

## TROCAS GASOSAS E RELAÇÕES HÍDRICAS DE GENÓTIPOS DE *Coffea arabica* L. SUBMETIDOS AO DÉFICIT HÍDRICO

Cyntia Stephânia dos Santos<sup>1</sup>; Glauber Henrique Barbosa da Silva<sup>2</sup>, Ana Flávia de Freitas<sup>3</sup>, Maria Clara dos Santos Tavares<sup>4</sup>, Nicolas Bedô Teodoro de Sousa<sup>5</sup>, Túlio de Paula Pires<sup>6</sup>, Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>7</sup>, Milene Alves de Figueiredo Carvalho<sup>8</sup>, Vânia Aparecida Silva<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Fitotecnia, Bolsista CAPES, Universidade Federal de Lavras, cyntia.s.santos@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduando em Tecnologia em Laticínios, IFSUDESTE – Campus Rio Pomba, glaubermav@hotmail.com

<sup>3</sup>Doutoranda em Fitotecnia, Bolsista CAPES, Universidade Federal de Lavras, ninhadna13@hotmail.com

<sup>4</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, mariaclara.stavares@yahoo.com

<sup>5</sup>Graduando em Agronomia, Bolsista IC – Consórcio Pesquisa Café/Embrapa Café, Universidade Federal de Lavras, nicolasteodoro@yahoo.com

<sup>6</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, tuliopiresrr@hotmail.com

<sup>7</sup> Pesquisador, DSc, EPAMIG/EPAMIG SUL, Bolsista CNPq, Lavras- MG, carvalho@epamig.ufla.br

<sup>8</sup> Pesquisadora, DSc, Embrapa Café, Lavras-MG, milene.carvalho@embrapa.br

<sup>9</sup> Pesquisadora, DSc, EPAMIG/EPAMIG SUL, Bolsista BIPDT- FAPEMIG, Lavras- MG, vania.silva@epamig.br

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as trocas gasosas e as relações hídricas de genótipos de *Coffea arabica* L submetidos ao déficit hídrico a fim de auxiliar o programa de melhoramento genético do cafeeiro em relação à escolha de genótipos tolerantes à seca. O experimento foi instalado na casa de vegetação da Estação Experimental da EPAMIG em Lavras-MG. Foram utilizados 15 acessos de *Coffea arabica* do Banco Ativo de Germoplasma da EPAMIG em Patrocínio-MG, além de dois genótipos, um considerado tolerante (IPR 100) e o outro sensível (Rubi MG1192) à deficiência hídrica. Foram realizados dois tratamentos hídricos, o primeiro mantendo a umidade de solo na Capacidade de Campo e o segundo com suspensão total da irrigação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados e o ensaio foi constituído por 34 tratamentos, em esquema fatorial 17x2 (genótipos x tratamento hídrico). Para cada tratamento foram consideradas quatro repetições e cada parcela experimental foi constituída por uma planta. Aos 26 dias após a suspensão da irrigação foram avaliados a taxa fotossintética líquida e o potencial hídrico antemanhã para avaliar as trocas gasosas e as relações hídricas, respectivamente. Os resultados demonstraram variabilidade nos genótipos avaliados quanto a tolerância ao déficit hídrico considerando as variáveis analisadas. Os genótipos 2, 3, 4, 5, 10 e 17 apresentaram valores inferiores de potencial hídrico em relação aos demais genótipos. Maiores valores médios de potencial hídrico associados a maior taxa fotossintética líquida foram observados nos genótipos 1, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15 e 16. Concluiu-se que os genótipos de *Coffea arabica* L. apresentaram variabilidade nas trocas gasosas e relações hídricas, indicando diferentes estratégias de tolerância frente ao déficit hídrico.

**PALAVRAS-CHAVE:** fisiologia, cafeeiro, tolerância a seca.

## GAS EXCHANGES AND WATER RELATIONS OF *Coffea arabica* L. GENOTYPES SUBMITTED TO WATER DEFICIT

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the gas exchange and water relations of *Coffea arabica* L genotypes subjected to water deficit in order to assist the coffee breeding program in relation to the choice of drought tolerant genotypes. The experiment was installed in the greenhouse of EPAMIG Experimental Station in Lavras-MG. Fifteen accessions of *Coffea arabica* from EPAMIG Active Germplasm Bank in Patrocínio-MG were used, besides two genotypes, one considered tolerant (IPR 100) and the other sensitive (Rubi MG1192) to water deficiency. Two water treatments were carried out, the first maintaining soil moisture at Field Capacity and the second with full suspension of irrigation. The experimental design was randomized blocks and the trial consisted of 34 treatments, in a 17x2 factorial scheme (genotypes x water treatment). For each treatment four replications were considered and each experimental plot consisted of one plant. At 26 days after the suspension of irrigation, the net photosynthetic rate and the water potential before tomorrow were evaluated to evaluate the gas exchange and the water relations, respectively. The results showed variability in the evaluated genotypes regarding water deficit tolerance considering the analyzed variables. Genotypes 2, 3, 4, 5, 10 and 17 presented lower values of water potential compared to the other genotypes. Higher average water potential values associated with higher net photosynthetic rate were observed in genotypes 1, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15 and 16. It was concluded that the *Coffea arabica* L. genotypes showed variability in gas exchange and water relations, indicating different strategies for tolerance to water deficit.

**KEY WORDS:** physiology, coffee, drought tolerance.

## INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do café é fonte imprescindível de receita para centenas de municípios, sua importância pode ser avaliada não apenas pela produção e renda, mas pelo seu papel no mercado de trabalho como geradora de empregos e como fator de fixação de mão de obra no meio rural (SANTOS et al., 2009). O Brasil é o maior e principal produtor e exportador de café no mundo. A área total utilizada com a cultura deve ser de 1842,9 mil hectares (CONAB, 2019). Minas Gerais se destaca na cafeicultura brasileira, pois é o estado que, atualmente, produz mais da metade da produção brasileira de café (CONAB, 2019).

A variabilidade de acessos de espécies de cafeeiro é ampla no estado mineiro, principalmente pelo Banco Ativo de Germoplasma gerenciado pela EPAMIG, em Patrocínio-MG (SETOTAW et al., 2015). Embora este patrimônio genético represente grande relevância para programas de melhoramento genético, poucos estudos têm explorado a variabilidade genética para tolerância à estresses abióticos.

Entre esses fatores abióticos, a seca tem se tornado uma preocupação entre os produtores e os pesquisadores. Este fenômeno climático vem se tornando cada vez mais intenso ao longo dos anos, prejudicando a produção cafeeira, pois a produtividade é limitada pela água e depende da quantidade disponível deste recurso e da eficiência do seu uso (COELHO et al., 2009).

Sob condições de estresse hídrico, as plantas podem desenvolver mecanismos de adaptação em processos fisiológicos, como por exemplo, na respiração, fotorrespiração, fotossíntese, atividade de enzimas, metabolismo secundários entre outros (BATISTA et al., 2010; MENEZES-SILVA et al., 2017). Dessa forma, o conhecimento desses mecanismos, podem auxiliar em programas de melhoramento genético do cafeeiro em relação à escolha de cultivares tolerantes à deficiência hídrica (BATISTA et al., 2010). Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as trocas gasosas e as relações hídricas de genótipos de *Coffea arabica* L. submetidos ao déficit hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados acessos de cafeeiro da espécie *Coffea arabica* existentes no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da EPAMIG (TABELA 1). O BAG foi instalado em 2005 no Campo Experimental de Patrocínio-MG da Epamig, localizada na região do Alto Paranaíba, situada a 18°59'26" de latitude sul, 48°58'95" de longitude oeste e altitude local de aproximadamente mil metros.

O solo é do tipo Latossolo Vermelho-amarelo distrófico e a topografia é plana, com ligeira inclinação. O clima do município de Patrocínio é classificado como Clima Mesotérmico Subtropical Temperado, com chuvas de verão, inverno seco e verão quente (Wca), segundo Koppen (1948).

As sementes dos acessos foram colhidas no ano de 2017. Inicialmente, foi realizado a germinação das sementes em caixa de areia e as mudas foram transplantadas para tubetes quando atingiram o estágio de “orelha de onça”. Posteriormente, foram mantidas em viveiro até apresentarem quatro pares de folhas verdadeiras. Após esse período as mudas foram transferidas para vasos de polietileno de 20 litros, na casa de vegetação da Estação Experimental da EPAMIG em Lavras-MG. O substrato utilizado para enchimento dos vasos foi constituído de uma mistura de três partes de terra de barranco, 1 parte de areia e 1 parte de esterco bovino (3:1:1). A adubação foi realizada de acordo com a análise do substrato, seguindo as recomendações de Guimarães et al. (1999). Os tratamentos fitossanitários foram realizados preventivamente para o controle das principais pragas e doenças da região. Após transferidas para os vasos, as mudas foram mantidas em casa de vegetação, com livre troca de ar durante um período de onze meses.

Foram utilizados 15 acessos de *Coffea arabica* do Banco Ativo de Germoplasma da EPAMIG em Patrocínio-MG, além de dois genótipos, um considerado tolerante (IPR 100) e o outro sensível (Rubi MG1192) à deficiência hídrica (TABELA 1). Foram realizados dois tratamentos hídricos, o primeiro mantendo a umidade de solo na Capacidade de Campo e o segundo com suspensão total da irrigação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados e o ensaio foi constituído por 34 tratamentos, em esquema fatorial 17x2 (genótipos x tratamento hídrico). Para cada tratamento foram consideradas quatro repetições e cada parcela experimental foi constituída por uma planta.

Tabela 1. Identificação e genealogia de acessos do Banco Ativo de Germoplasma da EPAMIG em Patrocínio-MG.

Acesso	Identificação no BAG-EPAMIG	Genealogia
1	MG 451	Mundo Novo x S 795 UFV 335-68
2	MG 282	Híbrido Timor UFV 376-12
3	MG 270	Híbrido Timor UFV 377-21
4	MG 443	Mundo Novo x S 795 UFV 335-09
5	MG 342	Híbrido Timor UFV 439-11
6	MG 364	Híbrido Timor UFV 442-42
7	MG 534	BE 5 Wush-Wush x Híbrido Timor UFV 366-08
8	MG 441	Mundo Novo x S 795 UFV 335-07
9	MG 311	Híbrido Timor UFV 428-02
10	MG 296	Híbrido Timor UFV 408-11
11	MG 263	Catuai Vermelho PI 01
12	MG 279	Híbrido Timor UFV 376-31
13	MG 446	Mundo Novo x S 795 UFV 335-13
14	MG 308	Híbrido de Timor UFV 427- 55
15	MG 176	Amphillo x H. Natural MR 36-349
16	Rubi MG1192	Catuai e Mundo Novo
17	IPR 100	“Catuai” x cafeeiro (“Catuai” x genótipo de café da série ‘BA-10’) portador de genes de <i>C. liberica</i> .

Até o dia anterior à imposição dos tratamentos hídricos, todas as parcelas foram irrigadas de forma a manter o solo na capacidade de campo. Posteriormente, as plantas foram submetidas ao tratamento hídrico, sendo que no tratamento irrigado as plantas foram mantidas na capacidade de campo e no tratamento não irrigado, foram submetidas a suspensão total da irrigação.

Aos 26 dias após a imposição dos tratamentos hídricos, foram realizadas avaliações de potencial hídrico e trocas gasosas. Foram utilizadas folhas completamente expandidas do terceiro ou quarto par do ramo plagiotrópico, na parte mediana da planta. A avaliação de trocas gasosas foi realizada no período entre 8 e 11 horas da manhã, sob luz saturante ( $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), com a auxílio de um sistema portátil de análise de gases infravermelho (IRGA LICOR – 6400XT), onde obteve-se a taxa fotossintética líquida ( $A - \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

Para determinação do potencial hídrico utilizou-se uma bomba de pressão tipo Scholander (PMS Instruments Plant Moisture- Modelo 1000) e as avaliações foram realizadas antes do amanhecer (potencial hídrico de antemanhã).

A análise dos dados foi realizada no software Genes (CRUZ, 2008) e as médias obtidas foram comparadas entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, observou-se menores valores médios de taxa fotossintética líquida e maiores valores médios de potencial hídrico nos acessos quando submetidos ao déficit hídrico (TABELA 2).

Nas plantas não irrigadas, maiores valores médios de potencial hídrico foram observados nos genótipos 1, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 em relação aos demais genótipos, sendo que esses valores não afetaram a taxa fotossintética líquida da maioria desses genótipos que permaneceram no grupo com maiores valores médios, com exceção do 13 e 14 que permaneceram no grupo de menor taxa fotossintética líquida (TABELA 2).

Já nos genótipos 2, 3, 4, 5, 10 e 17 foram observados valores inferiores de potencial hídrico em relação aos demais genótipos. Sob condição de baixa disponibilidade hídrica, uma das primeiras respostas da planta é o fechamento de estômatos, a fim de evitar a transpiração excessiva e como consequência há uma redução na taxa fotossintética (LEMOS et al., 2012), resultados semelhantes foram observados em estudos de genótipos de cafeeiro submetidos ao déficit hídrico (SILVA et al., 2010; COELHO 2017; MENEZES-SILVA et al., 2017). No entanto, os genótipos 2 e 17 mesmo com baixo potencial hídrico mantiveram-se no grupo de maior taxa fotossintética líquida, o que pode indicar uma adaptação desses genótipos frente ao déficit hídrico. Os resultados encontrados para o genótipo 17 (IPR100) corrobora com trabalho de Coelho (2017) que verificou a presença desse genótipo no grupo de maior taxa fotossintética líquida, em condições de déficit hídrico.

Quando submetidos ao déficit hídrico, genótipos de cafeeiro apresentaram diferentes estratégias de tolerância, que podem estar relacionado a processos metabólicos, como mudanças nos sistemas fotossintético e antioxidante, além de outros fatores morfológicos a serem considerados como arquitetura da planta, profundidade do sistema radicular, entre outros (PELOSO et al. 2017, MENEZES-SILVA et al., 2017).

Tabela 2. Taxa fotossintética líquida em acessos do Banco Ativo de Germoplasma da EPAMIG submetidos ao déficit hídrico.

Genótipo	A		$\Psi_{am}$	
	(μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		(MPa)	
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado
1	4,71 bA	5,18 aA	-0.84 aA	-1.57 aA
2	6,56 bA	5,65 aA	-0.86 aB	-2.17 bA
3	5,83 bA	2,66 bB	-0.96 aB	-2.18 bA
4	8,05 aA	2,46 bB	-0.89 aB	-2.10 bA
5	7,94 aA	3,26 bB	-0.76 aB	-2.30 bA
6	5,80 bA	4,19 aA	-0.67 aB	-1.60 bA
7	6,13 bA	4,85 aA	-0.71 aB	-1.67 aA
8	7,77 aA	4,22 aB	-0.55 aA	-1.30 aA
9	7,99 aA	4,72 aB	-0.66 aB	-1.78 aA
10	7,52 aA	3,34 bB	-0.51 aB	-2.90 bA
11	6,34 bA	4,92 aA	-1.18 aA	-1.68 aA
12	8,07 aA	4,89 aB	-1.33 aA	-1.91 aA
13	7,81 aA	3,91 bB	-0.72 aA	-1.59 aA
14	5,22 bA	3,91 bA	-0.70 aB	-1.66 aA
15	3,70 bA	4,86 aA	-0.93 aA	-1.40 aA
16	8,71 aA	4,19 aB	-0.74 aA	-1.54 aA
17	7,27 aA	5,13 aB	-0.85 aB	-2.33 bA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

1 - Os genótipos de *Coffea arabica* L. apresentaram variabilidade nas trocas gasosas e relações hídricas, indicando diferentes estratégias de tolerância frente ao déficit hídrico.

## AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, Consórcio Pesquisa Café, INCTCafé, CAPES, CNPq e Inovacafé.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, L. A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 475-481, 2010.
- COELHO, G. et al. Efeito de épocas de irrigação e de parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro 'Catuai'. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.01, p.67-73, 2009.
- COELHO, L. S. **Seleção de cafeeiros do cruzamento de Icatu x Catimor sob deficit hídrico**. 2017. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira café: segundo levantamento, maio/2019**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética estatística**. Versão para Windows. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008.
- GUIMARÃES, P.T.G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ VENEGAS, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999, 360p.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.
- LEMO, J. P. et al. Morfologia de plantas de milho em competição com picão-preto e traboeraba submetidas a roçada. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 487-496, 2012.

MENEZES-SILVA et al. Photosynthetic and metabolic acclimation to repeated drought events play key roles in drought tolerance in coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n.15, p. 4309-4322, 2017.

PELOSO et al. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 3, p.389-399, 2017.

SETOTAW, T.A. et al. **Caracterização de acessos do banco de germoplasma de café da Epamig em relação ao ácido clorogênico, trigonelina e cafeína**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9.,

Curitiba. Consórcio pesquisa café: oportunidades e novos desafios: anais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2015.

SILVA, V. A. et al. Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 457-464, 2010.