

RESTRIÇÃO HÍDRICA EM PLANTAS DO GENÓTIPO BA-10 DE *Coffea arabica* L.¹

Valéria Cristina Barbosa Carmazini²; Ivanilda dos Santos Alves³; Lucas Mateus Rivero Rodrigues⁴; Julieta Andrea Silva de Almeida⁵

¹Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

² Pesquisador, Centro de Café 'Alcides Carvalho', IAC, Campinas-SP, valeria_carmazini@yahoo.com.br

³ Auxiliar de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica, IAC, Campinas-SP, ivani1216@bol.com.br

⁴ Estudante de Pós-Graduação, Centro de Café 'Alcides Carvalho', IAC, Campinas-SP, lucasmriverorodrigues@gmail.com

⁵ Pesquisador, Centro de Café 'Alcides Carvalho', IAC, Campinas-SP, julietasa@iac.sp.gov.br

RESUMO: O objetivo deste estudo foi caracterizar respostas fisiológicas e morfológicas de plantas do genótipo BA-10 de *Coffea arabica* submetidas à restrição hídrica. Para tanto, utilizaram-se mudas mantidas individualmente em vasos de plástico, contendo 3 Kg de substrato, em casa de vegetação. O substrato consistiu da mistura de solo, areia e fibra de coco (3:1:1). Quando as plantas estavam em média com dez pares de folhas foram submetidas aos tratamentos de restrição hídrica e hidratação contínua, sendo aplicados em quatro ciclos, com intervalo de tempo entre cada um. Os tratamentos foram avaliados quanto à altura de planta, número de par de folhas, temperatura foliar, sintoma de murcha foliar, determinação das massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Além disto, analisou-se o conteúdo relativo de água (CRA) e o teor de umidade do solo. Dos resultados obtidos, verificou-se que em geral as plantas de BA-10 submetidas à restrição hídrica apresentaram redução de altura da parte aérea e do número de par de folhas em relação ao controle, ao longo dos quatro ciclos aplicados. O CRA variou entre os tratamentos, sendo que as maiores taxas foram verificadas nas plantas submetidas à restrição hídrica no primeiro e terceiro ciclos enquanto as menores taxas ocorreram no segundo e quarto ciclos de restrição hídrica. Por outro lado, observou-se que os sintomas de murcha foliar iniciaram mais cedo nas plantas submetidas aos dois primeiros ciclos de restrição hídrica e mais tardiamente nos dois últimos. Os resultados obtidos indicam que as alterações bioquímicas e fisiológicas nas plantas submetidas à falta de água parecem induzir nestas algum grau de tolerância à seca

PALAVRAS-CHAVE: Ciclo de restrição hídrica, estresse hídrico.

HIDRIC RESTRICTION IN PLANTS OF THE BA-10 GENOTYPE OF *Coffea arabica* L.

ABSTRACT: The objective of this study was to characterize physiological and morphological responses of plants BA-10 *Coffea arabica* genotypes subjected to water restrictions. Therefore, we used individually seedlings kept in plastic pots containing 3 kg of substrate, in a greenhouse. The substrate consisted of a mixture of soil, sand and coir (3:1:1). When the plants were on average ten pairs of leaves were subjected to water stress treatments and continuous hydration. Water restriction did applied in four cycles, with time interval between each. The treatments were evaluated for plant height, number of pair of leaves, leaf temperature, leaf wilting symptoms, determination of fresh and dry weight of shoot and root system. In addition, we analyzed the relative water content (CRA) and the soil moisture content. From the results, it was found that in general the BA-10 plants subjected to water restriction decreased height of shoots and the pair of leaf number compared to the control, over the four cycles applied. The CRA varied between treatments and the highest rates occurred in plants subjected to water stress in the first and third cycles while smaller in the second and fourth water restriction cycles. On the other hand it was observed that the symptoms of leaf wilting started earlier in plants of two first water restriction and later cycles of the last two. The results achieved indicate that the biochemical and physiological changes in the plants subjected to drought these appear to induce some degree of tolerance to drought.

KEYWORDS: Water restriction cycle, water stress.

INTRODUÇÃO

No Brasil a cultura do cafeeiro contribui de forma destacada em diferentes cenários da nação, como o econômico e o social, trazendo significativa geração de empregos e divisas. O sucesso desta cultura se deve a diversos aspectos como a capacidade de adaptação do cafeeiro a diferentes regiões geográficas do País. Porém, o estabelecimento da cultura do cafeeiro pode ser prejudicado pelo impacto das alterações climáticas provenientes do aquecimento global, como a seca (Deconto, 2008).

O registro de seca está associado à ausência de precipitações por longo período de tempo e ainda pela ocorrência de temperaturas elevadas que levam à evaporação da água do solo. A falta de água prejudica o crescimento e a produtividade das plantas de cafeeiro (Barbosa et al., 2011), constituindo-se num fator de estresse.

De acordo com Larcher (2000) o estresse causado pela seca se desenvolve de maneira gradual nas plantas e a sensibilidade das mesmas é revelada por uma sequência de eventos. Normalmente, plantas submetidas à restrição

hídrica apresentam perda do conteúdo de água, contração celular e afrouxamento das paredes celulares, causando menor pressão de turgor e aumento da concentração de solutos, o que leva a redução do crescimento em extensão (Taiz & Zeiger, 2004).

Considerando a importância da cultura do cafeeiro e os recorrentes eventos de seca, torna-se importante a caracterização de genótipos que sejam tolerantes à baixa disponibilidade de água e mantenham a produção nesta condição. A compreensão das respostas das plantas ao seu ambiente externo, como a condição de baixa disponibilidade hídrica, permite acrescentar maiores conhecimentos aos estudos da fisiologia do estresse (Ramanjulu & Bartels, 2002). Além disto, a aquisição destas informações poderá contribuir para o lançamento de cultivares tolerantes à restrição hídrica. Em estudo preliminar, Almeida et al. (2007) classificaram 21 genótipos de *C. arabica* quanto as suas respostas à restrição hídrica, sendo sensível, intermediário e tolerante, em condição de vaso e em casa de vegetação. De acordo com os autores o genótipo BA-10 foi classificado com capacidade intermediária de tolerância a restrição hídrica. Em outro estudo, Mazzafera & Carvalho (1987) verificaram que a cultivar BA-10 apresentou destacada característica de tolerância à seca e foi considerada como genótipo promissor para a seleção de cafeeiros tolerantes a seca. Desta forma, o objetivo deste estudo foi caracterizar respostas fisiológicas e morfológicas de plantas do genótipo BA-10 de *C. arabica* submetidas à restrição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas plantas do genótipo BA-10 de *C. arabica* provenientes da germinação de sementes em areia, em condição de estufim. Quando as sementes germinadas atingiram o estágio de 'orelha de onça' foram transplantadas individualmente para vasos de plástico contendo 3 Kg de substrato. O substrato consistiu da mistura de solo, areia e fibra de coco (3:1:1) e com a deposição de 1 Kg de brita no fundo dos vasos para o escoamento da água.

Quando as plantas estavam em média com dez pares de folhas foram submetidas aos tratamentos de restrição hídrica e hidratação contínua, com três repetições em cada um. Para a aplicação dos tratamentos, os vasos foram irrigados até a capacidade de campo, seguido ou não do corte de irrigação. No tratamento controle, as plantas foram irrigadas continuamente conforme a necessidade, com volume conhecido de água. Neste caso, os vasos foram pesados após 24 horas da irrigação e em seguida fez-se a reposição da água perdida por evaporação. Os tratamentos foram aplicados em quatro ciclos, com intervalo de tempo entre cada um, sendo que o número de dias de cada ciclo variou entre 5 a 13 dias. No início e término de cada ciclo, as plantas foram avaliadas em relação à altura de planta, contagem do número de pares de folhas, determinação da temperatura foliar e análise do sintoma de murcha foliar. A temperatura foliar foi determinada por meio de termômetro infravermelho. A análise do sintoma de murcha foliar foi realizada por meio da atribuição de notas, sendo: 1. sem sintoma e 2. com sintoma.

Determinou-se o conteúdo relativo de água (CRA) a partir de discos foliares retirados do terceiro par de folhas das plantas tratadas e controles. Logo em seguida, os discos foram armazenados individualmente em recipientes de vidro com tampa plástica. Primeiro, determinou-se a massa fresca de cada disco. Em seguida, adicionaram-se 2 mL de água destilada em cada frasco, para que os discos atingissem a máxima turgescência, após 24 horas de embebição, estes foram pesados e deixados em estufa a 50 °C para a obtenção da massa seca. Todas as pesagens foram realizadas em balança analítica. Os dados obtidos foram submetidos ao cálculo:

$$CRA = 100(mf - ms) / (mt - ms), \text{ onde } mf: \text{ massa fresca, } mt: \text{ massa túrgida e } ms: \text{ massa seca.}$$

Avaliou-se também o teor de umidade do solo, para tanto, inicialmente, foi obtida amostra padronizada da mistura de solo de cada vaso, com auxílio de trado. As amostras foram armazenadas individualmente em latas de alumínio e pesadas quanto à massa úmida. Em seguida, as latas com o solo foram deixadas em estufa a 40°C para a determinação da massa seca. Os dados obtidos foram submetidos ao cálculo do teor de umidade, sendo:

$$TU (\%) = (mf - ms) / ms * 100.$$

Na última avaliação foram determinadas as massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Para tanto, as plantas foram removidas dos vasos e separadas do substrato. Em seguida, separou-se o sistema radicular da parte aérea e fez-se a determinação da massa fresca de cada parte e logo após, todas as partes foram deixadas em estufa a 60 °C até atingirem massa seca constante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações biométricas do genótipo BA-10 indicam que as plantas controle atingiram maior altura em relação àquelas submetidas à restrição hídrica, em todos os ciclos aplicados (Figura 1A). Para os pares de folhas, verifica-se que no primeiro ciclo as plantas hidratadas apresentavam menor número de folhas que àquelas submetidas à restrição hídrica (Figura 1B). Mas, a partir do segundo ciclo as plantas hidratadas passaram a apresentar maior número de pares de folhas que aquelas submetidas à falta de água. Também se observou que o número de pares de folhas variou nos dois tratamentos (Figura 1B), notam-se resultados de redução e aumento o que se deve a queda foliar ocorrida durante a aplicação dos tratamentos, este evento provavelmente está relacionado à ocorrência de temperaturas elevadas na região de Campinas, na época da condução do experimento.

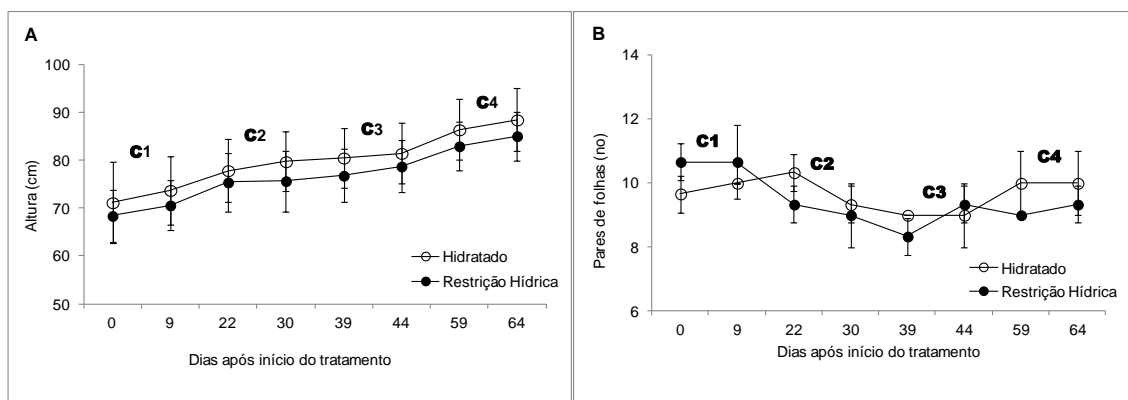


Figura 1 – Caracterização da Altura (A) e número de pares de folhas (B) de plantas do genótipo BA-10 de *C. arabica* submetidas aos tratamentos de hidratação contínua (H) e restrição hídrica (RH), aplicados em quatro ciclos.

A análise da temperatura foliar indicou que não houve diferença entre os tratamentos ao longo da aplicação dos quatro ciclos de restrição hídrica (Figura 2A). No entanto, no período da condução do experimento, as temperaturas registradas na região de Campinas foram elevadas (dados não apresentados). Na época do ciclo 2, a temperatura máxima da região variou entre 24,5 °C e 36,5 °C, em média com 32,7 °C. Para o ciclo 3, a temperatura máxima da região média foi 29,3 °C e variou entre 24,2 °C a 37,6 °C. No ciclo 4, a média da região foi 31,8 °C, com variação entre 27,9 °C a 33,5 °C. Relacionando os dados de registros de temperatura máxima da região e a duração em dias dos ciclos de restrição hídrica aplicados, observa-se que a duração em dias de cada ciclo dependeu das temperaturas diárias. Assim, quanto maior o número de dias com temperatura elevada menor a duração do ciclo.

Neste estudo, estabeleceu-se que a duração de cada ciclo esteve associada com o início da ocorrência do sintoma de murcha foliar nas plantas submetidas à restrição hídrica, conforme apresentado na Figura 2.

O início da manifestação do sintoma de murcha foliar variou entre os ciclos (Figuras 2B, 2C e 2D). No ciclo 2 a resposta ocorreu mais rapidamente no quarto dia após a aplicação da restrição hídrica (Figura 2B) enquanto nos ciclos três e quatro os sintomas iniciaram mais tarde, respectivamente, aos nove e seis dias (Figuras 2C e 2D). As plantas controle não apresentaram qualquer sintoma de murcha foliar nos quatro ciclos aplicados (Figura 3).

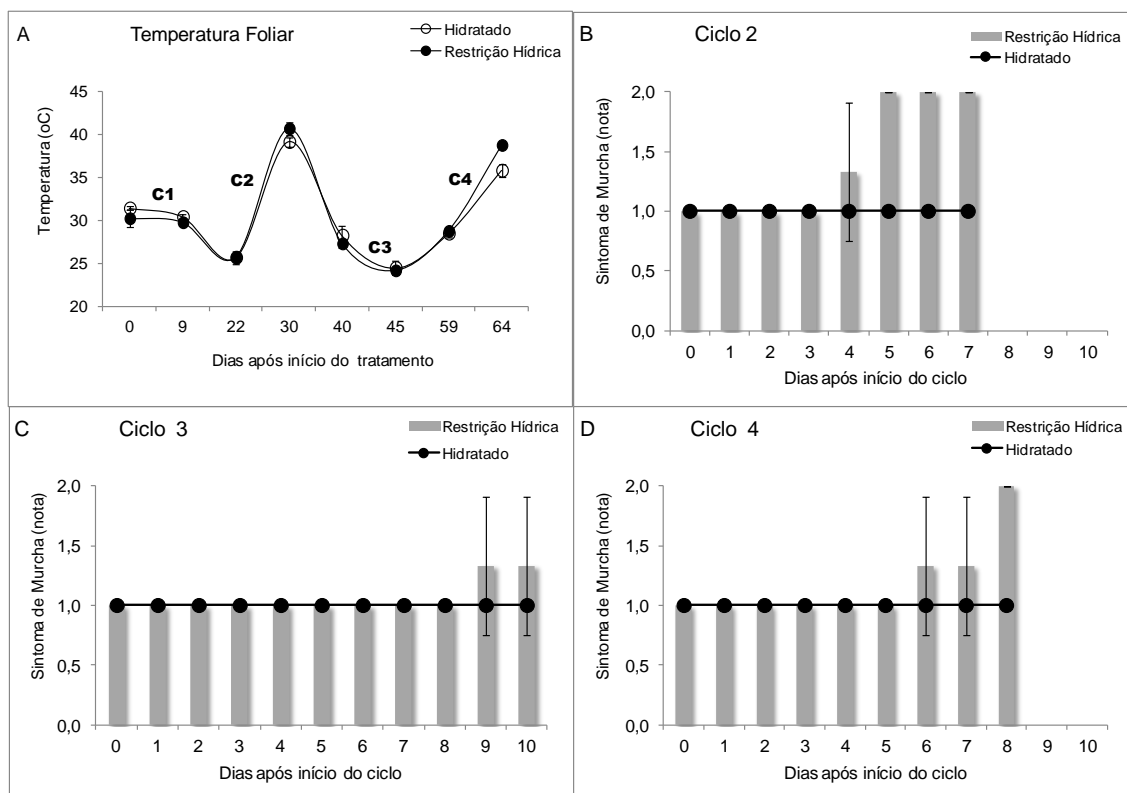


Figura 2 – Determinação da temperatura foliar de plantas do genótipo BA-10 de *C. arabica* submetidas aos tratamentos de hidratação contínua (H) e restrição hídrica (RH), aplicados em quatro ciclos.

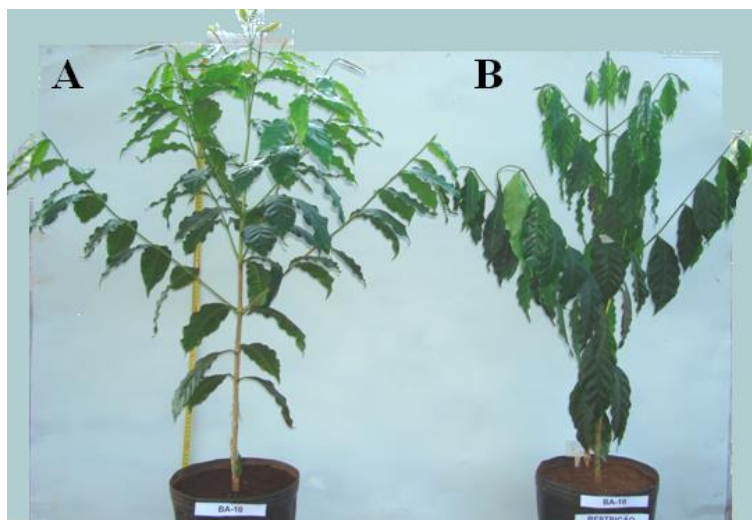


Figura 3 - Plantas da cultivar BA-10 de *C. arabica* submetidas ao quarto ciclo de hidratação contínua(A) e restrição hídrica (B), em vasos, em casa de vegetação.

Na Figura 4A encontram-se os resultados do CRA, onde se verifica que as plantas submetidas à restrição hídrica no segundo e quarto ciclos apresentaram menor conteúdo de água que aquelas do tratamento controle. Por outro lado, aquelas tratadas com restrição hídrica no primeiro e terceiro ciclos responderam com taxas mais elevadas de CRA que as plantas controle.

A análise do teor de umidade do solo (TU%) indicou que este foi maior nas plantas hidratadas do que nas estressadas em todos os ciclos (Figura 4B). Assim, os resultados obtidos mostram que as plantas submetidas à restrição hídrica, em geral, tenderam a preservar o conteúdo de água já que as suas respostas foram semelhantes ou próximas às verificadas no tratamento controle, exceto no segundo ciclo que esta foi reduzida.

Na análise das massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular também é evidente a diferença entre as plantas hidratadas e submetidas à restrição hídrica, conforme se observa nas figuras 5A e 5B, o que evidencia que estas estavam submetidas a estresse hídrico, já que a redução de crescimento indica o efeito desta condição (DaMatta, 2004).

Dos resultados obtidos, sugere-se que as plantas submetidas a vários ciclos de restrição hídrica tenderam a atrasar o início da expressão de murcha foliar. Estas plantas passaram por alterações fisiológicas que possivelmente conferiram algum grau de tolerância à falta de água, uma melhor adaptação à condição de seca, já que estas apresentaram mais tardiamente esses sintomas. As plantas de BA-10 responderam à falta de água principalmente com a retenção de água nos tecidos, apresentando uso mais eficiente da água, constituindo-se num evento temporário, mas estas também tiveram redução de crescimento que implica em estratégia de aclimação à restrição hídrica. De acordo com Hsiao et al. (1976) as plantas submetidas a déficit hídrico passam por alterações bioquímicas e fisiológicas que podem variar desde fotossíntese, síntese de proteínas e acumulação de solutos.

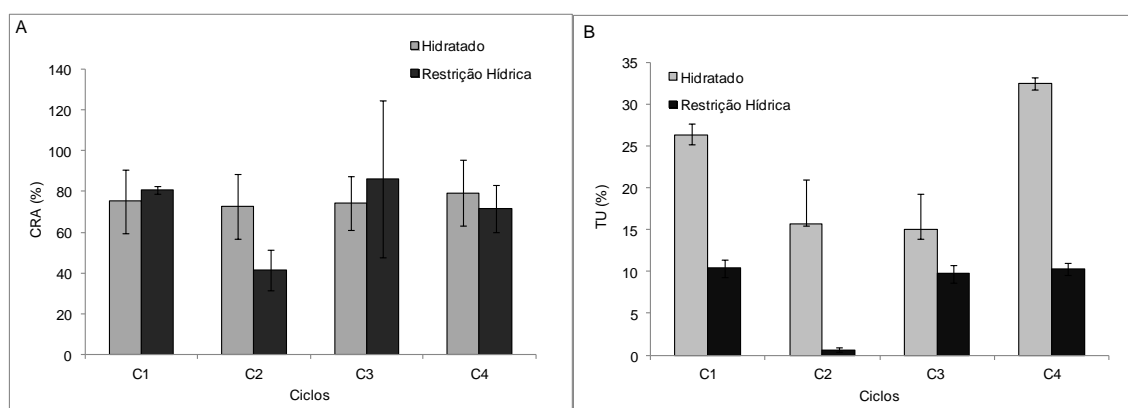


Figura 4 – Determinação do conteúdo relativo de água (CRA) (A) e do teor de umidade do solo (B) de plantas do genótipo BA-10 de *C. arabica* submetidos aos tratamentos de hidratação contínua (H) e restrição hídrica (RH), aplicados em quatro ciclos.

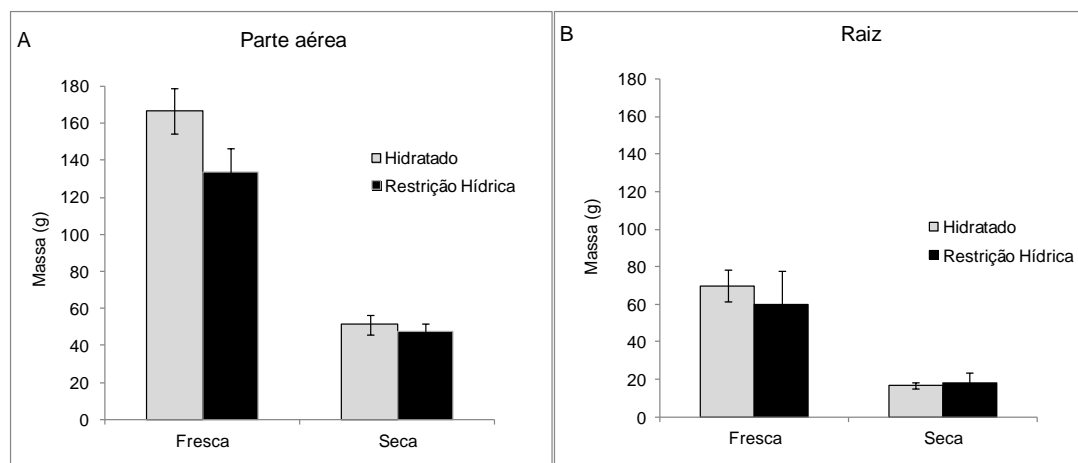


Figura 5 – Determinação das massas fresca e seca da parte aérea de plantas do genótipo BA-10 de *C. arabica* submetidos aos tratamentos de hidratação contínua (H) e restrição hídrica (RH), aplicados em quatro ciclos.

CONCLUSÕES

Plantas da cultivar BA-10 de *C. arabica* submetidas a quatro ciclos de restrição hídrica passaram por alterações bioquímicas e fisiológicas que possivelmente conferiram algum grau de tolerância à falta de água nas mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.A.S.; CARVALHO, C.R.L.; SILVAROLLA, M.B.; ARRUDA, F.; BRAGHINI, M.T.; LIMA, V.B.; FAZUOLI, L.C. Caracterização de respostas morfológicas e fisiológicas de diferentes genótipos de *Coffea* submetidos a estresse hídrico. In: 5º Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. (2007).
- BARBOSA, E. A.A.; SAKAI, E.; SILVEIRA, J.M.C.; PIRES, R.C.M.; GALLO, P.B.; LUCIO, E.A.V.. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro cultivado em diferentes arranjos populacionais, com e sem irrigação. In: Resumos Expandidos do VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá, MG. (2011).
- DAMATTA, F.M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. *Braz. J. Plant Physiol.* 16(1):1-6. (2004).
- DECONTO, J.G. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Embrapa/Unicamp. pp. 83. (2008).
- HSIAO, T.C.; ACEVEDO, E.; FERERES, E.; HENDERSON, D.W. Stress metabolism. *Phil. Trans. R. Societ London, B273:* 479-500. (1976).
- LARCHER, W. A planta sob estresse. In: *Ecofisiologia Vegetal*. RIMA Artes e Textos: São Carlos, p. 341-479. (2000).
- MAZZAFERA, P.; CARVALHO, A. Produção e tolerância à seca de cafeeiros. *Bragantia*, 46(2):403-415. (1987).
- RAMANJULU, S.; BARTELS, D. Drought-and desiccation-induced modulation of gene expression in plants. *Plant Cell Environment*, 25:141-151. (2002).
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia do estresse*. In: *Fisiologia Vegetal*. 3ed. Artmed: Porto Alegre, pp.613-643. (2004).