

## ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE CAFÉ CONILON E ARABICA CULTIVADOS EM REGIÃO SEMIÁRIDA<sup>1</sup>

Evandro Andrade de Souza Júnior<sup>(2)</sup>, Helbert Rezende de Oliveira Silveira<sup>(3)</sup>, Vânia Aparecida Silva<sup>(4)</sup>, Evaristo Mauro de Castro<sup>(5)</sup>, Matheus Figueiredo Braga Colares<sup>(6)</sup>, Luiz Antonio Lima<sup>(7)</sup>, Polyanna Mara de Oliveira<sup>(8)</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, UFLA, Lavras-MG, evandro\_asj@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutorando em Fisiologia Vegetal, UFLA, Lavras-MG, helbert\_rezende@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Pesquisadora, D.Sc., EPAMIG/URESM, Lavras-MG, vania.silva@epamig.br

<sup>5</sup> Professor, UFLA, Lavras-MG, emcastro@ufla.br

<sup>6</sup> Mestrando em Irrigação, UFLA, Lavras-MG, matheus-colares@hotmail.com

<sup>7</sup> Professor, UFLA, Lavras-MG, lalima@ufla.br

<sup>8</sup> Pesquisadora, D.Sc., EPAMIG/URENM, Nova Porteirinha-MG, polyanna.mara@epamig.br

**RESUMO:** O Brasil é o principal produtor e exportador mundial de café, produzindo 48 milhões de sacas de 60 Kg beneficiadas e o Estado de Minas Gerais contribui com cerca de 52% dessa produção. Além das regiões tradicionais de produção de café em Minas Gerais, o norte do Estado está adotando a cafeicultura como uma nova atividade agrícola. O objetivo desta pesquisa foi estabelecer relações entre a anatomia foliar e aspectos fisiológicos das espécies *Coffea arabica* e *C. canephora* e sua adaptação à região semiárida. Os resultados observados mostram que a *Coffea arabica* apresentou maior espessura de tecidos fotossintetizantes, e as plantas de *C. canephora* apresentaram maior número de células estomáticas, maior número de estômatos e, conseqüentemente, maior índice estomático. As variações anatômicas nas folhas de *Coffea arabica* e *C. canephora* proporcionam às espécies a capacidade para superar as altas temperaturas e excesso de irradiância do semiárido de Minas Gerais.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, adaptação.

## MORPHOFISIOLOGICAL ASPECTS OF COFFEE CONILON AND ARABICA CULTIVATED IN THE SEMI ARID REGION

**ABSTRACT:** Brazil is the leading producer and exporter of coffee, producing 48 million bags of 60 kg and benefit from Minas Gerais state contributes about 52% of this production. Besides the traditional areas of coffee production in Minas Gerais, north of the state is adopting the coffee as a new agricultural activity. The objective of this research was to establish relationships between leaf anatomy and physiological aspects of the *Coffea arabica* and *C. canephora* and their adaptation to the semiarid region. Our results show that the *Coffea arabica* the thickest photosynthetic tissues, and plants *C. canephora* had a larger number of stomatal cells, increased number of stomata and therefore higher stomatal index. Anatomical variations in the leaves of *Coffea arabica* and *C. canephora* species provide the ability to overcome the high temperatures and excess irradiance of the semiarid region of Minas Gerais.

**Key words:** *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, leaf anatomy.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor e exportador mundial de café, fornecendo cerca de 30% da produção mundial, sendo que em 2010 produziu 48,09 milhões de sacas de 60 Kg beneficiadas (CONAB, 2011). Minas Gerais é o estado que se destaca nesse cenário como o maior produtor, com produção total de 25,15 milhões de sacas de 60 Kg beneficiadas, representando cerca de 52,29% do café produzido no país (CONAB, 2011).

Por sua extensão territorial e grande variação ambiental, a cafeicultura mineira tem sua produção distribuída em quatro ambientes principais, constituídos pelas regiões Sul de Minas (Sul/Sudoeste), Matas de Minas (Zona da Mata/Rio Doce), Cerrados de Minas (Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba) e Chapadas de Minas (Vale do Jequitinhonha/Mucuri). Os cafês de Minas Gerais se distinguem pela diversidade de sabor e aroma, devido principalmente às variações de clima, altitude, sistemas de produção entre outras, permitindo conquistar os mercados nacionais e internacionais (BARBOSA et al., 2009).

A cafeicultura desenvolveu-se, inicialmente, nas regiões aptas ao cultivo, como o Sul de Minas Gerais. Devido à expansão da cafeicultura, hoje se produz café de qualidade, utilizando a irrigação em regiões anteriormente consideradas marginais, com períodos extensos de deficiência hídrica. Assim, a cafeicultura está se expandindo e sendo adotada como uma nova atividade agrícola no semiárido de Minas Gerais. Essa região possui condições climáticas bem distintas das regiões tradicionais de cultivo do café arábica. O clima é caracterizado principalmente por temperaturas e irradiâncias que excedem as necessidades do cafeeiro e por baixo índice pluviométrico e baixa umidade relativa. Embora o Norte de Minas não apresente teoricamente condições climáticas consideradas aptas para cultivo de arábica,

já se verifica grandes áreas de plantio do mesmo e com boas produtividades, o que demonstra que a espécie é capaz de adaptar-se e produzir bem em condições de temperaturas elevadas e de altas irradiâncias. Considerando a espécie *Coffea canephora*, a região Norte de Minas Gerais já apresenta condições que se aproximam mais das suas exigências climáticas, pois a espécie é mais adaptada a temperaturas médias anuais mais elevadas e baixas altitudes.

De maneira geral, as espécies de café caracterizam-se por apresentar grande amplitude de adaptação fenotípica à diferentes ambientes e as alterações anatômicas foliares podem representar uma importante resposta plástica das plantas às condições ambientais (DIAS et al., 2005). A lâmina foliar é a estrutura que mais se modifica em resposta às alterações ambientais e constitui o principal sítio na produção de fotoassimilados (SILVA et al., 2005), podendo ser um fator que contribui para um aumento na produtividade de café. De maneira a obter informações sobre a capacidade de adaptação do cafeeiro em região marginal para a produção de café, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização anatômica e fisiológica das espécies *C. arábica* e *C. canephora* nas condições do semiárido de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) no município de Mociminho-MG (FEMO), localizada em região semiárida no Norte do Estado de Minas Gerais, a 44° 00' de longitude Oeste e 15° 05' de latitude Sul, com altitude de 452m. O clima é caracterizado como semiárido, o relevo é plano e o solo aluvial siltoso. A precipitação média anual é de 750 mm, concentrada de novembro a março. Apresenta médias anuais de temperatura de 28 °C, insolação de 9,5h/dia e umidade relativa de 48%.

Para o estudo anatômico, foram coletadas folhas do terço médio das plantas de *Coffea arabica* L. da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 e também de *Coffea canephora* Pierre cv. Conilon da variedade Vitória, ambos a pleno sol e irrigados por aspersão. As plantas estavam com um ano e meio de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com duas espécies e dez repetições. Foi feita análise de variância utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1999). As médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Após a coleta, as folhas foram previamente fixadas em FAA 70% (formaldeído, ácido acético e álcool etílico), proposto por Johansen, 1940, por 72 horas e conservadas em álcool etílico 70% (v/v) em vidros para posteriores análises. As avaliações anatômicas foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal, no Departamento de Biologia da UFLA.

Foram realizadas secções transversais na região mediana das folhas, com auxílio do micrótomo de mesa. Em seguida, as secções foram clarificadas em solução a 50% de hipoclorito de sódio, lavadas em água destilada e submetidas ao processo de coloração com solução de safrablau (safranina 1% e azul de astra 0,1% na proporção de 7:3) tendo as lâminas sido montadas em glicerina a 50% (MELO et al., 2007).

As secções paradermicas foram obtidas na epiderme da face abaxial, na região mediana foliar, utilizando-se lâmina de aço. Posteriormente, as secções foram clarificadas em solução a 50% de hipoclorito de sódio, lavadas em água destilada e coradas com safranina 1% (MELO et al., 2007), tendo as lâminas sido montadas em glicerina a 50%. A partir dessas secções, foram tiradas fotomicrografias obtidas em microscópio óptico Olympus BX-60 acoplado a uma câmara digital Cânon Poxer Shot A620, segundo técnica de Labouriau et al. (1961).

Utilizou-se 20 fotomicrografias de cada secção em cada espécie para realizar as medições dos padrões anatômicos. A análise dos padrões anatômicos foram realizados com auxílio do programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool. As fotomicrografias das secções transversais foram usadas para determinar os seguintes parâmetros: espessura da epiderme adaxial (EAD), espessura da epiderme abaxial (EAB) e espessura dos parênquimas paliádicos (EPP) e lacunosos (EPL), ambos medidos em micrômetros, resultantes da média dos valores de três medições de cada parâmetro.

Nas secções paradermicas foram avaliados: número de células epidérmicas (NCE), número de estômatos (NE), diâmetro polar (DP) e equatorial (DE) dos estômatos medidos em micrômetros. O índice estomático (I.E.) foi calculado com a utilização da seguinte fórmula:  $I.E. (\%) = [NE / (NE + NCE)] \times 100$  (CUTTER, 1986).

As trocas gasosas foram medidas em folhas completamente expandidas do terço médio das plantas, utilizando-se um analisador portátil de gás por infravermelho (IRGA – ADC-LCA4). Foram avaliados os parâmetros: taxa fotossintética líquida (*A*), transpiração (*E*) e condutância estomática (*g<sub>s</sub>*).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas secções transversais observou-se que as espessuras da epiderme abaxial, do parênquima paliádico e do parênquima lacunoso são maiores na espécie *C. arábica* do que na espécie *C. canephora*. Com exceção da espessura da epiderme adaxial, os demais parâmetros contribuíram para maior espessura total da folha de *C. arábica* (Tab.1). Carvalho et al. (2001), analisando o corte transversal de ambas as espécies, cultivadas em regiões de clima mais ameno, verificaram também que a espécie de *C. arábica* possui maiores espessuras do limbo foliar do que o *C. canephora*. Essa pode ser uma característica adaptativa da espécie de arábica, pois quando essa espécie é submetida a condições de maior intensidade de radiação, sem sombreamento, apresentaram maiores médias da espessura do limbo foliar, típicas de folhas de sol (NASCIMENTO et al., 2006). A maior espessura do limbo foliar aumenta a capacidade de absorção, canalização e dispersão da luz, o que pode minimizar o aquecimento e evitar danos fotooxidativos causados pelas altas

temperaturas e luminosidade, características da região semiárida. Segundo o mesmo autor, células alongadas no parênquima estão relacionadas à redução na resistência do mesofilo ao dióxido de carbono e correlacionadas com aumento de fatores que são potencialmente limitantes do processo fotossintético, como a atividade enzimática, transporte de elétrons e condutância estomática.

A anatomia foliar do cafeeiro pode demonstrar plasticidade às condições de alta irradiação, alterando também características dos estômatos (NASCIMENTO et al., 2006; PINHEIRO et al., 2005). Nesse sentido, nos cortes paradermicos às lâminas foliares, observou-se que as folhas de *C. canephora* apresentaram maior número de estômatos, maior número de células epidérmicas e, conseqüentemente, maior IE do que as folhas de *C. arábica* (Tab.2). O aumento no índice estomático observado na espécie *C. canephora* pode permitir maior capacidade das plantas em captar o CO<sub>2</sub> da atmosfera e, portanto aumentar a eficiência fotossintética por meio da maior fixação de CO<sub>2</sub> (Carvalho et al., (2001). Isso pode ser uma resposta adaptativa das plantas de conilon que podem resultar evitar danos fotooxidativos causados pelo excesso de irradiação e também no controle mais eficiente da transpiração em condições de alta demanda evaporativa, como no norte de Minas.

Tendo em vista que um maior valor da relação diâmetro polar/equatorial indicaria uma maior funcionalidade do estômato (CASTRO et al., 2009), as dimensões dos estômatos de ambas as espécies foram analisadas. Entretanto, não foram verificadas diferenças quanto aos diâmetros polar e equatorial entre as espécies, o que indica que a funcionalidade dos estômatos de ambas as espécies é semelhante.

Analisando-se as trocas gasosas das folhas das duas espécies, sob temperatura ambiente de 24,3°C, não foram observadas diferenças quanto à fotossíntese, transpiração e condutância estomática (Tab. 3). Segundo Yamashita et al. (2002), pequenas variações na espessura da folha resultam em significativas modificações na fotossíntese em algumas espécies, enquanto outras apresentam grande plasticidade na espessura foliar com pouca variação na capacidade fotossintética. No entanto, considerando que medidas instantâneas de trocas gasosas podem não refletir o desempenho da planta ao longo do tempo, posteriormente, devem ser realizadas quantificações da Composição isotópica do Carbono 13 ( $\delta^{13}C$ ) para indicar a capacidade fotossintética e do comportamento estomático integrados no tempo (DaMatta e Carvalho, 2006).

Em suma, as variações anatômicas nas folhas de *Coffea arábica* e *C. canephora* proporcionam às espécies a capacidade para superar condições desfavoráveis ao crescimento e sobrevivência, como altas temperaturas e irradiação no semiárido de Minas Gerais. O cafeeiro arábica pode minimizar o aquecimento e danos fotooxidativos por meio da maior espessura de tecidos fotossintetizantes. Já as plantas de canephora apresentam maior índice estomático, o que favorece as trocas gasosas com o ambiente, o que pode resultar em um controle mais eficiente da fotossíntese e transpiração nas condições de alta demanda evaporativa do Norte de Minas.

**Tabela 1:** Médias das avaliações anatômicas de folhas; espessura da epiderme adaxial e abaxial e dos parênquimas paliçádicos e lacunoso e espessura total.

Espécie	Espessura da Lâmina foliar ( $\mu\text{m}$ )				Total
	Epidermes		Parênquimas		
	Adaxial	Abaxial	Paliçádico	Lacunoso	
<i>C. arabica</i>	9,40 a	12,70 a	25,70 a	71,00 a	118,8 a
<i>C. canephora</i>	8,80 a	10,40 b	18,30 b	55,50 b	93,00 b
c.v.(%)	24,84	17,13	27,74	12,49	19,8

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade.

**Tabela 2:** Médias das avaliações anatômicas de folhas; número de células estomáticas (NCE), número de estômatos (NE), índice estomático (IE), diâmetro estomático polar (DP) e equatorial (DE).

Tratamento	NCE	NE	IE (%)	DP ( $\mu\text{m}$ )	DE ( $\mu\text{m}$ )
<i>C. canephora</i>	94,40 a	24,35 a	20,50 a	30,90 a	21,60 a
<i>C. arabica</i>	83,10 b	16,80 b	16,75 b	31,70 a	22,55 a
c.v.(%)	13,64	22,16	15,10	9,67	18,44

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade.

**Tabela 3.** Fotossíntese líquida, transpiração e condutância estomática ao vapor d'água de plantas de *Coffea canephora* P. cv. Conilon e *C. arábica* L. cv. Catuaí vermelho 144

Tratamento	Fotossíntese líquida ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
<i>C. canephora</i>	3,75 a	1,00 a	0,014 a
<i>C. arabica</i>	4,00 a	1,25 a	0,015 a
c.v.(%)	18,95	26,65	26,31

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott , a 0,05 de probabilidade.

## CONCLUSÕES

As variações anatômicas nas folhas de *Coffea arabica* e *C. canephora* proporcionam às espécies a capacidade para superar as altas temperaturas e excesso de irradiância do semiárido de Minas Gerais. O cafeeiro arábica pode minimizar o aquecimento e danos fotooxidativos por meio da maior espessura de tecidos fotossintetizantes. Já as plantas de canephora apresentam maior índice estomático, o que favorece as trocas gasosas com o ambiente, o que pode resultar em um controle mais eficiente da fotossíntese e transpiração nas condições de alta demanda evaporativa do Norte de Minas.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação no VII Simpósio de Pesquisa dos Cafês do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, J. N.; BORÉM, F. M.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, V. C. O.; SANTOS, W. J. R.; ANDRADE, L. N. Distribuição espacial de cafês do estado de Minas Gerais e sua relação com a qualidade. In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÊS DO BRASIL, 2009, Vitória, ES. **Resumos expandidos...** 2009.
- CARVALHO, L. M.; DA SILVA, E. A. M.; AZEVEDO, A. A.; MOSQUIM, P. R.; CECON, P. R. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p.411-416, 2001.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e Função de Órgãos Vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira, Café Safra 2011, primeira estimativa, janeiro/2011** / Companhia Nacional de Abastecimento. - Brasília: Conab, 2011. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_01\\_06\\_08\\_52\\_41\\_boletim\\_cafe\\_1a\\_estimativa\\_safra\\_2011.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_52_41_boletim_cafe_1a_estimativa_safra_2011.pdf). Acesso em: 01 de Fevereiro de 2011.
- CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal**. Parte I – Células e tecidos. 2. ed. São Paulo: Roca, 1986. 304 p.
- DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal Plant Physiology**. v.18, p. 55-81, 2006.
- DIAS, P. C.; ARAÚJO, W. L.; MORAES, G. A. B. K. de; POMPELLI, M. F.; BATISTA, K. D.; CATEN, T. A.; VENTRELLA, M. C.; DAMATTA, F. M. Crescimento e alocação de biomassa em duas progênies de café submetidas a déficit hídrico moderado. In: IV SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÊS DO BRASIL, 2005, Londrina, PR. **Resumos expandidos...** 2005.
- FERREIRA, D. F. Sistema Para Análise De Variância Para Dados Balanceados (SISVAR). Lavras: UFLA; 1999. 92p.
- JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. 2. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1940, p. 523.
- LABOURIAU, L. G.; OLIVEIRA, J. G.; SALGADO- LABOURIAU, M. L. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell) Toledo I. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, RJ, v. 23, n. 4, p. 237-257, 1961.
- MELO, H. C.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; MELO, L.A.; ALVES, J.D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoeheia**, v. 34, n. 02, p. 145-153, 2007.
- NASCIMENTO, E. A.; CASTRO, E.M.; DELU FILHO, N.; MESQUITA, A.C.; VIEIRA, C.V.. Alterações morfofisiológicas em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) consorciado com seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Ciência Rural**, v. 36, n. 03, p. 852-857, 2006.
- PINHEIRO, H. A.; DAMATTA, F.M.; CHAVES, A.R.M.; LOUREIRO, M.E.; DUCATTI, C. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v. 96, n. 01, p. 101-108, 2005.
- SCOTT A. J.; KNOTT M. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30 p. 507-512, 1974.
- SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Interrelacoes entre a anatomia vegetal e a producao vegetal. **Acta Botânica Brasileira**, v. 19, n. 01, p. 183-194, 2005.
- YAMASHITA, N.; KOIKE, N.; ISHIDA, A. Leaf ontogenetic dependence of light acclimation in invasive and native subtropical trees of different succession status. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 25, n. 10, p. 1341-1356, 2002.