



Análise morfofisiológica de plantas de *Coffea arabica* L. em períodos de seca e de precipitação

Julietta Andréa Silva de Almeida^{1(*)}, Amanda Ribeiro Lopes¹, Angélica Praela-Pantano², Maria Bernadete Silvarolla¹ e Júlio César Mistro¹

¹Instituto Agronômico de Campinas - Centro de Café Alcides Carvalho, Avenida Barão de Itapura, 1.481, Botafogo, CEP 13020-902 Campinas, SP. E-mails: julietasa@iac.sp.gov.br, a193731@g.unicamp.br, bernadet@iac.sp.gov.br e mistroj@iac.sp.gov.br

²Instituto Agronômico de Campinas - Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Avenida Barão de Itapura, 1.481, Botafogo, CEP 13020-902 Campinas, SP. E-mail: angelica@iac.sp.gov.br

(*)Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 20 de abril de 2018

Aceito em 20 de dezembro de 2018

Termos para indexação:

clima

CRA

murcha foliar

temperatura

RESUMO

O cafeeiro possui forte influência na economia do Brasil ocupando extensas áreas de cultivo do país. No entanto, este perfil estável tende a ser ameaçado por eventos extremos resultantes do aquecimento global, como a seca. Neste estudo, avaliaram-se plantas de *Coffea arabica* sendo as cultivares Obatã, Mundo Novo e Catuaí Vermelho, a variedade Semperflorens e 19 genótipos em fase de seleção, em cinco períodos alternados, sob ausência ou não de precipitação pluvial, durante 111 dias. No período sem ocorrência de precipitação pluvial (período de seca) com temperatura máxima de até 25 °C, 14 genótipos apresentaram murcha foliar e conteúdo relativo de água (CRA) igual ou inferior a 60% e as demais plantas estavam sem sintoma e com maior CRA. As plantas murchas apresentaram turgidez foliar e maior CRA logo após a precipitação. No entanto, quando o período de seca estava associado à temperatura acima de 30 °C, por vários dias consecutivos, a maioria das plantas com murcha foliar manteve este sintoma mesmo após a ocorrência de precipitação pluvial, com exceção do genótipo 13 e da variedade Semperflorens que estavam com turgidez foliar. Os resultados obtidos são preliminares, porém estes indicam que plantas de *C. arabica* são afetadas em maior e menor intensidade pela seca associada, respectivamente, com temperatura superior a 30 °C ou de até 25 °C.

© 2018 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

O Brasil apresenta produção média de 23,5 a 25,4 sacas/hectare de *Coffea arabica*, com cerca de 1,78 milhões de hectares de plantas estabelecidas que ocupam aproximada-

mente 79,9% da área existente com lavouras cafeeiras no país (CONAB, 2017). Esses números ressaltam a relevância desta cultura para o Brasil e o coloca como forte produtor mundial de café. No entanto, o perfil estável da cultura do cafeeiro pode ser ameaçado pelo reflexo do aquecimento

global. O aquecimento global é um fenômeno climático de grande extensão, relacionado principalmente à elevação da temperatura média superficial da Terra provocada por fatores internos e externos (Silva e Paula, 2009). Segundo esses autores, fatores internos são complexos e associados a sistemas climáticos caóticos, não lineares, relacionados à atividade solar, a composição físico-química atmosférica, ao tectonismo e ao vulcanismo. Fatores externos são antropogênicos e relacionados a emissões de gases estufa pela queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão e derivados de petróleo, indústrias, refinarias, queimadas, etc.

Na natureza, sem a influência do aquecimento global, o padrão de temperatura média do ar próximo à superfície terrestre não é constante ao longo do ano, depende de outros fatores como a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao seu plano orbital e o movimento de translação do planeta ao redor do sol (Reboita et al., 2012). Mas, a elevação da temperatura, por causas naturais ou por fatores externos, afeta diretamente o ciclo da água.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) também aponta que as regiões tropicais passarão por redução de chuvas devido ao aquecimento global que afetará áreas agriculturáveis (Girardi, 2008). Se medidas não forem tomadas para mitigar a ação do aquecimento, a tendência será a intensificação destes fatores que prejudicam o meio ambiente e a agricultura. Estudos indicam que a elevação da temperatura de 1 a 2 °C poderá reduzir a produtividade da cultura do cafeeiro (Pinto et al., 2007; Rodrigues et al., 2014).

A caracterização das respostas fisiológicas das plantas tolerantes à falta de água é fundamental para se entender como este fator atua e controla o crescimento e o desenvolvimento das mesmas e como buscar soluções para contornar os prejuízos causados. Conhecimentos gerados a partir de trabalhos como esse podem auxiliar programas de melhoramento no desenvolvimento de cultivares tolerantes à falta de água, sendo uma alternativa para reduzir os prejuízos causados pela seca.

Plantas sob estresse hídrico apresentam fechamento estomático, redução do potencial hídrico foliar, menor conteúdo relativo de água (CRA), perda de turgor, diminuição do alongamento celular e aumento na concentração de solutos (Jaleel et al., 2009; Taiz e Zeiger, 2013; Tardieu et al., 2014; Rodrigues et al., 2015). A seca severa também compromete o crescimento e o desenvolvimento das plantas, levando a redução da produção primária dos ecossistemas e do rendimento das culturas, principalmente pela limitação da fixação fotossintética do carbono (Lecoeur e Sinclair, 1996; Cai et al., 2005, Mariga et al., 2016). Quando a disponibilidade hídrica diminui no solo, as plantas passam a ter dificuldade na absorção de água, desta forma, quanto maior a temperatura do ambiente, maior será a evapora-

ção e mais elevado será o fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera (Santos e Carlesso, 1998, Silva e Mazzafra, 2008).

As folhas têm papel destacado nas respostas das plantas a seca. A redução da turgescência foliar e a alteração do ângulo de inserção do pecíolo são alguns dos primeiros sinais das plantas à falta de água, porém se a seca for de alta intensidade e de longa duração pode ocorrer perda de folhas (Hussain e Ali, 2015; Domingues et al., 2017). O CRA indica a quantidade de água de um tecido, comparado com o máximo que o mesmo pode ter, pela ocupação de todos os espaços aéreos das folhas, que é dependente do conteúdo de umidade do solo (substrato) (Taiz e Zeiger, 2013). Valores de CRA em torno de 98 % indicam folhas turgidas e entre 30 a 40 % revelam planta com escassez de água. Porém, para a maioria das espécies o CRA em torno de 60 a 70 % já sinaliza folhas com murchamento inicial (Barr, 1962). Peloso et al. (2017) verificaram que tecidos de plantas de *C. arabica* apresentaram respostas de CRA de 24, 68 e 100 % quando submetidas, respectivamente, aos teores de água no solo de 30, 60 e 100 %. Desta forma, o objetivo deste estudo foi caracterizar respostas morfológicas e fisiológicas em plantas de *C. arabica* em condição de campo sob a ausência ou não de precipitação pluvial, em curto intervalo de tempo.

Material e Métodos

Plantas de *C. arabica* das cultivares Catuaí Vermelho IAC 81, Mundo novo IAC 379-19, Obatã IAC 1669-20, da variedade *Semperflorens*, e de 19 genótipos em fase de seleção, todas com três anos de idade, foram avaliadas em cinco períodos diferentes. Os genótipos em seleção são resultantes de cruzamentos entre cultivares Elites e acessos da Etiópia, em geração F3, que neste estudo foram identificados numericamente de 1 a 19. Todas as plantas pertencem ao experimento do programa de melhoramento do cafeeiro, que se encontram em área experimental do Instituto Agrônomo, no município de Campinas, São Paulo, localizada a 640 m de altitude, na latitude 22° 48' 57" Sul e na longitude 47° 03' 33" Oeste. O clima da região é do tipo Cwa segundo a classificação de Koeppen. A temperatura média anual é 21,4 °C, a precipitação anual é de 1372 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo argiloso. Nesta área, as plantas estão dispostas em espaçamento de 0,70 x 0,50 m e receberam tratamentos culturais de acordo com as recomendações agrônomicas para a cultura do cafeeiro.

Conteúdo relativo de água

Determinou-se o conteúdo relativo de água (CRA) a partir de discos foliares de 1 cm de diâmetro obtidos de folhas da porção mediana das plantas, no período da manhã,

que foram imediatamente pesados após a coleta. Em seguida, os discos foram imersos em 2 mL de água destilada por 24 horas, em temperatura ambiente, para atingir máxima embebição. Logo após este período, os discos foram pesados para a determinação da massa túrgida e após colocados em estufa a 50 °C para a determinação da massa seca. A determinação do CRA foi obtida por meio da equação (1):

$$\text{CRA} = 100(\text{mf} - \text{ms}) / (\text{mt} - \text{ms}) \quad (1)$$

Sendo mf, mt e ms são respectivamente a massa fresca, massa túrgida e massa seca.

Sintoma de murcha foliar

Para a avaliação de murcha foliar considerou-se a ocorrência de sintomas nas porções apical e ou basal das plantas, por meio de avaliação visual. Para tanto, foram atribuídas notas, sendo **1**. Sem sintoma de murcha; **2**. Murcha foliar em apenas uma das porções e **3**. Murcha foliar nas porções apical e basal da planta.

Avaliações

Plantas de *C. arabica* foram avaliadas durante 111 dias, sendo que este tempo foi dividido em cinco períodos. As plantas foram avaliadas ao final de cada período. Cada período de avaliação teve número diferente de dias, como também houve variação no número de dias com e sem precipitação pluvial e nas temperaturas média, máxima e mínima (Tabela 1). O período 1 constou de 60 dias, neste não houve precipitação e as plantas foram avaliadas em 14/08/17. O período 2 foi composto de 10 dias sendo que a partir do 2° dia ocorreram seis dias consecutivos de precipitação e a avaliação das plantas ocorreu no 3° dia após o término da chuva, em 24/08/17. O período 3 teve 12 dias, também não houve precipitação e as plantas foram avaliadas em 05/09/17. O período 4 teve 9 dias, também sem precipitação e as plantas foram avaliadas em 14/09/17. O período 5 constou de 20 dias, sendo que nos primeiros 15 dias não houve precipitação e em três dos últimos ocorreu

chuva e as plantas foram avaliadas em seguida a precipitação, em 04/10/17.

O número de repetições variou entre os genótipos, cada cultivar teve quatro plantas, com exceção do Obatã com apenas uma e a variedade Semperflorens com oito. Cada genótipo em seleção foi representado por apenas um indivíduo. Assim, devido a essas diferenças no número de repetições não foi feita a comparação de médias entre os mesmos.

Resultados e discussão

Plantas de *C. arabica* em experimento de campo, normalmente, são avaliadas em anos consecutivos por se tratar de uma espécie perene (Matsumoto et al., 2008; Sakai et al., 2013). Neste estudo, porém, avaliaram-se plantas desta espécie, pertencentes a experimento de melhoramento, em cinco períodos, durante 111 dias (Tabela 1). Embora o tempo de estudo tenha sido breve para esta cultura, essas avaliações foram suficientes para gerar o diagnóstico de algumas respostas das plantas após passarem por períodos alternados de seca e de precipitação pluvial.

Na Figura 1, verificam-se os valores diários de precipitação e de temperaturas média, máxima e mínima registrados em cada período de avaliação das plantas no ano de 2017. No período 1 não houve precipitação e predominaram temperaturas menores que 25 °C sendo a média, máxima e mínima, respectivamente, 18,7, 25,0 e 12,4 °C (Tabela 1). No período 2, ocorreram 6 dias contínuos de precipitação, com volume total de 35,5 mm, com predomínio de temperaturas inferiores a 25 °C, com média, máxima e mínima, respectivamente, 18,3, 21,9 e 14,5 °C (Figura 1, Tabela 1). No período 3 não houve precipitação e as temperaturas média, máxima e mínima foram, respectivamente, 21,6, 28,9 e 14,4 °C. No período 4, também não houve precipitação e as temperaturas média, máxima e mínima foram, respectivamente, 24,1, 31,6 e 16,5 °C. O período 5 teve 20 dias, sendo que em três dos últimos destes ocorreram chuvas, com volume total de 72,1 mm. Na Tabela 1 observa-se que o número de dias com temperatura igual ou acima de 30 °C variou, sendo de 3, 0, 3, 8 e 14, respectivamente, para

Tabela 1. Atributos climáticos dos períodos de avaliação das plantas de *C. arabica* em condição de campo.

| Período/datas | Total de dias do período | Total de dias sem chuva | Total de chuva (mm) | Temperatura (°C) | | | Total de dias com temperaturas ≥ 30 °C |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|------|------|--|
| | | | | Med. | Max. | Mín. | |
| 1 16/06 a 14/08/17 | 60 | 60 | 0,0 | 18,7 | 25,0 | 12,4 | 2 |
| 2 15/08 a 24/08/17 | 10 | 4 | 35,5 | 18,2 | 21,9 | 14,5 | 0 |
| 3 25/08 a 05/09/17 | 12 | 12 | 0,0 | 21,6 | 28,9 | 14,4 | 3 |
| 4 06/09 a 14/09/17 | 9 | 9 | 0,0 | 24,1 | 31,6 | 16,5 | 8 |
| 5 15/09 a 04/10/17 | 20 | 15 | 72,1 | 23,5 | 30,3 | 16,7 | 14 |

os períodos 1, 2, 3, 4 e 5.

A avaliação da murcha foliar mostrou diferenças relevantes nas respostas obtidas, levando-se em conta esta variação as plantas foram classificadas em três grupos conforme o sintoma (Figura 2). Na Figura 2A estão agrupadas as plantas que tiveram maior atribuição da nota 3, murcha completa da copa, que foram a cultivar Obatã e os genótipos em fase de seleção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, o que ocorreu principalmente nos períodos 1, 3 e 4. A maioria dessas plantas também apresentou CRA menor ou igual a 60 %, com exceção dos genótipos 8 e 5 que tiveram respostas maiores.

Na Figura 2B estão agrupadas as plantas com maior atribuição da nota 2, murcha parcial da copa, sendo os genótipos 9, 10, 11, 12 e 13, que também ocorreu, principalmente, nos períodos 1, 3 e 4. Neste grupo, dois genótipos destacaram-se por não apresentarem qualquer sintoma de murcha, sendo o 11 no período 1 e o 12 nos períodos 1 e 3. Além disto, a maioria das plantas deste grupo teve CRA acima de 60 %, com exceção dos genótipos 10 e 12 cujas respostas foram inferiores a 60 % no período 4.

Na Figura 2C encontram-se agrupadas as plantas que não tiveram sintoma de murcha foliar, sendo as cultivares Catuaí Vermelho, Mundo Novo, a variedade Semperflorens e também os genótipos 14, 15, 16, 17, 18 e 19, principalmente, nos períodos sem precipitação, 1, 3 e 4. Estas plantas também tiveram CRA superior a 60 % na maioria dos períodos avaliados, com exceção dos genótipos 15, 17, 18 e 19 com respostas iguais ou inferiores a 60 % no período 4.

Foram realizadas correlações simples entre o CRA e o sintoma de murcha foliar das plantas em cada período avaliado. A correlação foi significativa para os períodos 1 e

4, sendo respectivamente, 0,59137* e 0,55818* a 5 %. Estes resultados mostram que quanto maior a nota de murcha foliar menor a taxa de CRA. Por outro lado, não houve correlação significativa para os períodos 2 e 5 já que nestes as plantas foram avaliadas logo após a precipitação, quando estavam com CRA elevado. A correlação também não foi significativa para o período 3, indicando que embora as plantas também tenham passado por período de seca, é possível que a duração do tempo de exposição à falta de água não tenha sido suficiente para causar murcha foliar nas mesmas.

Os resultados obtidos mostram que, em geral, a maioria das plantas com nota 3 teve CRA menor que 60 % (Figura 2A) enquanto este tendeu ser acima de 60 % para aquelas com nota 2 (Figura 2B) ou nota 1 (Figura 2C). Embora, os resultados obtidos sejam relativos às avaliações realizadas em curto intervalo de tempo, estes parecem indicar que o CRA inferior a 60 % tende a refletir deficiência de água nos tecidos de plantas de *C. arabica* em campo. Barr (1962) também discute que CRA em torno de 60 a 70 % caracteriza folhas com murchamento inicial.

Levando-se em conta as plantas sem sintoma de murcha e com maior CRA em condição de seca, nos três grupos, é possível inferir que estas tenham utilizado algum tipo de estratégia para evitar a perda de água e manter a turgidez (Figura 2C). Plantas sob seca podem utilizar diversas estratégias para economizar água como fechamento estomático, ajustamento osmótico, alteração dos componentes da camada de cera da epiderme das folhas, como também maior capacidade de absorção de água pelas raízes que podem atingir profundidades do solo com disponibilidade de água (Silva e Mazzafera, 2008; Taiz e Zeiger, 2013; Domín-

Figura 1 – Dados climáticos diários dos períodos de avaliações de plantas de *C. arabica* pertencentes ao programa de melhoramento genético, em área experimental, na região de Campinas, São Paulo. As setas indicam a data em que as plantas foram avaliadas em cada período.

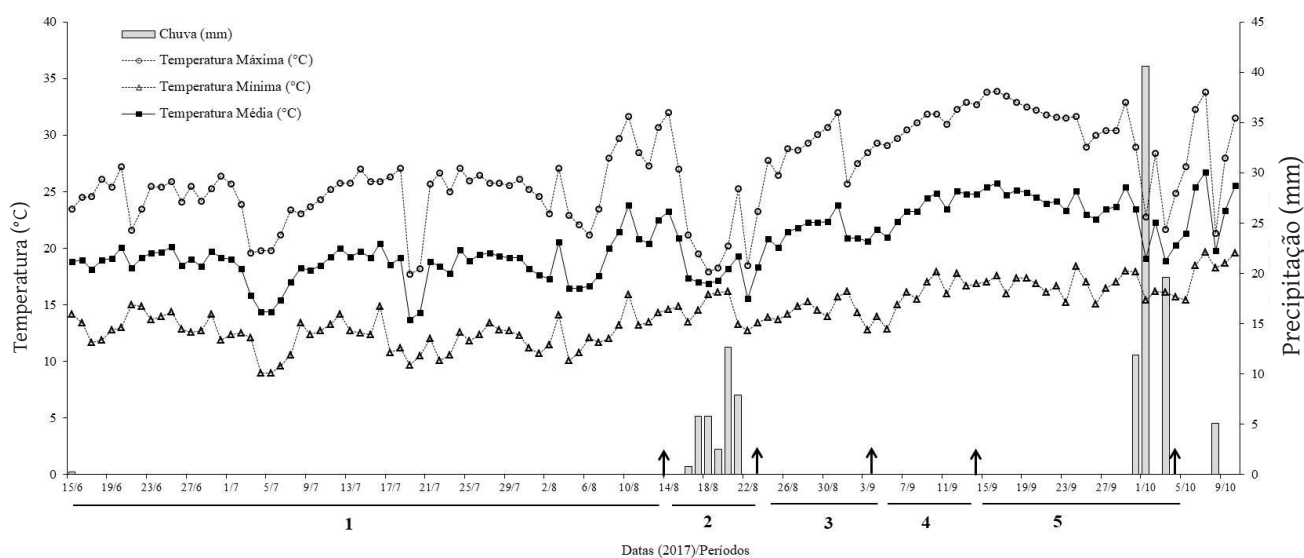
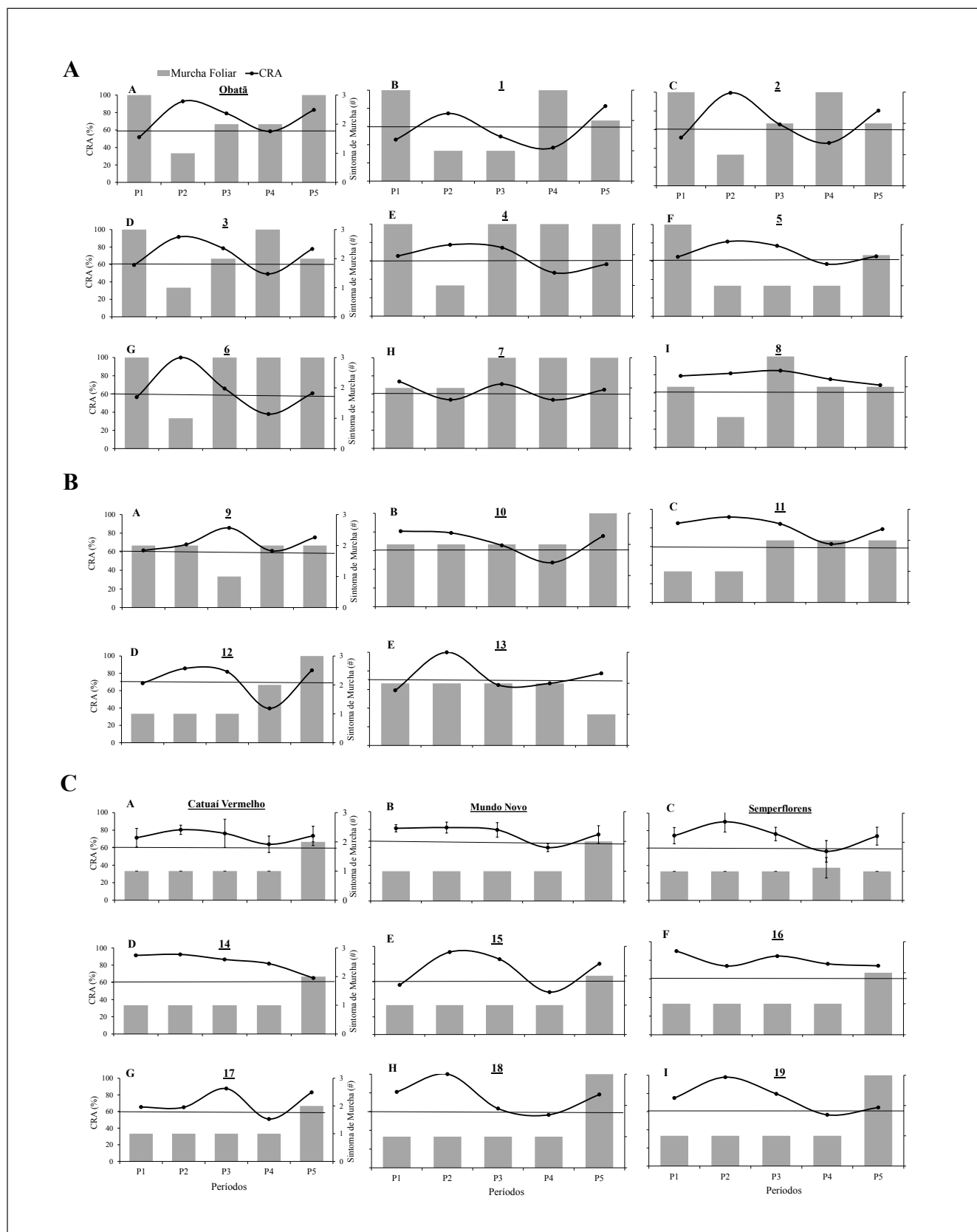


Figura 2. Respostas de murcha foliar e CRA de plantas de *C. arabica* em condição de campo ao longo de cinco períodos (P) de avaliações, pertencentes ao programa de melhoramento genético, em área experimental na região de Campinas, São Paulo. **1.** Sem sintoma de murcha; **2.** Murcha foliar em apenas uma das porções e **3.** Murcha foliar nas porções apical e basal da planta.



guez et al., 2018). Da Matta et al. (2006) também descrevem observações semelhantes em plantas de cafeeiro sob falta de água, que em geral, mantiveram elevado CRA. Cai et al. (2005) também verificaram que plantas de *C. arabica* em campo após serem submetidas a 4 e 10 dias sem irrigação responderam, respectivamente, com CRA de 88 % e 80 % e 92,8 % após o 5° dia de irrigação. No entanto, embora os genótipos de *C. arabica* sem sintoma de murcha tenham se preservado na seca, eventualmente, estes podem ter tido algum tipo de prejuízo que não foi possível quantificar nas avaliações realizadas, devido ao curto tempo de condução deste estudo. Pequenas diminuições na oferta de água podem reduzir substancialmente o crescimento, ainda que não se observem características visíveis da deficiência hídrica (Nunes, 1976).

Dos resultados obtidos, destaca-se que o período de seca afeta plantas de *C. arabica* em campo que podem apresentar murcha foliar. No entanto, independente da intensidade da seca, normalmente, estas plantas recuperaram a turgidez foliar após a exposição à chuva. Porém, no período 5, a maioria das plantas estava com murcha foliar, mesmo aquelas que não haviam apresentado sintomas nas avaliações anteriores. Este padrão de resposta indica que neste período, as plantas também tiveram difícil recuperação da turgidez foliar mesmo após passarem por três dias de precipitação, e ficarem expostas a 72,1 mm de chuva (Figura 1). Este padrão de resposta é diferente daquele verificado no período 2 quando as plantas recuperaram a turgidez foliar logo em seguida a exposição à precipitação. Observa-se ainda que no período 2, o volume de chuva foi menor, 35,5 mm, que aquele do período 5 que acumulou 72,1 mm, praticamente o dobro.

A comparação entre todos os períodos mostra que além da diferença da quantidade de chuva, estes também tiveram variação em relação à temperatura. Nos períodos 1, 2 e 3 a temperatura média foi inferior a 25 °C e em 4 e 5 esta foi igual ou superior a 30 °C (Tabela 1). Estas observações indicam que as plantas de *C. arabica* sob falta de água no solo tiveram redução de CRA e murcha foliar. No entanto, estes sintomas tornaram-se mais severos quando as plantas foram expostas simultaneamente à falta de água com temperaturas acima de 30 °C, por vários dias consecutivos. Por outro lado, nota-se que sob a influência destas condições climáticas mais severas, o genótipo 13 e a variedade Semperflorens mantiveram-se sem qualquer sintoma de murcha e com maior CRA, indicando que estes têm maior tolerância a ocorrência simultânea destes fatores.

Destaca-se também que as plantas das cultivares Catuaí 81 e Mundo Novo e da variedade Semperflorens, em geral, mantiveram-se sem sintomas de murcha foliar e com maior CRA na maioria dos períodos avaliados. Embora os resultados obtidos sejam relativos a curto tempo de avaliação estes reforçam a importância dessas cultivares para a

cadeia produtiva do cafeeiro que além de serem produtivas também se mostraram tolerantes à seca. A cultivar Obatã mostrou-se menos tolerante a falta de água por apresentar sintoma de murcha nos períodos 1, 3, 4 e 5 (Figura 2A). Os resultados do Obatã estão de acordo com as recomendações para esta cultivar que deve ser cultivada em sistema com irrigação por ser sensível à falta de água (Carvalho, 2008). A variedade Semperflorens pode vir a ser recomendada para introdução em programas de melhoramento de cafeeiro que visam tolerância à seca, levando-se em conta que no presente estudo esta mostrou ser indiferente a falta de água e a temperatura elevada. Além disto, as avaliações deste estudo também mostraram que os genótipos em fase de seleção, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 aparentemente parecem ter algum perfil de tolerância à falta de água. Mas, estes resultados são preliminares, representam apenas um diagnóstico instantâneo das plantas em condições alternadas de período de seca e de precipitação, indicando a necessidade da continuidade das avaliações para uma conclusão mais precisa sobre o potencial de tolerância à seca dessas.

Conclusões

Os resultados obtidos indicam que respostas morfológicas de plantas de *C. arabica* foram severamente afetadas pela seca associada com temperatura superior a 30 °C e em menor intensidade quando esta foi inferior a 25 °C. A taxa de CRA foi inferior a 60 % para a maioria das plantas com sintoma de murcha foliar, sob falta de água. Além disto, plantas das cultivares Catuaí Vermelho, Mundo Novo, da variedade Semperflorens e de seis genótipos em seleção indicaram ter tolerância à falta de água já que, em geral, nos períodos de seca apresentaram ausência de murcha foliar e taxa de CRA superior a 60 %.

Referências

- BARR, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. **Australian Journal Biology Science**, Australia, v. 15, p. 413-428, 1962.
- Cai, Z.-Q.; Chen, Y.-J.; Guo, Y.-H.; Cao, K.-F. Responses of two field-grown coffee species to drought and re-hydration. **Photosynthetica**, v. 43, p. 187-193, 2005.
- CARVALHO, C. H. S. (Org.). **Cultivares de Café, origem, características e recomendações**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2008. 334 p.
- CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira: café. Safra, v. 4, n. 2, 2017. Brasília, 2017.
- DOMÍNGUEZ, E.; HEREDIA-GUERRERO, J. A.; HEREDIA, A. The plant cuticle: old challenges, new perspectives. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 68, p. 5251-5255, 2017.
- GIRARDI, G. **Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil**. Embaixada Britânica:Posigraf, 2008. 84 p. www.climaagricultura.org.br

- HERMANA, H.; MARCOA, G.; CECILIA, B.; ALFONSO, V.; LUIS, M.; CRISTIÁNA, V.; SEBASTIÁNA, P.; SEBASTIÁNA, A. Effect of water availability on growth, water use efficiency and omega 3 (ALA) content in two phenotypes of chia (*Salvia hispanica* L.) established in the arid Mediterranean zone of Chile. **Agricultural Water Management**, New Zealand, v. 173, p. 67-75, 2016.
- HUSSAIN, B.; ALI, B. Leaf longevity in plants under water stress – a review. **Indian Journal of Plant Sciences**, Rajasthan, v. 4, p. 127-133, 2015.
- JALEEL, C. A.; MANIVANNAN, P.; WAHID, A.; FAROOQ, M.; AL-JUBURI, H. J.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal of Agriculture & Biology**, ISSN Print: 1560-8530; ISSN Online: 1814-9596, 2016.
- MARIGA, D. S.; FROOME, N. C.; LOROUPE, T. F. A review on heat and drought tolerance in coffee. **Advances in Agriculture and Agricultural Sciences**, New York, v. 2, p. 160-163, 2016.
- MATSUMOTO, S. N.; FARIA, G. O.; VIANA, A. E. S.; ROCHA, V. S.; NOVAES, A. B. Water relations in a coffee grove planted with grevilleas in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 71-83, 2006.
- NUNES, M. A. Water relations in coffee: significance of plant water deficits to growth and yield: a review. **Journal Coffee Research**, Beltsville, v. 6, p. 4 – 21, 1976.
- PELOSO, A. F.; TATAGIBA, S. D.; REIS, E. F.; PEZZOPANE, J. E. M.; AMARAL, J. F. T. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 389 – 399, 2017.
- REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terrae e Didática**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 34-50, 2012.
- RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C.; REIS, E. F.; GARCIA, G. O. Disponibilidade hídrica no solo no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 46 - 55, 2015.
- RONCHI, C. P.; ARAÚJO, F. C.; ALMEIDA, W. L.; SILVA, M. A. A.; MAGALHÃES, C. E. O.; OLIVEIRA, L. B.; DRUMOND, L. C. D. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao déficit hídrico para a concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 24-32, 2015.
- SAKAI, E.; BARBOSA E. A. A.; SILVEIRA, J. M. C.; PIRES, R. C. M. *Coffea arabica* (Cv Catuaí) production and bean size under different population arrangements and soil water availability. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 145-156, 2013.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 287-294, 1998.
- SILVA R. W. C., PAULA B. L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terrae e Didática**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 42-49, 2009.
- SILVA, E. A.; MAZZAFERA, P. Influence of temperature and water on coffee culture. **American Journal Plant Science Biotechnology**, Japan, v. 2, p. 32-41, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Org.). **Fisiologia Vegetal**. 5ª edição, São Paulo: Artmed Editora Ltda, Grupo Educação, 2013. 918 p.
- TARDIEU, F.; PARENT, B.; CALDEIRA, C. F.; WELCKER, C. Genetic and physiological controls of growth under water deficit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 164, p. 1628-1635, 2014.
- TOZZI, F. R. O.; GHINI, R. Impacto do aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono sobre a ferrugem e o crescimento do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 8, p. 933-941, 2016.

REFERENCIAÇÃO

- ALMEIDA, J. A. S.; LOPES, A. R.; PRELA-PANTANO, A.; SILVAROLLA, M. B.; MISTRO, J. C. Análise morfofisiológica de plantas de *Coffea arabica* L. em períodos de seca e de precipitação. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.26, n.1, p.173-180, 2018.



Morphological analysis of *Coffea arabica* L. plants during periods of drought and precipitation

Julieta Andréa Silva de Almeida^{1(*)}, Amanda Ribeiro Lopes¹, Angélica Praela-Pantano², Maria Bernadete Silvarolla¹ and Júlio César Mistro¹

¹Instituto Agronômico de Campinas - Centro de Café Alcides Carvalho, Avenida Barão de Itapura, 1.481, Botafogo, CEP 13020-902 Campinas, SP. E-mails: julietasa@iac.sp.gov.br, a193731@g.unicamp.br, bernadet@iac.sp.gov.br and mistrojc@iac.sp.gov.br

²Instituto Agronômico de Campinas - Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Avenida Barão de Itapura, 1.481, Botafogo, CEP 13020-902 Campinas, SP. E-mail: angelica@iac.sp.gov.br

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 20 April 2018

Accepted 20 December 2018

Index terms:

climat

RWC

leaf wilt

temperature

ABSTRACT

Coffee has a strong influence on the Brazilian economy, occupying extensive cultivated areas of the country. However, this stable profile tends to be threatened by extreme events resulting from global warming, such as drought. In the present study, *Coffea arabica* plants were evaluated, being the cultivars Obatã, Mundo Novo and Catuai Vermelho, the Semperflorens variety and also 19 genotypes in the selection phase, in five alternating periods of drought and precipitation, for 111 days. In the period without occurrence of rainfall (period of drought) with maximum temperature of up to 25 °C, 14 genotypes showed leaf wilt and relative water content (RWC) equal to or less than 60% and the other plants were symptomless and with higher RWC. The wilted plants showed foliar turgidity and higher RWC soon after precipitation. However, when the dry season was associated with a temperature above 30 °C, for several consecutive days, most foliar wilting plants maintained this symptom even after rainfall occurred, except for genotype 13 and the variety Semperflorens were with foliar turgidity. The results obtained are preliminary, but these indicate that *C. arabica* plants are affected to a greater or lesser degree by the associated drought, respectively, with a temperature above 30 °C high or up to 25 °C.

© 2018 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

ALMEIDA, J. A. S.; LOPES, A. R.; PRELA-PANTANO, A.; MARIA BERNADETE SILVAROLLA, M. B.; MISTRO, J. C. Análise morfofisiológica de plantas de *Coffea arabica* L. em períodos de seca e de precipitação. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.26, n.1, p.173-180, 2018.