

CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES DE CAFÉ ARÁBICA E CONILON PELOS TEORES DE ÁCIDO NICOTÍNICO, 5-ACQ, TRIGONELINA E CAFEÍNA: INFLUÊNCIA DO GRAU DE TORRA NA CAPACIDADE DE DISCRIMINAÇÃO.

Rafael C. E. DIAS¹, Maria Brígida S. SCHOLZ² e Marta T. BENASSI¹ E-mail: martatb@uel.br

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR ²Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR.

Resumo:

Os cafés arábica e conilon diferem na qualidade e aceitabilidade, porém, após torra e moagem, o estudo de um só parâmetro físico-químico não permite a detecção da adição conilon, de menor valor comercial, ao arábica. Entre os compostos relatados como discriminadores estão os ácidos nicotínico e clorogênico (5-ACQ), trigonelina e cafeína que apresentam variação entre espécies e sensibilidade diferenciada a torra. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento desses compostos com relação a torra, verificando-se se a eficiência e a importância dos parâmetros na discriminação das espécies arábica e conilon e misturas (20, 30 e 50 de adição de conilon ao arábica) seria diferente para cada grau de torra estudado (13, 17 e 20% de perda de peso). Com exceção da cafeína, os outros discriminadores apresentaram interação entre espécie e torra. Trigonelina e ácido nicotínico podem ser empregados para caracterização de misturas torradas em diferentes graus, mas a eficiência foi diferenciada em cada torra. Maior concentração de 5-ACQ poderia estar associada a um teor mais alto tanto de café arábica quanto de conilon, dependendo do grau de torra considerado. A menor diferença entre espécies foi observada na torra média (17%), sugerindo que nesse grau de torra a discriminação seria mais difícil.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, CLAE, diferenciação.

Abstract

CHARACTERIZATION OF ARABICA AND ROBUSTA COFFEE SPECIES BY NICOTINIC ACID, 5-CQA, TRIGONELLINE AND CAFFEINE CONTENTS: INFLUENCE OF THE DEGREE OF ROASTING ON DISCRIMINATION CAPACITY. The arabica and robusta coffees differ in quality and acceptability, however, after roasting and grinding, the evaluation of a single parameter does not allow the detection of the addition of the robusta coffee, that has lower commercial value, to the arabica one. Nicotinic and chlorogenic acids (5-CQA), trigonelline and caffeine are usually cited as discriminators and present variation among species and differ on sensibility under roasting conditions. The aim of the work was to evaluate the behavior of these compounds regarding roasting process and verified if the efficiency and importance of the parameters in the discrimination of arabica and robusta species and blends (20, 30 and 50 % of robusta to arabica) would be different for each roast studied (13, 17 and 20% of weight loss). Except caffeine, the other discriminators presented interaction among species and roasting procedure. Trigonelline and nicotinic acid can be used for characterization of blends roasted in different degrees, but the efficiency was different for each roast. High concentration of 5-CQA could be associated to a higher content of arabica or robusta coffee, depending on the roast considered. The minor difference among species was observed for medium-roasted coffees (17%), suggesting that discrimination would be difficulted in this degree of roasting.

Key words: *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, HPLC, differentiation.

Introdução

Os cafés arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*) diferem no preço, qualidade e aceitabilidade. Os grãos apresentam cor, formato e tamanho diferenciados, porém, após torra e moagem, não se distinguem as espécies visualmente e, como pertencem ao mesmo gênero, possuem poucas diferenças para detecção da adição de café conilon, de menor valor comercial, ao arábica. No Estado do Paraná está em estudo a implementação de lei (Lei nº 13.519, Legislação Estadual da Secretaria do Estado do Governo, 08/04/2002) para estabelecer a obrigatoriedade de informação da espécie.

A literatura reporta que a avaliação de um só parâmetro não permite discriminação entre *Coffea arabica* e *canephora* e vários compostos têm sido relatados como possíveis discriminadores para as espécies, destacando-se, na fração hidrossolúvel, os ácidos nicotínico e clorogênicos, trigonelina e cafeína (DAGLIA *et al.*, 1994; CASAL *et al.*, 2000b) analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

A cafeína é um dos principais alcalóides do café. Sua concentração varia com a espécie (média de 1,2% para arábica e, 2,5%, conilon,) e tem relativa estabilidade à alta temperatura (TRUGO *et al.*, 2000; KY *et al.*, 2001).

MAZZAFERA (1991) relata grande variação de trigonelina entre variedades de café arábica (1,5 a 2,9 %) e conilon (3,1%). Ao contrário da cafeína, os teores de trigonelina diminuem significativamente após torra em intensidade depende do tempo e temperatura. O principal produto da degradação da trigonelina é o ácido nicotínico, detectado na fração não-volátil do café após a torra (CASAL *et al.*, 2000a; MINAMISAWA *et al.*, 2004).

Os ácidos clorogênicos (ACGs) são formados principalmente pela esterificação do ácido quínico com ácidos caféico, ferúlico e p-cumárico. Ácidos cinâmicos livres estão em pequena quantidade no café verde, mas a torra promove a degradação em fenólicos livres (TRUGO *et al.*, 2000). O representante majoritário dos ACG é o ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ), para qual se emprega o termo “clorogênico” (DE MARIA & MOREIRA, 2004.).

Pode-se observar que esses compostos propostos para a diferenciação entre as duas espécies de café apresentam grande variabilidade e que as condições de torra também interferem nesses teores. Deve-se considerar, ainda, que esses

parâmetros podem não ser eficientes para discriminação das variedades nacionais, pois suas concentrações variam em espécies de regiões diferentes, e o grau de torra também é diferenciado, dependendo da preferência do consumidor local.

Em estudo preliminar (ALVES, 2004), foram avaliados os teores de trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos na discriminação de misturas da variedade conilon comercial e um café arábica tradicional do Paraná (Iapar-59). Observou-se boa discriminação para adição acima de 25% de conilon ao arábica. Entretanto, as amostras utilizadas foram submetidas a apenas um tipo de torra ("média"), não se podendo avaliar o efeito da torra na capacidade de discriminação das variáveis.

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento com relação à estabilidade ao processo de torra de parâmetros (ácido nicotínico, trigonelina, 5-ACQ e cafeína) considerados como possíveis variáveis para caracterização das espécies, verificando se a eficiência e a importância desses parâmetros na discriminação seria diferente para cada grau de torra.

Material e Métodos

Material

As amostras de café verde de origem conhecida foram obtidas junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), utilizando-se café arábica da variedade Iapar-59 e conilon. A torra foi feita em um torrador marca Rod-Bel (aquecimento a gás com capacidade para 300 g) com a temperatura variando de 190 a 230°C, de 5 a 10 minutos de acordo com a variedade e o tipo de torra desejado. O controle foi feito por avaliação visual da cor e por medidas de perda de peso. Foram utilizados três níveis de torra, denominados "clara", correspondente a 13 % de perda de peso da amostra; "média", 17 % e "escura", 20 % de perda de peso. Após a torra e moagem, a uma granulometria de 500 nm (peneira ABNT 35), foram feitas as misturas das espécies nas proporções 20, 30, e 50 % de café conilon ao café arábica, para todas as torras. As amostras, acondicionadas em sacos plásticos, foram armazenadas em câmara fria à temperatura de, no máximo, 0°C.

Análise Cromatográfica

Utilizou-se um cromatógrafo a líquido Shimadzu, constituído de um sistema de bombeamento de solvente (duas bombas LC10AD) e válvula injetora Rheodyne, com alça de amostragem de 20 µL. O sistema está acoplado a um detector espectrofotométrico UV/visível Shimadzu SPD-10A conectado por uma interface (CBM-101) a um microcomputador.

As amostras foram preparadas conforme método descrito por DIAS *et al.* (2004) (Figura 1).

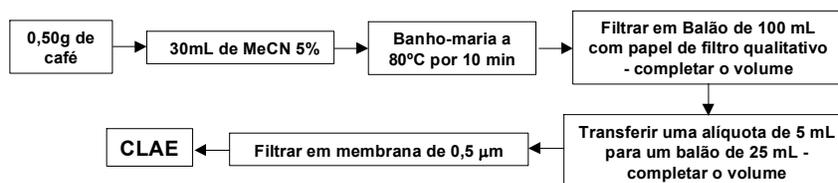


Figura 1: Condições propostas para extração das amostras de café.

Foi empregada metodologia validada por ALVES *et al.* (2003) e DIAS *et al.* (2004) (Tabela 1). A identificação dos compostos foi feita no cromatógrafo a líquido, com base nos tempos de retenção dos solutos comparados com o do padrão e empregando-se co-cromatografia. A quantificação foi feita por padronização externa, construindo-se as curvas de calibração a partir de seis concentrações em triplicata. Os teores foram calculados em base seca.

Tabela 1. Condições cromatográficas empregadas

Fase Estacionária	Coluna	Spherisorb ODS 1, 250 mm x 4,6 mm, 5 µm, 7 % de substituição, não capeada
		Coluna de guarda de C18, partícula de 5 µm
Fase Móvel	Composição	Ácido acético 5 % (A) e MeCN (B)
	Eluição	Gradiente: 0 a 5' - 5 % B; 10' - 13 % B. Vazão: 0,7 mL/min
Detecção	Programável: 0 a 15'-272 nm, 15' a 23'-320 nm e de 23' até final 272 nm. Sensibilidade: 0,008 UA	
Tempo	Corrida: 35 min. Estabilização: 10 min (entre corridas)	
Temperatura	Ambiente (aproximadamente 25°C)	

Análise Estatística

Foi empregado um delineamento inteiramente ao acaso. Os resultados foram submetidos à análise de variância e para comparação entre as médias dos tratamentos, utilizou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os tratamentos considerados foram a espécie de café (principal) e a torra (secundária) em um esquema de parcelas subdivididas, utilizando o programa SISVAR (2004). Quando a interação espécie (espécies puras ou misturas) x intensidade de torra foi significativa ($p \leq 0,05$), indicou que as espécies sofreram efeitos diferentes em relação à torra, e assim, o efeito da torra em cada espécie foi estudado separadamente. Se a interação não foi significativa, as comparações foram feitas com as médias gerais das espécies em cada torra e com as médias gerais das torras em cada espécie.

Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta um cromatograma típico de café arábica e conilon com diferentes graus de torra.

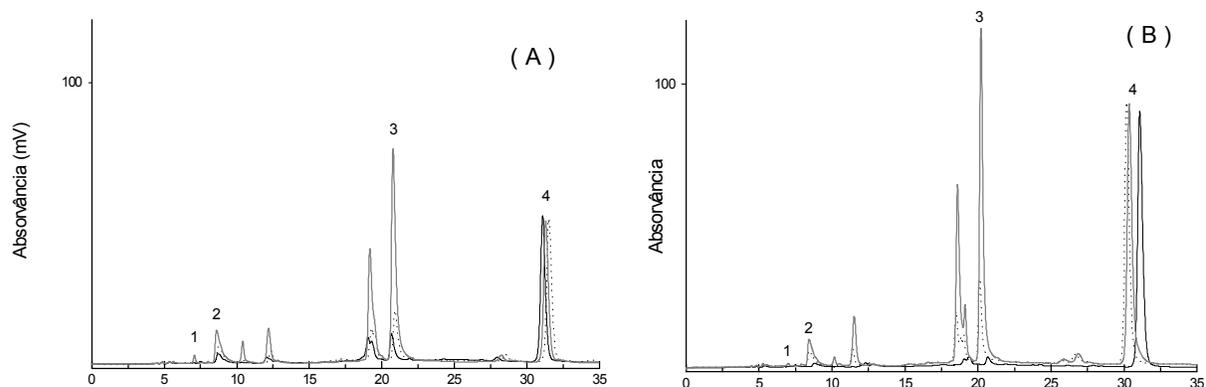


Figura 2.- Cromatogramas de café arábica (A) e conilon (B) comparando-se torras clara (—), média (---) e escura (—). Picos: ac. nicotínico(1), trigonelina(2), 5-ACQ(3), cafeína(4). Condições: Coluna Spherisorb ODS-1, 4,6 x 250 mm, 5 µm. Fase móvel: gradiente ac. acético 5% (A) e MeCN (B), 0 a 5'-5%B; 10'- 13%B, vazão: 0,7 mL.min⁻¹. Detecção: 0 a 15' - 272nm, 15' a 23'-320nm e, de 23' até final, 272nm.

Os teores de 5-ACQ nos cafês arábica e conilon variaram de 1,8 a 2 g/100 g na torra clara e de 0,09 a 0,26 g/100g na torra escura (Tabela 2). A literatura descreve variação significativa no teor de 5-ACQ em diferentes espécies e origens de café e durante a torra, os valores encontrados estão na faixa descrita. TRUGO & MACRAE (1984) relatam teores de 0,1 a 1,21 e 0,05 a 1,39 g/100g de 5-ACQ para cafês arábica e conilon, respectivamente, torrados em diferentes graus. DAGLIA *et al.* (1994), avaliando amostras de café torrado de diferentes origens geográficas, citam valores no intervalo de 0,14 (Costa Rica) a 2,17 g/100g (Guatemala) para o arábica. Para o café arábica brasileiro, foi relatada menor variação: de 0,32 a 2,03 g/100g. Os valores de 5-ACQ para conilon variaram de 0,08 (Indonésia) a 3,04 g/100g (Costa do Marfim). Estudando café arábica da variedade lapar 59 e conilon (torra com 17 % de perda de peso), ALVES (2004) observou para 5-ACQ pouca variabilidade entre as espécies: média de 0,22 g/100g para o conilon e 0,25 g/100g para o arábica.

TABELA 2. Teores de 5-ACQ* (g/100g) dos cafês arábica (A) e conilon (C) e misturas submetidos a diferentes torras

Espécie \ Torra**	Clara	Média	Escura
A 100 %	1,786 ^{A,c*} ± 0,056	0,475 ^{B,a} ± 0,021	0,263 ^{C,a} ± 0,010
C 20 %	1,854 ^{A,bc} ± 0,040	0,499 ^{B,a} ± 0,011	0,249 ^{C,a} ± 0,002
C 30%	1,871 ^{A,bc} ± 0,003	0,511 ^{B,a} ± 0,016	0,211 ^{C,a} ± 0,002
C 50 %	1,953 ^{A,ab} ± 0,078	0,574 ^{B,a} ± 0,013	0,172 ^{C,b} ± 0,001
C 100 %	2,015 ^{A,a} ± 0,081	0,518 ^{B,a} ± 0,029	0,094 ^{C,b} ± 0,000

*Médias de três repetições ± desvio padrão

**Letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferença significativa (p≤0,05).

Na literatura, estudos sobre mecanismos e cinética de degradação do ácido clorogênico durante o processo têm sido descritos, mas a maioria dos trabalhos concentra-se na espécie arábica (LELOUP *et al.*, 1995).

Nesse trabalho, foi observada interação entre a intensidade de torra e a espécie de café para o ácido clorogênico (5-ACQ) (Tabela 2). À medida que o grau de torra se elevou, para ambas as espécies, o teor de 5-ACQ diminuiu. Na torra clara, observou-se maior teor de 5-ACQ para o café conilon, que usualmente é descrito na literatura como apresentando concentração mais alta desse componente no grão verde (DE MARIA & MOREIRA, 2004). No entanto, quando foram analisadas as espécies em cada grau de torra, observaram-se comportamentos variados. Na torra média, não se observou diferença, ou seja, a concentração de 5-ACQ não variou com a espécie e, na torra mais intensa, teores menores foram encontrados em amostras com maior proporção de café conilon. Assim, constatou-se que o 5-ACQ, comparando-se duas espécies em torras com a mesma perda de peso, foi mais sensível à degradação na matriz de café conilon.

TRUGO & MACRAE (1984) descreveram comportamento semelhante quando estudaram as duas espécies. Relataram níveis mais altos, para 5-ACQ e total de ácido cafeoilquínicos, em café conilon verde e de torra clara (205°C, 7 min) em contraste com os teores mais altos observados para café arábica na torra escura (205°C, 13 min).

O 5-ACQ destacou-se para discriminação na torra escura: houve diferença dos teores de 5-ACQ entre o grupo de amostras arábica 100% até mistura 30 % de conilon e o outro grupo, mistura 50 % de conilon e 100 % conilon (Tabela 2).

Com relação à trigonelina, o café arábica apresentou teores mais altos que o conilon. Em todos os casos, com o aumento da proporção de conilon e da intensidade de torra, o teor de trigonelina diminuiu, variando de 0,93 g/100g no arábica de torra clara até 0,12 g/100g no conilon torra escura (Tabela 3).

Além da variabilidade nos teores de trigonelina observados em cafês verdes de diferentes procedências, a literatura enfatiza que sua estabilidade seria influenciada pela temperatura, e em café ou em sistema modelo, a concentração diminuiu com o aquecimento (VIANI & HORMAN, 1974; TRUGO *et al.*, 1999; CASAL *et al.*, 2000a; KY *et al.*, 2001;

MINAMISAWA *et al.*, 2004). Os teores relatados por DAGLIA *et al.* (1994), para torra com 20 % de perda de peso, variaram de 0,466 a 0,732 g/100g no arábica e 0,080 a 0,446 g/100g no conilon, para cafés de diversos países.

Tabela 3. Teores de trigonelina* (g/100g) dos cafés arábica (A) e conilon (C) e misturas submetidos a diferentes torras.

Espécie \ Torra**	Clara	Média	Escura
A 100 %	0,928 ^{A,a} ± 0,005	0,489 ^{B,a} ± 0,007	0,297 ^{C,a} ± 0,010
C 20 %	0,894 ^{A,b} ± 0,007	0,462 ^{B,a} ± 0,009	0,262 ^{C,b} ± 0,001
C 30%	0,863 ^{A,b} ± 0,004	0,458 ^{B,a} ± 0,022	0,239 ^{C,bc} ± 0,005
C 50 %	0,865 ^{A,c} ± 0,032	0,456 ^{B,a} ± 0,005	0,206 ^{C,c} ± 0,002
C 100 %	0,683 ^{A,d} ± 0,011	0,380 ^{B,b} ± 0,015	0,119 ^{C,d} ± 0,003

*Médias de três repetições ± desvio padrão

**Letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Na literatura, encontraram-se para amostras de mesma origem geográfica e grau de torra semelhante resultados próximos aos observados (Tabela 3). ALVES (2004) verificou para amostras com aproximadamente 17 % de perda de peso na torra 0,43 g/100g para arábica Iapar-59 e 0,31 g/100g para conilon. MORI *et al.* (2003) relata que a concentração de trigonelina em variedades de cafés torrados comerciais (16 a 17 % de perda de peso; 185 a 210°C por 13-15 min) de diferentes estados brasileiros variou entre 0,6 a 1,3 g/100g para o café arábica e 0,3 a 0,9 g/100g para o conilon.

Observou-se que a trigonelina também foi mais sensível à degradação na matriz de café conilon: houve redução em torno de 3 vezes para arábica e superior a 5 vezes para conilon, comparando-se torras clara e escura. A velocidade de degradação da trigonelina variou com a torra diferentemente para cada espécie estudada. Para o arábica, o teor de trigonelina diminuiu mais rapidamente da torra clara para a média. No café conilon, a degradação ocorreu com maior intensidade da torra média para a escura (Tabela 3). Como a diferença de teor de trigonelina entre espécies foi menor na torra média (discriminação apenas entre arábica e conilon 100%), provavelmente o parâmetro seria mais eficiente na discriminação em torra mais claras e escuras.

O ácido nicotínico, principal produto de degradação térmica da trigonelina, é formado durante o processo de torra (VIANI & HORMAN, 1974; TRUGO *et al.*, 1999). Observou-se que, nas condições de torra empregadas, esse composto foi também degradado à medida que se elevou o nível de torra, em ambas as espécies estudadas (Tabela 4).

Tabela 4. Teores de ac. nicotínico* (g/100g) dos cafés arábica (A) e conilon (C) e misturas submetidos a diferentes torras

Espécie \ Torra**	Clara	Média	Escura
A 100 %	0,0910 ^{A,a} ± 0,0012	0,0120 ^{B,a} ± 0,0002	0,0095 ^{B,a} ± 0,0005
C 20 %	0,0715 ^{A,b} ± 0,0012	0,0110 ^{B,a} ± 0,0015	0,0090 ^{B,a} ± 0,0001
C 30%	0,0720 ^{A,b} ± 0,0043	0,0110 ^{B,a} ± 0,0002	0,0075 ^{B,a} ± 0,0005
C 50 %	0,0625 ^{A,c} ± 0,0011	0,0120 ^{B,a} ± 0,0004	0,0070 ^{C,a} ± 0,0000
C 100 %	0,0320 ^{A,d} ± 0,0002	0,0085 ^{B,a} ± 0,0004	0,0000 ^{C,b} ± 0,0000

*Médias de três repetições ± desvio padrão

**Letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

CASAL *et al.* (2000a) relataram um comportamento diferenciado para o ácido nicotínico, observando-se para cafés arábica e conilon, na faixa de 17 a 23% de perda de peso, um aumento no teor. Os autores relataram que a máxima concentração para o arábica (0,017 g/100g) e conilon (0,013 g/100g) foi observada em uma condição de torra de 240°C por 15 minutos. Porém, esta quantidade vai diminuindo conforme o tempo de torra aumenta, até 20 minutos. TAGUCHI *et al.* (1985) também descrevem um máximo de concentração de ácido nicotínico na torra a 220°C por 25 min, e queda posterior.

DAGLIA *et al.* (1994), trabalhando com arábica e conilon numa faixa de perda de peso de 11 a 20%, descrevem um comportamento mais parecido com o observado nesse trabalho. O teor máximo de nicotínico foi observado na torra com 11% de perda de peso e com o aumento da torra, a concentração foi reduzida. Nas amostras com 20% de perda de peso, o máximo foi de 0,02 g/100g e, para várias amostras não foi detectado ácido nicotínico nesse grau de torra.

Observou-se que a adição de café conilon ao arábica diminui o teor de ácido nicotínico nas amostras de torra clara. Na escura, a diferença de ácido nicotínico foi apenas observada entre conilon 100 % e as demais amostras. Para torra média, não foram detectadas diferenças. Para o arábica e mistura de conilon até 30 %, não se observou diferença nas torras média e escura. Para as amostras 50 % e 100 % conilon, constatou-se diferença na concentração de ácido nicotínico nas três torras, evidenciando a maior susceptibilidade a torra dos componentes na matriz do café conilon (Tabela 4).

Verificou-se, assim, que o ácido nicotínico seria mais eficiente na discriminação das espécies em amostras torradas no nível menos intenso, onde existem diferenças maiores de concentração entre os cafés arábica e conilon.

A cafeína apresentou estabilidade nas diferentes torras aplicadas em ambas as espécies. Os resultados indicam a maior concentração deste alcalóide nas amostras com maior teor de conilon, independentemente do nível de torra (Tabela 5). Desta forma, para a cafeína, não existe interação entre as variáveis primária e secundária analisadas, podendo ser considerada uma importante ferramenta de discriminação das espécies em estudo.

Vários trabalhos enfatizam a importância da cafeína como diferenciador de espécies de café em função da estabilidade ao aquecimento e pela presença em diferentes concentrações: maiores teores são sempre verificados para conilon (ALVES, 2004; KY *et al.*, 2001; CASAL *et al.*, 2000b; TRUGO *et al.*, 2000). Foram descritos por DAGLIA *et al.*

(1994) teores de 0,88 a 1,23 g/100g de cafeína, conforme a origem do café arábica e a torra, e para o conilon, teores de 1,57 a 2,20 g/100g. A variação da quantidade de cafeína em cafés torrados de diversos países, encontrada por CASAL *et al.* (2000a), foi de 1,21 a 1,61 g/100g (arábica) e 2,08 a 2,68 g/100g (conilon). ALVES (2004), utilizando amostras semelhantes, relatou médias de 1,68 (arábica) e 2,12 g/100g (conilon).

Tabela 5. Teores de cafeína* (g/100g) dos cafés arábica (A) e conilon (C) e misturas submetidos a diferentes torras

Espécie \ Torra**	Clara	Média	Escura	Média dos Valores
A 100 %	1,33 ± 0,02	1,35 ± 0,05	1,36 ± 0,06	1,35 ^d ± 0,02
C 20 %	1,53 ± 0,05	1,51 ± 0,00	1,52 ± 0,06	1,52 ^c ± 0,02
C 30 %	1,62 ± 0,06	1,55 ± 0,07	1,57 ± 0,01	1,58 ^c ± 0,04
C 50 %	1,82 ± 0,11	1,79 ± 0,04	1,78 ± 0,06	1,79 ^b ± 0,02
C 100 %	2,25 ± 0,13	2,10 ± 0,14	2,20 ± 0,05	2,18 ^a ± 0,08
Média dos Valores	1,71 ^A ± 0,35	1,66 ^A ± 0,30	1,69 ^A ± 0,32	

*Médias de três repetições ± desvio padrão

**Letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Conclusões

Comparando-se o desempenho de 5-ACQ, trigonelina e ácido nicotínico para a caracterização das espécies arábica e conilon, pode-se observar que a instabilidade à torra dificulta o emprego desses parâmetros como discriminadores. No entanto, trigonelina e ácido nicotínico teriam como vantagem o fato de apresentarem um comportamento constante: encontram-se sempre em maior quantidade no café arábica, considerando-se os graus de torra estudados (13 a 20 % de perda de peso). A eficiência na discriminação seria diferenciada em cada torra, mas esses parâmetros poderiam ser empregados para misturas torradas em diferentes graus. Não se observa o mesmo para o 5-ACQ: uma maior concentração de ácido clorogênico poderia estar associada a um teor mais alto tanto de café arábica quanto de conilon, dependendo do grau de torra considerado. Para os três compostos, a menor diferença de concentrações nas espécies analisadas foi observada na torra média (17%), sugerindo que nesse grau de torra a discriminação seria mais difícil. Considerando-se que, com a exceção da cafeína, para os outros discriminadores estudados havia interação entre a espécie e a intensidade da torra, evidencia-se a importância de se caracterizar adequadamente o grau de torra.

Referências

- ALVES, S.T.; SCHOLZ, M.B.S.; BENASSI, M.T. (2003) Metodologia para análise simultânea de trigonelina, ácido clorogênico e cafeína por CLAE. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 5., 2003. Campinas. *Anais*.
- ALVES, S.T. (2004) *Desenvolvimento de metodologia analítica para diferenciação de café torrado arábica (Coffea arabica) e conilon (Coffea canephora) e misturas*. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - UEL.
- CASAL, S.; OLIVEIRA, B.; FERREIRA, M.A. (2000a) HPLC/diode-array applied to the thermal degradation of trigonelline, nicotinic acid and caffeine in coffee. *Food Chemistry*, 68: 481-485.
- CASAL, S.; OLIVEIRA, M.B.P.P.; ALVES, M.R.; FERREIRA, M.A. (2000b) Discriminate analysis of roasted coffee varieties for trigonelline, nicotinic acid, and caffeine content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 3420-3424.
- DAGLIA, M.; CUZZONI, M.T.; DECANO, C. (1994) Antibacterial activity of Coffee relationship between biological activity and chemical markers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 2273-2277.
- DE MARIA, C.A.B.; MOREIRA, R.F.A. (2004) Métodos para análise de ácido clorogênico. *Química Nova*, 27: 586-592.
- DIAS, R.C.E.; SCHOLZ, M.B.S.; BENASSI, M.T. (2004) Desenvolvimento e validação de metodologia por CLAE para determinação de ácido nicotínico em café torrado. In: Encontro de Química da Região Sul, 12., 2004. Guarapuava. *Anais*.
- KY, C.L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT, M. (2001) Caffeine, trigonelline, chlorogenic acid and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. *Food Chemistry*, 75: 223-230.
- LELOUP, V.; LOUVRIER, A.; LIARDON, R. (1985) Degradation mechanisms of chlorogenic acids during roasting. Nestlé R&D Centre, Orbe.
- MAZZAFERA, P. (1991) Trigonelline in coffee. *Phytochemistry*, 30:2309-2310.
- MINAMISAWA, M.; YOSHIDA, S.; TAKAI, N. (2004) Determination of biologically active substances in roasted coffees using a diode-array HPLC system. *The Japan Society for Analytical Chemistry*. 20: 325-328.
- MORI, E.E.M.; YOTSUYANAGI, K.; BRAGAGNOLO, N.; MORGANO, V.D.; ANJOS, V.D.A.; FARIA, E.V.; IYOMASA, J.M. (2003) Brazil coffee growing regions and quality of natural, pulped natural and washed coffees. *Foods & Food Ingredients Journal of Japan*, 208: 416-423.
- SISVAR Sistema de análise de variância de dados balanceados. Disponível em: www.dex.ufla.br. Acesso em out 2004
- TRUGO, L.C.; MACRAE, R. (1984) A study of the effect of roasting on the chlorogenic acid composition of coffee using HPLC. *Food Chemistry*, 15: 219-227.
- TRUGO, L.C.; MOREIRA, R.F.A.; DE MARIA, C.A.B. (1999) Componentes voláteis do café torrado. Parte I: Compostos heterocíclicos. *Química Nova*, 22: 255-263.
- TRUGO, L.C.; MOREIRA, R.F.A.; DE MARIA, C.A.B. (2000) Componentes voláteis do café torrado. Parte II: Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. *Química Nova*, 23:195-203.

VIANI, R.; HORMAN, I. (1974) Thermal behavior of trigonelline. *Journal of Food Science*, 39: 1216-1217.