

INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO DO CAFÉ SOLÚVEL NO PERFIL E TEORES DE AMINAS BIOATIVAS LIVRES E CONJUGADAS

Tânia Maria Leite da Silveira¹, Warley Pinheiro Evangelista¹, Denisley G. Bassoli², Josiane Alessandra Vignoli², Maria Beatriz Abreu Glória¹

¹Laboratório de Bioquímica de Alimentos, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia da UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627-Belo Horizonte, MG. CEP: 31270-901. tania.silveira@unibh.br/ beatriz@farmacia.ufmg.br ²Companhia Iguaçú de Café Solúvel.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência das etapas do processamento no perfil e teores de aminos bioativas livres e conjugadas no café solúvel. Amostras foram coletadas durante o processamento do café solúvel em três dias diferentes, em quatro pontos da linha de produção, incluindo grãos de café cru, grãos de café torrado, extrato de café e café solúvel. As aminos foram determinadas por CLAE – par iônico, derivação pós-coluna com *o*-ftalaldeído e detecção fluorimétrica a 340 nm de excitação e 445 nm de emissão. O processamento afetou o perfil e os teores das aminos bioativas livres e conjugadas no café solúvel. As aminos livres espermidina (EPD), espermina (EPM), putrescina (PUT), tiramina (TIM), serotonina (SRT) e triptamina (TRM) foram detectadas nos grãos de café cru, porém somente baixos teores de serotonina e agmatina (AGM) foram encontrados no café torrado. Após a extração, os níveis destas aminos aumentaram. No café solúvel foram encontradas as aminos livres EPD, EPM, TIM, SRT e TRM. As aminos conjugadas não foram detectadas no café solúvel. As poliaminas conjugadas putrescina, espermidina e espermina foram encontradas nos grãos de café cru e em baixos teores no café torrado.

Palavras-chaves: café solúvel, aminos bioativas, aminos conjugadas, processamento.

PROFILE AND LEVELS OF FREE and CONJUGATED BIOACTIVE AMINES DURING INSTANT COFFEE PROCESSING

ABSTRACT: The objective of this study was to investigate the influence of the processing steps on the profile and levels of free bioactive amines in instant coffee. Samples were collected at an instant coffee processing plant in three different days, at different stages of processing, including green coffee beans, roasted coffee, concentrated coffee and instant coffee. Amines were determined by ion pair-HPLC post column derivatization with *o*-phthalaldehyde and fluorimetric detection at 340 nm of excitation and 445 nm of emission. Processing significantly affected the profile and levels of amines in instant coffee. Spermidine (SPD), spermine (SPM), putrescine (PUT), tyramine (TYM), serotonin (SRT) and tryptamine (TRM) were detected in the green coffee beans, however only low levels of SRT and agmatina (AGM) were detected in the roasted beans. After extraction, the levels of these amines increased. Instant coffee had only TYM, SPD, SPM, SRT and AGM. The conjugated amines were not detected in the instant coffee. The conjugated polyamines PUT, SPD and SPM were detected only in green coffee beans and low levels in the roasted beans.

Key-words: instant coffee, bioactive amines, conjugated amines, processing.

INTRODUÇÃO

O processo de produção do café solúvel envolve as etapas de seleção dos grãos, torração, extração e concentração do extrato, finalizando com a desidratação para obtenção do produto solúvel. Durante o processamento, os grãos são torrados, moídos e submetidos à extração sob pressão em altas temperaturas (180 °C). O extrato é então desidratado em vaporizadores ou liofilizadores originando o café solúvel em pó ou granulado. A composição do café solúvel dependerá, além das condições do processamento, das espécies e variedades de café utilizadas nos blends (NOGUEIRA & TRUGO, 2003).

Dentre os muitos compostos biologicamente ativos presentes no café estão as aminos bioativas. As aminos são compostos orgânicos que podem estar naturalmente presentes nos alimentos ou serem formadas pela atividade enzimática da microbiota acompanhante, sendo classificadas como poliaminas e aminos biogênicas. As poliaminas espermidina e espermina estão amplamente distribuídas na natureza, estão presentes em elevadas concentrações nas células e têm seu conteúdo aumentado em tecidos com altas taxas de crescimento. Desempenham importantes funções nos processos de crescimento, renovação e metabolismo das células vivas (GLÓRIA, 2005, KALAC & KRAUSOVÁ, 2005). Nos vegetais, além das funções acima citadas, as poliaminas participam da floração e desenvolvimento do fruto, da resposta ao estresse e inibem a produção de etileno e a senescência (FLORES et al., 1989; GLÓRIA, 2003).

As aminas biogênicas cadaverina, tiramina, histamina, serotonina, agmatina, feniletilamina e triptamina também podem estar naturalmente presentes nos alimentos ou serem formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas ou por decomposição térmica (GLÓRIA, 2005; ÖNAL, 2007). A presença de histamina e serotonina em vegetais confere proteção ao tecido vegetal contra insetos e predadores (GLÓRIA, 2003).

As aminas podem estar presentes nas plantas na forma livre ou conjugada. A conjugação consiste em uma ligação covalente entre o grupo amina e o grupo carboxílico dos ácidos hidroxicinâmicos, sendo o derivado desta reação denominado amidas de ácido hidroxicinâmicos (HACCs) (FONTANIELLA et al., 2001; 2003). As aminas conjugadas têm sido associadas a processos de crescimento e desenvolvimento das plantas e a mecanismo de defesa contra patógenos (WALTERS, 2003). Alguns estudos têm reportado as HACCs como importante classe de compostos antioxidantes, agentes quimioterápicos e agentes anticolesterolêmicos (SON & LEWIS, 2002; CHOI et al, 2007).

Diante da importância que o café solúvel vem assumindo na economia brasileira, e dos poucos relatos na literatura sobre a composição química do mesmo, o presente trabalho teve como objetivo investigar os tipos e teores de aminas bioativas livres e conjugadas no café solúvel e avaliar a influência das etapas do processamento no perfil e teores destas aminas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizadas amostras de grãos de café cru, café torrado, extrato de café e café solúvel. As amostras foram coletadas durante o processamento do café solúvel em três dias diferentes. Todas as análises foram feitas em triplicata.

Para a determinação das aminas livres, as amostras de café (5 g) foram adicionadas de 7 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5%. Após agitação por 5 minutos em vortex mixer, e centrifugação a 11.180 g a 4°C, o sobrenadante foi filtrado e coletado. O resíduo sólido restante foi extraído novamente com volumes de 7 e 6 mL de TCA 5%. O conjunto de sobrenadantes coletados foi filtrado em membrana HAWP de 0,45 µm. As aminas conjugadas foram analisadas em sua forma livre, após hidrólise conforme metodologia descrita por SILVEIRA (2008).

As aminas foram determinadas por cromatografia líquida de alta eficiência por par iônico, derivação pós-coluna com o-ftalaldeído (OPA), conforme metodologia descrita por CIRILO et al. (2003) e validada por SILVEIRA (2008). O sistema de cromatografia líquida utilizado consistiu de um cromatógrafo Shimadzu modelo LC-10 AD com câmara de mistura à baixa pressão; conjunto de lavagem automática de pistão; injetor automático modelo LC-10 AD (Shimadzu); detector espectrofluorimétrico modelo RF-551 (Shimadzu) a 340 de excitação e 445 nm de emissão, controlados por uma unidade CBM-10 AD conectado a um PC (Pentium).

Utilizou-se uma coluna µBondapak C₁₈ em fase reversa de 3,9 x 300 mm, 10 µm (Waters, Milford, MA, EUA) e pré-coluna µBondapak C₁₈ (Waters). A fase móvel consistiu de dois solventes: A -tampão acetato 0,2 M contendo octanosulfonato de sódio 15 mM, pH ajustado para 4,9 com ácido acético e B – acetonitrila, em sistema gradiente de eluição.

As aminas bioativas foram identificadas pelo tempo de retenção comparado com os padrões e confirmado pela adição da amina suspeita à amostra. A concentração das aminas foi calculada por meio da interpolação direta na curva padrão.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan a 5% de significância utilizando-se o programa estatístico SIGMA STAT versão 2.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das dez aminas pesquisadas, sete foram encontradas nas amostras de café cru, torrado, extrato e solúvel, dentre elas, putrescina, tiramina, serotonina, agmatina, espermidina, espermina e triptamina. Nenhuma das aminas estava presente em todas as amostras analisadas. A putrescina e a triptamina foram encontradas apenas no café cru correspondendo a 25% das amostras analisadas, já as demais aminas apareceram em 75% das amostras.

Os teores médios encontrados nos três lotes avaliados de cada amostra de café coletada em diferentes etapas do processamento do café solúvel estão indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teores médios de aminas livres em amostras coletadas em diferentes pontos do processamento do café solúvel

| Café | Teores de aminas bioativas livres em mg/100 g * (% CV) | | | | | | | |
|---------|--|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| | PUT | TIM | SRT | AGM | SPD | SPM | TRM | TOTAIS |
| Crú | 1,00 (31) | 0,34 (18) a | 0,49 (17) a | nd | 0,37 (18) a | 0,15 (17) b | 0,07 (18) | 2,42 (16) a |
| Torrado | nd | nd | 0,11 (8) b | 0,13 (26) | nd | nd | nd | 0,23 (15) c |
| Extrato | nd | 0,30 (28) a | 0,11 (16) b | 0,17 (10) | 0,12 (35) b | 0,19 (16) b | nd | 0,88 (21) b |
| Solúvel | nd | 0,19 (20) b | nd | 0,18 (25) | 0,17 (18) b | 0,31 (27) a | nd | 0,85 (23) b |

nd = não detectado (limite de detecção 0,04 mg/100 g). PUT = putrescina; TIM = tiramina; SRT = serotonina; AGM = agmatina; SPD = espermidina; SPM = espermina; TRM = triptamina. * Valores expressos em base seca. Valores médios com letras diferentes (a-b) na mesma coluna para cada tipo de café são estatisticamente diferentes. Teste de Duncan ($p < 0,05$).

Observa-se que uma maior quantidade de aminas livres foi detectada no café cru, seguido do extrato, café solúvel e torrado. Os teores totais médios de aminas variaram de 2,42 mg/100 g no café cru, 0,23 mg/100 g no café torrado, 0,88 mg/100 g no extrato concentrado de café e 0,85 mg/100 g no café solúvel.

No café cru a putrescina foi predominante contribuindo com 41%, seguida da serotonina (20%), espermidina (15%), tiramina (14%), espermina (6%) e triptamina (3%). Uma maior contribuição da putrescina ao teor total de aminas foi relatada na maioria dos estudos sobre café cru (AMORIM et al., 1977; CIRILO et al., 2003; CASAL et al., 2004; CASAL et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2005; VASCONCELOS et al., 2007; SILVEIRA et al. (2007). Nas amostras de café torrado foram encontradas apenas a agmatina e a serotonina com contribuições de 54 e 46%, respectivamente. No extrato de café e no café solúvel a maior contribuição foi da tiramina (34 – 22%), seguida da espermina (13 – 20%), agmatina (19 – 21%), e espermina (21 – 37%). A serotonina contribuiu com 13% no extrato de café e não foi detectada nas amostras de café solúvel.

A influência do processamento no perfil e teores das aminas bioativas nas amostras de café cru, café torrado, extrato concentrado do café e no café solúvel está demonstrado na Figura 1. Observou-se que a etapa de torração alterou significativamente os teores de algumas aminas. As aminas putrescina, tiramina, espermidina, espermina e triptamina tiveram seus teores reduzidos ao ponto de não serem detectadas após a torração. Diminuições nos teores de aminas durante a torração do café também foram relatados por AMORIM et al. (1977), CIRILO et al. (2003), OLIVEIRA et al. (2005), CASAL et al. (2005), VASCONCELOS et al. (2007) e SILVEIRA et al. (2007). De acordo com estes autores, a taxa de redução nos teores das aminas está diretamente relacionada com o binômio tempo e temperatura de torração. CASAL et al. (2005) relataram 100% de redução nos teores de putrescina, espermidina e espermina em café submetido à torração a 240 °C por 15 minutos.

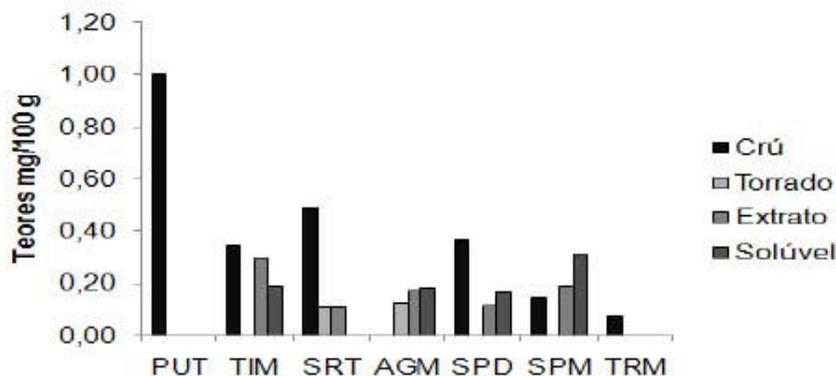


Figura 1 – Aminas bioativas livres detectadas nas amostras de café coletadas em diferentes pontos do processamento do café solúvel. PUT = putrescina; TIM = tiramina; SRT = serotonina; AGM = agmatina; SPD = espermidina; SPM = espermina; TRM = triptamina

O teor de serotonina foi reduzido em 80% após a torração. Dados similares foram encontrados por VASCONCELOS et al. (2007) que evidenciaram uma diminuição de 100% em amostras de grãos café defeituosos quando estes foram submetidos a torração a 200 °C por 30 minutos. Por outro lado, CIRILO et al. (2003) observaram uma diminuição nos teores de serotonina após 6 minutos de torração à 300 °C e subsequente aumento após 12 minutos. Alguns autores reportaram que pode haver um aumento dos teores de serotonina durante processos térmicos devido à descarboxilação do 5-hidroxitriptofano (NAGATSU, 1991).

A agmatina foi detectada nas amostras de café somente após a torração, sugerindo que esta amina tenha sido formada durante esta etapa do processamento. Estes resultados estão de acordo com CIRILO et al. (2003) que evidenciaram

a formação da agmatina durante a torração do café a 300 °C por 12 minutos. Segundo GLÓRIA (2005), a agmatina pode ser formada pela descarboxilação do aminoácido arginina ou ainda por decomposição térmica deste aminoácido. FELDMAN et al. (1969), ao avaliarem a influência de compostos não voláteis no flavor do café evidenciaram a presença de arginina em café verde (2,28 a 4,72 g/100 g) e que seus teores diminuíram durante a torração. Este fato reforça a hipótese da formação da agmatina durante a torração do café.

Após a torração, o café é moído e submetido à extração e concentração consecutiva. O teor total de amins no extrato de café foi significativamente maior ($p \leq 0,05$) em relação ao café torrado. No extrato concentrado do café foi encontrado um maior número de amins em relação ao café torrado. Este fato pode ser explicado pela concentração do extrato, o que fez com que algumas amins que estavam presentes no café torrado em níveis não detectáveis pelo método de análise empregado, puderam ser detectadas no extrato após a sua concentração. Para as amins serotonina e agmatina, que já haviam sido detectadas no café torrado, não foi observado um aumento significativo em seus teores após a concentração do extrato.

No café solúvel foram detectadas as amins tiramina, agmatina, espermidina e espermina (Tabela 1). Os teores encontrados foram de 0,19 mg/100 g para tiramina, 0,18 mg/100 g para agmatina, 0,17 mg/100 g para espermidina e 0,31 mg/100 g para espermina. Embora o teor total de amins no café solúvel não tenha sido significativamente diferente, observou-se uma redução nos teores da tiramina e serotonina em relação aos teores encontrados no extrato concentrado, sendo que a serotonina não foi detectada. Este fato pode estar relacionado a uma perda destas amins durante o processo de secagem do extrato concentrado que pode ser conduzido a elevadas temperaturas (± 100 °C) na secagem por aspersão.

O perfil e teores das amins conjugadas ácido solúveis detectadas nos cafés (cru, torrado, extrato e solúvel) ($n = 3$) coletados em diferentes etapas do processamento do café solúvel estão indicados na Tabela 2. Foram encontradas nas amostras de café cru as amins conjugadas ácido solúveis putrescina, espermidina e espermina. Os teores totais variaram de 0,10 a 1,00 mg/100 g. A presença destas amins em amostras de café já havia sido reportada por CASAL et al. (2004). Além destas amins estes autores encontraram a cadaverina, serotonina e tiramina ácido solúveis em concentrações que variaram de 0,02 a 0,37 mg/100 g de café.

Tabela 2 – Perfil e teores de amins conjugadas ácido solúveis em amostras coletados durante o processamento do café solúvel

| Tipos de café | Teores de amins conjugadas ácido solúveis mg/100 g * (% CV) | | | |
|---------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | PUT | SPD | SPM | TOTAIS |
| Crú | 0,56 (43) a | 0,19 (38) a | 0,25 (18) a | 1,00 (30) a |
| Torrado | 0,10 (10) b | nd b | nd b | 0,10 (10) b |

* Valores expressos em base seca. nd= não detectado. CV = coeficiente de variação; PUT = putrescina; SPD = espermidina; SPM = espermina.

No café torrado, apenas a putrescina ácido solúvel foi detectada em teor médio de 0,10 mg/100 g de café. A amina ácido solúvel predominante no café cru foi a putrescina, contribuindo com 56% em relação ao teor total de amins ácido solúveis. A espermina, segunda amina que mais contribuiu (25%), foi seguida da espermidina (19%).

Estes resultados são semelhantes aos reportados por CASAL et al. (2005) que evidenciaram uma predominância da putrescina ácido solúvel em amostras de café cru. Porém discordam de CASAL et al. (2004) que observaram uma maior predominância da espermina ácido solúvel em café cru. Relatos sobre a presença de amins conjugadas ácido solúveis em amostras de origem vegetal têm sido encontrados na literatura, com predominância das poliaminas putrescina, espermidina e espermina (TASSOMI et al., 2004).

O processamento influenciou de forma significativa os teores de amins conjugadas ácido solúveis presentes nas amostras de café cru coletadas no início do processamento. Na Figura 2, observa-se que no café cru foram encontradas as amins ácido solúveis putrescina, espermidina e espermina. Porém, após a torração, a espermidina e a espermina não foram detectadas, indicando uma degradação das mesmas. Nas amostras de café após a torração apenas a putrescina foi encontrada mas em teores menores aos quantificados no café antes da torração. Foi observada uma redução de 82% nos teores da putrescina ácido solúvel após a torração.

Resultados semelhantes foram relatados por CASAL et al. (2005) que, ao estudarem o efeito da torração no perfil e teores de amins conjugadas no café, evidenciaram uma diminuição significativa nos teores das amins putrescina, espermidina e espermina no café torrado. Estes autores ainda concluíram que a degradação era maior quanto maior o tempo e a temperatura de torração.

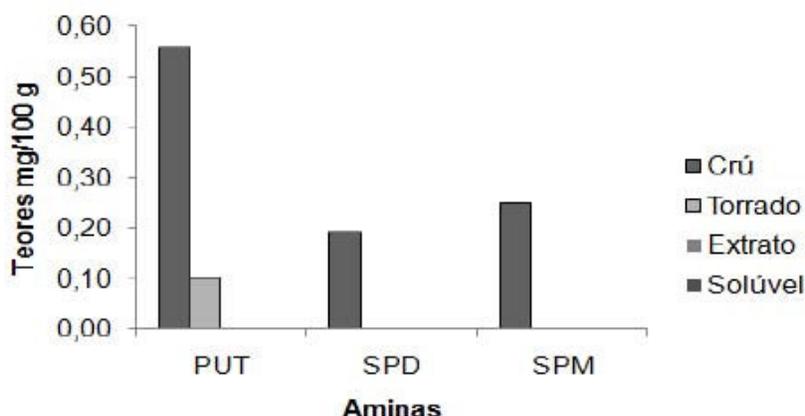


Figura 2 – Comportamento das aminas ácido solúveis frente as diferentes etapas do processamento do café solúvel. PUT = putrescina; SPD = espermidina; SPM = espermina.

Na Tabela 3 estão demonstrados os teores médios das aminas conjugadas ácido insolúveis encontrados nas amostras de café analisadas. Semelhante às aminas ácido solúveis, apenas as poliaminas putrescina, espermidina e espermina ácido insolúveis foram detectadas e somente nas amostras de café cru. O teor total foi de 1,20 mg/100 g.

Diferente ao observado para as aminas ácido solúveis, a amina predominante entre as ácido insolúveis detectadas foi a espermina. Como dito anteriormente, a espermina foi a amina predominante com 65%, seguida da putrescina com 19%, e da espermidina 16%. Estes resultados estão de acordo com CASAL et al. (2004) e (2005) que reportaram a predominância da espermina ácido insolúvel em amostras de café cru.

Tabela 3 - Teores de aminas ácido insolúveis em amostras coletadas durante o processamento do café solúvel

| Aminas | Teores em mg/100 g * (% CV)/ Café |
|---------------|-----------------------------------|
| | CRU |
| PUT | 0,23 (16) |
| SPD | 0,19 (12) |
| SPM | 0,78 (7) |
| TOTAIS | 1,20 (11) |

* Valores expressos em base seca. CV = coeficiente de variação. PUT = putrescina; SPD = espermidina; SPM = espermina. DP = desvio padrão.

Da mesma forma que o processamento alterou os teores de aminas ácido solúveis presentes no café, este alterou também as aminas ácido insolúveis. As aminas ácido insolúveis só foram detectadas nas amostras de café cru coletadas na etapa de mistura. Após a torração, as aminas ácido insolúveis não foram detectadas, reforçando desta forma, as evidências da instabilidade destas aminas frente ao processamento térmico.

Considerando os dados acima relatados sobre o perfil e teores das aminas bioativas livres e conjugadas no café cru, observa-se que as aminas putrescina, espermidina e espermina estavam presentes tanto na forma livre quanto na conjugada. A espermidina estava presente em maior concentração na sua forma livre, enquanto que a espermina foi predominante na forma conjugada. Alguns estudos sobre o perfil de aminas livres no café demonstraram a predominância da espermidina em relação à espermina (CIRILO et al. 2003; VASCONCELOS et al., 2007). Desta forma os resultados acima reforçam a hipótese levantada por CASAL et al. (2005) que sugeriram que a forma predominante da espermina no café seja a conjugada.

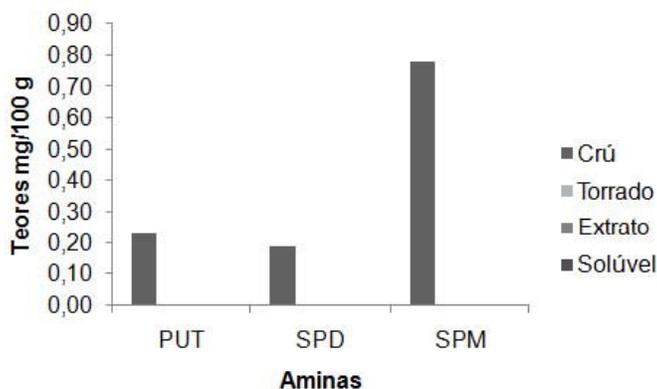


Figura 3 -Comportamento das aminas ácido insolúveis frente às diferentes etapas do processamento do café solúvel. PUT = putrescina; SPD = espermidina; SPM = espermina.

CONCLUSÕES

O processamento do café solúvel influenciou significativamente o perfil e teores de aminas livres e conjugadas. As aminas bioativas livres presentes no café solúvel foram a tiramina, agmatina, espermidina e espermina. A torração reduziu os teores de algumas aminas, mas também propiciou a formação da agmatina. A etapa de concentração do extrato de café contribuiu para um aumento nos teores das aminas. Já na etapa final do processamento do café solúvel, algumas aminas tiveram seus teores reduzidos novamente. As aminas conjugadas predominantes no café foram as poliaminas espermidina, espermina e putrescina. Durante o processamento do café solúvel, houve alteração nos teores destas aminas, que foram detectadas apenas no café cru coletado no início do processamento e em teores bem reduzidos no café torrado. No café solúvel não foram encontradas aminas conjugadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPq e Companhia Iguazú de Café Solúvel pelo apoio na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, H.V.; BASSO, L.C.; CROCOMO, O.J.; TEIXEIRA, A.A. Polyamines in green and roasted coffee. *J. Agric. Food Chem.*, v. 25, n.4, p. 957-958, 1977.
- CASAL, S.; MENDES, E.; ALVES, R.M.; ALVES, R.C.; OLIVEIRA, M.B.P.P.; FERREIRA, M.A. Free and conjugated biogenic amines in green and roasted coffee beans. *J. Agric. Food Chem.* v. 52, p. 6188-6192, 2004.
- CASAL, S.; MENDES, E.; OLIVEIRA, M.B.P.P.; FERREIRA, M.A. Roast effects on coffee free and conjugated polyamines. *E. J. Environ. Agric. Food Chem.*, v. 4, n. 5, p. 1063-1068, 2005.
- CHOI, S.W.; LEE, S.K.; KIM, E.O.; OH, H.; YOON, K.S.; PARRIS, N.; HICKS, K.B.; MOREAU, R.A. Antioxidant and antimelanogenic activities of polyamine conjugated from corn bran and related hydroxycinnamic acids. *J. Agric. Food Chem.*, v. 55, p. 3920-3925, 2007.
- CIRILO, M.P.G.; COELHO, A.F.S.; ARAÚJO, C.M.; GONÇALVES, F.R.B.; NOGUEIRA, F.D.; GLÓRIA, M.B.A. Profile and levels of bioactive amines in green and roasted coffee. *Food Chem.*, v.82, p.397-402, 2003.
- FELDMAN, J.R.; RYDER, W.S.; KUNG, J.T. Importance of nonvolatile compounds to the flavor of coffee. *J. Agric. Food Chem.*, v. 17, n. 4, p. 733-739, 1969.
- FLORES, H.E.; PROTACIO, C.M.; SIGNS, M. Primary and secondary metabolism of polyamines in plants. *Rec. Adv. Phytochem.*, v.23, p. 329-393, 1989.
- FONTANIELLA, B.; MATEOS, J.L.; VICENTE, C.; LEGAZ, M.E. Improvement of the analysis of dansylated derivatives of polyamines and their conjugates by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, v. 919, p. 283-288, 2001.
- FONTANIELLA, B.; VICENTE, C.; LEGAZ, M.E.; ARMAS, R.; RODRIGUEZ, C.W.; MARTINEZ, M.; PINON, D.; ACEVEDO, R.; SOLAS, M.T. Yellow leaf syndrome modifies the composition of sugarcane juices in polysaccharides, phenols and polyamines. *Plant Physiol. Biochem.*, v. 41, p. 1027-1036, 2003.
- GLÓRIA, M.B.A. Amines. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L.; FINGLAS, P.M. (Eds). *Encyclopedia of food science and nutrition*. London: Academic Press., 2003, p. 173-181.

- GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines. In: HUI, H., SHERKAT, F. (Eds). *Handbook of food science, technology and engineering*. London: CRC Press., 2005, 3632 p.
- KALAC, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chem.*, v. 90, n. 1-2, p. 219-230, 2005.
- NAGATSU, T. Application of high-performance liquid chromatography to the study of biogenic amine – related enzymes. *J. Chromatogr.*, v. 566, p. 287-307, 1991.
- NOGUEIRA, M.; TRUGO, L.C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 23, n. 2, p. 296-299, 2003.
- OLIVEIRA, S.D.; FRANCA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A.; BORGES, M.L.A. The effect of roasting on the presence of bioactive amines in coffees of different qualities. *Food Chem.*, v.90, p. 287-291, 2005. ÖNAL, A. A review: current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods. *Food Chem.*, v. 103, p. 1475-1486, 2007.
- SILVEIRA, T.M.L.; SILVA, T.M.; FARAH, A.; GLÓRIA, M.B.A. Aminas bioativas em café robusta submetidos a diferentes graus de torração – estudos preliminares. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. *Anais*. v.1, p.1-4, 2007.
- SILVEIRA, T.M.L. Aminas bioativas livres e conjugadas no café solúvel: metodologia de análise e influência do processamento. Belo Horizonte: UFMG. 2008. 179 f. (Tese, Doutorado em Ciência de Alimentos).
- SON, S.; LEWIS, B.A. Free radical scavenging and antioxidative activity of caffeic acid amide and ester analogues: structure-activity relationship. *J. Agric. Food Chem.*, v. 50, p. 468-472, 2002.
- TASSONI, A.; GERMANA, M.A.; BAGNI, N. Free and conjugated polyamines content in *Citrus sinensis* Osbeck, cultivar brasileiro N.L. 92, a navel orange, at different maturation stages. *Food Chem.*, v. 87, p. 537-541, 2004.
- ASCONCELOS, A.L.S.; FRANCA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A.; MENDONÇA, J.C.F. A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans. *Food Chem.*, v. 101, n. 1, p. 26-32, 2007.