

TEOR DE CLOROFILA NAS FOLHAS DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L. EM MONOCULTIVO E DOIS SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM BARRA DO CHOÇA, BA

Renato A. COELHO¹, E-mail: renatoacoelho@yahoo.com.br; Sylvana N. MATSUMOTO²; Joice A. BONFIM⁴; Carmem L. LEMOS³; Fábio R.C.F. CÉSAR⁶; Marcos A. F. SANTOS⁷; Jessé M. LIMA⁵; Germano. S. ARAUJO⁴; Maycon. M. C. GUIMARÃES⁷; Daniela. H. FARIAS⁴

¹Bolsista FAPESB - Discente do curso de Mestrado em Agronomia da UESB; ²Professora, DFZ – UESB; ³Bolsista do PNP&D/Café - Discente do curso de Mestrado em Agronomia da UESB. ⁴Bolsista Pibic/CNPq – Discente do curso de Agronomia da UESB; ⁵Bolsista do PNP&D/Café – Discente do curso de Agronomia da UESB; ⁶Estagiário voluntário do Laboratório de Fisiologia Vegetal – Discente do curso de Agronomia da UESB. ⁷Bolsista UESB - Discente de graduação em Agronomia da UESB

Resumo:

Este estudo foi realizado no município de Barra do Choça, BA, em um sistema de cultivo de café a pleno sol (MON) e dois sistemas agroflorestais: um formado por café associado ao vinhático (SAF1) e outro por café associado ao abacateiro, ingazeiro e vinhático (SAF2). Teve por objetivo avaliar o teor de clorofila nas folhas dos cafeeiros e determinar a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) nos sistemas. A PAR no sistema foi maior em MON (1787 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), seguido de SAF1 (116 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e SAF2 (69 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). O índice de sombreamento foi de 3% em MON, 93,3% em SAF1 e 96,2 % em SAF2. O teor de clorofila nas folhas não apresentou diferença entre os sistemas, porém, houve correlação positiva entre o aumento do sombreamento e a área foliar.

Palavras-chave: café, SAF, sombreamento, arborização, área foliar, PAR, SPAD.

CHLOROPHYLL CONTENT OF COFFEE PLANT LEAVES (*Coffea arabica* L.) IN MONOCULTURE AND IN TWO AGROFORESTRY SYSTEMS IN BARRA DO CHOÇA, BA.

Abstract:

This study was accomplished in the municipal district of Barra do Choça, BA, in a coffee field system submitted to a full sun (MON) and in two agroforestry systems: one constituted by coffee associated to *Plathymenia* spp (SAF1) and other associated to the *Persea americana*, *Inga edulis* and *Plathymenia* spp (SAF2). The aim of this work was to evaluate the chlorophyll content in the leaves of the coffee plants and to determine the photosynthetic active radiation (PAR) in the systems. It was observed that the major values of PAR were observed in MON (1787 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) followed by SAF1 (116 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) and SAF2 (69 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). The shading index was of 3% in MON, 93,3% in SAF1 and 96,2% in SAF2. There were no differences among chlorophyll content of leaves. However, a positive correlation between shading increase and leaf area was observed.

Key words: AFS, shading, leaf area, photosynthetic active radiation, SPAD

Introdução

O café é originário de florestas caducifólias da Etiópia e Sudão (Boulay *et al.*, 2000); é, portanto, uma espécie adaptada à sombra. As formas de produção de café no continente americano são muito variadas, apresentando, muitas vezes, adaptações às condições climáticas, edáficas e socioculturais. As distintas formas de produção e colheita provocam diferentes impactos sobre os recursos naturais envolvidos na produção e, junto com as variedades de café utilizadas, dão origem às diferentes qualidades do café comercializadas no mundo (Alfaro Villatoro, 2004).

No Brasil as cultivares de café foram selecionadas a pleno sol, por isso as mesmas apresentam, potencialmente, adaptações à elevada irradiância (Da Matta & Rena, 2002). O cafeeiro pode ser considerado como uma planta facultativa de sombra, com alta plasticidade às variações de irradiância (Damatta & Rena, 2002).

A inclusão de árvores para sombreamento em culturas cafeeiras promove alterações na distribuição da energia radiante, nas condições térmicas do ar, do solo e da planta, no regime de umidade do ar e vento no ambiente, e na umidade do solo (Sá, 1994), que culminam por modificar o microclima da lavoura sob o dossel arbóreo. Entretanto, o cafeeiro possui a capacidade de se adaptar à variações do ambiente, mediante alterações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas (Fournier, 1987).

Em geral, a redução da luminosidade causa aumento da área foliar (Larramendi e Aballes, 1995). Machado (1946) citado por Wellman (1961), encontrou as menores folhas em cafeeiros crescendo a pleno sol, as maiores crescendo sob 40% de sombra e folhas de tamanho intermediário, sob 75% de sombra.

A análise da intensidade do verde das folhas é uma técnica com potencial para avaliar o estado de nitrogênio da planta em tempo real, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N na folha. A avaliação do verde da folha de forma rápida e com baixo custo tornou-se mais fácil com os recentes avanços e aperfeiçoamento dos medidores portáteis (Blackmer & Schepers, 1995; Guimarães *et al.*, 1999) possibilitando a sua utilização como critério de avaliação do estado de nitrogênio das plantas. Um destes medidores portáteis é o SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), que apresenta facilidade de operação e permite avaliações *in situ*. O instrumento SPAD-502 avalia, quantitativamente, a intensidade do verde da folha, medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila e a 940 nm, onde não ocorre absorção. Com estes dois valores, o equipamento calcula um número ou índice SPAD que, normalmente, é altamente correlacionado com o teor de clorofila da folha (Markwell *et al.*, 1995; Guimarães *et al.*, 1999) e pode identificar deficiência de N além de ter potencial de identificar situações onde a aplicação adicional de N não seja necessária.

Em doze espécies de plantas, Marquard & Tipton (1987) observaram correlação positiva entre a intensidade do verde e o teor de clorofila das folhas e Guimarães *et al.* (1999) encontraram correlação positiva entre o teor de clorofila e a concentração de nitrogênio nas folhas do tomateiro. Em estudo desenvolvido por Reis *et al.* (2006) com café, a leitura SPAD de clorofila correlacionou-se positivamente com o teor de N nas folhas e com a produtividade.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o teor de clorofila em cafeeiros cultivados em dois sistemas agroflorestais e monocultivo, bem como determinar a radiação fotossinteticamente ativa nesses sistemas.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em uma propriedade no município de Barra do Choça – BA, situado a latitude 14°51' Sul e longitude 41°08' Oeste com altitude média de 860m.

Os tratamentos foram constituídos por três sistemas de cultivo de café (*Coffea arabica* L) conduzidos no manejo orgânico: 1) Monocultura (**MON**) – sistema constituído somente pelo café, tem 7 anos de implantação e foi plantado no espaçamento de 3 m x 1 m. 2) Sistema Agroflorestal 1 (SAF1) – constituído pelo vinhático (*Plathymenia* spp), uma espécie arbórea, e o cafeeiro. O café foi plantado no espaçamento de 3 m x 1,5 m há 23 anos, mas sofreu uma poda rasa (recepa) há 2 anos. A população de vinhático foi formada por meio de dispersão natural de uma árvore matriz que se localiza no interior da lavoura. 3) Sistema Agroflorestal 2 (**SAF2**) – neste sistema o cafeeiro está associado ao ingazeiro (*Inga edulis*), abacateiro (*Persea americana*) e vinhático. Este sistema foi implantado há sete anos e o cafeeiro está plantado no espaçamento de 3 m x 1 m. Em ambos SAFs não foram realizadas podas de manejo da sombra nas espécies arbóreas.

As avaliações foram realizadas na estação chuvosa (março de 2007). A área foliar foi avaliada a partir da média de dezesseis folhas, constituídas pelo terceiro par de folhas totalmente expandidas a partir do ápice, retiradas do terço médio de seis plantas de café em cada sistema, utilizando-se um integralizador de área foliar (LI-3100, LI-COR, USA). Nessas mesmas folhas foram feitas as leituras com o SPAD (SPAD-502, MINOLTA, JAPAN). A Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) foi determinada ao meio dia com a utilização do ceptômetro de barra (EMS – 1, PPSsystems). A PAR Global foi determinada a pleno sol a 1,5 m do solo; a PAR na rua, também a 1,5 m do solo entre duas linhas de café; e a PAR na copa, foi avaliada no interior da copa do cafeeiro na altura do terço médio. Os valores das radiações determinadas na rua e na copa do cafeeiro foram transformadas em valores percentuais em relação à radiação global. O nível de sombreamento do sistema foi obtido subtraindo de 100 a porcentagem da radiação global que chega na rua do cafeeiro ($100 - ((PAR \text{ da rua} / PAR \text{ global}) \times 100)$). A porcentagem de auto-sombreamento do cafeeiro foi calculada subtraindo de 100 a relação percentual da PAR que chega na copa do cafeeiro em relação a PAR da rua ($\% \text{ de auto-sombreamento} = 100 - ((PAR \text{ na copa} / PAR \text{ na rua}) \times 100)$).

Resultados e Discussão

A PAR global em MON foi de $1842 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e a porcentagem dessa radiação que incidiu na rua e na copa do cafeeiro foi, respectivamente, 97% ($1722 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e 4,12% ($76 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Em SAF1, a PAR global foi de $1722 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e apenas 6,7% ($116 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e 0,81 % ($14 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) ocorreu, respectivamente, na rua e na copa do cafeeiro. Já em SAF2, a PAR global foi de $1782 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, desse total, somente 3,8% ($69 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) chegou na rua e 0,95% ($17 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) na copa do cafeeiro (Tabela 1).

Em relação ao sombreamento dos sistemas, o nível maior foi em SAF2 (96,2%), seguido por SAF1 (93,3%) e MON (3,0%). Analisando a intensidade do auto-sombreamento do cafeeiro, os valores tiveram um comportamento contrário, em SAF2, o cafeeiro apresentou o menor auto-sombreamento (75,37%), seguido de SAF1 (87,94%) e o maior em MON (95,76%). O fato dos valores do auto-sombreamento terem sido inversamente proporcionais aos do sombreamento do sistema é explicado pela adaptação da arquitetura da planta para tornar mais eficiente à captação de luz do sistema, conforme Fournier (1987). Embora não tenha sido feita uma avaliação do número de folhas, ramos e a distância entre eles, observou-se a campo que os cafeeiros nos sistemas mais sombreados apresentavam uma menor densidade da copa, decorrente de um menor número de folhas, menor número de ramos e maior distância entre esses, quando comparado ao cafeeiro do sistema a pleno sol.

Na Tabela 2, observa-se que não houve diferença no teor de clorofila na folha do cafeeiro nos SAFs e a pleno sol, confirmando a plasticidade às variações de irradiância sugerida por Da Matta & Rena (2002). Pode-se dizer também que o teor de N nas folhas não tenha diferença, pois Reis *et al* (2006) encontraram correlação positiva entre o teor de clorofila nas folhas e o teor de N em cafeeiros. Já a área foliar apresentou valores maiores nos SAFs e menor em MON, corroborando

com Larramendi e Aballes (1995). Portanto, mesmo não havendo diferença no teor de clorofila, a principal adaptação da folha foi aumentar a superfície de captação de luz nos sistemas sombreados aumentando sua área foliar.

Tabela 1 – Valores de PAR global, na rua e na copa do cafeeiro. Porcentagem de PAR global na rua e no interior da copa do cafeeiro. Porcentagem de PAR da rua que incidiu na copa do cafeeiro. Porcentagem de sombra no sistema e porcentagem de auto-sombreamento do cafeeiro, em três sistemas de cultivo de café em Barra do Choça, BA. Março de 2007.

Sistema de cultivo	PAR ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)			% de PAR global		% de PAR copa do cafeeiro	% de restrição de luz	% de Auto-sombreamento do cafeeiro
	Global	Rua	Copa do cafeeiro	Rua	Copa do cafeeiro			
Café solteiro – MON	1842	1787	76	97,0	4,12	4,24	3,0	95,76
Café + vinhático – SAF1	1722	116	14	6,7	0,81	12,06	93,3	87,94
Café + abacate + ingá + vinhático – SAF2	1782	69	17	3,8	0,95	24,63	96,2	75,37

Tabela 2 – Valores da leitura de SPAD, área foliar e área foliar específica de cafeeiros em três sistemas de cultivo em Barra do Choça, BA. Março de 2007.

Sistema de cultivo	SPAD	Área foliar (cm^2)	Área foliar específica (cm^2/g)
Café solteiro – MON	55,63 a	38,65 b	126,76 a
Café + vinhático – SAF1	66,88 a	75,63 a	117,28 a
Café + abacate + ingá + vinhático – SAF2	60,83 a	69,81 ab	131,64 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna (tratamentos), não diferem entre si pelo teste t de Student a 10% de probabilidade.

Conclusões

Não houve diferença no teor de clorofila e área foliar específica entre os sistemas de cultivo. A área foliar foi maior nos SAF's, sendo esta a principal adaptação do cafeeiro nos sistemas sombreados.

A restrição da radiação fotossinteticamente ativa foi significativa nos sistemas agroflorestais.

Referências Bibliográficas

Alfaro Villatoro, M. A A (2004). *Matéria orgânica e indicadores biológicos da qualidade do solo na cultura de café sob manejo agroflorestal e orgânico*. UFRRJ, 186 p. (Tese, Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo).

Blackmer, T.M.; Schepers, J.S (1995). Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. *Journal Production Agriculture*, v. 8, p. 56-60.

Boulay, M.; Somarriba, E.; Olivier, A (2000). Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, v.7, p.40-42.

Damatta, F.M.; Rena, A.B (2002). Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L. *O estado da arte de tecnologias na produção do café*. UFV, p. 93-135.

Fournier, L. A (1987). El cultivo del cafeto (*Coffea arábica* L.) al sol o a la sombra: um enfoque agrônomico y ecofisiológico. *Agronomia Costarricense*, v.12, n.1, p. 131-146.

Guimarães. T.G.; Fontes, P.C.R.; Pereira, P.R.G.; Alvarez V., V.H.; Monnerat, P.H (1999). Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. *Bragantia*, v. 58, n. 1, p. 209-216.

- Larramendi, L.R., Aballes, O.P (1995). Estimacion del área y la massa seca de hojas de cafetos cultivados al sol y bajo sombra. *Centro Agrícola*, n.2, p.15-20.
- Markwell, J.; Osterman, J.C.; Mitchell, J.L (1995). Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*, v. 46, p. 467-472.
- Marquard, R.D.; Tipton, J.L (1987). Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. *HortScience*, v. 22, n. 6, p. 1327.
- Reis, A.R. dos; Furlani Junior, E.; Buzetti, S (2006). Diagnosis of N requirements for coffee plant using a portable chlorophyllmeter. *Bragantia*, vol.65, no.1, p.163-171.
- Rena, A.B.; Nacif, A.P. & Pereira, A.A (1994). *Fisiologia de cafeeiro em plantios adensados*. In: Simpósio Internacional Sobre Café Adensado. Anais...: IAPAR, p.320.
- Ricci, M. dos S.F.; Araújo, M. do C.F.; Franch, C.M. de C (2002). *Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 101p.
- Wellman, F.L (1961). *Coffee: botany, cultivation and utilization*. London: Leonard Hill [Books] Limited. 488p.