

## DETERMINAÇÃO DO PERFIL DAS AMINAS BIOGÊNICAS NO PROCESSAMENTO DO CAFÉ IMATURO<sup>1</sup>

Eduardo Carvalho Dias<sup>2</sup>; Rosemary G. A. Fonseca Pereira<sup>2</sup>; Flávio Meira Borém<sup>3</sup>; Susana Casal<sup>4</sup>; José Oliveira Fernandes<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Trabalho financiado pela CAPES e pelo Laboratório de Bromatologia e Hidrologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal em conjunto com o Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, Lavras - MG

<sup>2</sup> Pesquisador, D.Sc., Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos. [ecdias1@ig.com.br](mailto:ecdias1@ig.com.br)

<sup>2</sup> Professora, D.Sc., Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos. [rosegfap@ufla.br](mailto:rosegfap@ufla.br)

<sup>3</sup> Professor, D.Sc., Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia. [flavioborem@deg.ufla.br](mailto:flavioborem@deg.ufla.br)

<sup>4</sup> Professor, D.Sc., REQUIMTE/Serviço de Bromatologia, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal. [josefer@ff.up.pt](mailto:josefer@ff.up.pt)

<sup>4</sup> Professora, D.Sc., REQUIMTE/Serviço de Bromatologia, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal. [sucasal@ff.up.pt](mailto:sucasal@ff.up.pt)

**RESUMO:** A qualidade final do café é determinada de acordo com uma grande variedade de critérios, incluindo os métodos utilizados na pós-colheita, que colaboram na formação das substâncias presentes nos grãos após a torração. As aminas estão presentes nas plantas em função do seu desenvolvimento normal e são necessárias para a realização de várias funções fisiológicas. Atuam no organismo humano como vasoativas e neuroativas, devido ao seu efeito nos sistemas vascular e neural. A ingestão de alimentos contendo altas quantidades de aminas pode causar efeitos tóxicos e reações alérgicas. A importância na determinação nos níveis das aminas é em razão de serem substâncias tóxicas, e a sua toxicidade depende da resposta individual e na presença simultânea de outras aminas no consumo dos alimentos. A presença do defeito verde nos lotes de café está associada ao processo de colheita no Brasil. Durante o processo de secagem pode ocorrer a fermentação destes grãos, afetando a qualidade do café. A partir do descascamento do café imaturo ocorreu uma diminuição dos processos fermentativos através da realização de uma secagem mais uniforme, reduzindo a porcentagem de defeitos, contribuindo para a melhoria da qualidade. O objetivo desse trabalho foi verificar composição das aminas nos grãos imaturos a partir dos diferentes procedimentos realizados no processamento do café. O conhecimento das aminas presentes nos grãos de café é relevante por estabelecer diferenças na composição dos grãos, na qualidade e segurança no consumo do café. Foram determinadas as aminas, putrescina, espermina, spermidina, cadaverina, histamina, serotonina e tiramina. As condições específicas realizadas nos processamentos via seca e úmida e na secagem do café imaturo influenciaram os níveis da amina cadaverina, apresentando menores níveis nos procedimentos sem repouso do café descascado, e no repouso sem água e com água do café natural. A histamina apresentou uma menor quantidade no procedimento sem repouso do café imaturo descascado. Os níveis das aminas espermina e spermidina foram menores no café descascado em comparação com o café imaturo natural.

**Palavras-chave:** aminas biogênicas, café imaturo, processamento pós-colheita.

### BIOGENIC AMINES EVALUATION IN IMMATURE COFFEE PROCESSING

**ABSTRACT:** The final quality of coffee is determined by a variety of criteria, including the methods used in post-harvest, which collaborate in the formation of substances in the beans after roasting, which may be beneficial or harmful to human health. Amines are present in plants as a result of normal development and are required to perform several physiological functions such as modulating and promoting growth, by acting in the maintenance of cellular metabolism. They affect the human organism as vasoactive and neuroactive due to its effect on vascular and neural systems. The intake of foods containing high amounts of amines can cause toxic effects and allergic reactions. The importance in the determination the level of amines is due to be toxic and its toxicity depends on the individual response and the simultaneous presence of other amines in food consumption. The knowledge of the amines present in coffee beans with defects is important to establish differences in the composition of normal grains and thus in the quality and safety in the consumption of roasted coffee. The presence of immature fruits in coffee is associated with the harvesting process in Brazil, and during the drying process can occur fermentation of grains, affecting the quality of coffee. From the stripping of immature coffee there was a decrease in fermentation processes by conducting a more uniform drying of fruits, reducing the percentage of defects contributing to improving the quality of the drink. However, more information is needed to better characterize this type of coffee. The specific conditions in the processing carried out dry and wet and drying of coffee immature influenced the level of the amine cadaverine was less than the procedure without a home stripped of coffee, and at home without water and with water in natural coffee. Histamine was less in the procedure without resting on immature coffee beans. Spermine and spermidine were lower in the depulped coffee compared to natural unripe coffee.

**Key words:** biogenic amines, immature coffee, post-harvest processing.

## INTRODUÇÃO

As aminas são bases orgânicas nitrogenadas de importância biológica, presentes em plantas em consequência do seu metabolismo normal. A produção de aminas é influenciada pelo pH, temperatura, concentração de oxigênio e a presença de aminoácidos livres (Halász et al., 1994). Em função da via biossintética, são classificadas como bioativas, que são sintetizadas na medida em que são requeridas, dando origem as poliaminas naturais, espermina e espermidina. As biogênicas, como a histamina, serotonina, tiramina, triptamina, putrescina e a cadaverina são formadas a partir das reações de descarboxilação dos aminoácidos por enzimas microbianas (Shalaby, 1996). As aminas bioativas, em relação à função que exercem, podem ser classificadas em moduladoras e promotoras do crescimento por atuarem no crescimento e manutenção do metabolismo celular (espermina e espermidina), e em vasoativas e neuroativas (tiramina, histamina e serotonina) devido ao seu efeito nos sistemas vascular e neural (Eliassen et al., 2002).

A qualidade do café é avaliada de acordo com uma grande variedade de critérios, incluindo o tamanho dos grãos, a cor e o formato, método de processamento, torração dos grãos, o sabor, o corpo e a quantidade de grãos defeituosos (Banks; McFadden & Atkinson, 1999; França et al., 2005). No café, quantitativamente, a putrescina apresenta-se como a amina mais relevante, principalmente nos grãos e em tecidos de rápido crescimento. Os níveis da histamina foram relatados apenas no café com qualidade inferior, indicando que a detecção de histamina poderia ser associada com a presença de grãos defeituosos, sendo um possível marcador para a qualidade do café (Oliveira et al., 2005). A presença de defeitos é relevante por estabelecer a qualidade do café, pois estão associados aos problemas decorrentes das operações de colheita, processamento e secagem. Os defeitos “verdes”, aqueles que provêm dos frutos imaturos, estão associados com a adstringência da bebida, têm sido relatados como importante fator na desclassificação dos cafés quando relacionados ao sabor da bebida (Clarke, 1987). Entretanto, um dos maiores problemas relacionados com a produção de café no Brasil, é devido à existência de grãos defeituosos no mercado interno, colaborando para uma quantidade expressiva de cafés com baixa qualidade. A necessidade para a diminuição destes grãos na comercialização do café é atualmente pesquisada, com o objetivo de avaliar as características químicas e físico-químicas que permitem a diferenciação entre grãos normais e os defeituosos (França et al., 2005). Uma das formas de melhorar a qualidade do café é o descascamento dos frutos maduros. Após este processo ocorre a formação de um lote de frutos verdes, podendo comprometer a viabilidade do descascamento. A partir do descascamento do café imaturo verificou-se uma diminuição dos processos fermentativos através da realização da secagem mais uniforme destes frutos, reduzindo a porcentagem dos defeitos pretos, verdes e ardidos, contribuindo para a melhoria da qualidade destes grãos (Borém, 2008).

Devido à segurança alimentar, pesquisas vêm sendo realizadas para garantir a qualidade do café com intuito de obter maiores informações sobre o consumo seguro da bebida. Diante de exigências do consumidor, barreiras sanitárias podem ser criadas com o intuito de garantir e regulamentar a segurança no consumo da bebida do café, como requisito na comercialização dos grãos livres de contaminantes, visando à preservação da saúde dos consumidores. Embora as aminas biogênicas como histamina, tiramina e putrescina sejam necessárias na realização de funções fisiológicas em humanos, o consumo de alimentos contendo altas quantidades de aminas podem causar efeitos tóxicos. A importância na determinação de aminas é em função de serem substâncias tóxicas, e a sua toxicidade depende da resposta individual e a presença simultânea de outras aminas. As aminas menos ativas, como a putrescina ou a cadaverina, quando ingeridas em quantidades elevadas, podem conduzir a efeitos tóxicos, mas geralmente ocorre a partir do incremento da toxicidade de outras aminas (Min et al., 2007). O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos dos diferentes procedimentos realizados no processamento do café imaturo na composição das aminas biogênicas, visando a melhoria da qualidade e a segurança na utilização dos grãos do café imaturo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Lavras (Lavras/MG), e no Setor de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (Portugal). Os frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) da cultivar Topázio, (safra 2006/2007) foram colhidos no campus da Universidade Federal de Lavras. As amostras foram provenientes do experimento com o objetivo de avaliar a qualidade de frutos imaturos de café processados por via seca e via úmida, submetidos a diferentes períodos de repouso, com presença e ausência de água (Nobre, 2009). Foi feita a determinação do grau de maturação da matéria prima do experimento (café verde imaturo), separando-se os estádios de maturação, em frutos passas (sobre-maduro), cereja (cor característica de pleno amadurecimento), verde (cor verde com grande firmeza mecânica) e verde-cana (qualquer mescla da cor cereja no verde). A composição do café proveniente da lavoura apresentou proporções similares dos diferentes estádios de maturação, em todas as colheitas realizadas, contribuindo para a adequada condução do trabalho.

Após a limpeza e separação hidráulica, o lote de café obtido da mistura de cereja e verdes, foi realizado o descascamento dos frutos maduros com a pressão do descascador regulada de maneira a permitir, a obtenção de no máximo 10% de frutos cerejas na porção de frutos verdes. A porção de 90% de frutos verdes e 10% de frutos maduros foi dividida em 3 parcelas, constituindo a matéria prima deste trabalho. A primeira parcela foi usada como controle (A). Outra parte desta mistura foi descascada com pressão regulada, resultando em uma parcela natural (B) e outra de café

descascado (E). A terceira parte da mistura foi colocada em duas caixas durante 12 horas. Uma das caixas foi preenchida com água. Após o período de repouso os frutos foram descascados com pressão regulada originando o café verde descascado (G) e o natural (D) em repouso na água, e descascado (F) e natural (G) em repouso sem água (Nobre, 2009). A secagem do café imaturo natural foi realizada em terreiros ao sol em camadas finas intercaladas com pequenas leiras de no máximo 2 cm com revolvimento de até 12 vezes por dia. Ao atingir a meia-seca, a secagem foi conduzida em leiras de 15 cm, revolvidas pelo menos 10 vezes ao dia, até atingir 11% do teor de água. O café verde descascado foi seco em terreiro em camadas de no máximo 2 cm com revolvimento de 16 vezes por dia.

As amostras foram processadas em moinho refrigerado Tecnal modelo analítico TE 631 /2 Brasil, por um período de 2 minutos em uma granulometria fina. Na segunda moagem foi utilizado um moinho de bolas, utilizando nitrogênio líquido por 1 minuto e em seguida as amostras foram congeladas. As amostras foram liofilizadas e passadas em uma peneira de 0,75 mm, pesadas e preparadas para a análise. Na extração das aminas, utilizou-se o ácido tricloroacético a 5% (TCA), e o bis-2-etilhexilfosfato (BEHPA 0,1M em clorofórmio) da Aldrich. Foi adicionado o padrão interno (1,7 diaminoheptano) a uma quantidade de 2 g de cada amostra de café. Foram realizadas três extrações com 5% TCA em um tubo plástico, com um total de 25 mL, seguida de agitação de cada fração por 10 minutos. Após a separação por meio de centrifugação a 4000 rpm, os extratos foram filtrados e reservados. Uma porção de 2 mL foi submetida a uma extração por par-iônico, como procedimento de limpeza. A solução foi extraída com 2 mL de solução de BEHPA no vortex, centrifugada a 4000 rpm e a fase inferior levada para um segundo tubo. A extração foi feita com 2 mL de HCl 0,1 M, com agitador mecânico.

No HPLC foram utilizados o ácido fosfórico, acetonitrila e metanol (Merck, Alemanha), e água purificada com um sistema "Seral " (SeralPur Pro 90 NC), e as soluções foram filtradas e desgasificadas. A eluição foi realizada com um gradiente linear de A - 0,05 M de ácido fosfórico e B - metanol/acetonitrila (1:1) em 1 mL min<sup>-1</sup> com um programa de eluição por gradiente desenvolvido por Hornero-Mendez e Garrido-Fernandez (1994). A detecção foi realizada pelos detectores Diode Array Detector (DAD), no comprimento de onda de 254 nm, e no detector fluorimétrico programado para 252 nm e emissão de 500 nm. Os compostos em estudo foram identificados por comparação cromatográfica com derivado padrão e por co-eluição. Os testes de pureza dos picos foram realizados com o Diode Array Detector (DAD).

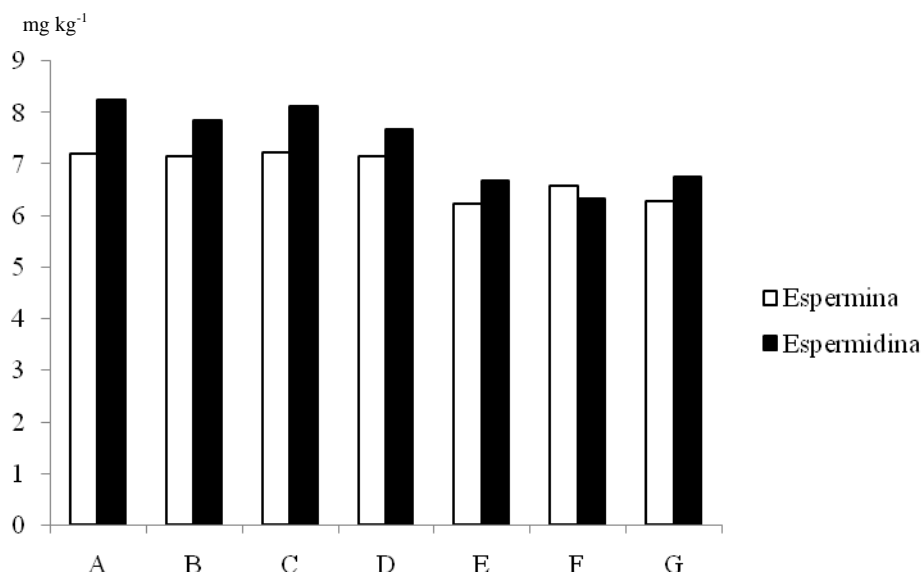
O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 [2 processamentos (via seca e via úmida), 3 procedimentos (sem repouso, 12 horas imerso em água e 12 horas amontoado)] em 4 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância do teste F e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do procedimento GLM do programa de software SAS (Statistical Analysis System Institute - SAS Institute, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os diversos tipos de substâncias biologicamente ativas presentes no café estão as aminas bioativas (Glória, 2005). O tipo e a quantidade de cada amina depende da natureza e da origem do produto, presença de bactérias específicas, disponibilidade de substrato, existência de um ambiente adequado (pH, umidade alta, temperatura e baixos teores salinos), processamento, maturação e o período de armazenamento do produto (Santos, 1996). A denominação das aminas bioativas é em função dos aminoácidos precursores. Os aminoácidos ornitina e arginina são os precursores das poliaminas, sendo a putrescina um composto intermediário obrigatório. Para formar a putrescina, a arginina, está presente em uma quantidade expressiva nos grãos do café imaturo, verificado por Dias (2008). Uma maior contribuição da putrescina ao teor total de aminas foi relatada na maioria dos estudos sobre café cru (Amorim et al., 1977; Casal et al., 2004, 2005; Cirilo et al., 2003 & Oliveira et al., 2005). Nos grãos do café imaturo, foi verificado um maior conteúdo de putrescina, apresentando em média de (76%), seguida pela espermidina (9,6%), espermina (8,9%) e serotonina (2,2%), no perfil das aminas analisadas. Não foi verificada diferenças nos níveis de putrescina e serotonina no processamento dos grãos do café imaturo.

As poliaminas participam da floração e no desenvolvimento do fruto, da resposta ao estresse e inibem a produção de etileno e a senescência (Flores; Protacio & Signs, 1989; Glória, 2003). As aminas espermidina e espermina estão amplamente distribuídas na natureza, em elevadas concentrações nas células e o seu conteúdo é aumentado nos tecidos com altas taxas de crescimento (Glória, 2005), regulando a estabilidade e permeabilidade da membrana celular (Bardócz, 1995). As poliaminas atuam ainda como reservas de nitrogênio, aceleram o processo metabólico, participam na regulação da secreção gástrica, na contração e relaxamento do músculo liso, e estimulam os neurônios sensoriais, motores e cardiovasculares (Hernandezjover et al., 1997). A espermina e espermidina apresentaram variações significativas em relação ao processamento via seca e via úmida dos frutos do café imaturo, apresentados na Figura 1. A diminuição nos níveis da espermina e espermidina pode ser devida ao processo de descascamento dos frutos imaturos.

Nos grãos do café imaturo analisados por Vasconcelos et al. (2007), os níveis de espermina verificados foram próximos de 18,9 mg kg<sup>-1</sup> e os níveis de espermidina de 15,9 mg kg<sup>-1</sup>. Nos grãos de café arábica, estes valores foram de 9,0 mg kg<sup>-1</sup> para espermina e 5,5 mg kg<sup>-1</sup> para espermidina segundo Casal et al. (2004). Nos grãos do café imaturo analisados foram encontrados níveis médios de 6,8 mg kg<sup>-1</sup> de espermina e de 7,3 mg kg<sup>-1</sup> de espermidina nos diferentes processamentos realizados. Os valores encontrados foram inferiores aos determinados por Vasconcelos et al. (2007) nos grãos imaturos, com os níveis mais próximos dos valores encontrados nos grãos do café arábica analisados por Casal et al. (2004).



**Figura 1-** Níveis das aminas espermina e espermidina ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nos procedimentos (A – controle, B - 0 hora natural, C – 12 horas natural amontoado, D – 12 horas natural imerso em água, E - 0 hora descascado, F – 12 horas descascado amontoado, G – 12 horas descascado imerso em água) realizados nos grãos do café imaturo.

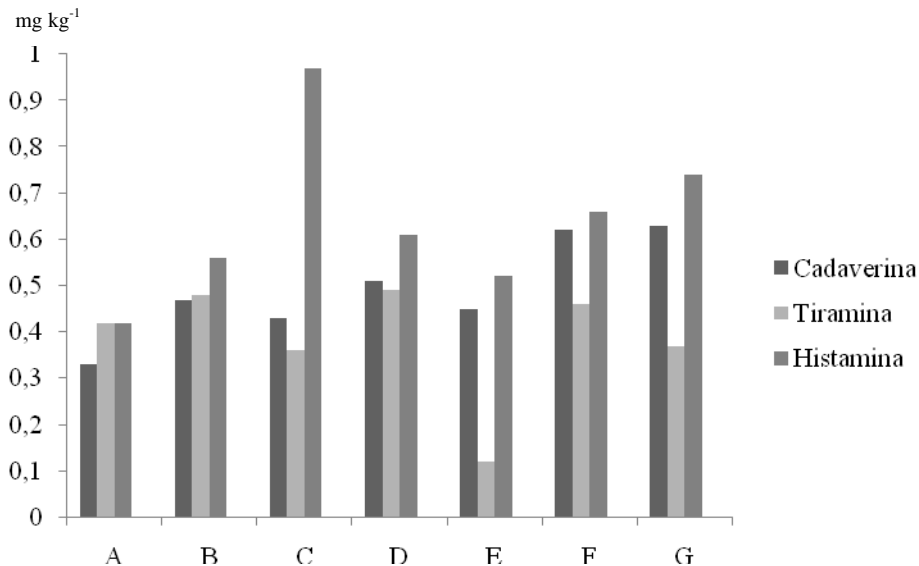
As aminas espermina e espermidina apresentaram-se em níveis mais elevados no café natural conforme verificado na Figura 1, podendo ser devido ao maior tempo de processamento deste tipo de café, sendo que a formação das aminas depende da ação de enzimas descarboxilantes, e a temperatura interfere de forma significativa no processo e nas condições de secagem dos frutos. As alterações químicas, bioquímicas e fisiológicas que ocorrem no processamento do café imaturo descascado e natural, em razão da presença ou ausência da casca dos frutos determinaram que após dois dias do processamento via úmida, ocorre um processo de divisão celular acelerado, enquanto que no processamento via seca, acontece somente cerca de uma semana após o início da secagem. Junto com a germinação, outros processos relacionados ao metabolismo, decorrentes do estresse da secagem acontecem de forma paralela (Selmar & Bytof, 2007). Estes processos não ocorrem de forma simultânea, mais contribuem para determinar as diferenças nos níveis das aminas na constituição dos frutos imaturos.

O consumo de alimentos que apresentam concentrações elevadas de aminas biogênicas está relacionado com determinados tipos de reações alérgicas. Os níveis toxicológicos das aminas não são facilmente estabelecidos, pois dependem das características individuais de cada amina, bem como sobre as interações entre as aminas com o alimento. A dose tóxica da tiramina é de 1 a 8  $\text{mg kg}^{-1}$  de alimento. Entretanto, a ingestão de alimentos contendo 6  $\text{mg kg}^{-1}$  de tiramina pode causar enxaqueca e de 10 a 25  $\text{mg kg}^{-1}$  pode provocar crise hipertensiva e hemorragia intracraniana nos indivíduos em tratamento com inibidores da MAO (Monoaminoxidase) (Halász et al., 1994; Lima & Glória, 1999). Foram detectadas quantidades de 0,20  $\text{mg kg}^{-1}$  de tiramina por Casal et al. (2004), e os níveis encontrados neste trabalho foram em torno de 0,38  $\text{mg kg}^{-1}$  no café imaturo, portanto não correspondendo riscos no consumo do café.

Os efeitos toxicológicos da histamina dependem da concentração ingerida, atividade da aminoxidase e fisiologia intestinal individual. Foi sugerido um limite para histamina de 1,0  $\text{mg kg}^{-1}$  de alimento em geral e de 2  $\text{mg L}^{-1}$  de bebida alcoólica (Halász et al., 1994). Os níveis de histamina encontrados no café não representam uma preocupação em termos de intoxicação. No entanto, o nível mais elevado detectado em um estudo foi no grão de café fermentado correspondendo aproximadamente 10% do limite sugerido para toxicidade da histamina (Halász et al., 1994 & Santos, 1996). A intoxicação alimentar mais freqüente é causada por histamina, onde os sintomas podem ser cutâneos, gastrointestinais, hemodinâmicos e neurológicos (Glória, 2003). A histamina origina-se da histidina e a tiramina da tirosina. O aminoácido histidina apresentou uma maior quantidade no processamento via seca em comparação com o processamento via úmida do café imaturo (Dias, 2008). A histamina apresentou um aumento significativo quando realizado o procedimento repouso dos grãos amontoados no processamento do café imaturo natural, conforme verificado na Figura 2.

As variações ocasionadas no repouso sem água podem ter sido ocasionadas por vários fatores que podem influenciar a formação das aminas, como a alteração do pH do meio, a temperatura, a tensão de oxigênio, a presença de coenzimas e vitaminas, a concentração dos aminoácidos livres e de carboidratos fermentáveis (Vale & Glória, 1997). Os microorganismos com atividade descarboxilante sobre os aminoácidos podem fazer parte da microbiota associada ao produto, ou ainda por contaminação antes, durante ou depois do processamento (Brandão, 1996). As condições favoráveis para o crescimento bacteriano, síntese e a ação das enzimas descarboxilantes, dependem de forma significativa da temperatura no processo de formação das aminas (Shalaby, 1996). Alguns estudos demonstraram que a temperatura é um fator crítico na formação de histamina (Guizani et al., 2005; Ruiz-Capillas; Moral, 2001 & Silveira et

al., 2001). Em temperaturas inferiores a 30 °C as descarboxilases são mais ativas, a 40 °C são inativadas e na faixa de 0 a 10 °C a atividade dependerá da microbiota presente. Foi verificado que a produção de histamina é mais lenta a 10°C e praticamente cessa a 5°C (Halász et al., 1994). Portanto, os frutos imaturos quando amontoados favoreceram o aumento da temperatura permitindo a ação dos microorganismos na formação desta amina, sendo que o período de processamento e secagem do café natural é maior que no descascado, devido principalmente a presença da casca dos frutos, contribuindo para que sofra maiores alterações na formação de determinados compostos.



**Figura 2** - Níveis das aminas cadaverina, tiramina e histamina (mg kg<sup>-1</sup>) nos procedimentos (A – controle, B - 0 hora natural, C – 12 horas natural amontoado, D – 12 horas natural imerso em água, E - 0 hora descascado, F – 12 horas descascado amontoado, G – 12 horas descascado imerso em água) realizados nos grãos do café imaturo.

A concentração média de histamina, em torno de 0,64 mg kg<sup>-1</sup> no café imaturo analisado, encontra-se abaixo do limite estabelecido para alimentos em geral, conforme relatado por Halász et al. (1994). Os níveis da cadaverina e histamina foram alterados após a realização do processamento via seca e via úmida com o repouso dos grãos. Quando comparado os processos, a histamina apresentou quantidades superiores nos grãos do café imaturo natural em relação ao café imaturo descascado. A cadaverina apresentou teores médios de 0,49 mg kg<sup>-1</sup> nos grãos do café imaturo analisado no presente trabalho, sendo que Vasconcelos et al. (2007) não detectou esta amina nos grãos imaturos, e os níveis encontrados foram superiores quando comparados com a quantidade de 0,20 mg kg<sup>-1</sup> nos grãos de café arábica analisados por Casal et al. (2004). Os níveis da cadaverina foram menores na realização do procedimento sem repouso no café imaturo descascado. Quando os grãos de café permaneceram em repouso, os teores foram superiores no café descascado em comparação com o natural. Devido à ação bacteriana, o aminoácido lisina pode se transformar em cadaverina, que geralmente é encontrada em produtos em fase de decomposição ou putrefação (Lima & Glória, 1999). O procedimento repouso dos grãos interferiu na formação da cadaverina indicando que após o período de 12 horas do descascamento do café imaturo, a ausência da casca dos frutos influenciou ou até mesmo acelerou a formação desta amina. Esta alteração pode ser devido ao início de um processo de degeneração dos grãos decorrente do estresse gerado pelo amontoamento com água e sem água através dos diversos processos relacionados ao metabolismo dos frutos. Estes processos não ocorrem de forma simultânea, mais acontecem de forma paralela com a germinação e a secagem dos grãos de café (Selmar & Bytof, 2007), contribuindo para que ocorram as diferenças nos níveis das aminas.

## CONCLUSÕES

A concentração das aminas espermina, espermidina, histamina e cadaverina foram alteradas em função dos diferentes procedimentos realizados no processamento dos grãos do café imaturo. Os níveis da histamina apresentaram superiores nos grãos do café quando processado pelo método natural utilizando o repouso sem água. Os níveis da amina cadaverina foram menores no procedimento sem repouso do café descascado. No café natural apresentou menores níveis em comparação com o descascado na realização dos procedimentos repouso sem água e com água. As aminas espermina e espermidina apresentaram-se em menores quantidades nos grãos do café imaturo quando descascado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H. V. et al. Polyamines in green and roasted coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 25, n. 4, p. 957-958, Feb. 1977.

- BANKS, M.; McFADDEN, C.; ATKINSON, C. The world encyclopaedia of coffee. London: **Anness**, 1999. 256 p.
- BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 6, n. 10, p. 341-346, Oct. 1995.
- BORÉM, F. M. Pós-colheita do café. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.
- BRANDÃO, A. L. G. Potencial de formação de aminas biogênicas em peixes de piscicultura. 1996. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.
- CASAL, S. et al. Free and conjugated biogenic amines in green and roasted coffee beans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, n. 20, p. 6188-6192, Sept. 2004.
- CASAL, S. et al. Roast effects on coffee free and conjugated polyamines. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, Madrid, v. 4, n. 5, p. 1063-1068, Sept./Oct. 2005.
- CIRILO, M. P. G. et al. Profiles and levels of bioactive amines in green and roasted coffee. **Food Chemistry**, London, v. 82, n. 3, p. 397-402, Aug. 2003.
- CLARKE, R. J. Grading, storage, pre-treatments and blending. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Technology coffee. London: Elsevier Applied Science**, 1987. v. 2, p. 35-58.
- DIAS, E. C. Perfil de aminoácidos nos frutos verdes do cafeeiro processados por via seca e via úmida. 2008. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- ELIASSEN, K. et al. Dietary polyamines. **Food Chemistry**, London, v. 78, n. 3, p. 273-280, Aug. 2002.
- FLORES, H. E.; PROTACIO, C. M.; SIGNS, M. Primary and secondary metabolism of polyamines in plants. **Recent Advances in Phytochemistry**, New York, v. 23, n. 5, p. 329-393, 1989.
- FRANÇA, A. S. et al. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, London, v. 90, n. 1/2, p. 84-89, Feb. 2005.
- GLÓRIA, M. B. A. Amines. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L.; FINGLAS, P. M. (Ed.). **Encyclopedia of Food Science and Nutrition**. London: Academic, 2003. p. 173-181.
- GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines. In: HUI, H.; SHERKAT, F. (Ed.). **Handbook of Food Science, Technology and Engineering**. London: CRC, 2005. p. 32-36.
- GUIZANI, N. et al. The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). **Food Research International**, Barking, v. 38, n. 2, p. 215-222, Mar. 2005.
- HALÁSZ, A. et al. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 5, n. 2, p. 42-49, Feb. 1994.
- HERNANDEZ-JOVER, T. et al. Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 6, p. 2098-2102, June 1997.
- HILLARY, A. R.; PEGG, A. E. Decarboxylases involved in polyamines biosynthesis and their inactivation by nitric oxide. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1647, n. 1/2, p. 161-166, Apr. 2003.
- HORNERO-MENDEZ, D.; GARRIDO-FERNANDES, A. Biogenic amines in table olives: analysis by high-performance liquid chromatography. **Analyst**, London, n. 119, p. 2037-2041, 1994.
- LIMA, A. S.; GLÓRIA, M. B. A. Aminas bioativas em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 70-79, 1999.
- MIN, J. S. et al. Control of microorganisms and reduction of biogenic amines in chicken breast and thigh by irradiation and organic acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 9, p. 2034-2041, June 2007.
- NOBRE, G. W. Processamento e qualidade dos frutos verdes de café arábica. 2009. 85 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- OLIVEIRA, S. D. et al. The effect of roasting on the presence of bioactive amines in coffees of different qualities. **Food Chemistry**, London, v. 90, n. 1/2, p. 287-291, Feb. 2005.
- RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Production of biogenic amines and their potential use as quality control indices for hake (*Merluccius merluccius*, L.) stored in ice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 7, p. 1030-1032, July 2001.
- SANTOS, M. H. S. Biogenic amines: their importance in foods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 29, n. 2, p. 213-231, Apr. 1996.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. The SAS system for windows: release 8.02. Cary, 2001. 842 p.
- SELMAR, D.; BYTOF, G. Green coffee is ALIVE!: a review on the metabolic processes taking place in coffee beans during processing and their implication for modern coffee research. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 21., 2007, Paris. Proceedings... Paris: ASIC, 2007. 1 CD-ROM.
- SHALABY, A. R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, Barking, v. 29, n. 7, p. 675-690, Mar. 1996.
- SILVEIRA, N. F. A. et al. Bactérias produtoras de histamina e potencial para sua formação em peixes de origem fluvial ou lacustre. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 4, n. 54, p. 19-25, 2001.
- VALE, S. R.; GLÓRIA, M. B. A. Determination of biogenic amines in cheese. **Journal of the Association of Official and Analytical Chemists International**, Arlington, v. 80, n. 17, p. 1006-1012, Jan. 1997.
- VASCONCELOS, A. L. S. et al. A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 1, p. 26-32, Mar. 2007.