

ÁCIDOS CLOROGÊNICOS E LACTONAS MAJORITÁRIOS EM CULTIVARES BRASILEIROS DE CAFÉ DE RELEVÂNCIA ECONÔMICA

Daniel PERRONE¹; Adriana FARAH¹, E-mail: afarah@iq.ufrj.br; Carmen M. DONANGELO¹

¹Laboratório de Bioquímica Nutricional e de Alimentos, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

Resumo:

O café é a bebida mais consumida no mundo e uma fonte significativa de compostos fenólicos, principalmente ácidos clorogênicos (CGAs). Durante sua torrefação, alguns CGAs são parcialmente transformados em lactonas clorogênicas (CGLs). Tanto os CGAs quanto as CGLs são compostos importantes para o aroma e potencialmente benéficos para a saúde humana. No presente trabalho, investigou-se CGAs e CGLs majoritários em amostras verdes e torradas de cultivares de café brasileiros de grande importância econômica das espécies *C. arabica* e *C. canephora*. Os dois cultivares da espécie *C. arabica* apresentaram os mesmos CGAs e CGLs, com pequenas diferenças no teor total e na distribuição percentual dos isômeros. Os teores máximos de CGAs e CGLs observados em *C. canephora* cv. Conillon foram não apenas maiores do que aqueles relatados para *C. arabica*, mas também ultrapassaram os valores relatados na literatura para *C. canephora* cv. Robusta. As implicações dessas descobertas em relação ao aroma, à qualidade e às propriedades biológicas do café devem ser ainda investigadas.

Palavras-chave: café, ácidos clorogênicos, lactonas, quinídios, LC-MS, torrefação de café.

MAJOR CHLOROGENIC ACIDS AND LACTONES IN ECONOMICALLY RELEVANT BRAZILIAN COFFEE CULTIVARS

Abstract:

Coffee is the most consumed beverage in the world and a significant source of phenolic compounds, particularly chlorogenic acids (CGA). During coffee roasting, some CGA are partially transformed into chlorogenic acid lactones (CGL). Both CGA and CGL are important compounds for flavor and potentially beneficial to human health. In the present study, we investigated major CGA and CGL isomers in green and roasted samples of Brazilian *C. arabica* and *C. canephora* economically important coffee cultivars. Both investigated *C. arabica* cultivars presented the same CGA and CGL compounds, with small differences in total content and percent distribution. Maximum total CGA and CGL contents in *C. canephora* cv. Conillon were not only higher than those reported for *C. arabica*, but also surpassed the values reported for *C. canephora* cv. Robusta coffee. The implications of these findings for flavor, cup quality and the biological properties of coffee merit further investigation.

Key words: coffee, chlorogenic acids, lactones, quinides, LC-MS, coffee roasting.

Introdução

Os ácidos clorogênicos (CGAs) são os principais compostos fenólicos do café, sendo ésteres de ácidos *trans*-cinâmicos, como os ácidos caféico, ferúlico e *p*-cumárico, com o ácido (–)-quinico. Os CGAs podem ser subdivididos de acordo com a natureza e o número de substituintes cinâmicos e as suas posições de esterificação no anel ciclohexano do QA. As principais classes de CGAs em café verde são os ácidos cafeoilquímicos (CQAs), dicafeoilquímicos (diCQAs), feruiloilquímicos (FQAs), *p*-cumaruloilquímicos (*p*-CoQAs) e cafeoilferuloilquímicos (CFQAs) (Clifford, Marks, Knight & Kuhnert, 2006). Apesar dos CGAs encontrarem-se amplamente distribuídos em materiais de origem vegetal, o seu conteúdo em café verde é um dos maiores encontrados entre as plantas, variando entre 4 e 14% (Farah & Donangelo, 2006).

Os CGAs são importantes na formação do aroma do café torrado e têm grande influência sobre a qualidade final da bebida (Farah, Monteiro, Calado, Franca & Trugo, 2006). Além disso, diversos efeitos benéficos à saúde têm sido atribuídos aos CGAs, sendo que tais efeitos poderiam ser explicados principalmente pela potente atividade antioxidante desses compostos (Moreira, Monteiro, Ribeiro-Alves, Donangelo & Trugo, 2005). Algumas das propriedades farmacológicas *in vitro* e *in vivo* dos CGAs são as atividades hipoglicêmica, antiviral, hepatoprotetora e imunoprotetora (Farah & Donangelo, 2006).

Durante a torrefação do café, os CGAs são parcialmente degradados por pirólise, gerando lactonas fenólicas e outros derivados. Cinamoil-1,5- γ -quinolactonas (CGLs) são as principais lactonas de CGAs no café torrado, sendo produzidas através da perda de uma molécula de água e formação de uma ligação éster intramolecular entre os carbonos 1 e 5 do QA (Farah, de Paulis, Trugo & Martin, 2005). Juntamente com os CGAs, as CGLs também contribuem para o aroma do café e, apesar de estarem presentes em baixas concentrações, seu impacto na qualidade final da bebida pode ser significativa. As CGLs também foram estudadas pelos seus potenciais efeitos hipoglicêmicos (Shearer *et al.*, 2003) e por suas ações nos receptores opióides e de adenosina cerebrais (de Paulis *et al.*, 2004).

Utilizando HPLC, investigou-se previamente a formação das CGLs durante a torrefação dos cultivares *C. arabica* Bourbon e Longberry do Brasil e Etiópia, respectivamente, e durante a torrefação de *C. canephora* cv. Robusta de Uganda (Farah *et al.*, 2005). No presente trabalho, usando LC-MS, foram investigados CGAs e CGLs majoritários em amostras verdes e torradas de cafés brasileiros de grande importância econômica dos cultivares *C. arabica* Mundo Novo e Catuaí Vermelho e *C. canephora* Conillon.

Material e Métodos

Amostras de café. Amostras de café verde de boa qualidade dos cultivares *C. arabica* Mundo Novo e Catuaí Vermelho e *C. canephora* Conillon foram obtidas diretamente de produtores de café de Guaxupé, Minas Gerais, Brasil.

Torrefação. As amostras de café (~100 gramas) foram torradas em um torrador de leito fluidizado em condições brandas (170 °C por 6, 8, 12 e 15 min), de maneira a produzir graus de torra que variaram do muito-claro ao médio. Também foi selecionada a condição de torra de 200 °C por 15 min para produzir um grau de torra escuro.

Perda percentual de massa. A perda percentual de massa (%PM) dos grãos de café após a torrefação foi calculada subtraindo-se o peso da amostra após a torrefação do peso da amostra antes da torrefação e dividindo-se o resultado pelo peso da amostra antes da torrefação, expressando-se o resultado final em valor percentual.

Umidade. Para expressar o conteúdo de CGAs e CGLs em base seca, o teor de água dos grãos verdes e torrados moídos foi determinado de acordo com o método da AOAC (AOAC, 2000).

Extração de CGAs e CGLs. Os grãos de café verdes e torrados foram congelados antes da moagem. As amostras foram moídas de maneira a passarem por uma peneira de 0,46 mm e extraídas em duplicata de acordo com a metodologia descrita por Farah *et al.* (2005).

LC-MS. Os extratos contendo os CGAs e as CGLs foram analisados de acordo com o método descrito recentemente por Farah, de Paulis, Moreira, Trugo & Martin (2006). O cromatógrafo (Shimadzu, Kyoto, Japão) foi composto por uma bomba quaternária LC-10ADvp, um forno para colunas CTO-10ASvp, um injetor manual 8125 (Rheodyne) contendo uma alça volumétrica de 5 µL e um detector de arranjo de diodos SPD-M10Avp. Esse sistema foi interfaciado com um espectrômetro de massas LC-MS 2010 (Shimadzu, Kyoto, Japão) equipado com uma fonte de ionização por eletronspray.

Resultados e Discussão

Utilizando LC-MS, investigou-se CGAs e CGLs majoritários em amostras brasileiras de café verde e torrado de grande relevância econômica (espécies *C. arabica*, cv. Mundo Novo e cv. Catuaí Vermelho e *C. canephora*, cv. Conillon).

Café verde. Doze CGAs foram identificados em café verde das espécies *C. arabica* e *C. canephora*: 3-CQA, 4-CQA, 5-CQA, 3-FQA, 4-FQA, 5-FQA, 3-*p*-CoQA, 4-*p*-CoQA, 5-*p*-CoQA, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA e 4,5-diCQA. Além desses, seis isômeros de CFQAs foram observados e quantificados conjuntamente. Os teores desses CGAs nas amostras verdes de café dos cultivares *C. arabica* Mundo Novo e Catuaí Vermelho e *C. canephora* Conillon são apresentados na **Tabela 1**.

Os teores totais de CGAs nas amostras da espécie *C. arabica* foram de 6,3 e 5,5 g/100g (peso seco), para os cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho, respectivamente. O teor total de CGAs na amostra *C. canephora* cv. Conillon foi de 8,6 g/100g peso seco. Esses resultados estão de acordo com dados previamente relatados para *C. arabica* e *C. canephora* (Farah & Donangelo, 2006, Farah *et al.*, 2005, Farah *et al.*, 2006, Ky, Louarn, Dussert, Guyot, Hamon & Noirot, 2001, Correia, Leitão & Clifford, 1995). O maior teor de CGAs de *C. canephora* em comparação com *C. arabica* foi extensivamente relatado na literatura (Farah *et al.*, 2006, Farah *et al.*, 2005, Clifford & Ramirez-Martinez, 1991). Considerando-se que os grãos do café Conillon diferem-se fisicamente daqueles do café Robusta (os grãos de Conillon são menores e geralmente mais escuros do que os grãos de Robusta, independentemente dos métodos de processamento primários empregados) esperar-se-ia que a sua composição química fosse diferente. De fato, comparando-se os teores de CGAs em ambas as variedades de *C. canephora*, o teor total de CGAs encontrado no presente trabalho no cultivar Conillon é maior do que o teor de CGAs médio relatado para o cultivar Robusta na literatura (Farah *et al.*, 2006a, Farah *et al.*, 2005, Correia *et al.*, 1995, Clifford & Ramirez-Martinez, 1991), estando de acordo com os resultados obtidos para café Conillon em estudos anteriores (Farah & Donangelo *et al.*, 2006). Essas diferenças podem refletir no aroma e em outras características do café e devem ser investigadas futuramente.

Pequenas diferenças na distribuição percentual dos CGAs majoritários foram observadas entre os dois cultivares da espécie *C. arabica* investigados nesse trabalho. Tais diferenças também foram observadas em outros estudos (Farah *et al.*, 2005, Farah *et al.*, 2006).

Os CQAs foram a classe mais abundante dentre as classes de CGAs estudadas, correspondendo por aproximadamente 84% e 76% do total de CGAs nas amostras de café verdes das espécies *C. arabica* e *C. canephora*, respectivamente. Dentre os isômeros de CQAs, o 5-CQA foi predominante, seguido do 4-CQA e do 3-CQA. As abundâncias relativas desses isômeros em *C. arabica* (média) e *C. canephora* foram 5,4:1,2:1,0 e 3,9:1,2:1,0, respectivamente. A segunda classe mais abundante foi a dos diCQAs, que representaram em torno de 11% e 15% do total de CGAs nas amostras das espécies *C. arabica* e *C. canephora*, respectivamente. As abundâncias dos isômeros 3,4-diCQA, 3,5-diCQA e 4,5-diCQA em *C. arabica* (média) e *C. canephora* foram 1,2:1,0:1,0 e 1,5:1,2:2,1, respectivamente. As classes de CQAs e diCQAs nas amostras das espécies *C. arabica* e *C. canephora*, representaram conjuntamente cerca de 95% e 91% do total de CGAs, respectivamente. Os FQAs, *p*-CoQAs e CFQAs representaram o teor restante de CGAs majoritários, sendo os FQAs responsáveis por 4% e 7% dos CGAs em *C. arabica* e *C. canephora*,

Tabela 1 – Teor de ácidos clorogênicos majoritários em amostras de café brasileiras verdes e torradas das espécies *C. arabica* e *C. canephora*^a

Condição de torrefação ^b	Perda de massa (%)	3-CQA	4-CQA	5-CQA	3-FQA	4-FQA	5-FQA	3- <i>p</i> -CoQA	4- <i>p</i> -CoQA	5- <i>p</i> -CoQA	3,4-diCQA	3,5-diCQA	4,5-diCQA	CFQA
<i>C. arabica</i> cv. Mundo Novo														
Verde	0,0	667,2±15,4	807,5±13,2	3611,2±63,1	9,6±0,6	31,3±0,9	192,0±9,6	11,4±0,2	8,0±0,5	49,5±2,3	262,1±14,4	269,1±15,9	316,6±27,6	31,2±7,2
1	11,5	1096,6±26,4	1344,7±40,8	2736,7±73,2	43,2±0,8	58,3±4,4	179,0±3,8	12,6±0,9	11,6±1,0	44,2±0,4	198,3±4,5	154,6±3,3	232,7±11,8	16,6±0,1
2	13,6	720,8±13,0	868,4±18,2	1656,6±29,3	31,5±1,2	49,1±0,6	143,8±8,8	8,4±1,5	6,8±2,4	28,8±1,4	103,4±4,2	80,2±3,2	118,6±13,7	10,3±0,7
3	15,4	433,1±2,5	493,3±1,6	942,0±11,4	18,9±0,8	33,2±0,3	104,1±1,5	4,7±0,8	5,9±0,9	19,2±1,0	48,1±0,9	33,4±1,3	49,6±0,1	5,4±4,3
4	16,1	324,9±2,4	388,4±5,4	673,6±3,1	13,6±0,3	26,6±0,7	80,7±0,0	3,8±0,3	ND ^c	15,8±3,2	33,1±1,2	21,9±1,4	32,9±0,5	1,8±0,0
5	19,9	51,8±0,8	55,2±1,5	93,3±2,5	11,5±0,4	7,2±0,9	15,3±1,0	ND	ND	ND	ND	1,4±0,0	2,2±0,5	ND
<i>C. arabica</i> cv. Catuai Vermelho														
Verde	0,0	618,0±1,7	770,9±13,4	3357,4±55,3	6,7±0,2	25,7±1,9	160,9±2,2	10,3±0,3	6,1±0,3	38,8±0,7	190,3±2,0	156,9±3,1	164,6±4,2	13,4±1,0
1	10,4	1030,1±10,5	1253,4±20,2	2451,9±16,6	20,2±0,9	51,0±0,3	148,6±2,1	13,4±0,6	11,2±1,0	38,1±1,4	146,9±2,8	109,2±2,2	161,2±1,9	7,8±0,3
2	11,7	807,5±1,1	971,0±0,4	1905,1±12,1	16,7±1,2	38,2±1,3	139,2±4,3	9,4±4,8	9,6±4,1	39,0±0,6	94,5±5,3	69,9±3,3	102,4±7,2	4,6±0,3
3	14,1	495,3±1,8	592,6±1,3	1150,6±8,2	9,4±1,2	29,7±1,2	109,9±3,2	5,5±0,4	ND	28,1±1,2	46,8±3,0	36,2±3,8	54,8±7,3	6,0±2,6
4	15,0	328,0±18,9	393,4±25,2	761,4±54,5	7,1±0,2	21,4±1,0	77,4±5,0	1,5±0,6	ND	19,8±1,7	26,2±0,5	20,2±2,5	29,7±4,2	1,3±0,1
5	17,9	70,4±3,8	82,4±5,0	118,9±29,4	ND	7,0±2,9	18,0±1,8	ND	ND	3,0±0,4	ND	1,2±0,2	4,4±1,1	0,3±0,0
<i>C. canephora</i> cv. Conillon														
Verde	0,0	1065,6±9,5	1277,2±13,6	4114,0±39,7	32,6±0,2	57,5±1,0	519,7±6,0	10,6±0,3	11,8±0,1	30,0±6,2	429,1±11,8	283,5±7,9	586,4±17,7	136,5±5,6
1	10,3	1308,4±0,1	1666,5±15,9	3175,5±4,1	115,3±2,3	139,0±1,7	411,1±2,7	9,4±0,3	11,5±0,5	20,6±1,0	269,6±5,0	195,8±2,4	503,5±0,8	113,9±1,0
2	11,7	1064,6±38,8	1324,9±47,4	2460,5±85,7	108,1±2,6	125,3±4,1	362,6±7,2	8,0±0,3	9,2±1,3	19,1±1,5	181,2±23,5	138,8±12,2	370,9±48,2	76,7±5,4
3	13,2	711,0±27,2	894,4±32,4	1534,3±52,9	184,8±2,8	105,3±0,2	289,0±2,6	5,9±0,1	5,9±0,4	16,3±1,1	94,5±3,8	73,8±6,8	221,9±8,6	57,1±2,0
4	13,9	563,4±25,6	706,7±21,4	1145,1±37,5	155,3±6,0	89,5±4,2	223,5±1,0	5,0±0,1	ND	14,3±0,7	61,1±3,6	48,5±8,0	163,4±6,9	39,0±0,3
5	16,8	95,9±2,5	106,9±0,5	174,9±1,6	49,6±2,0	24,6±0,3	51,4±2,7	1,6±0,3	ND	ND	3,9±0,3	2,3±0,2	30,0±1,1	ND

^a Resultados foram apresentados como as médias de extração em duplicata ± desvio-padrão e expressos como mg/100g de café (peso seco). ^b 1 = 170 °C, 6 min.; 2 = 170 °C, 8 min.; 3 = 170 °C, 12 min.; 4 = 170 °C, 15 min.; 5 = 200 °C, 15 min.. ^c Não detectado.

respectivamente. Os *p*-CoQAs equivaleram a 1,0% e 0,6% dos CGAs totais em *C. arabica* e *C. canephora*, enquanto os CFQAs representaram apenas 0,4% e 1,6%, respectivamente. Pode-se notar que o teor total de CFQAs na amostra da espécie *C. canephora* foi quatro vezes maior do que aquele encontrado nas amostras da espécie *C. arabica*.

Não foram observadas CGLs nas amostras de café verde, com exceção de uma pequena quantidade de 3-FQL observada no cultivar Mundo Novo (Tabela 2). Farah *et al.* (2005) também identificaram baixos teores de 4-FQL e 3,4-diCQL em café verde. A presença de lactonas em café verde poderia ser explicada pelo aquecimento aplicado durante o processamento primário dos grãos (Farah *et al.*, 2005).

Café torrado. Os doze CGAs identificados em café verde também foram observados nas amostras torradas e seus teores são apresentados na Tabela 1. De maneira geral, os teores de CGAs nas amostras torradas estão de acordo com dados já publicados (Trugo *et al.*, 1984, Farah *et al.*, 2006a, Farah *et al.*, 2005), e corresponderam a perdas médias de CGAs de 4,8%, 5,3% e 5,6% para cada 1% de perda de massa para *C. arabica* cv. Mundo Novo, *C. arabica* cv. Catuaí Vermelho e *C. canephora* cv. Conillon, respectivamente, em comparação com as amostras verdes correspondentes. A perda de CGAs observada durante a torrefação do café (até 95% de perda de CGAs no café com grau de torra escuro), extensivamente relatada na literatura (Farah & Donangelo, 2006, Farah *et al.*, 2005, Farah *et al.*, 2006), é consequência do rompimento, em função do aquecimento, de ligações covalentes carbono-carbono, resultando na isomerização nos estágios iniciais do processo de torrefação e epimerização, lactonização e degradação nos estágios finais desse processo.

Sete CGLs foram identificadas nas amostras torradas: 3-CQL, 4-CQL, 3-FQL, 4-FQL, 3-*p*-CoQL, 4-*p*-CoQL e 3,4-diCQL. Os teores dessas CGLs nas amostras torradas de café são apresentadas na Tabela 2.

Os teores máximos de CGLs nos cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho da espécie *C. arabica* (376 e 431 mg/100g peso seco) foram observadas em amostras com perdas de massa de 15,4% e 14,1% (graus de torra claro a médio-claro), respectivamente. Esses resultados estão de acordo com dados publicados recentemente para cultivares da espécie *C. arabica* da Etiópia e do Brasil (Farah *et al.*, 2005). O teor máximo de CGLs em *C. canephora* (620 mg/100g peso seco) foi observado na amostra com 13,2% de perda de massa, sendo esse teor não apenas maior do que todos os teores relatados de CGLs em *C. arabica*, mas também superior do que aquele observado por Farah *et al.* (2005) para *C. canephora* cv. Robusta de Uganda. Mesmo subtraindo-se alguns isômeros de CGLs, não quantificados em Robusta por Farah *et al.* (2005), como 3-FQL, 3-*p*-CoQL e 4-*p*-CoQL, o cultivar brasileiro da espécie *C. canephora* investigado no presente estudo ainda apresentou maior conteúdo de CGLs se comparado ao cultivar africano.

Tabela 2 – Teor de lactonas (CGLs) majoritárias em amostras de café brasileiras verdes e torradas das espécies *C. arabica* e *C. canephora*^a

Condição de torrefação ^b	Perda de massa (%)	3-CQL	4-CQL	3-FQL	4-FQL	3- <i>p</i> -CoQL	4- <i>p</i> -CoQL	3,4-diCQL
<i>C. arabica</i> cv. Mundo Novo								
Verde	0,0	ND ^c	ND	5,6±1,5	ND	ND	ND	ND
1	11,5	115,1±3,5	77,6±1,6	16,8±1,1	15,0±0,7	2,4±0,3	1,6±0,0	3,0±0,9
2	13,6	170,1±4,0	107,6±6,5	25,2±0,6	19,2±0,1	3,5±0,3	2,2±0,9	9,4±0,0
3	15,4	183,2±4,6	118,8±0,7	31,4±2,8	23,8±0,4	4,0±0,2	4,5±1,0	9,9±0,6
4	16,1	161,4±1,0	106,8±1,4	27,3±0,4	22,0±1,2	3,9±0,0	3,9±0,6	8,4±0,7
5	19,9	32,5±0,4	18,0±1,2	10,3±1,4	7,6±1,1	2,0±0,1	0,9±0,2	ND
<i>C. arabica</i> cv. Catuaí Vermelho								
Verde	0,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	10,4	106,4±0,9	69,9±1,8	14,5±0,0	10,3±0,0	1,6±0,4	1,5±0,4	8,3±1,4
2	11,7	164,2±0,2	109,7±3,5	21,5±5,6	18,8±1,0	3,1±1,9	2,0±1,0	12,5±1,8
3	14,1	215,8±0,5	133,4±0,3	36,8±5,6	26,2±4,0	3,6±0,1	3,8±0,7	11,3±0,9
4	15,0	172,1±7,9	107,6±5,0	23,8±0,3	30,7±2,2	3,2±0,2	3,1±0,8	7,3±1,1
5	17,9	47,7±2,5	26,6±3,5	15,0±0,2	10,7±0,1	2,0±0,3	2,5±0,4	2,6±1,4
<i>C. canephora</i> cv. Conillon								
Verde	0,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	10,3	153,2±2,1	111,4±0,8	132,0±0,4	31,5±0,4	2,8±0,1	4,8±0,6	20,7±0,1
2	11,7	210,4±1,3	147,2±0,9	143,7±3,5	43,9±0,9	3,7±0,3	5,5±0,5	17,5±2,1
3	13,2	235,3±5,7	163,9±5,1	135,6±4,3	56,6±0,7	4,7±1,1	5,4±0,0	18,4±0,0
4	13,9	218,3±0,9	146,8±1,8	133,4±1,1	66,2±10,8	4,4±0,1	5,4±0,1	10,2±1,2
5	16,8	54,8±0,2	31,6±2,6	52,9±0,6	28,5±3,3	2,0±0,8	3,2±0,4	ND

Resultados foram apresentados como as médias de extração em duplicata ± desvio-padrão e expressos como mg/100g de café (peso seco). ^b 1 = 170 °C, 6 min.; 2 = 170 °C, 8 min.; 3 = 170 °C, 12 min.; 4 = 170 °C, 15 min.; 5 = 200 °C, 15 min.. ^c Não detectado.

Nas amostras de café torrado com teores máximos de CGLs, as CQLs foram a classe de CGLs mais abundante, representando 81% e 64% do teor total de CGLs em *C. arabica* e *C. canephora*, respectivamente. As FQLs foram a segunda classe mais abundante, correspondendo a 15% e 31% do teor total de CGLs em *C. arabica* e *C. canephora*, respectivamente. Os percentuais das classes de diCQLs e *p*-CoQLs, em relação ao total de CGLs, foi similar em todas as amostras, com valores médios de 3% e 2%, respectivamente. As amostras de *C. arabica* cv. Mundo Novo, *C. arabica* cv. Catuaí Vermelho and *C. canephora* cv. Conillon com grau de torra escuro (perdas de massa de 19.9%, 17,9% e 16.8%, respectivamente) ainda continham aproximadamente 19%, 25% e 28% dos teores máximos de CGLs de cada cultivar (71, 107 e 173 mg/100g peso seco, respectivamente) (Tabela 2).

Conclusões

No presente trabalho, ambas os cultivares de *C. arabica* investigados apresentaram os mesmos CGAs e CGLs, com pequenas diferenças no teor total e na distribuição percentual. Os teores totais de CGAs e CGLs no café Conillon foram maiores do que aqueles relatados para outros cultivares das espécies *C. arabica* e *C. canephora*. O efeito dessas diferenças sobre o aroma, a qualidade e as propriedades biológicas do café devem ser investigadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro do CBP&D Café-EMBRAPA, do CNPq e da FAPERJ.

Referências bibliográficas

- Clifford, M. N.; Marks, S.; Knight, S.; Kuhnert, N. Characterization by LCMSⁿ of four new classes of *p*-coumaric acid-containing diacyl chlorogenic acids in green coffee beans. *J. Agric. Food Chem.* **2006**, *54*, 4095–4101.
- Farah, A.; Donangelo, C. M. Phenolic compounds in coffee. *Braz. J. Plant Physiol.* **2006**, *18*, 23–36.
- Farah, A.; Monteiro, M. C.; Calado, V.; Franca, A.; Trugo, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chem.* **2006a**, *98*, 373–380.
- Moreira, D. P.; Monteiro, M. C.; Ribeiro-Alves, M.; Donangelo, C. M.; Trugo, L. C. Contribution of chlorogenic acids to the iron-reducing activity of coffee beverages. *J. Agric. Food Chem.* **2005**, *53*, 1399–1402.
- Farah, A.; de Paulis, T.; Trugo, L. C.; Martin, P. R. Effect of roasting on the formation of chlorogenic acids lactones in coffee. *J. Agric. Food Chem.* **2005**, *53*, 1505–1513.
- Shearer, J.; Farah, A.; de Paulis, T.; Bracy, D. P.; Pencek, R. R.; Graham, T. E.; Wasserman, D. H. Quinides of roasted coffee enhance insulin action in conscious rats. *J. Nutr.* **2003**, *133*, 3529–3532.
- de Paulis, T.; Commers, P.; Farah, A.; Zhao, J.; McDonald, M. P.; Galici, R.; Martin, P. R. 4-Caffeoyl-1,5-quinide in roasted coffee inhibits [³H]naloxone binding and reverses anti-nociceptive effects of morphine in mice. *Psychopharm.* **2004**, *176*, 146–153.
- Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*, 17th ed.; Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, **2000**.
- Farah, A.; de Paulis, T.; Moreira, D. P.; Trugo, L. C.; Martin, P. R. Chlorogenic acids and lactones in regular and water-decaffeinated arabica coffees. *J. Agric. Food Chem.* **2006**, *54*, 374–381.
- Ky, C. L.; Louarn, J.; Dussert, S.; Guyot, B.; Hamon, S.; Noiro, M. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. *Food Chem.* **2001**, *75*, 223–230.
- Correia, A. M. N. G.; Leitão, M. C. A.; Clifford, M. N. Caffeoyl-tyrosine and Angolan II as characteristic markers for Angolan robusta coffees. *Food Chem.* **1995**, *53*, 309–313. Clifford, M. N.;
- Ramirez-Martinez, J. R. Phenols and caffeine in wet-processed coffee beans and coffee pulp. *Food Chem.* **1991**, *40*, 35–42.