

EFEITOS DO ESTRESSE HÍDRICO NA COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DE GRÃOS DE *COFFEA ARABICA* CV. RUBI¹

Felipe Vinecky²; Fabrice Davrieux³; Gabriel Sérgio Costa Alves⁴; Ana Carolina Mera⁵; Thierry Leroy⁶; François Bonnot⁶; David Pot⁶; Omar Cruz Rocha⁷; Antonio Fernando Guerra⁷; Gustavo Costa Rodrigues⁷; Pierre Marraccini⁶; Alan Carvalho Andrade⁸

¹ Trabalho financiado pelo CIRAD, o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café e com apoio da(o) FINEP, INCT/Café e Embrapa Café

² Doutorando, M.Sc., Departamento de Biologia Celular - UnB – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (LGM-NTBio), Brasília – DF

³ Pesquisador, CIRAD UMR Qualisud, Montpellier – FR

⁴ Doutorando, M. Sc., Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG

⁵ Bolsista, M. Sc., Embrapa Café, Brasília – DF.

⁶ Pesquisador, PhD, CIRAD UMR AGAP, Montpellier – FR

⁷ Pesquisador, PhD, Embrapa Cerrados, Planaltina – DF

⁸ Pesquisador, PhD, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (LGM-NTBio), Brasilia – DF

RESUMO: Plantas adultas de *C. arabica* cv. Rubi cultivadas na estação experimental da Embrapa Cerrados foram submetidas a quatro regimes hídricos (RH1 até RH4): RH1 correspondente a irrigação contínua e RH2 até RH4 correspondem respectivamente, a 30, 60 e 90 dias de estresse hídrico antes do retorno da irrigação. Como controle, as plantas do regime RH0 permaneceram sem irrigação. Os grãos produzidos a partir dessas plantas foram analisados utilizando a técnica de espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) para avaliar os efeitos do estresse hídrico sobre os níveis de alguns compostos bioquímicos tais como a cafeína, os lipídios totais, a sacarose e os ácidos clorogênicos, durante três anos consecutivos (2007 até 2009). Os resultados mostram um efeito significativo do estresse hídrico sobre cafeína e ácidos clorogênicos em 2007 e 2008, com redução dos teores destes compostos bioquímicos com o estresse hídrico. Do outro lado, um efeito significativo do estresse hídrico sobre a sacarose (em 2007 e 2009) e de lipídeos totais (em 2007-2009), com conteúdo crescente destes compostos bioquímicos com o estresse hídrico, foi também observado.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, composition bioquímica grão, estresse hídrico, NIRS

EFFECTS OF WATER STRES ON THE BEAN BIOCHEMICAL COMPOSITION OF *COFFEA ARABICA* CV. RUBI

ABSTRACT: Adult plants of *C. arabica* cv. Rubi were cultivated in the experimental station of the Embrapa Cerrados and submitted to four water treatments (RH1 until RH4): RH1 corresponded to continuous irrigation and RH2 to RH4 treatments corresponded respectively, to 30, 60 and 90 days of withdrawal before the return of irrigation. As a control, the RH0 plants were grown without irrigation. The beans produced by these plants were analyzed using the Near infrared spectroscopy (NIRS) to evaluate the effect of water stress on the levels of some biochemical compounds like caffeine, total lipids, sucrose and chlorogenic acids, during three consecutive years (2007 up to 2009). The results showed a significant effect of water stress on caffeine and chlorogenic acids in 2007 and 2008, with content decrease these biochemical compounds with water stress. On the other hand, a significant effect of water stress on sucrose (in 2007 and 2009) and total lipid (in 2007-2009) with increased content of these biochemical compounds with water stress was also observed.

Key words: bean biochemical composition, *Coffea arabica*, water stress, NIRS

INTRODUÇÃO

De acordo com o último relatório do IPCC (Intergovernamental Panel on Climate Change), a temperatura global deve aumentar na zona tropical, o que poderá modificar as características agroclimáticas da área de plantio de *Coffea arabica*, principalmente no Brasil. Vários projetos de pesquisa deram início às análises dos efeitos do estresse hídrico em plantas de café, em níveis fisiológicos e moleculares. No entanto, não existem estudos sobre os efeitos da seca prolongada no tamanho da semente, na composição bioquímica e, consequentemente, na qualidade da bebida do café. Afim de iniciar esses estudos, foram avaliados os níveis de alguns compostos bioquímicos dos frutos de café (cafeína, lipídios totais, sacarose e ácidos clorogênicos) utilizando a técnica de espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) de grãos produzidos a partir de plantas adultas de *C. arabica* cv. Rubi, cultivado sob diferentes regimes hídricos (RH) em condições de campo do Cerrado brasileiro. Nesta região, o clima é caracterizado por uma estação chuvosa (de outubro a abril) durante o verão e uma longa estação seca (de maio a setembro) durante o inverno. Em tais

condições, o cultivo do café só é possível sob irrigação para evitar efeitos deletérios do estresse hídrico no cafeeiro. Recentes descobertas também indicam que o estresse hídrico controlado ajuda na melhor sincronização do florescimento do café, após a estação seca. Na estação experimental da Embrapa Cerrados, quatro regimes hídricos (RH1 a 4) foram testados em campo: RH1 correspondente a irrigação contínua e RH2 até RH4 correspondem às plantas submetidas, respectivamente, a 30, 60 e 90 dias de estresse hídrico antes do retorno de irrigação para estimular a floração. Como controle, as plantas do regime RH0 permaneceram sem irrigação. O objetivo deste trabalho foi utilizar a análise NIRS para avaliar os efeitos do estresse hídrico sobre a composição bioquímica do grão de café durante três períodos de colheita consecutivos (2007 até 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal:

Os testes foram realizados em campo utilizando plantas de *Coffea arabica* cv. Rubi com 6 anos de idade cultivados em condição de campo, na estação experimental do centro da Embrapa Cerrados (Planaltina-DF, Brasil, 15° 35'43"S - 47°43'52"O) em condição de sol pleno sob cinco regimes hídricos (RH), caracterizada da seguinte forma: RH0, sem irrigação (apenas sujeito a chuvas naturais); RH1, sempre irrigada durante o ano; RH2, sem irrigação, durante 30 dias da temporada de inverno; RH3, sem irrigação durante 60 dias da temporada de inverno e RH4, sem irrigação durante 90 dias da temporada de inverno. Durante os três anos desta experiência, a data do retorno de irrigação foi fixada para o dia 04 de setembro para os tratamentos RH2 a 4 com a floração ocorrendo em torno de 10 dias após essa data. Em seguida, desde a floração até a colheita do grão, o teor de umidade de água no solo foi controlado com irrigações regulares realizadas por um sistema de pivô central mantendo o nível de água sempre superior a 0.27 cm³ H₂O.cm⁻¹, mesmo durante o período chuvoso. Diferentes condições de adubação de N, P e K também foram testadas (ver também Vinecky *et al.*, nesse mesmo simpósio).

Amostragem e processamento dos frutos:

Nas condições atuais, e dependendo das chuvas ano, o estresse hídrico acelerou a maturação em aproximadamente um mês, com o amadurecimento de frutos que era estimada em 210 DAF e 240-260 dias após o florescimento (DAF) para condições de RH0 e RH1 a 4, respectivamente. Os frutos foram colhidos na maturidade que corresponde a frutos maduros, com pericarpo vermelho chegando ao roxo e contendo o endosperma duro e branco (o excesso de cerejas maduras, com um pericarpo seco e coloração de marrom a preto, não foram considerados). Os frutos foram secos ao sol por um período de 15 a 20 dias, até o grão chegar a níveis de 10-12% de umidade e então processadas mecanicamente para remover o pericarpo seco e endocarpo (pergaminho).

Análises químicas:

Foram realizadas análises químicas nos grãos de café verde por espectrometria de infravermelho próximo (NIRS) por refletância (Williams & Norris, 1990) de café verde (50 g) usando um sistema de espectrometria NIR (NIRS modelo 6500, FOSS, Port Matilda, Pa.). Foram avaliadas as quantidades de sacarose, lipídios totais, cafeína e ácidos clorogênicos (ACG) utilizando grãos secos (30-50 g) os quais foram equilibrados (submetidos 6 dias, sob 60% de umidade e 28°C de temperatura) antes de serem congeladas em nitrogênio líquido e pulverizadas (<0,5 mm). Um espectro de NIR foi adquirido em modo de refletância (R) na faixa de 1104 a 2456 nm (Downey *et al.*, 1994; Downey & Boussion 1996; Scanlon *et al.*, 1999) e comparados com curvas de calibração previamente estabelecidos (Guyot *et al.*, 1993; Decazy *et al.*, 2003). Os dados foram tratados pelo software (Int Intrasoft. Matilda Porto, PA) do Winisi 1.5 (NIRS2 4.0).

Análises estatísticas:

Dentro de cada condição de RH foram separados três blocos casualizados em cinco parcelas que foram estabelecidas para cada fertilizante N, P e K, e cada fertilizante foi aplicado em cinco níveis em três blocos, com um nível constante de dois outros fertilizantes. Três experimentos distintos foram então considerados e analisados separadamente. Os dados de cada ano, foram analisados separadamente por causa das condições climáticas muito diferentes entre os três anos. Os dados foram analisados utilizando um modelo misto de variância. Fatores de RH e de fertilizantes foram considerados fixos, e dentro do bloco de fator RH foi considerado aleatório. Para cada fertilizante, o valor observado Y_{ijk} correspondente ao RH i , bloco j dentro de RH i e nível de fertilizantes k , foi modelado conforme a formula a seguir: $Y_{ijk} = m + a_i + B_{ij} + c_k + (ac)_{ik} + E_{ijk}$ onde m (média geral), a_i (efeito fixo de RH i), B_{ij} (efeito aleatório do bloco j dentro de RH i), c_k (efeito fixo da fertilização k) $(ac)_{ik}$ (interação RH x fertilizantes) e E_{ijk} (erro aleatório residual).

Todos os cálculos foram realizados utilizando o software estatístico R (R Development Core Team. 2007), versão 2.6.0. As análises de variância foram realizadas utilizando o pacote de R Nlme (Pinheiro *et al.*, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados foram focados apenas sobre os efeitos das condições de RH, com exceção das interações com fertilizantes e RH (ver também Vinecky *et al.*, nesse mesmo simpósio).

As principais conclusões deste estudo são (Figura 1):

- o conteúdo de cafeína, ácidos clorogênicos (ACG) e sacarose foram similares durante os três anos de análise,
- os teores de lipídios totais foram submetidos a grandes flutuações, variando de 12-14% em 2007 para 15-16% em 2009,
- há um efeito significativo do estresse hídrico sobre cafeína e ácidos clorogênicos (ACG) (em 2007 e 2008), com redução dos teores destes compostos bioquímicos quando o estresse hídrico é crescente,
- há efeito significativo do estresse hídrico sobre a sacarose (em 2007 e 2009) e de lipídios totais (em 2007, 2008 e 2009) com conteúdo crescente destes compostos bioquímicos quando houve o estresse hídrico.

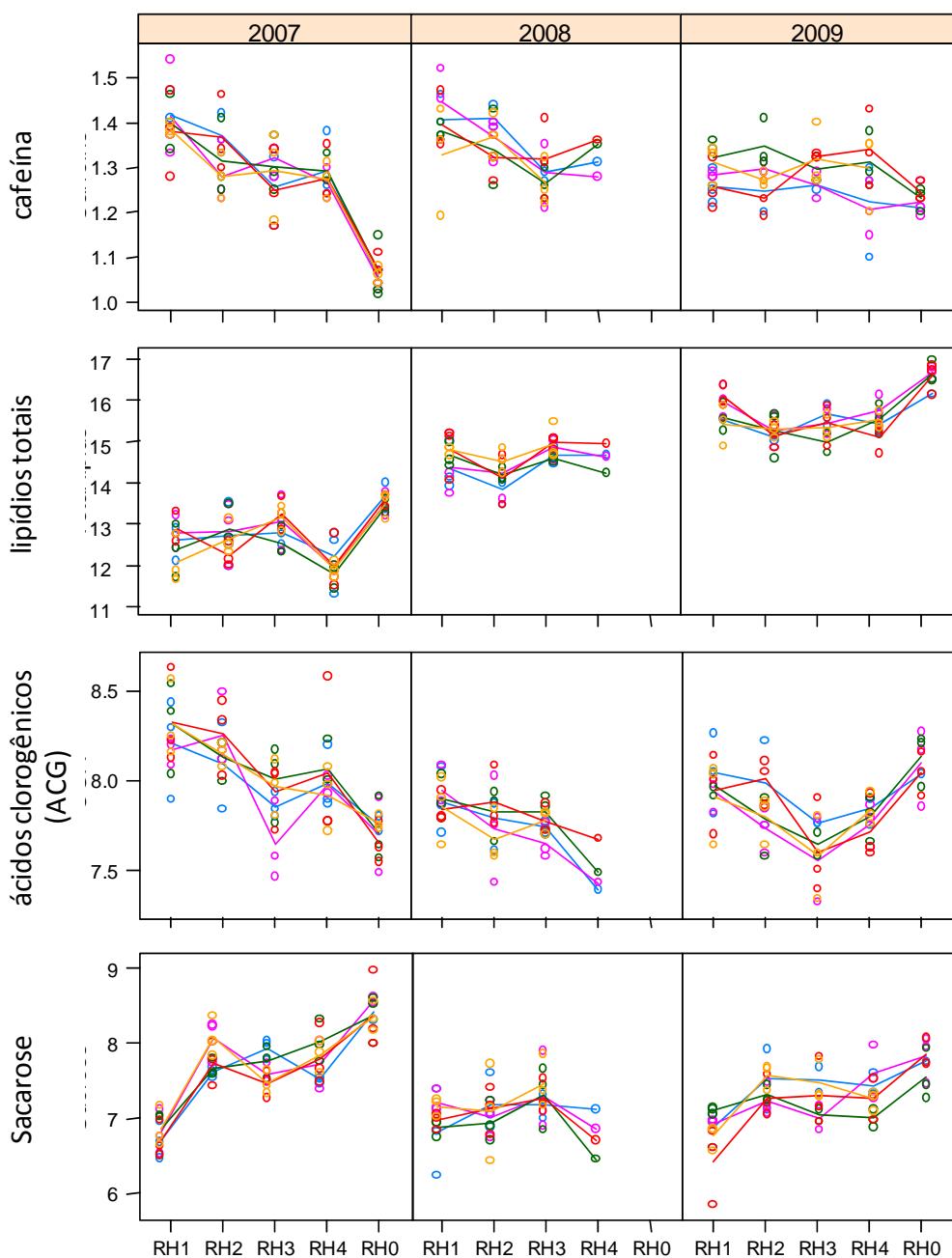


Figura 1 - A evolução dos teores bioquímicos de cafeína, lipídios totais, ácidos clorogênicos (ACG) e de sacarose, expressos em% de matéria seca do grão maduro, com regimes hídricos (irrigado: RH1 a RH4 e de sequeiro: RH0) e o ano da colheita . Devido a uma estiagem durante o inverno em 2007, os frutos RH0 não foram produzidos em 2008. Valores de cafeína, lipídios totais, ácidos clorogênicos (ACG) e sacarose foram obtidos a partir do tratamento P.

Exceto para o tratamento RH0, vale notar que as plantas não sofreram com estresse hídrico durante o período de desenvolvimento do grão (plantas sob RH1 até RH4 foram cultivadas sem estresse hídrico a partir do florescimento até o período de colheita de grãos maduros). Portanto, as variações da composição bioquímica do grão aqui apresentados foram mais relacionados ao estresse hídrico aplicado às plantas durante o período de inverno (após a colheita e antes da floração). Mesmo reduzido durante a estação do inverno, estes resultados sugerem que o metabolismo da planta que ocorreu durante esta época influenciou nas características bioquímicas final dos grãos de café. A capacidade das plantas de café em acumular compostos de armazenamento (como polissacarídeos, o amido), por exemplo, em caules e raízes, pode ser diretamente responsável por as variações de teores dos compostos acumulados no grão maduro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DECAZY, F.; AVELINO, J.; GUYOT, B.; PERRIOT, J.J.; PINEDA, C.; CILAS, C. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. *J. Food Sci.* 68, 2356-2361, 2003.

DOWNEY, G.; BOUSSION, J.; BEAUCHÈNE, D. Authentification of whole and ground coffee beans by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Near Infrared Spec.* 2, 85-92, 1994.

DOWNEY, G.; BOUSSION, J. Authentification of coffee bean variety by near-infrared reflectance spectroscopy of dried extract. *J. Sci. Agric.* 71, 41-49, 1996.

GUYOT, B.; DAVRIEUX, F.; MANEZ, J.C.; VINCENT, J.C. Détermination de la caféine et de la matière sèche par spectrométrie proche infrarouge. Applications aux cafés verts Robusta et aux cafés torréfiés. *Café Cacao Thé* 37, 53-64, 1993.

PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S.; SARKAR, D & THE R CORE TEAM. *Nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models.* R package version 3.1-85, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2007.

SCANLON, M.G.; PRITCHARD, M.; LORNE, R.A. Quality evaluation of processing potatoes by near infrared reflectance. *J. Sci; Food Agric.* 79, 763-771, 1999.

WILLIAMS, P.; NORRIS, K. Near infrared technology in the agricultural and food industries. American Association of Cereal Chemists, St Paul, Minnesota, 1990.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela FINEP (Qualicafé), CNPq, Consórcio Pesquisa Café, CIRAD e FAPEMIG.