

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO SOBRE A COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA EM GRÃO DE *COFFEA ARABICA* CV. RUBI

Felipe Vinecky²; Fabrice Davrieux³; Gabriel Sérgio Costa Alves⁴; Ingrid Gomes Renoldi Heimbeck⁵; 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), Brasília – DF

RESUMO: As condições edafoclimáticas podem afetar a qualidade do café. No caso de cafeeiros (*C. arabica* L.), a adubação adequada resulta no aumento da produção e também pode afetar a composição bioquímica final do grão e na qualidade da bebida. Por uma grande parte, essa qualidade depende dos compostos acumulados no café verde que podem também servir como padrões para avaliar a qualidade. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de adubação NPK sobre a composição bioquímica dos grãos de café. Os níveis de certos compostos (cafeína, lipídios, sacarose, trigonelina e ácidos clorogênicos) em grãos de café produzidos a partir de plantas cultivadas sob diferentes níveis de adubação, e durante três anos de colheita consecutivos (2007 até 2009), foram avaliados por espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS).

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

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

ABSTRACT: The edafoclimatic conditions can affect the quality of coffee. In the case of the coffee plants (*Coffea arabica* L.), the adequate fertilization results in the increase of the production and can also affect the final bean biochemical composition and the cup quality. For a great part, this quality depends on the compounds accumulated in the green coffee and that can also serve as standards to evaluate the quality. The objective of this study was to evaluate the effect of different levels of NPK fertilization on the biochemical composition of the coffee grains. The levels of some compounds (e.g. caffeine, lipids, sucrose, trigonelline and acid chlorogenic acids) in beans produced from plants grown under different levels of fertilization, and during three consecutive years of harvest (2007 up to 2009), was evaluated by next infra-red spectroscopy (NIRS).

Key words: bean biochemical composition, *Coffea arabica*, fertilization, NIRS

INTRODUÇÃO

Vários fatores ambientais, como as condições edafoclimáticas podem afetar na qualidade do café (Harding *et al.*, 1987; Silva *et al.*, 2005; Leroy *et al.*, 2006; Vaast *et al.*, 2006) A adubação adequada durante o cultivo do cafeeiro resulta em aumento da produção mas também podem influenciar na composição bioquímica final e qualidade da bebida. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de adubação NPK sobre a composição bioquímica dos grãos de café. Os níveis de alguns compostos bioquímicos de frutos de café (cafeína, lipídeos totais, sacarose e ácidos clorogênicos) foram avaliados por espectroscopia de infra-vermelho próximo (NIRS) em grãos produzidos a partir de plantas adultas de *Coffea arabica* cv. Rubi, cultivada com diferentes níveis de adubação NPK em condições de campo. Os grãos de café foram obtidos a partir de um experimento configurado em um esquema fatorial (NPK x 5 níveis x 3 repetições), localizado em uma área de Cerrado brasileiro. Nesta região, o clima é caracterizado por uma estação chuvosa (de outubro a abril) no 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 nas plantas de café. As análises de NIRS foram realizadas utilizando grãos produzidos 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, Figure 1) 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 $0.27 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}.\text{cm}^{-1}$, mesmo durante o período chuvoso. Diferentes condições de adubação de N, P e K também foram testadas da seguinte forma: tratamento N (N1: 0, N2: 100, N3: 250, N4 *: 500 e N5: 800 $\text{kg N}.\text{ha}^{-1}$), tratamento de P (P1 : 0, P2: 50, P3: 100, P4 *: 200 e P5: 400 $\text{kg de tratamento P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$) e tratamento de K (K1: 0, K2: 100, K3: 250, K4 *: 500 e K5: 800 $\text{Kg de K}_2\text{O}.\text{ha}^{-1}$). Para cada condição, foram utilizadas três repetições biológicas totalizando mais de 225 amostras analisadas (3 tratamentos de NPK x 5 doses de NPK x 3 repetições x 5 condições RH). (*): valores fixos de fertilizantes utilizados na combinação de testes.

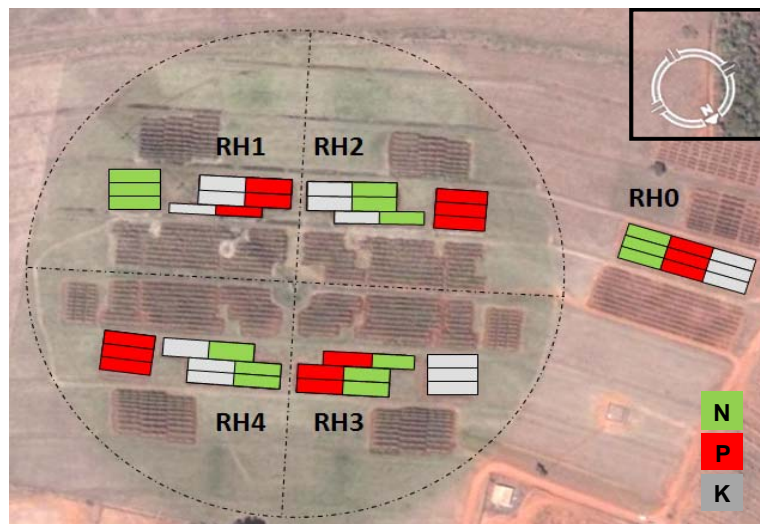


Figura 1 - Mapa do experimento no campo da Embrapa Cerrados (Planaltina-DF, Brasil). Os blocos de *C. arabica* cv. Rubi são indicados em relação ao regime hídrico (irrigado:RH1 até RH4 e não-irrigado:RH0). Os blocos de plantas com doses variadas de N, P e K são, respectivamente, em verde, vermelho e cinza. Mapa obtido a partir do Google Earth (15°35'43"S - 47°43'52"O).

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 fórmula 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 apresentados mostram (i) os efeitos da adubação com K sobre os teores de ácidos clorogênicos (ACG) sacarose e lipídios totais (Figura 2) e (ii) os efeitos da adubação com N sobre os teores de cafeína (Figura 3). Os resultados não mostram as interações com as condições de RH (ver também Vinecky *et al.*, nesse mesmo simpósio).

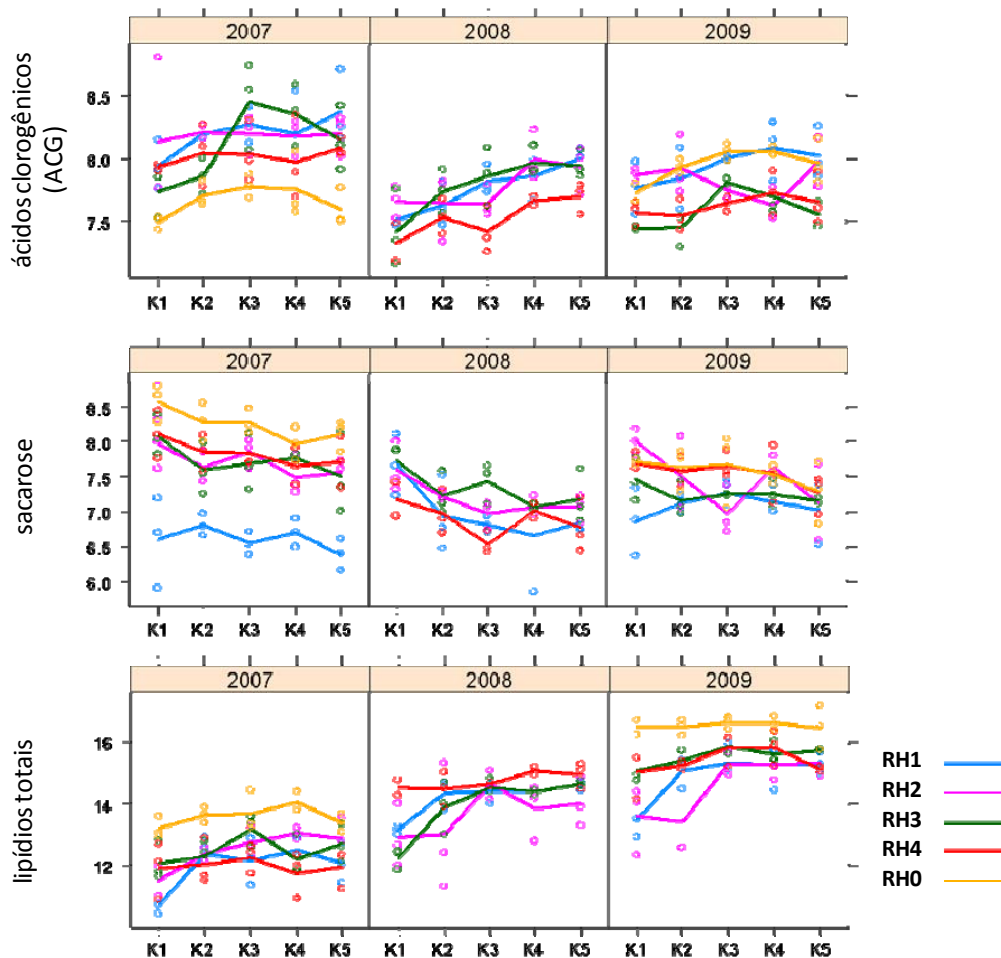


Figura 2 - Efeitos da adubação com K nos teores de ácidos clorogênicos (ACG) sacarose e lipídios totais. As doses de K aplicadas foram: K1: 0, K2: 100, K3: 250, K4: 500 e K5: 800 Kg K₂O.ha⁻¹. Os valores são expressos em percentagem

(%) de matéria seca do grão maduro para os anos de colheita 2007 até 2009. Devido a uma estiagem durante o inverno de 2007, os frutos RH0 não foram produzidos em 2008.

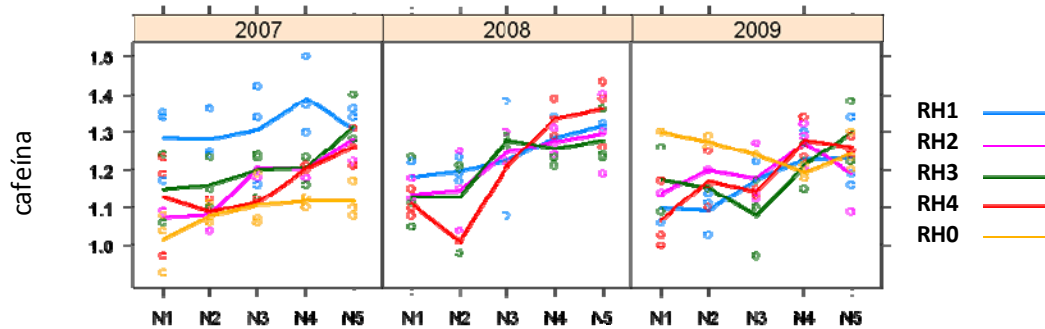


Figura 3 - Efeitos da adubação com N nos teores de cafeína. As doses de N aplicadas foram: N1: 0, N2: 100, N3: 250, N4: 500 e N5: 800 Kg N.ha⁻¹. Os valores são expressos em porcentagem (%) de matéria seca do grão maduro para os anos de colheita 2007 até 2009. Devido a uma estiagem durante o inverno de 2007, os frutos RH0 não foram produzidos em 2008.

As principais conclusões deste estudo são (Figuras 2 & 3):

- o conteúdo de cafeína, de ácidos clorogênicos (ACG) e de sacarose foram similares durante os três anos de análise,
- os teores de lipídeos totais apresentaram grandes flutuações, variando de 12-14% em 2007 para 15-16% em 2009,
- há um efeito significativo de potássio nos níveis de lipídeos totais, ácidos clorogênicos (ACG) e sacarose, com (i) um aumento nos teores de lipídeos e ACG com níveis crescentes de K e (ii) uma diminuição dos teores de sacarose com níveis crescentes de K.

Em relação ao teste com N, há um efeito significativo desse adubo no teor de cafeína com um aumento deste composto bioquímico com níveis crescentes de N. Esse aumento pode ser de +10% até +20% entre as doses N1 (0 Kg N.ha⁻¹) e N5 (800 Kg N.ha⁻¹).

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.; BEAUCHÊNE, D. Authentication of whole and ground coffee beans by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Near Infrared Spec.* 2, 85-92, 1994.
- DOWNEY, G.; BOUSSION, J. Authentication 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.
- HARDING, P.E.; BLEEKER, P.; FREYNE, D.F. Land Suitability evaluation for Rainfed Arabica Coffee Production: Western Highlands Province, Papua New Guinea. *Coffee Res. Rep.* 4. Coffee Industry Corporation, 39 pp, 1987.
- 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.
- 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.
- SILVA, E.A.; MAZZAFERA, P.; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; MATTOSO, L.H.C.; CARVALHO, C.R.L.; PIRES, R.C.N. The influence of water management and environmental conditions on the chemical composition and beverage quality of coffee beans. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 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.
- 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.

