XI Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages
V Simpósio de Engenharia e Ciência de Alimentos
28 de novembro a 02 de dezembro de 2016
Universidade Estadual Paulista
São José do Rio Preto, SP
Brasil

CAVEOL, CAFESTOL E 16-O-METILCAFESTOL EM CULTIVARES DE *Coffea canephora* CULTIVADOS NO ESPÍRITO SANTO

André Luiz Buzzo Mori[1]*; Daneysa Lahis Kalschne[1]; Maria Amélia Gava Ferrão[2]; Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca[2]; Romário Gava Ferrão[3]; Marta de Toledo Benassi[1]

[1] Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência de Tecnologia de Alimentos.
[2] Embrapa Café. Vitória - Espírito Santo
[3] Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Vitória - Espírito Santo
*e-mail: buzzo.mori@gmail.com

RESUMO - Os diterpenos presentes no café tem recebido atenção nos últimos anos pelos seus efeitos fisiológicos na saúde humana. Alguns estudos relacionados ao teor de caveol e cafestol em *Coffea arabica* estão disponíveis na literatura, entretanto há falta de informação sobre o impacto da variabilidade genética no perfil de diterpenos de *Coffea canephora*. Neste trabalho, avaliaram-se os teores de caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol de três cultivares de *C. canephora* cultivadas no Espírito Santo, maior região produtora no Brasil. As cultivares apresentavam diferentes épocas de maturação de frutos, Diamante Incaper 8112 (precoce), Jequitibá Incaper 8122 (intermediária) e Centenária Incaper 8132 (tardia), e foram estudados cinco genótipos de cada cultivar. Empregou-se cromatografia líquida de ultra eficiência para a quantificação dos compostos. Caveol estava ausente em 73% das amostras, sendo a maior concentração observada de 14,1 mg $100g^{-1}$ na cultivar Jequitibá de maturação intermediária. Cafestol estava presente em todas as amostras, em teores variando de 164,8 mg $100g^{-1}$ a 359,7 mg $100g^{-1}$, sendo o diterpeno observado em maior quantidade. Os teores de 16-O-metilcafestol variaram de 26,3 mg $100g^{-1}$ a 132,1 mg $100g^{-1}$.

ABSTRACT - The presence of diterpenes in coffee has received a great deal of attention in the last couple of years due to their physiological effects on human health. Some studies related to kahweol and cafestol contents in *Coffea arabica* are available in the literature; however, information on the impact of genetic variability on the profile of diterpenes in *Coffea canephora* is scarce. This work evaluates the contents of kahweol, cafestol and 16-O-methylcafestol in three cultivars of *C. canephora* grown in the state of Espírito Santo, the largest growing region in Brazil. The cultivars have different fruit-ripening seasons, Diamante Incaper 8112 (early), Jequitibá Incaper 8122 (medium) and Centenária Incaper 8132 (late) and studied five genotypes of each cultivar. Ultra-efficiency liquid chromatography was used to quantify the compounds. Kahweol was absent in 73% of the samples and the higher content observed was 14.1 mg $100g^{-1}$ observed in the Jequitibá cultivar of medium fruit-ripening.

Cafestol was present in all samples, with contents varying from 151.7 mg $100g^{-1}$ to 359.7 mg $100g^{-1}$, being the diterpene observed in the greatest amount. Contents of 16-O-methylcafestol varied from 26.3 mg $100g^{-1}$ to 132.1 mg $100g^{-1}$.

INTRODUÇÃO

Os principais compostos da matéria insaponificável do café são os diterpenos caveol e cafestol. O consumo de bebidas de café tem sido associado a um possível aumento dos níveis séricos do colesterol e lipoproteínas de baixa densidade, devido principalmente a atividade hipercolesterolêmica do cafestol (Cano-Marquina et al., 2013), entretanto vários estudos têm destacado os efeitos benéficos à saúde da ingestão de diterpenos, pela atividade anticarcinogênica, anti-inflamatória e antioxidante (Gaascht et al., 2015; Muriel e Arauz, 2010; Wang et al., 2012).

O *Coffea canephora* destaca-se pela rusticidade e vigor, sendo adaptada a baixa altitude e altas temperaturas e resistente a deficiências hídricas prolongadas. A bebida de *C. canephora* apresenta baixa acidez e corpo elevado sendo empregada diretamente na produção de café solúvel e em *blends* com *Coffea arabica* para o café torrado. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de *C. canephora* com estimativa de produção de 12 milhões de sacas de 60 kg em 2016, concentrada nos estados de Espírito Santo (70%) e Rondônia (15%) (Conab, 2016).

A diversidade genética contribui para variação do perfil de diterpenos em diferentes espécies e variedades de café, assim os diterpenos tem sido estudados como possíveis discriminadores das espécies *C. canephora* e *C. arabica* em *blends* de cafés torrados (Benassi e Dias, 2015; De Souza e Benassi, 2012; Speer e Kölling-Speer, 2006). Teores de diterpenos em *C.arabica* são conhecidos, mas a literatura é muito limitada e apresenta informações discrepantes para *C. canephora*. De forma geral, o *C. canephora* se diferencia pelos menores teores de caveol em relação ao *C. arabica* (Campanha et al., 2010; De Souza e Benassi, 2012; Speer e Kölling-Speer, 2006) e pela presença de um diterpeno específico, 16-O-metilcafestol (Pettitt, 1987; Speer et al., 1991).

No programa de melhoramento genético do *C. canephora* do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper, Espírito Santo, Brasil) existe ampla variabilidade de genótipos sendo estudados para diferentes características agronômicas. Nove cultivares foram desenvolvidas e indicadas para o Estado do Espírito Santo, das quais oito são clonais e uma de multiplicação por sementes. As cultivares clonais são formadas pelo agrupamento de clones compatíveis de *C. canephora*, das quais destacam Diamante Incaper 8112, Jequitibá Incaper 8122, e Centenária Incaper 8132, que apresentam diferentes épocas de maturação de frutos (precoce, intermediária e tardia, respectivamente). Cada cultivar é formada por, no mínimo, nove clones usados na obtenção das lavouras (Incaper, 2016a, Incaper, 2016b, Incaper, 2016c).

Considerando o interesse pelo estudo do perfil de diterpenos, a restrita disponibilidade de dados para *C. canephora*, e a importância do Brasil como produtor dessa espécie de café, o objetivo do trabalho foi avaliar o teor de caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol em cultivares de *C. canephora* (Diamante Incaper 8112, Jequitibá Incaper 8122 e Centenária Incaper 8132).

MATERIAIS E MÉTODOS

Material

Foram utilizados 3 cultivares de *C. canephora*, do programa de melhoramento genético do INCAPER, que apresentam épocas de maturação dos frutos distintas: precoce (cultivar Diamante Incaper 8112), intermediária (cultivar Jequitibá Incaper 8122) e tardia (cultivar Centenária Incaper 8132). Avaliou-se 5 clones compatíveis de cada cultivar, num total de 15 genótipos.

Os cafés foram coletados em 2014 em uma fazenda experimental localizada no município de Marilândia, ES, região Noroeste do Estado, em latitude 19°24', longitude 40°31', altitude de 104 m, solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, seco e quente, com temperatura média anual de 24,2°C e precipitação anual acumulada de 1129 mm. As amostras (500 gramas) foram coletadas iniciando-se a

colheita manual pelos genótipos de maturação precoce (maio), seguida pelos de maturação intermediária (junho) e os de maturação tardia (julho). Foram colhidos somente frutos maduros no estádio cereja. Os cafés foram secos de forma natural em terreiros a pleno sol, beneficiados e selecionaram-se os grãos limpos sem defeitos e de tamanho de peneira 16 (6,5 mm).

Os cafés (100 g) foram torrados em torrador piloto a gás Rod Bel (Rod-Bel, São Paulo, Brasil) por tempos de 17 min a 23 min, e temperaturas entre 210 °C e 230 °C. A diversidade no processo foi devida aos grãos, mas o grau de torra foi padronizado de maneira a obter perda de peso de 16,6 ± 0,4 g 100 g^{-1}, descrito por Mendes et al. (2001) como o grau de torra ótimo para *C. canephora*. As amostras foram moídas a uma granulometria media utilizando um moinho de bancada Burr grinder GVX 2 (Krups, Shangai, China). Para análise de cor utilizou-se colorímetro Minolta CR-410 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão) com iluminante C e ângulo de 10° para observador, e para análise de umidade, analisador de umidade por infravemelho MB 45 (Ohaus, Barueri, Brasil). Os cafés torrados e moídos apresentaram, na média, L* de 24,8 ± 1,4, e umidade de 0,8 ± 0,1 g 100 g^{-1}. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e mantidas sob refrigeração a 8 °C e analisadas na sequência.

Determinação de Caveol, Cafestol e 16-O-metilcafestol

A extração foi realizada conforme Dias et al. (2010). Foi utilizado cromatógrafo líquido de ultra eficiência (Acquity UPLC® System, Waters, Miliford, EUA) com injetor automático de amostras, sistema de bombeamento quaternário de solvente, termostatizador de coluna e detector de arranjo de diodos, controlados pelo programa Empower 3. Empregou-se coluna Kinetex 2.6 µm C18 (150 mm x 4,6 mm) (Phenomenex, Torrance, EUA), eluição isocrática com fase móvel de 45:55 água:acetonitrila (Fischer Scientific, Bridgewater, EUA), vazão de 1,2 mL min^{-1}, volume de injeção de 1,4 µL e detecção a 230 nm (cafestol e 16-O-metilcafestol) e 290 nm (caveol). A temperatura da coluna foi de 26 °C e o tempo de corrida de 7 min. A identificação dos compostos foi feita com base nos tempos de retenção e espectro no UV. Foram utilizados padrões de caveol e cafestol (Axxora, San Diego, EUA) com pureza de 98% certificada por Alexis Biochemicals (Lausen, Switzerland) e 16-O-metilcafestol (Fluka-Sigma-Aldrich, Saint Louis, EUA) com pureza de 98,6%. A quantificação foi feita por padronização externa, construindo-se curvas analíticas na faixa de 2 a 200 µg mL^{-1}, com 6 pontos em triplicata ($r \geq 0,999$, $p < 0,001$), correspondendo a 4,5 mg $100g^{-1}$ e 450,0 mg $100g^{-1}$, respectivamente. O método apresentou limite de detecção (LD) de 0,5 µg mL^{-1} para os três compostos e limites de quantificação (LQ) de 1,4 µg mL^{-1}, 1,6 µg mL^{-1} e 1,5 µg mL^{-1} (correspondendo a 3,2 mg $100g^{-1}$, 3,6 mg $100g^{-1}$, e 3,4 mg $100g^{-1}$) para caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol, respectivamente. A análise foi realizada em duplicata e os teores dos diterpenos foram expressos em mg $100g^{-1}$ em base seca (bs).

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva empregando o programa SISVAR (Sistema de Análise de Variância de Dados Balanceados) (SISVAR, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os teores de caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol nas três cultivares de *C. canephora*. As cultivares Diamante, Jequitibá e Centenária apresentaram de ausência a teores médios de 5,3 mg $100g^{-1}$ para caveol, de 200,1 mg $100g^{-1}$ a 264,2 mg $100g^{-1}$ para cafestol e de 52,9 mg $100g^{-1}$ a 55,8 mg $100g^{-1}$ para 16-O-metilcafestol (Tabela 1). O cafestol representou a maior fração, com contribuição percentual de 66% a 90% do total de diterpenos.

Em média, valores mais altos de caveol foram observados na cultivar Jequitibá, de maturação intermediária, sendo o maior teor 14,1 mg $100g^{-1}$. Caveol estava ausente em 73% do total das 15 amostras analisadas. Já para cafestol, valores mais altos foram observados na cultivar Centenária, de maturação tardia, sendo o maior valor 359,7 mg $100g^{-1}$. Três amostras de maturação precoce apresentaram os menores teores sendo o menor valor 164,8 mg $100g^{-1}$ (Tabela 1).

Tabela 1 - Teores* de caveol, cafestol e 16-O-metilcafestol (mg $100g^{-1}$) em cultivares de *Coffea canephora* .

Cultivar	Parâmetros	Caveol	Cafestol	16-O-metilcafestol
Diamante	Faixa	0,0 - 0,0	164,8 - 254,0	26,3 - 132,1
(maturação precoce)	Média	0,0	200,1	52,9
n = 5	Desvio Padrão	0,0	39,8	44,5
	CV (%)	0,0	19,9	118,9
Jequitibá	Faixa	0,0 - 14,1	216,7 - 231,3	34,8 - 77,7
(maturação	Média	5,3	226,4	55,8
intermediária)	Desvio Padrão	6,0	5,7	17,0
n = 5	CV (%)	113,3	2,5	30,5
Centenária	Faixa	0,0 - 5,0	184,7 - 359,7	36,8 - 77,2
(maturação tardia)	Média	1,0	264,2	54,3
n=5	Desvio Padrão	2,2	85,0	14,6
	CV (%)	220,0	32,2	26,9

*Valores correspondentes a análise de cinco genótipos de cada cultivar com duplicatas de extração por amostra. Valor zero corresponde a concentrações inferiores ao LQ (3,2 mg $100g^{-1}$) para Caveol.
CV: coeficiente de variação.

A comparação com a literatura é dificultada pela limitação de dados para *C. canephora* e porque os teores de diterpenos são ainda expressos em diferentes bases. Speer e Kölling-Speer (2001) relataram teores de caveol inferiores a 10 mg $100g^{-1}$ de matéria insaponificável e para cafestol teores até 300 mg $100g^{-1}$ de matéria insaponificável em cafés verdes *C. canephora* provenientes do Vietnã, Costa do Marfim, Indonésia, Zaire, Uganda e Nova Guiné. Roos et al. (1997) encontraram caveol em níveis inferiores a 8 mg 100 g^{-1} e teores de cafestol de 239 mg 100 g^{-1} e 250 mg 100 g^{-1} em duas amostras de café verde *C. canephora* da Costa do Marfim. De Souza e Benassi (2012) não detectaram caveol em três amostras de cafés torrados *C. canephora* do Brasil provenientes dos estados de Rondônia e Espírito Santo. Dias et al. (2010), em estudo utilizando *C. canephora* variedade Apoatã, não detectaram presença de caveol no endosperma do café verde, e reportaram um teor de cafestol de 94 mg 100 g^{-1}. Campanha et al.(2010) relataram valores de 163 mg a 275 mg de cafestol $100g^{-1}$ e ausência de caveol para dois cafés *C. canephora* provenientes dos estados de Rondônia e Espírito Santo com diferentes graus de torra.

O maior e menor teor de 16-O-metilcafestol foram encontrados na cultivar Diamante, de maturação precoce, em duas amostras distintas, sendo os valores 132,1 mg $100g^{-1}$ e 26,3 mg $100g^{-1}$, respectivamente. Para 16-O-metilcafestol, os dados da literatura são ainda mais escassos e com pouco consenso. Para cafés *C. canephora* verdes, são citados desde teores entre 1,0 e 5,0 mg $100g^{-1}$ (Speer e Kölling-Speer, 2006), até na faixa de 60 a 180 mg $100g^{-1}$ (Belitz et al., 2009). Roos et al. (1997) relataram teores de 16-O-metilcafestol de 102 mg 100 g^{-1} e 154 mg 100 g^{-1} em cafés verdes da Costa do Marfim. Para café torrado, Schievano et al. (2014) reportam teores de 16-O-metilcafestol de 100,8 mg $100g^{-1}$ a 198,0 mg $100g^{-1}$.

Pettitt (1987) e Speer et al.(1991), descreveram o 16-O-metilcafestol como presente apenas no *C. canephora* em baixas concentrações e na espécie *Coffea dewevrei*. Por ser termicamente estável, este composto poderia ser utilizado como indicador das espécies *C. arabica* e *C. canephora* no produto torrado (Kemsley et al., 1995). Na Alemanha, a quantificação de 16-O-metilcafestol é preconizada pela norma DIN 10779, publicada em 1999, para avaliação da porcentagem de café *C. canephora* em misturas com *C. arabica* (Speer e Kölling-Speer, 2006). Avaliando-se a ampla faixa de 16-O-metilcafestol obtida neste estudo, de 26,3 mg $100g^{-1}$ a 132,1 mg $100g^{-1}$, sugere-se que somente a utilização do teor deste composto poderia não ser suficiente para estimar com segurança o percentual de *C. canephora* em misturas com *C. arabica*. O mesmo problema foi observado por

Schievano et al. (2014) que obtiveram uma ampla variação no teor de 16-O-metilcafestol em café torrado de três origens distintas e relataram que esta variação é um obstáculo para quantificação de *C. canephora* em misturas com *C. arabica* independente do método analítico utilizado.

Apesar de, na média, altos valores de caveol terem sido observados para a cultivar Jequitibá e de cafestol para a cultivar Centenária (Tabela 1), não observou-se efeito da época de maturação dos frutos (cultivar precoce, intermediária ou tardia) no teor dos três diterpenos avaliados, sendo a variação entre os genótipos da cultivar mais relevante. Considerando-se os cinco genótipos de cada cultivar, observou-se uma maior variabilidade nos teores de 16-o-metilcafestol (coeficiente de variação de até 118,9%) e caveol (CV de até 220,0%), comparativamente aos teores de cafestol (CV de até 32,2%) (Tabela 1).

CONCLUSÃO

O perfil de diterpenos dos genótipos de *C. canephora* estudados reforçam a ampla variação nos teores de caveol e cafestol descrita na literatura, e mostra uma variabilidade muito expressiva para 16-O-metilcafestol. O cafestol representa a maior fração dos diterpenos no *C. canephora*, sendo o diterpeno que apresenta menor variabilidade entre os genótipos de uma mesma cultivar. Caveol esteve ausente na maioria dos genótipos estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e CAPES pela concessão de bolsas de estudo e apoio financeiro (Edital Universal CNPq 14/2014 - Processo: 445757/2014-0). Ao IAPAR por ter cedido os torradores para a realização da torra dos cafés.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. **Norma de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grão e Cafés Torrados e Moídos**. (2013) Revisão 25. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media /Norma%20de%20qualidade.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. Coffee, Tea, Cocoa. In:_____. **Food Chemistry**. 4ed. Berlin: Springer, 2009. p. 938-969.

BENASSI, M.T., DIAS, R.C.E. Assay of Kahweol and Cafestol in Coffee. In: PREEDY, V.R. (Ed.). **Coffee in Health and Disease Prevention**, 1 Ed. London: Elsevier, 2015. p. 995-1005.

CAMPANHA, F. G., DIAS, R. C. E., BENASSI, M. T. Discrimination of coffee species using kahweol and cafestol effects of roasting and of defects. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 87-96, 2010.

CANO-MARQUINA, A., TARÍN, J. J., CANO, A. The impact of coffee on health, **Maturitas**, Limerick, v. 75, n. 1, p. 7-21, 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. (2016). Acompanhamento da safra brasileira: Café. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos /15_12_17_09_02_47_boletim_cafe_dezembro_2015_2.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016.

DE SOUZA, R., M., N.; BENASSI, M. T. Discrimination of commercial roasted and ground coffees according to chemical composition. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 23, n. 7, p. 1347-1354, 2012.

DIAS, R. C. E., CAMPANHA, F. G., VIEIRA, L. G. E., FERREIRA, L. P., POT, D., MARRACCINI, P., BENASSI, M. T. Evaluation of kahweol and cafestol in coffee tissues and roasted coffee by a new high-performance liquid chromatography methodology. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 58, n.1, p. 88–93, 2010.

GAASCHT, F., DICATO, M., DIEDERICH, M. F. Coffee provides a natural multitarget pharmacopeia against the hallmarks of cancer. **Genes & Nutrition**, New Orleans, v. 10, n 51, p. 1-17, 2015.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Diamante ES8112**. Documento 219. Diamante Incaper 8112: nova variedade clonal de café conilon de maturação precoce para o Espírito Santo. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br /sistemas/servicos/images/DOC%20219.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016a.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Jequitibá ES8122**. Documento 220. Jequitbá Incaper 8122: nova variedade clonal de café conilon de maturação intermediária para o Espírito Santo. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br /sistemas/servicos/images/DOC%20220.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016b.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Centenária ES8132**. Documento 221. Centenária Incaper 8132: nova variedade clonal de café conilon de maturação tardia para o Espírito Santo. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br /sistemas/servicos/images/DOC%20221.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016c.

KEMSLEY, E. K., RUAULT, S., WILSON, R. H. Discrimination between *Coffea arabica and Coffea canephora* variant robusta beans using infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, Barking, v. 54, n. 3, p. 321-326, 1995.

LERCKER, G, CABONI, M. F., BERTACCO, G., TURCHETTO, E, LUCCI, A., BORTOLOMEAZZI, R, et al. (1996). Coffee lipid fraction I. Influence of roasting and decaffeination. **Industrie Alimentari**, Pinerolo, v. *35*,1057-1065.

MENDES, L. C.; MENEZES, H. C.; SILVA, M. A. A. P. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora* conillon) using acceptability tests and RSM. **Food Quality and Preference,** Barking, v.12, n. 2, p. 153-162, 2001.

MURIEL, P., ARAUZ, J. Coffee and liver diseases. **Fitoterapia**, Milano, v. 81, n. 5, p. 297-305, 2010.

PETTITT JR., B. C. Identification of the diterpene esters in arabica and canephora coffees. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 35, n. 4, p. 549-551, 1987.

ROOS, B., VAN DER WEG, G., URGERT, R., VAN DE BOVENKAMP, P., CHARRIER, A., KATAN, M.B. Levels of cafestol, kahweol, and related diterpenoids in wild species of the coffee plant Coffea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 45, n. 8, p. 3065–3069, 1997.

SCHIEVANO, E., FINOTELLO, C., DE ANGELIS, E; MAMMI, S., NAVARINI, L. (2014). Rapid authentication of coffee blends and quantification of 16-O-methylcafestol in roasted coffee beans by Nuclear Magnetic Resonance. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 62, n. 51, p. 12309–12314, 2014.

SISVAR. **Sistema de análise de variância de dados balanceados** - Versão 5.6. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>. Acesso em: 09 jun. 2016.

SPEER, K., KÖLLING-SPEER. Lipids. In: CLARKE, R.J.; VITZSTHUM, O.G. (Eds.). **Coffee Recent Developments**. 1 Ed. Oxford: Blackwell. 2001. p. 33-49.

SPEER, K., KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 201–216, 2006.

SPEER, K., TEWIS R., MONTAG A. A new roasting component in coffee. In: 14th International Colloquium on the Chemistry of Coffee, 1991, Paris. ASIC, 1991. p. 615-621.

SRIDEVI, V., GIRIDHAR, P., RAVISHANKAR, G. A. Evaluation of roasting and brewing effect on antinutritional diterpenes-cafestol and kahweol in coffee. **Global Journal of Medical Research**, Wakefield, v. 11, p. 16–22, 2011.

WANG, S., YOON, Y.C., SUNG, M.-J., HUR, H.-J., PARK, J.-H. Antiangiogenic properties of cafestol, a coffee diterpene, in human umbilical vein endothelial cells. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Framingham, v. 421, n. 3, p. 567-571, 2012.