

# AVALIAÇÕES ANATÔMICAS FOLIARES EM MUDAS DE CAFÉ ‘CATUAÍ’ E ‘SIRIEMA’ SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO

## Leaf anatomical evaluations in ‘Catuaí’ and ‘Siriema’ coffee seedlings submitted to water stress

Fernanda Almeida Grisi<sup>1</sup>, José Donizeti Alves<sup>2</sup>, Evaristo Mauro de Castro<sup>3</sup>,  
Cynthia de Oliveira<sup>4</sup>, Gabriel Biagiotti<sup>5</sup>, Lucas Amaral de Melo<sup>6</sup>

### RESUMO

Objetivou-se verificar a existência de características de resistência à seca em mudas da cultivar Siriema em relação à cv. Catuaí. O experimento foi conduzido em viveiro com sombrite e plástico na área experimental do DBI/UFLA, MG. Foram utilizadas mudas de cafeeiros com seis meses de idade, seis a oito pares de folhas, provenientes do viveiro da Fundação Procafé, em Varginha, MG. Antes da indução dos tratamentos, as mudas foram irrigadas diariamente; depois, os tratamentos foram estabelecidos: um grupo continuava irrigado e outro grupo submetido à suspensão de rega. O período experimental foi de 10 dias e a unidade experimental foi composta por uma planta, sendo cinco repetições, dispostas em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Para a epiderme adaxial e abaxial, índice estomático e razão PP/LF não houve diferenças significativas em nenhuma situação estudada. Para o parênquima esponjoso no tratamento irrigado, o ‘Siriema’ apresentou maior espessura em relação à cv. Catuaí, enquanto que o parênquima paliçádico não apresentou diferenças. O limbo foliar do ‘Siriema’ foi mais espesso que o da cv. Catuaí, independentemente do tratamento. Os diâmetros polar e equatorial dos estômatos foram maiores no tratamento não irrigado para o ‘Siriema’. Para a relação DP/DE e densidade estomática, o ‘Siriema’ não irrigado apresentou-se maior em relação à cv. Catuaí não irrigada. Nas condições deste experimento, os diâmetros polar e equatorial dos estômatos, relação DP/DE e densidade estomática permitiram discriminar satisfatoriamente os dois cafés estudados em termos de tolerância diferencial à seca, a favor do material ‘Siriema’.

**Termos para indexação:** *Coffea arabica* L., seca, anatomia foliar.

### ABSTRACT

This paper aimed to verify the existence of the drought characteristics of resistance in seedlings during coffee development. The material Siriema was compared to Catuaí cultivar. The experiment was conducted in greenhouse, with mesh screen and plastic in the experimental area of DBI/UFLA/MG. One used coffee seedlings of ‘Siriema’ and ‘Catuaí’ of six months age, containing six to eight pairs of leaves, from the nursery house of Fundação Procafé in Varginha, MG. Before the treatment induction, the seedlings were daily irrigated, then the treatments were established: one group continued to be irrigated and another one was submitted to irrigation suspension. The experimental period lasted 10 days. The experimental unit was composed by one plant with 5 replicates, disposed in freely randomized design. For the adaxial and abaxial epidermis, stomatic index and PP/LF ratio, and no significant differences were found. Considering the spongy parenchym in irrigated treatment, the ‘Siriema’ showed higher thickness than Catuaí cv., while for the palisade parenchyma there was no difference. The ‘Siriema’ leaf blade was thicker than ‘Catuaí’ independent of the treatment. The polar and equatorial diameters of the stomata were higher in non-irrigated treatment for ‘Siriema’. For the DP/DE ratio for stomatic density the non-irrigated ‘Siriema’ showed higher in relation to non-irrigated Catuaí cv. In this experiment conditions, the polar and equatorial diameters of the stomata, DP/DE ratio and stomatic density allowed to discriminate satisfactory both coffee genotype studied in relation to differential tolerance, favoring the material Siriema.

**Index terms:** *Coffea arabica* L., drought, leaf anatomy.

(Recebido em 9 de março de 2006 e aprovado em 23 de abril de 2007)

### INTRODUÇÃO

O déficit hídrico é uma das condições que mais limitam a produção primária dos ecossistemas e o

rendimento das culturas, principalmente pelas restrições que impõem à fixação fotossintética do carbono. O estudo das relações hídricas no cafeeiro é de fundamental

<sup>1</sup>Mestre em Fisiologia Vegetal – Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – fergri@ufla.br

<sup>2</sup>PhD, Professor – Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – jdalves@ufla.br

<sup>3</sup>Doutor – Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – emcastro@ufla.br

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Agrônoma – Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – cynthia-ufla@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Engenheiro Florestal – Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – gbiagiotti@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciência Florestal – Departamento de Engenharia Florestal/DEF – Universidade Federal de Viçosa/UFV – 36571-000 – Viçosa, MG – samelinho@yahoo.com.br

importância, uma vez que pequenas diminuições na oferta de água podem reduzir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem características visíveis da deficiência hídrica (DAMATTA, 2004; DAMATTA et al., 1997; NUNES, 1976; RENA & MAESTRI, 2000).

O programa de melhoramento genético do cafeeiro, visando a obtenção de cultivares com resistência ao bicho mineiro e à ferrugem alaranjada do cafeeiro, desenvolvido no MAPA/Funprocafé, tem apontado 'Siriema' como um material genético de potencial produtivo semelhante às melhores variedades comerciais usadas como padrão, além de apresentar características específicas em relação ao porte, época de maturação de frutos, tamanho de semente, resistência à nematóides, resistência à doenças e resistência à seca, credenciando-o para a utilização em diversas regiões cafeeiras (MATIELLO et al., 2003, 2004).

Variações morfológicas e anatômicas em plantas de café têm sido pouco estudadas e informações básicas referentes à aspectos fisiológicos relacionados à tais variações, especialmente em condições de estresse hídrico, podem ser bastante úteis na compreensão dos mecanismos envolvidos na tolerância diferencial existente no gênero *Coffea*, comumente observada em condições de campo. As variações na estrutura das folhas estão relacionadas, em grande parte, com o hábitat, representando uma importante resposta plástica das plantas às condições ambientais, especialmente a disponibilidade hídrica (DIAS et al., 2005).

Apesar das evidências que apontam o 'Siriema' como um material tolerante à seca, não existem estudos que expliquem os mecanismos envolvidos ou mesmo que comprovem esta característica. Pelo exposto, neste trabalho, objetivou-se verificar a existência de características de resistência ao déficit hídrico em mudas do 'Siriema' em relação à 'Catuaí', comparando tratamentos irrigados e não irrigados desses cafés a partir de estudos hídricos e anatômicos.

### MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro coberto com sombrite 50% e plástico translúcido na área experimental do Setor de Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, MG. Foram utilizadas mudas de cafeeiros Siriema e Catuaí Amarelo IAC 74 com seis meses de idade, com seis a oito pares de folhas, produzidas em sacolas plásticas com dimensões de 15 x 8 cm, provenientes de viveiro da Fundação Procafé, na cidade de Varginha, MG.

Antes da indução dos tratamentos, as mudas foram irrigadas diariamente, mantendo-se o nível de água no solo próximo à capacidade de campo. Quando os tratamentos

foram estabelecidos, um grupo de mudas dos dois cafés continuou sendo irrigado, enquanto outro grupo de cada café foi submetido à suspensão de rega. O período experimental foi de dez dias, sendo cada tratamento composto de cinco repetições, dispostas em DIC.

A estrutura anatômica das folhas foi estudada ao décimo dia de suspensão de rega. O estudo foi realizado, utilizando-se cinco folhas totalmente expandidas, retiradas do terço superior de cinco plantas de cada tratamento, seguindo a mesma orientação cardinal. Após a coleta, as folhas foram fixadas em álcool etílico 70% e armazenadas em vidros para posteriores análises. Os cortes transversais foram realizados na região mediana da folha, por meio de secções obtidas com o auxílio do micrótomo manual. Em seguida, as secções foram clarificadas em solução a 50% de hipoclorito de sódio, foram lavadas em água destilada e submetidas ao processo de coloração com a mistura de azul de astra-safranina, seguindo-se os métodos descritos por Kraus & Arduin (1997), tendo as lâminas sido montadas em glicerina a 50%.

As determinações de espessura foram feitas a partir de três medições das espessuras das epidermes adaxial e abaxial, dos parênquimas paliçádico e esponjoso, portanto, a amostra foi constituída de 15 medições para cada tratamento. A espessura do limbo foliar foi obtida a partir da soma das epidermes com os parênquimas.

Para as avaliações relativas à caracterização dos estômatos (número médio por mm<sup>2</sup>, diâmetro polar e equatorial), foram feitos cortes paradermicos manuais, utilizando-se uma lâmina de barbear. Os cortes foram realizados na região mediana das folhas na epiderme da face abaxial, colocados sobre uma lâmina contendo safranina e água glicerinada. A contagem do número de células epidérmicas, estômatos e medições do diâmetro polar e equatorial foi realizada com o auxílio de câmara clara, em microscópio OLYMPUS CCB, segundo técnica de Labouriau et al. (1961). Foram observados quatro campos da região mediana de cada folha, totalizando 20 campos por tratamento (cinco folhas por tratamento). O índice estomático (Si) foi calculado com a utilização da seguinte fórmula:  $Si (\%) = [Sn / (Sn + Em)] \times 100$ , sendo Sn o número de estômatos e Em o número de células da epiderme (CUTTER, 1986).

As fotomicrografias foram realizadas, utilizando-se um fotomicroscópio Olympus BX-60, existente no Laboratório de Citologia do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espessura das epidermes adaxial e abaxial não variou entre os cafés irrigados (Figura 1A). Não houve

diferenças também entre os tratamentos não irrigados e entre plantas irrigadas e não irrigadas para o mesmo café. Justo et al. (2005), estudando *Xylopia brasiliensis*, concluíram que as características anatômicas das folhas apresentaram plasticidade de resposta em função do estágio de desenvolvimento da planta e das condições ambientais. Ramiro et al. (2004), estudando a caracterização de folhas de cafeeiros resistentes e suscetíveis ao bicho-mineiro, onde os cafeeiros híbridos de *C. racemosa* em questão pertencem a uma progênie de Siriema, observaram que, quando comparados com cafeeiros arábica, não houve diferenças significativas para os valores das epidermes adaxial e abaxial.

Foi observado para o parênquima esponjoso, diferença significativa entre os cafés em relação ao

tratamento irrigado, o ‘Siriema’ apresentou maior espessura (Figura 1B). Em relação ao parênquima paliçádico, observou-se uma diminuição de sua espessura na ‘Catuaí’ não irrigada em relação à irrigada. Não houve diferença entre os cafés.

A espessura do limbo foliar do ‘Siriema’ foi maior que a da ‘Catuaí’, independentemente do tratamento (Figura 2A). Da mesma forma que para a espessura do parênquima paliçádico, a razão parênquima paliçádico/limbo foliar não apresentou diferenças significativas em nenhuma situação estudada (Figura 2B). 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

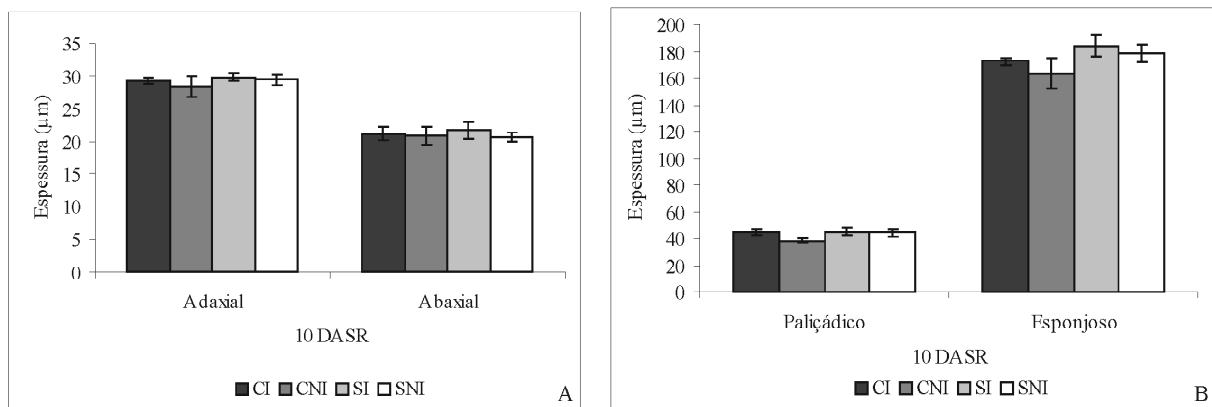


Figura 1 – Espessura do tecido epidérmico adaxial e abaxial (A) e dos parênquimas paliçádico e esponjoso (B), em folhas de mudas de cafeeiro Catuaí irrigado (CI), Catuaí não irrigado (CNI), Siriema irrigado (SI) e Siriema não irrigado (SNI), dez dias após suspensão da rega (DASR). As barras representam o erro padrão da média de cinco repetições.

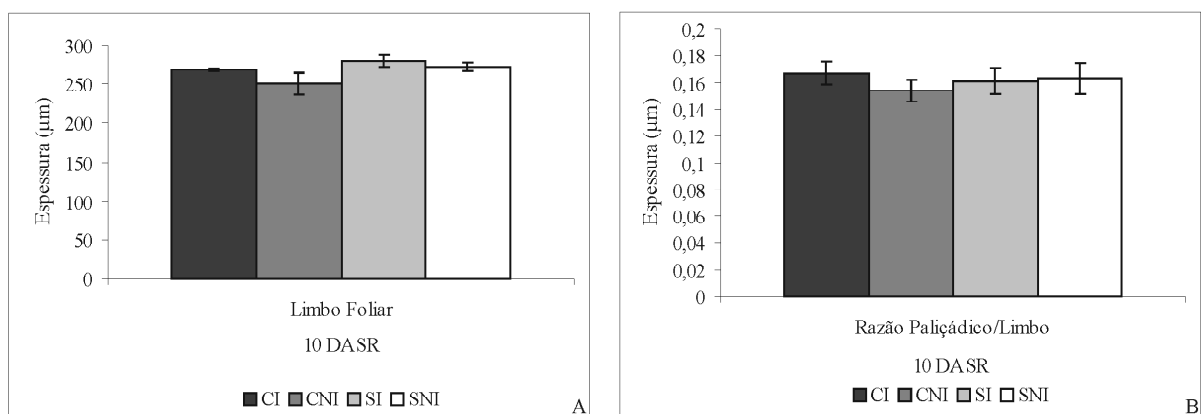


Figura 2 – Espessura do limbo foliar (A) e da razão parênquima paliçádico/limbo foliar (B), em folhas de mudas de cafeeiro Catuaí irrigado (CI), Catuaí não irrigado (CNI), Siriema irrigado (SI) e Siriema não irrigado (SNI), dez dias após suspensão da rega (DASR). As barras representam o erro padrão da média de cinco repetições.

na espessura foliar com pouca variação na capacidade fotossintética. De acordo com Ramiro et al. (2004), entre o 'Siriema' e cafeeiros arábica, não houve diferenças significativas para os valores de parênquima esponjoso, espessura total da folha e porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico.

Na Figura 3, nota-se que, aos dez dias de suspensão de rega, o 'Siriema' não irrigado (B) apresentou menor quantidade de espaços intercelulares, células mais justapostas e cutícula bastante espessa em relação à 'Catuaí' não irrigada (A). De acordo com Fahn (1977), em plantas com alta capacidade fotossintética, a pouca ocorrência de espaços intercelulares no mesofilo, representa uma vantagem adaptativa. Ramiro et al. (2004) observaram que entre cafeeiros *C. racemosa* (genitora da Siriema) e arábica, a cutícula adaxial, as epidermes adaxial e abaxial foram significativamente mais espessas em *C. racemosa*, sugerindo que estas características possuem importante fator genético, podendo ser consideradas como próprias dessa espécie. As respostas do tecido da planta ao estresse hídrico dependem das propriedades fisiológicas dos componentes celulares e das características anatômicas que regulam a transmissão do efeito do estresse hídrico para as células. A diferença nas respostas ao estresse hídrico entre regiões maduras e de crescimento dos tecidos parece causada pelas diferenças anatômicas (MATSUDA & RAYAN, 1990).

Para o diâmetro polar dos estômatos houve diferenças entre os tratamentos irrigados e não irrigados para cada café, e entre os cafés para os tratamentos não irrigados o 'Siriema' apresentou maior diâmetro polar dos estômatos (Figura 4A). O aumento do diâmetro polar no

tratamento não irrigado para o 'Siriema', diferentemente da 'Catuaí', mostrou modificações em busca de uma maior funcionalidade dos estômatos (Figura 5), que adquiriram um formato elipsóide, na condição de restrição hídrica. Em relação ao diâmetro equatorial houve diferenças entre tratamentos irrigado e não irrigado para cada café, tendo os maiores valores sido encontrados nos tratamentos irrigados. Quando comparados os dois cafés, observou-se maior diâmetro equatorial para o 'Siriema', independente da condição hídrica (Figura 4B). A variação de resposta do diâmetro equatorial dos estômatos indica que essa característica seja menos definida do que o diâmetro polar, em consequência da variação da turgidez celular, a qual é determinante para os movimentos de abertura e fechamento estomático (TAIZ & ZEIGER 2004).

Para a relação diâmetro polar e equatorial, houve diferença entre os tratamentos irrigado e não irrigado para o 'Siriema' (Figura 5); este apresentou maior relação DP/DE, para o tratamento não irrigado. Segundo Rocha (2005), a relação entre os DP e DE fornece um bom indicativo do formato dos estômatos, na medida em que quanto maior esta relação, mais elipsóide é o formato estomático, e maior a sua funcionalidade. Verifica-se que o inverso, ou seja, quanto menor esta relação, menos elipsóide é o formato estomático, e menos funcional é o estômato. Entre os cafés houve diferença para os tratamentos não irrigados a favor do 'Siriema'. Em geral, folhas com estômatos menores apresentam maior eficiência de uso da água e a diferença no tamanho da abertura estomática apresenta maior efeito sobre a difusão de água do que sobre a difusão de CO<sub>2</sub> (ABRAMS et al., 1994). Para Kozłowski et al. (1991), contudo, a capacidade de resposta dos estômatos às

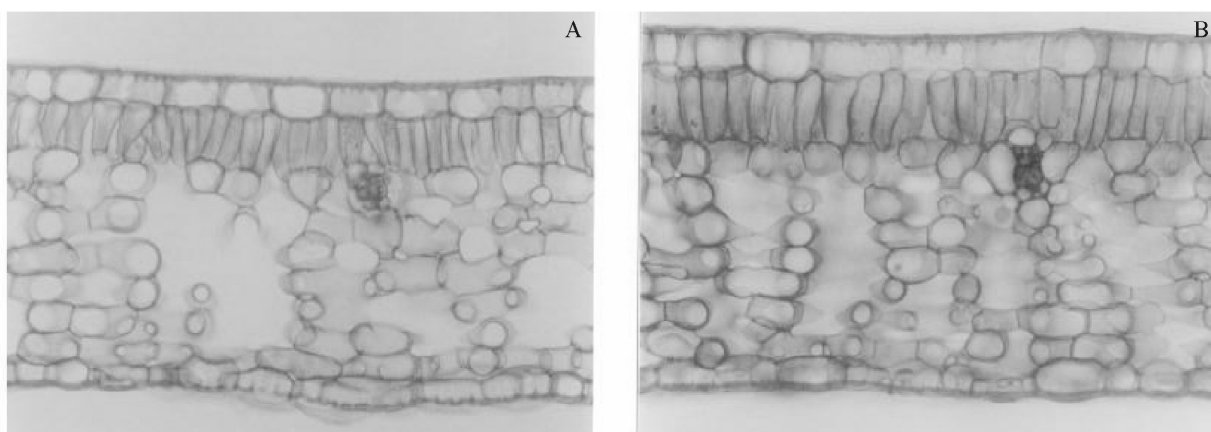


Figura 3 – Fotomicrografias de secções transversais em folhas de mudas de cafeeiro Catuaí não irrigado (A) e Siriema não irrigado (B), dez dias após suspensão da rega (DASR). Barra = 50 µm.

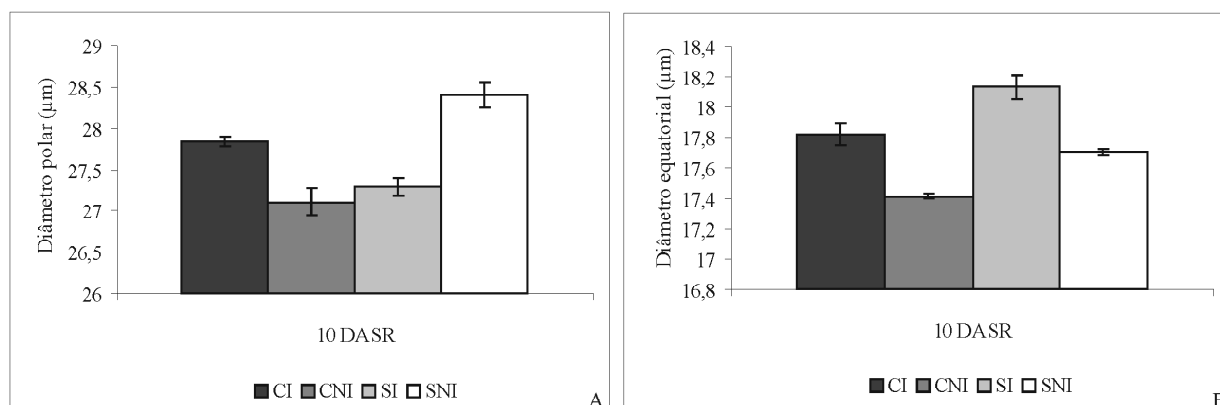


Figura 4 – Diâmetro Polar (A) e diâmetro equatorial (B) dos estômatos em folhas de mudas de cafeeiro Catuaí irrigado (CI), Catuaí não irrigado (CNI), Siriema irrigado (SI) e Siriema não irrigado (SNI) dez dias após suspensão da rega (DASR). As barras representam o erro padrão da média de cinco repetições.

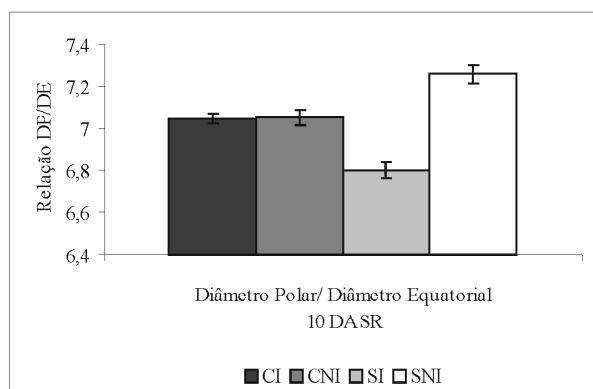


Figura 5 – Relação entre diâmetro polar e equatorial em folhas de mudas de cafeeiro Catuaí irrigado (CI), Catuaí não irrigado (CNI), Siriema irrigado (SI) e Siriema não irrigado (SNI), dez dias após suspensão da rega (DASR). As barras representam o erro padrão da média de cinco repetições.

variáveis ambientais é mais importante para a determinação da condutância estomática do que o seu número.

Em relação à densidade estomática houve diferença entre os tratamentos irrigado e não irrigado para as duas cultivares, entretanto para a ‘Catuaí’ o maior número de estômatos foi observado no tratamento irrigado e para o ‘Siriema’ no tratamento não irrigado (Figura 6A). Entre os cafés, houve diferença para os tratamentos irrigados, tendo a maior densidade estomática sido encontrada na cv. Catuaí; para os tratamentos não irrigados, a maior densidade foi para o ‘Siriema’, evidenciando que na condição de deficiência hídrica este material mostrou-se mais adaptado, apresentando maior número de estômatos por área.

Em condições xéricas, a folha necessita aproveitar o tempo limitado de alta umidade relativa para realizar as trocas gasosas, o que poderá ser mais eficiente quanto maior for a área estomática útil (LEITE & LLERAS, 1978; MEDRI & LLERAS, 1980).

Para o índice estomático, que envolve a relação entre o número de estômatos e de células num mesmo campo, não houve diferença entre os tratamentos irrigado e não irrigado para as duas cultivares (Figura 6B). Entre os cafés não houve diferença para nenhum tratamento. De acordo com Cutter (1986), o índice estomático é razoavelmente constante para uma dada espécie, sendo afetado principalmente pela umidade. Com esse resultado pode-se inferir que o aumento da densidade estomática para o ‘Siriema’, não foi acompanhado de um aumento no índice estomático.

Nota-se que o ‘Siriema’, aos dez dias sem irrigação, apresentou um maior número de células, de acordo com o índice estomático (Figura 6B), tornando a epiderme mais espessa do ponto de vista frontal e menos sinuosa. Medri & Lleras (1980) sugeriram que a menor sinuosidade da parede celular pode estar relacionada às características adaptativas contra a perda excessiva de água.

As alterações anatômicas podem ocorrer em plantas sob déficit hídrico, visando a proteger e adaptar as espécies a este estresse. Os tecidos expostos ao estresse hídrico têm geralmente mostrado características de processo de lignificação, bem como redução no tamanho celular, aumento no tecido vascular e aumento na espessura da parede celular (LEVITT, 1980; PITMAN et al., 1983).

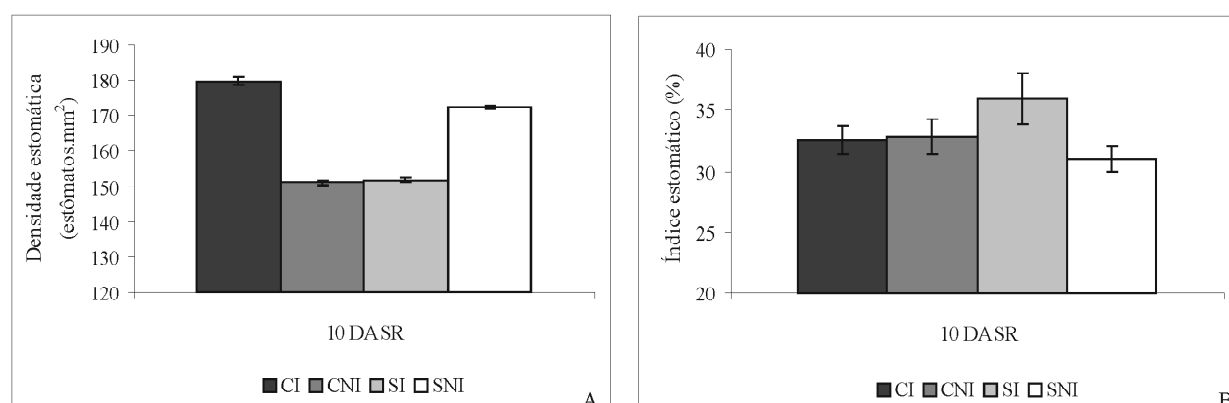


Figura 6 – Densidade estomática (A) e índice estomático (B), em folhas de mudas de cafeeiro Catuaí irrigado (CI), Catuaí não irrigado (CNI), Siriema irrigado (SI) e Siriema não irrigado (SNI), dez dias após suspensão da rega (DASR). As barras representam o erro padrão da média de cinco repetições.

### CONCLUSÕES

A suspensão da irrigação influenciou em maiores diâmetros polar e equatorial dos estômatos de mudas de ‘Siriema’.

O ‘Siriema’ apresentou maior relação DP/DE e maior densidade estomática em mudas que não foram irrigadas, quando comparado ao ‘Catuaí’.

Na condição deste experimento, esses parâmetros permitiram discriminar satisfatoriamente as duas cultivares estudadas em termos de tolerância diferencial à seca, em favor do material Siriema.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, M. D.; KUBISKE, M. E.; MOSTOLLER, S. A. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. *Ecology*, Washington, v. 75, n. 1, p. 123-133, Jan. 1994.

CUTTER, E. G. *Anatomia vegetal*: parte I: células e tecidos. 2. ed. São Paulo: Roca, 1986. 304 p.

DAMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, São Paulo, v. 16, p. 1-6, 2004.

DAMATTA, F. M.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Photosynthetic performance of two coffee species under drought. *Photosynthetica*, [S.l.], v. 34, p. 257-264, 1997.

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: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. **Resumos expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2005. CD-ROM.

FAHN, A. *Plant anatomy*. Oxford: Pergamon, 1977. 611 p.

JUSTO, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. de. Plasticidade anatômica das folhas de *Xilopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). *Acta Botanica Brasílica*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 111-123, jan./mar. 2005.

KOZLOWSKI, T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. *The physiological ecology of woody plants*. London: Academic, 1991. 657 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIM, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Rio de Janeiro: Seropédica, 1997. 198 p.

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, v. 23, n. 4, p. 237-257, out./dez. 1961.

LEITE, A. M. C.; LLERAS, E. Ecofisiologia de plantas da Amazônia: anatomia foliar e ecofisiologia de *Pogonophora schomburgkiana* Miers. (Euphorbiaceae). *Acta Amazônica*, Manaus, v. 8, n. 3, p. 365-370, set. 1978.

- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stress. In: \_\_\_\_\_. **Water, radiation, salt, and other stress**. New York: Academic, 1980. v. 2, 339 p.
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; SILVA, M. B.; FERREIRA, R. A. Seleção de progênies de café visando resistência à ferrugem do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. p. 243.
- MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; SILVA, M. B. Maior vigor e resistência à seca em cafeeiros Siriema. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira**, [S.l.], v. 1, n. 2, 2004.
- MATSUDA, K.; RAYAN, A. Anatomy: a key factor regulating plant tissue response to water stress. In: KAFTERMAN, F. **Environmental injury to plants**. San Diego: Academic, 1990. 290 p.
- MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 463-493, Sept. 1980.
- NUNES, M. A. Water relations in coffee. Significance of plant water deficits to growth and yield: a review. **Journal of Coffee Research**, Karnaraka, v. 6, p. 4-21, 1976.
- PITMAN, W. D.; HOLT, E. C.; CONRAD, B. E.; BASHAW, E. C. Histological differences in mointure-stressed and nonstressed kleingrass forage. **Crop Science**, Madison, v. 23, p. 793-795, 1983.
- RAMIRO, D. A.; GUERREIRO-FILHO, O.; VOLTAN, R. B. Q.; MATTHIESEN, S. C. Anatomical characterization of leaves from coffee plants resistant and susceptible to leaf miner. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 363-367, 2004.
- RENA, A. A.; MAESTRI, M. Relações hídricas no cafeeiro. **ITEM**, [S.l.], n. 48, p. 34-41, 2000.
- ROCHA, H. S. **Luz e sacarose na micropropagação da bananeira “Prata Anã”**: alterações morfoanatômicas. 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- YAMASHITA, N.; KOIKE, N.; ISHIDA, A. Leaf ontogenetic dependence of light acclimation in invasive and native subtropical trees of different successional status. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 25, n. 10, p. 1341-1356, Oct. 2002.