

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ACESSOS DE CAFÉS DA ETIÓPIA E CULTIVARES DE CAFÉ CULTIVADOS SOB DOIS REGIMES HÍDRICOS¹

Maria Brígida dos Santos Scholz²; Cintia Sorane Good Kitzberger³; Miroslava Rakocevic⁵

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

²Pesquisadora, PhD, IAPAR, Londrina-PR, mbscholz@iapar.br

³Agente de Ciência e Tecnologia, DSc, IAPAR, Londrina-PR, cintia_kitzberger@iapar.br

⁴Bolsista Consórcio Pesquisa Café, PhD, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas - SP, miroslava.rakocevic@colaborador.embrapa.br

RESUMO: A arquitetura vegetal, disponibilidade de água e condições climáticas podem causar impactos sobre a fisiologia de transpiração, crescimento e ganho de carbono em plantas. Como consequências, muitos compostos bioquímicos do metabolismo da planta são fortemente modificados. O objetivo do estudo foi avaliar o impacto da arquitetura da planta e a disponibilidade de água em cultivares (Iapar 59 e Catuaí IAC 99) e acessos da coleção da Etiópia (E027 e E083) cultivados em dois regimes de água: irrigado (IRR) e não irrigado (NI) na estação experimental do IAPAR, Londrina-PR, na safra de 2013. Foram realizadas três coletadas de frutos completamente maduros, avaliando-se peso, umidade e rendimento de frutos. Após secagem ao sol e beneficiamento determinou-se cafeína, proteínas, lipídios, sacarose, açúcares totais, ácidos clorogênicos (ACG) e compostos fenólicos (CF) no grão moído. A cultivar Catuaí e o acesso E027 apresentaram os menores valores de umidade, massa e rendimento de grãos secos nas condições IRR e NI. A disponibilidade de água mostrou grande impacto na composição química dos frutos de café. A cultivar Catuaí apresentou maior concentração de cafeína e proteínas e baixa concentração de lipídios, açúcares totais, sacarose e CF nas condições IRR e NI. Os acessos da coleção da Etiópia apresentaram composição química muito particular: o acesso E083 teve composição semelhante ao Iapar 59, porém com menor quantidade de CF. Por outro lado, acesso E027 tem uma composição intermediária entre Catuaí e Iapar 59, porém com alta concentração de cafeína. Notou-se que além das características arquiteturais diferentes, estes genótipos apresentaram composições químicas diferentes, mostrando que modificações/adaptações de arquitetura refletem intensamente na composição, qualidade e produção de frutos.

PALAVRAS-CHAVE: arquitetura vegetal, *Coffea arabica*, compostos bioquímicos.

PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF COFFEE OF ACCESS OF ETHIOPIA AND COFFEE CULTIVARS CULTIVATED IN TWO SYSTEMS WATER

ABSTRACT: The plant architecture, water availability and climatic conditions can cause impacts on the physiology of transpiration, growth and carbon gain in plants. As consequences, many biochemical components of plant metabolism are strongly modified. The aim of the study was to evaluate the impact of plant architecture and water availability in cultivars (Iapar 59 and Catuaí IAC 99) and accesses of the collection of Ethiopia, (E027 and E083) grown under two water regimes: irrigated (IRR) and non-irrigated (NI) at the experimental station of IAPAR, Londrina, in the harvest of 2013. Three collections of fully mature berries were held, evaluating the fresh grain weight, moisture and grain yield. After sun drying and processing the caffeine, proteins, lipids, sucrose, total sugars, chlorogenic acid (CGA) and phenolic compounds (PC) were determined in the ground beans. The cv. Catuaí and the E027 access presented the lower water contents, mass and grain yield in the IRR and NI conditions. Water availability was having a great impact on the chemical composition of the coffee grains. Catuaí showed higher concentration of caffeine and protein and low fat total sugars and sucrose and PC contents in the IRR and NI conditions. The accesses of the collection of Ethiopia had very particular chemical composition: E083 access was similar in composition to Iapar 59, with a smaller amount of CF. Moreover access E027 had an intermediate composition between Catuaí and Iapar 59, but with a high concentration of caffeine. It was noted that in addition to the various architectural features, these genotypes showed different chemical compositions, suggesting that the architectural modifications / adaptations were intensely reflected on the composition, quality and grain production.

KEYWORDS: biochemical compounds, *Coffea arabica*, plant architecture.

INTRODUÇÃO

A arquitetura da planta está diretamente ou indiretamente relacionada com múltiplas funções vegetais, principalmente a interceptação da luz, fotossíntese e transpiração (Sinoquet et al., 2001). Estudos têm demonstrado que disponibilidade de água pode afetar o padrão arquitetural da espécie o que pode trazer impactos sobre a fisiologia da transpiração, o crescimento e ganho de carbono, influenciando definitivamente o desenvolvimento do fruto. O desenvolvimento do

fruto de *C. arábica* da antese à maturação completa ocorre entre 6 e 8 meses (De Castro & Marraccini, 2006). Este desenvolvimento pode ser basicamente dividido em 3 fases: 1) divisão celular e aumento do perisperma (até 90 dias após o florescimento); 2) desenvolvimento do endosperma, que vai dos 90 aos 150 dias após o florescimento, quando o perisperma gradualmente dá lugar ao endosperma; 3) maturação do pericarpo, que inicia-se após 150 dias de florescimento. Durante a maturação do pericarpo, o fruto praticamente não muda de tamanho, ocorrendo apenas desidratação do endosperma e uma mudança de cor do pericarpo. As principais modificações nos compostos químicos do fruto de café ocorrem nesta fase (Geromel et al., 2006; Joët et al., 2009). Nas plantas, em especial as alimentares, as condições climáticas induzem a reações fisiológicas (Rakocevic, et al., 2006; Geromel et al., 2006) que se refletem nos compostos bioquímicos do metabolismo da planta. Portanto, a concentração dos principais componentes químicos encontrados no grão de café verde (carboidratos, proteínas, lipídios compostos fenólicos, cafeína, ácidos orgânicos) depende das condições ambientais (Geromel et al., 2008; Morais et al., 2009), da sua origem genética (Scholz et al., 2007) e do estágio de maturação do café (Roger et al., 1999; Geromel et al., 2006; Joët et al. 2009). Deste modo, através da análise arquitetural pode se direcionar a definição das práticas culturais adequadas para proporcionar uma produção mais vantajosa para a qualidade de grão em determinadas regiões da planta. O conhecimento dos mecanismos ecofisiológicos associados à plasticidade da arquitetura da copa do cafeeiro em diferentes níveis de luz e de água poderá levar a um manejo mais racional da atividade cafeeira via, por exemplo, implantação de cafezais com maior densidade de plantio e maior eficiência do uso da água. Isso é de particular interesse, para se praticar agricultura sustentável. O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da arquitetura e da disponibilidade de água em plantas de café cultivadas em dois regimes hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas duas cultivares de café consideradas padrões arquiteturais (Iapar 59 e Catuaí IAC 99) e dois acessos da coleção da Etiópia que são extremamente diferenciados pela sua arquitetura. O acesso E027 apresenta árvores ramificadas, com poucos frutos e muita folhagem, enquanto o segundo acesso, E083, apresenta intensa floração e maior quantidade de frutos, segundo descrições realizadas em estudos prévios. Os quatro genótipos foram cultivados sob dois tratamentos de recursos hídricos: com irrigação (IRR) e sem irrigação (NI) na estação experimental do Iapar-Londrina-PR. Foram realizadas três colheitas (15/05; 04/06 e 18/7/2013) quando a maioria dos frutos estava visualmente madura. Nas amostras colhidas foram retirados os grãos verdes (imatuross) e os maduros foram secados em caixas teladas até atingir 12,0-12,5% de umidade. O beneficiamento (remoção de casca e pergaminho) foi realizado em máquina de descascamento de pequenas amostras. O material beneficiado foi armazenado em local seco e arejado em sacos de papel. Para as análises físico-químicas os grãos de café verde de cada tratamento foram congelados com nitrogênio líquido (-196°C), moídos em moinho de disco PERTEN 3600, passados em peneiras com malha 0,5 mm, acondicionados em frascos plásticos com tampa rosqueável e mantidos em freezer a -18°C.

Análises físico-químicas

As determinações de proteínas, cafeína, lipídios, taninos totais, ácidos clorogênicos, sacarose, açúcares totais foram realizadas através da técnica de espectroscopia de infravermelho próximo. Os espectros das amostras moídas foram coletados no espectrofotômetro NIRSYSTEM 6500, Foss-Perstorp empregando o software ISIscan. Foram realizadas varreduras entre 1100 a 2498 nm em intervalos de 2nm, usando uma cubeta retangular contendo cerca de 10g de café moído. Os espectros foram coletados aleatoriamente e os dados obtidos foram analisados pelo software WinISI II (Infrasoft Int.). As curvas ou modelos de predição foram preparadas em experimentos prévios (Scholz et al., 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como objetivo inicial pretendia-se analisar os frutos de cada um dos três estratos da planta, porém não foi possível definir claramente os limites dos estratos e também ocorreu baixa produção de grãos em alguns estratos. Considerando estas situações, os frutos colhidos de cada estrato foram reunidos e constituíram uma amostra para cada data de colheita. A umidade dos grãos no momento da colheita indica o desenvolvimento do grão (Pereira et al., 2005). Em praticamente todas as colheitas IRR, os genótipos apresentaram maior teor de umidade, comparados com o experimento NI (Tabela 1). Os frutos do genótipo Catuaí apresentaram os menores valores de umidade, colhidos tanto na condição IRR como NI, indicando intensa desidratação do fruto. Por outro lado, o acesso E083 mostrou pouca desidratação até a última colheita, sugerindo maturação tardia, independente da condição IRR ou NI (Tabela 1).

No tratamento NI, a primeira e segunda colheita os frutos da cultivar Iapar 59 e do acesso E027 apresentaram altos teores de água e indicam que ainda não havia iniciado a desidratação dos mesmos. Na terceira colheita estes genótipos já mostravam sinais de redução da água nos frutos. Na condição de NI os frutos de Catuaí e de E083 mostraram menor e maior teor de água respectivamente, sugerindo maturação precoce e tardia para estes genótipos.

A produção de massa seca de grãos secos dos genótipos foi desuniforme tanto no experimento irrigado e não irrigado (Tabela 1). O acesso E027 da coleção da Etiópia apresentou menor produção quando comparado aos demais de genótipos, enquanto o E083 apresentou alta produção de grãos quando em condições irrigadas, comparada a do Iapar 59. A irrigação apresentou impactos importantes na produção de Iapar 59, E083 e E027, porém a produção da cultivar

Catuai não foi influenciada por esta condição. O E083 e o Iapar 59 foram menos influenciados pela disponibilidade de água no campo quando foi analisada a água presente no fruto (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de umidade de grão (%), massa de grãos secos beneficiados (%) e rendimento de grãos secos (%) de diferentes colheitas de genótipos de café em experimentos irrigado e experimentos não irrigado.

	Umidade grão (%)		Massa de grãos secos (g)		Rendimento (%)	
	IRR	NI	IRR	NI	IRR	NI
Iapar 59 1c	*	64,8	*	79,8	*	50,4
Iapar 59 2c	66,5	66,9	337,1	165,7	51,4	51,5
Iapar 59 3c	64,0	57,5	312,6	145,7	49,8	49,2
Catuai 2c	61,1	47,6	183,9	256,8	46,1	48,5
Catuai 3c	51,0	38,1	149,2	112,9	52,9	53,1
E027 2c	66,3	62,7	111,4	53,6	53,0	49,4
E027 3c	59,8	60,0	96,4	66,0	53,7	49,7
E083 1c	64,7	59,8	490,8	91,1	46,0	43,3
E083 2c	62,6	59,8	60,7	17,1	52,8	50,8
E083 3c	68,8	59,8	40,0	5,5	49,3	60,1

1c= colheita em 15/05; 2c= colheita em 04/06; 3c= colheita em 18/7/2013. *= não houve colheita

Composição química

A disponibilidade de água mostrou grande impacto na composição química dos frutos de café (Tabela 2 e Tabela 3) e apresentaram diferentes efeitos para os genótipos individualmente. O café Catuai em ambas as condições (IRR e NI) apresentou composição muito diferenciada dos demais genótipos. Neste genótipo observou-se maior concentração de cafeína e proteínas, juntamente com baixa concentração de lipídios, açúcares totais e sacarose e compostos fenólicos (Tabela 2 e Tabela 3). O café Iapar 59 tem composição química semelhante nas três colheitas, mostrando menor influência da água disponível para o crescimento e desenvolvimento da planta.

Tabela 2. Composição química (%) dos genótipos de café em condição não irrigada (NI).

	Cafeína	Lipídios	Proteínas	Sacarose	AT	CF	ACG
Iapar 59 1c	1,33	14,46	14,55	8,52	8,74	5,35	5,03
Iapar 59 2c	1,35	13,87	14,90	8,46	8,62	5,50	5,56
Iapar 59 3c	1,30	13,99	14,32	8,40	8,45	4,93	5,30
Catuai 3c	1,83	10,88	17,02	4,52	4,45	6,60	6,95
E027 2c	1,51	12,99	15,32	7,38	7,59	5,16	6,29
E027 3c	1,47	12,57	14,87	6,13	6,25	4,98	4,93
E083 1c	1,04	14,28	13,49	7,96	8,32	4,68	5,55
E083 2c	1,14	13,63	13,85	7,22	7,48	4,75	6,13
E083 3c	1,31	14,06	13,97	8,47	8,72	4,81	5,05

1c= colheita em 15/05; 2c= colheita em 04/06; 3c= colheita em 18/7/2013

Tabela 3. Composição química (%) dos genótipos de café em condição irrigada (IRR).

	Cafeína	Lipídios	Proteínas	Sacarose	AT	CF	ACG
Iapar 59 2c	1,41	13,26	14,90	7,44	7,65	5,56	5,10
Iapar 59 3c	1,38	13,62	14,30	7,27	7,54	5,26	4,78
Catuai 2c	1,85	10,71	18,01	4,71	4,70	6,07	6,91
Catuai 3c	1,81	11,04	17,57	5,20	5,17	6,57	6,86
E027 2c	1,69	12,26	16,24	5,75	5,84	5,56	6,59
E027 3c	1,56	12,54	15,43	6,04	6,20	5,45	5,48
E083 1c	1,12	14,60	14,01	7,28	7,51	4,81	5,26
E083 2c	1,27	13,89	14,62	7,18	7,46	4,84	5,96
E083 3c	1,36	14,62	14,64	7,98	8,18	4,97	5,38

1c= colheita em 15/05; 2c= colheita em 04/06; 3c= colheita em 18/7/2013, ATT.: açúcares totais; CF: compostos fenólicos; AG+CG: ácidos clorogênicos

Os acessos da coleção da Etiópia apresentaram composição química bastante particular: o acesso E083 tem composição semelhante ao Iapar 59, porém com menor quantidade de compostos fenólicos. Já o acesso E027 tem uma composição intermediária entre Catuai e Iapar 59, porém com alta concentração de cafeína (Tabela 2). Diferenças na composição entre cultivares modernas (IPRs desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo do Paraná) e acessos da coleção da Etiópia

foram igualmente observados quando se comparou um grupo mais numeroso de genótipos (Scholz et al., 2014). O comportamento dos genótipos no sistema NI foi semelhante, porém com alteração na concentração de todos os componentes (Tabela 3).

Os dados de composição química dos genótipos dos regimes IRR e NI foram submetidos à análise de componentes principais (ACP). A Figura 1a mostra a relação dos genótipos não irrigados com as variáveis após a realização de ACP. A variância explicada nesta análise foi de 96% (F1=90,72% e F2 = 5,28%). No regime IR, o café Catuai apresentou baixa concentração de todos compostos avaliados, sugerindo pouco desenvolvimento do grão nas condições locais. Também o acesso E027 da segunda colheita apresentou composição um pouco distante dos demais genótipos. O acesso E083 colhido na terceira colheita tem composição próxima de Iapar 59, porém tem baixa concentração de compostos fenólicos. Esta baixa concentração de compostos fenólicos sugere baixa adstringência que é uma característica importante na qualidade de bebida. Os genótipos na condição irrigada apresentaram dispersão semelhante a não irrigada (Figura 1b), sugerindo que a composição está associada à origem genética dos genótipos em estudo. No sistema NI (Figura 1b) foi obtido 90,56% de explicação da variabilidade (F1=81,06% e F2 = 9,50%). Os compostos avaliados promoveram a separação vertical das amostras e mostraram a grande diferença entre a composição de café Catuai da terceira colheita e os demais genótipos analisados, sugerindo a susceptibilidade deste genótipo às condições locais.

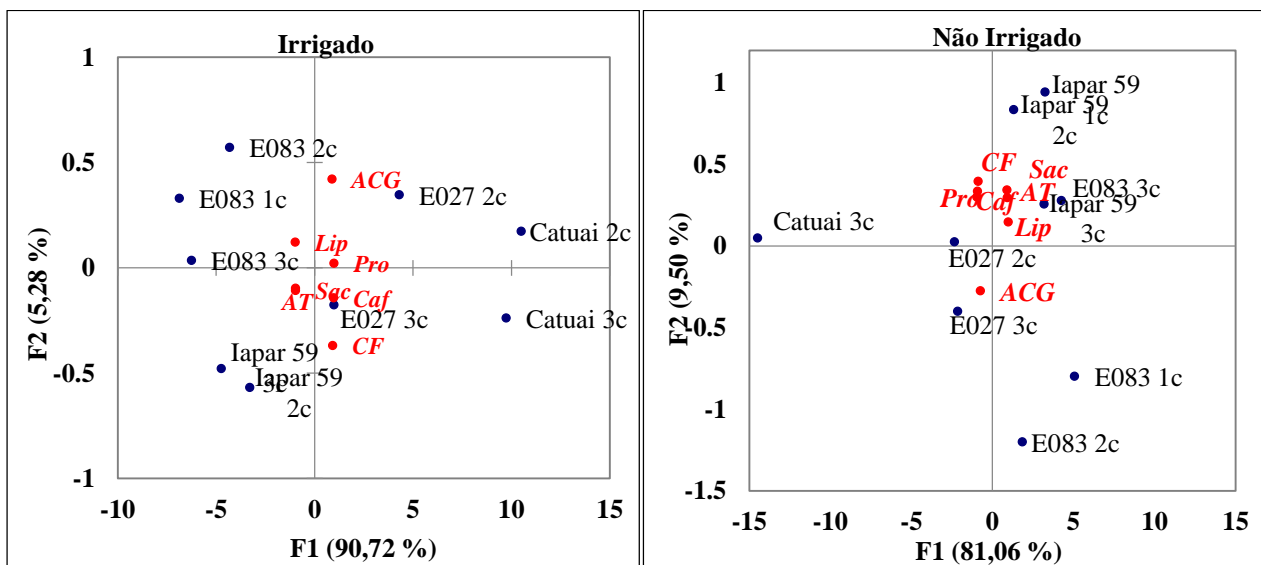


Figura 1. Dispersão dos genótipos em condição irrigada e não irrigada

A análise de agrupamento hierárquico os grupos foram formados em função dissimilaridade entre os genótipos considerando a distância euclidiana entre os indivíduos e do método de aglomeração método de Ward (Hair et al., 2006). Verificou-se que cada grupo foi formado por um genótipo com exceção do grupo G1 que além do Iapar 59 contem também os frutos de E083 da terceira colheita quando IRR e NI. Tal distribuição pode ser atribuída à composição própria dos genótipos que se manteve distinta durante as colheitas (Tabela 4).

Tabela 4. Formações de classes de genótipos obtidas pela análise de agrupamento hierárquico

Grupos	1	2	3	4
Objetos	7	3	4	4
Variância intra-classe	0,905	0,577	2,307	0,886
Distância mínima ao centróide	0,615	0,522	0,626	0,712
Distância média ao centróide	0,862	0,615	1,262	0,812
Distância máxima ao centróide	1,146	0,718	1,564	0,904
	Iapar 59 1c NI	Catuai 3c Ni	E027 2c NI	E083 1c NI
	Iapar 59 2c NI	Catuai 2c IRR	E027 3c NI	E083 2c NI
	Iapar 59 3c NI	Catuai 3c IRR	E027 2c IRR	E083 1c IRR
	E083 3c NI		E027 3c IRR	E083 2c IRR
	Iapar 59 2c IRR			
	Iapar 59 3c IRR			
	E083 3c IRR			

CONCLUSÕES

- 1- A disponibilidade de água mostrou grande impactona composição química dos frutos de café.
- 2- Os acessos da coleção da Etiópia apresentaram composição química muito particular.
- 3- Além das características arquiteturais diferentes, os genótipos estudados apresentaram composições químicas diferentes, mostrando que as modificações/ adaptações de arquiteturais refletem intensamente na composição, qualidade e produção de frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE CASTRO, R.D.; MARRACCINI, P. Cytology, biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n.1.p.175-199, 2006,
- GEROMEL, C.; FERREIRA, L. P.; CAVALARI, A. A.; PEREIRA, L.F. P.; GUERREIRO, S. M. C.; VIEIRA, L. G. E.; LEROY, T.; POT, D.; MAZZAFERA, P.; MARRACCINI, P. Biochemical and genomic analysis of sucrose metabolism during coffee (*Coffea arabica*) fruit development. *Journal of Experimental Botany*, v. 57, p. 3243-3258, 2006.
- GEROMEL, C.; FERREIRA, L. P.; DAVRIEUX, F.; GUYOT, B.; RIBEYRE, F.; SCHOLZ, M. B. S.; PEREIRA, L. F. P.; VAAST, P.H. ; 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*) fruits. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 46, n. 5-6, p. 569-579, 2008.
- HAIR, J. J. F.; ANDERSON, R. E; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. 5^{ed}. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.
- JOËT, T.; LAFFARGUE, A.; SALMONA, J.; DOULBEAU, S.; DESCROIX, F.; BERTRAND, B.; DE KOCHKO, A. ; DUSSERT, S. Metabolic pathways in tropical dicotyledonous albuminous seeds: *Coffea arabica* as case study. *New Phytologist*,v. 182, p. 146-162,2009.
- MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C.; KOGUISHI, M. S. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.5, p.763-770, 2006.
- PEREIRA, L.F.P.; GALVÃO, R.M.; KOBAYASHI, A.K.; CAÇÃO, S.M.B.; VIEIRA, L.G.E. Ethylene production and ACC oxidase gene expression during fruit ripening of *Coffea arabica* L. *Brazilian Journal of Plant Physiology*,v. 17, p. 283-289,2005.
- RAKOCEVIC, M.; MEDRADO, M. J. S.; LUCAMBIO, F.; VALDUGA, T. Influência do sexo, da sombra e da idade de folhas no sabor do chimarrão. In: 4th South - American Congress in Yerba-Mate. Anais... Pousadas, Argentina, p. 31-36, November, 5-8, 2006.
- ROGERS, W.J.; MICHAUX, S.; BASTIN, M.; BUCHELI, P. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in developing grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. *Plant Science*, v.149, p.115123, 1999.
- SINOQUET, H.; LE ROUX, X.; ADAM, B.; AMEGLIO, T.; DAUDET, F. A. RATP: a model for simulating the spatial distribution of radiation absorption, transpiration and photosynthesis within canopies: application to an isolated tree crown. *Plant Cell and Environment*, v. 24, n. 4, p. 395-406, 2001.
- SCHOLZ, M.B.S.; KITZBERGER, C.S.G.; PEREIRA, L.F.P.; DAVRIEUX, F.; POT, D.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Application of near infrared spectroscopy for green coffee biochemical phenotyping. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, v. 22, p.411–421, 2014.