P. Fotomorfogênese em plantas. In: KERBAUY, G.B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. cap. 19, p. 421-438.

MORAIS, H.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; GOMES, J.C. Caracterização microclimática de *Coffea arabica* sombreado com guandu (*Cajanus cajan*) e cultivado a pleno sol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2003. p. 91-92.

RIGHI, C.A. **Avaliação ecofisiológica do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sistema agroflorestal e em monocultivo**. 2005. 101 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

RIGHI, C.A.; BERNARDES, M.S.; TERAMOTO, E.R.; FAVARIN, J.L. Adaptação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) ao sombreamento em sistema agroflorestal com seringueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais eletrônicos...** Ilhéus: CEPLAC; UESC, 2002. 1 CD-ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E.R. Santarém et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

VOLTAN, R.B.Q.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidade luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 99-105, 1992.