

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

Ana Carolina Mera², Gabriel Sergio Costa Alves³, Bernard Guyot⁴, Fabrice Davrieux⁴, Gustavo Costa Rodrigues⁵, Pierre Marraccini⁶ Alan Carvalho Andrade⁷

¹Trabalho financiado pela FINEP e Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D-Café

² Mestrado, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

³ Bolsista CNPq, LGM-NTBio, Embrapa Cenargen, Brasília-DF

⁴ Pesquisador, Cirad UMR Qualisud, Montpellier-França

⁵ Pesquisador, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

⁶ Pesquisador, Cirad UMR DAP Montpellier-França / LGM-NTBio, Embrapa Cenargen, Brasília-DF

⁷ Pesquisador, LGM-NTBio, Embrapa Cenargen, Brasília-DF, alan@cenargen.embrapa.br

RESUMO: Teores de alguns compostos bioquímicos do fruto de café (cafeína, lipídeos totais, sacarose, ácidos clorogênicos e trigonelina) foram avaliados pela técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) nos grãos produzidos a partir de plantas adultas de *Coffea arabica* cv. Rubi, cultivadas em condição de campo, sob diferentes regimes hídricos. Os resultados mostraram que a falta de irrigação durante o período de desenvolvimento dos grãos de café, influenciou a composição química destes. Quando comparados aos grãos das plantas com irrigação contínua, os grãos de plantas sem irrigação apresentaram teores mais baixos de cafeína e ácidos clorogênicos (ACG), mas teores superiores de sacarose e de lipídeos totais. Os resultados apresentados neste trabalho mostram que o estresse hídrico influencia o metabolismo dos grãos de café, tendo um papel importante nos teores de compostos metabólicos que afetam a qualidade de bebida.

Palavras-chave: ácidos clorogênicos, cafeína, espectroscopia no infravermelho próximo, irrigação, lipídeos, sacarose.

EFFECTS OF WATER STRESS ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BEANS FROM *COFFEA ARABICA* CV. RUBI

ABSTRACT: Amounts of some biochemical compounds of coffee fruits (caffeine, total lipids, sucrose, chlorogenic acids and trigonellin) were evaluated by the near-infra red spectroscopy (NIRS) in the beans produced from adult plants to *Coffea arabica* cv. Rubi, cultivated in field condition, under different hydric regimes. Results of these analyses showed that the lack of irrigation during the period of coffee bean development influenced the biochemical composition of these beans. When compared with beans from plants with continuous irrigation, those of plants grown without irrigation presented lower amount of caffeine and chlorogenic acids (CGA) but higher contents of sucrose and total lipids. The results presented here showed that water stress influenced coffee bean metabolism, particularly the contents of biochemical compounds known to affect the coffee cup quality.

Key words: chlorogenic acids, caffeine, irrigation, lipids, near infrared spectroscopy, sucrose, water stress

INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm demonstrado, que os fatores ambientais tais como, a sombra (Vaast et al., 2006; Geromel et al., 2008), a topografia (Guyot et al., 1996; Avelino et al., 2005), as condições meso-climáticas (Decazy et al., 2003) e temperaturas (Silva et al., 2005) afetam a composição química dos grãos de café e conseqüentemente a qualidade final do produto (Leroy et al., 2006). As mudanças climáticas recentemente observadas no planeta sinalizam para períodos de seca mais freqüentes em várias regiões do globo e poderão também impactar a qualidade do café. Além disto, a expansão das fronteiras agrícolas faz com que os produtores cultivem o cafeeiro em zonas marginais, as quais podem apresentar um déficit hídrico em relação às necessidades da planta. Essas modificações dos fatores ambientais e, principalmente, o aumento dos períodos de déficit hídrico, as mudanças de zonas de produção, as novas práticas culturais (por exemplo, a irrigação) e as necessidades crescentes de uso eficiente, da água na agricultura, são fatores que influenciam a fisiologia da planta e conseqüentemente, as condições de maturação do grão de café.

No nosso conhecimento, existem poucos estudos a respeito dos efeitos da seca na composição química dos grãos de café (Mazzafera, 2007). O objetivo principal deste estudo foi avaliar o efeito do cultivo de café (*Coffea arabica* cv Rubi) em diferentes regimes hídricos, na composição bioquímica dos grãos. Após a colheita, os grãos foram beneficiados e analisados pela técnica de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS). Os resultados dessas análises são apresentados neste trabalho e indicam que o estresse hídrico afeta a composição bioquímica dos grãos de café.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal:

Neste trabalho, foi utilizado o experimento implantado no campo experimental da Embrapa Cerrados (Planaltina-DF) no ano 2000, composto de plantas de café (*Coffea arabica* cv. Rubi), cultivadas sob um pivô central, em diferentes regimes hídricos (RH), sendo: RH1 = plantas sem déficit hídrico (irrigação contínua), RH2 = plantas com ≈ 30 dias de estresse hídrico antes da florada, RH3 = plantas com ≈ 70 dias de estresse hídrico antes da florada e RH4 = plantas com ≈ 90 dias de estresse hídrico antes da florada. O regime hídrico RH0 corresponde a plantas cultivadas fora do pivô e, portanto, sem nenhuma irrigação. Os frutos utilizados neste trabalho foram coletados no mês de maio 2007, sendo que a florada aconteceu no mês de setembro 2006. Após a colheita, os grãos foram processados independentemente pela via seca (secagem no terreiro) e descascados. O teor de umidade foi determinado em $\pm 12\%$. Para cada tratamento, foram realizadas amostragens com cerca de 50 grãos, perfazendo as repetições biológicas. O peso de cada amostra de trabalho foi determinado em aproximadamente 100gr de grãos secos. Em seguida, as amostras de grãos foram submetidas às análises de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS: “Near InfraRed Spectroscopy”), no Laboratório da UMR Qualisud (Cirad Montpellier-França), conforme descrito anteriormente (Decazy et al., 2003).

Espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS):

Depois da moagem (\varnothing partículas $< 0.5\text{mm}$), as amostras foram analisadas com reflexão difusa no infravermelho próximo. Os espectros de absorção [$\log(1/R)$] foram obtidos na faixa de comprimento de ondas de 400nm até 2500nm com o espectrômetro FOSS 6500 (Port Matilda, USA). Todos os espectros obtidos se sobrepõem ao banco de dados espectral de *Coffea arabica*, disponível no Cirad (dados não apresentados). Com base nas equações de calibração disponíveis neste banco de dados, foi possível medir os teores de cafeína, trigonelina, lipídeos totais, ácidos clorogênicos e sacarose.

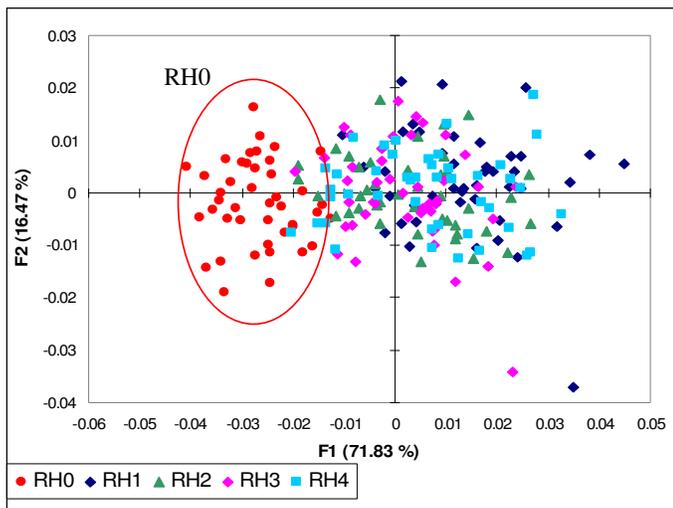
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de componentes principais

Uma análise de componentes principais (ACP) foi realizada com base nos espectros de infravermelho próximo, para os comprimentos de onda (1100nm a 2500nm). A análise discriminante dos dados obtidos nesses comprimentos de onda indica uma separação em função do regime hídrico (Figura 1) com as amostras do tratamento RH0 claramente agrupadas e separadas das outras amostras (círculo em vermelho). Para os tratamentos RH1-4, não foi possível observar esses agrupamentos.

Os aspectos gerais dos espectros médios (derivada secundária) por regime hídrico, não permitiram diferenciar os diferentes tratamentos hídricos (Figura 2). As faixas de absorção das ligações H-OH da água [1800nm e 1950nm] foram similares para todas as amostras, mostrando que as amostras têm teores de água semelhantes. Isto também indica que as condições de secagem foram similares para todos os grãos, tornando possível a comparação dos espectros de cada regime hídrico. Uma análise detalhada dos espectros mostra diferenças significativas entre as amostras nos comprimentos de onda 1730 nm (Figura 3A) e 2308nm (Figura 3B), os quais correspondem aos ácidos graxos. Neste caso, os grãos das plantas sem irrigação (RH0) apresentam picos de absorção mais pronunciados.

Figura 1 - Análise discriminante (AD) dos espectros obtidos por NIRS, das amostras de café cultivadas em diferentes regimes hídricos.



A análise dos espectros permitiu avaliar os teores de compostos bioquímicos principais dos grãos de café (Tabela 1). Esses resultados mostram que os grãos das plantas não irrigadas (RH0) apresentam teores médios de lipídeos totais e de sacarose significativamente mais altos, que os teores dos grãos das plantas RH1-4. Em contraste, os

teores de cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos (ACG) ficaram mais baixos nos grãos RH0 quando comparados aos grãos das plantas RH1-4 (ANOVA, $\alpha = 5\%$).

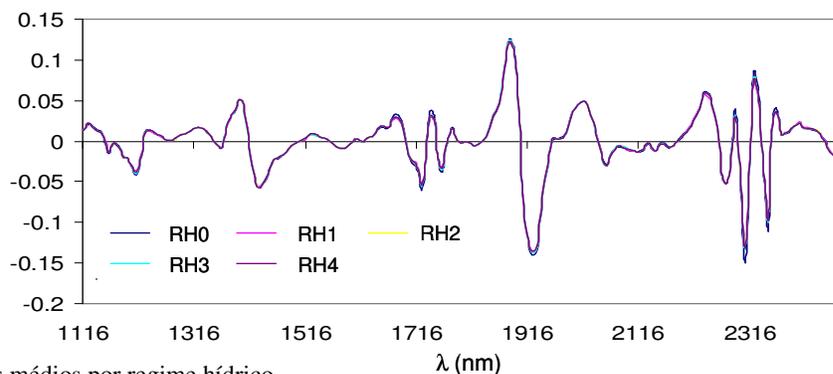


Figura 2 - Espectros médios por regime hídrico

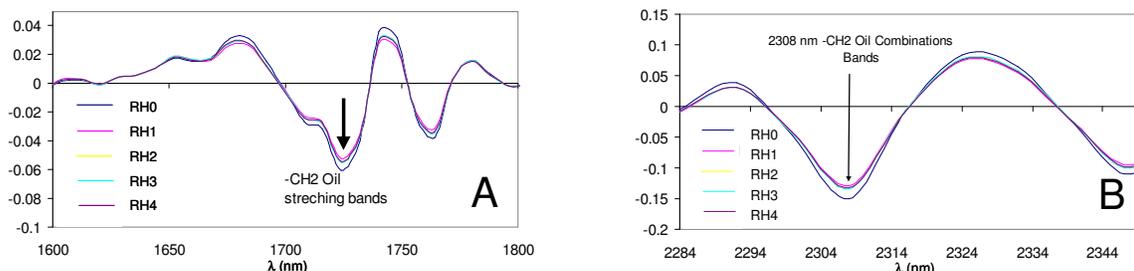


Figura 3 - Espectros médios por regime hídrico nos comprimentos de onda específicos de ácidos graxos (A: 1730nm e B: 2308nm).

Tabela 1 - Análise estatística de teores de compostos bioquímicos nos grãos de café (*C. arabica* var. Rubi) com regimes hídricos. ACG: ácidos clorogênicos. DP: desvio padrão.

Compostos bioquímicos	Mínimo	Máximo	Média	DP
Cafeína RH0	0.93	1.28	1.11	0.06
Cafeína RH1	1.16	1.54	1.37	0.08
Cafeína RH2	1.04	1.46	1.28	0.10
Cafeína RH3	1.06	1.43	1.25	0.08
Cafeína RH4	0.97	1.38	1.23	0.09
Trigonelina RH0	0.95	1.11	1.03	0.04
Trigonelina RH1	0.98	1.26	1.11	0.06
Trigonelina RH2	0.89	1.19	1.04	0.07
Trigonelina RH3	0.93	1.23	1.05	0.07
Trigonelina RH4	0.96	1.27	1.08	0.06
Lipídeos RH0	12.96	14.61	13.58	0.44
Lipídeos RH1	10.44	13.19	12.12	0.64
Lipídeos RH2	10.97	13.54	12.51	0.62
Lipídeos RH3	11.00	13.61	12.50	0.61
Lipídeos RH4	10.61	13.53	12.06	0.64
Sacarose RH0	7.72	8.97	8.32	0.28
Sacarose RH1	5.79	7.71	6.69	0.40
Sacarose RH2	7.28	8.46	7.83	0.30
Sacarose RH3	7.01	8.39	7.72	0.32
Sacarose RH4	7.10	8.45	7.75	0.28
ACG RH0	7.36	8.06	7.70	0.17
ACG RH1	7.74	8.83	8.26	0.23
ACG RH2	7.77	8.81	8.15	0.22
ACG RH3	7.46	8.75	8.05	0.30
ACG RH4	7.70	8.68	8.07	0.22

Também existem diferenças de teores de compostos bioquímicos nos grãos das plantas que foram cultivadas nos diferentes regimes hídricos antes da florada. Assim, os teores de cafeína e dos ACG são altos nos grãos das plantas sempre irrigadas (RH1) e parecem diminuir quando o período de estresse hídrico antes da florada aumenta. Por outro lado, a sacarose apresentou um teor mais baixo nos grãos das plantas sempre irrigadas (RH1) em comparação com os grãos das plantas que sofreram estresse hídrico antes da florada.

A análise fatorial discriminante (AFD) dos dados espectrais para os 5 regimes hídricos (RH0-5) mostra claramente uma separação de três grupos: amostras de plantas sempre irrigadas (RH1), amostras de plantas sem irrigação (RH0) e amostras de plantas submetidas ao estresse hídrico controlado (RH2-4) (Figura 4A). O posicionamento dos baricentros mostra que as amostras RH2-4 se agrupam (Figura 4B). Isso significa que os tratamentos de estresse hídrico controlado (RH2-4), antes da florada, não diferem entre si e, portanto, apresentam composição bioquímica semelhante, de grãos de café.

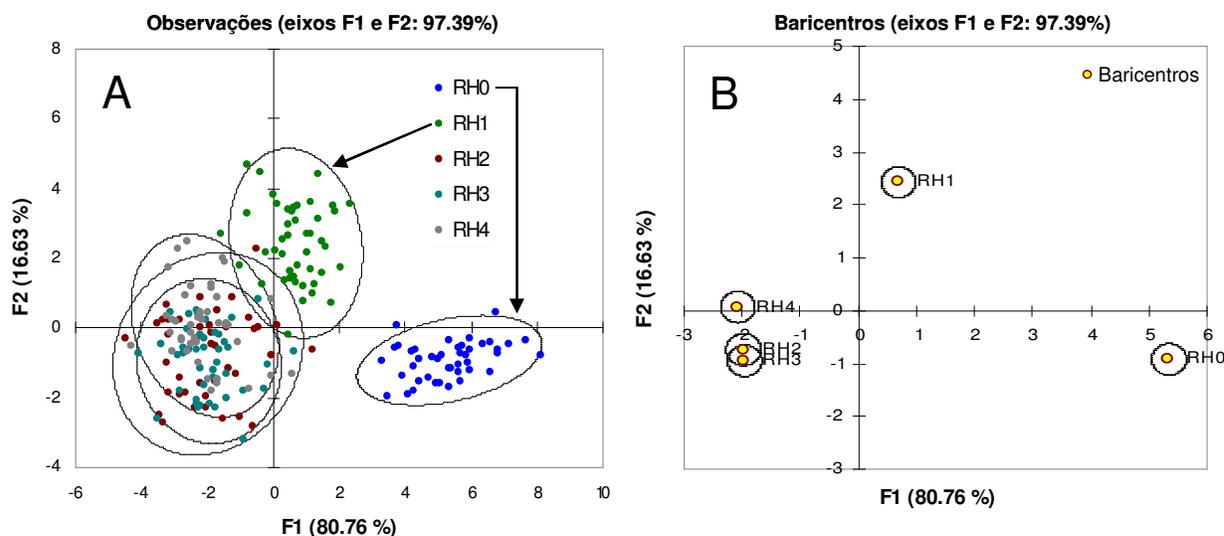


Figura 4 - Separação das amostras com as duas primeiras funções discriminantes (A). Baricentros das amostras por regime hídrico (B).

CONCLUSÕES

Comparando-se os resultados de NIRS dos grãos de café das plantas RH0 e RH1, pode-se observar que a falta de irrigação durante o período de desenvolvimento do grão de café afeta a composição bioquímica desses grãos. Neste caso, foi observada uma queda dos teores de cafeína e ACG e um aumento dos teores de sacarose e lipídeos nos grãos das plantas RH0 em comparação aos grãos das plantas sempre irrigadas (RH1). Para as plantas cultivadas nos regimes hídricos RH2 até RH4, o estresse hídrico foi aplicado antes da florada e a irrigação voltou igual para todas as plantas desde a formação do fruto até a sua maturação final. Nessas condições, não foram observadas diferenças em termo de teores dos compostos bioquímicos entre os três regimes hídricos estudados. Contudo, os resultados de NIRS para essas amostras, mostram que a composição bioquímica dos grãos das plantas RH2-4 difere dos grãos das plantas sempre irrigadas RH1 e sem irrigação RH0.

As plantas utilizadas durante esse estudo foram também tratadas com cinco níveis de adubação N, P e K. Análises estatísticas estão sendo realizadas, para se verificar se existem correlações entre os teores dos compostos bioquímicos, a adubação e os regimes hídricos estudados. Além disto, análises sensoriais serão realizadas para se verificar se as modificações observadas têm conseqüências na qualidade de bebida com os grãos da safra 2007-2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVELINO, J.; BARBOZA, B.; ARAYA, J.C.; FONSECA, C.; DAVRIEUX, F.; GUYOT, B.; CILAS, C. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude *terroirs* of Costa Rica, Orosi and Santa María de Dota. **J. Sci. Food. Agric.** 85: 1869-1876, 2005.
- 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
- GEROMEL, C.; FERREIRA, L.P.; DAVRIEUX, F.; GUYOT, B.; RIBEYRE, F.; DOS SANTOS SCHOLZ, M.B.; PEREIRA, L.F.P.; VAAST, P.; POT, D.; LEROY, T.; ANDROCIOLI FILHO, A.; VIEIRA, L.G.E.; MAZZAFERA, P.; MARRACCINI, P. Effects of shade on the development and sugar metabolism of coffee (*Coffea arabica* L.) fruits. **Plant Physiol. Biochem.** 46: 569-579, 2008.

- GUYOT, B.; MANEZ, J.C.; PERRIOT, J.J.; GIRON, J.; VILLAIN, L. Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés arabica. **Plant. Rech. Dév.** 3: 272-280, 1996.
- LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNON, C.; MARRACCINI, P.; POT, D. Genetics of coffee quality. **Braz. J. Plant Physiol.** 18: 229-242, 2006.
- MAZZAFERA, P. Estresse hídrico e consequências na composição das sementes de café e qualidade da bebida. In: "Cafés de qualidade: aspectos tecnológicos, científicos e comerciais". TJ Garcia Salva, O Guerreiro Filho, RA Thomaziello & LC Fazuoli eds. IAC, pp. 73-90, 2007.
- SILVA, E.A.; MAZZAFERA, P.; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; MATTOSO, L.H.C.; CARVALHO, C.R.L.; PIRES, R.C.M. The influence of water management and environmental conditions on the chemical composition and beverage quality of coffee beans. **Braz. J. Plant Physiol.** 17: 229-238, 2005.
- VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J.J.; GUYOT, B.; GÉNARD, M. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **J. Sci. Food Agric.** 86: 197-204, 2006.