

## DESENVOLVIMENTO DE NOVO PRODUTO DE CACAU COM ADIÇÃO DE NOZES DE MACADÂMIA MALTADAS

L. V. MARIM<sup>1\*</sup>, F. M. R. SILVA<sup>2</sup>, L. S. ARRIECHE<sup>3</sup>, D. J. M. SARTORI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bolsista PIBIC, Universidade Federal do Espírito Santo (DETEC/CEUNES)

<sup>2</sup> Aluno de Engenharia Química, Universidade Federal do Espírito Santo (DETEC/CEUNES)

<sup>3</sup> Professor, Universidade Federal do Espírito Santo (DETEC/CEUNES)

<sup>4</sup> Professor, Universidade Federal de São Carlos (DEQ/CCET)

\*E-mail para contato: layravalani@gmail.com

**RESUMO** - A macadâmia e o cacau são frutos em pleno desenvolvimento no Espírito Santo. Em vista disso, o cerne deste trabalho foi a produção do malte da amêndoa de macadâmia para enquadrá-lo na formulação de um novo produto de cacau. Separaram-se as sementes de macadâmia em dois lotes distintos. As nozes do primeiro lote sofreram quebra de dormência por rachadura na casca, maceração por 96 horas e germinação em sacola plástica transparente umedecida por 30 dias. O segundo lote foi subdividido quanto à quebra de dormência e maturação das sementes. A quebra de dormência ocorreu por imersão em água fervente. A maceração durou 24 horas, seguida da germinação em algodão úmido por 30 dias. As amêndoas foram secas e torradas. O índice germinativo visível mais expressivo foi de 2,86% referente às sementes maduras do segundo lote. Todavia, a secagem e a torrefação evidenciaram a formação de açúcares redutores nas nozes maltadas. O estudo foi relevante para a exploração do processo de maltagem de amêndoas em geral.

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a região sudeste é a principal produtora de macadâmia, sendo os estados de maior produção São Paulo e Espírito Santo (Penoni, 2011). A amêndoa inteira é o principal produto comercial. É consumida crua, torrada ou no preparo de bombons finos. Já as amêndoas quebradas durante o processamento ou de qualidade inferior são utilizadas para extração de óleo de excelente qualidade, utilizado principalmente na fabricação de cosméticos e indústria farmacêutica (Pimentel, 2007). Além da macadâmia, o Espírito Santo se destaca como o terceiro maior produtor de cacau do Brasil (Espírito Santo, 2014).

Antes de serem consumidos, a maior parte dos alimentos passa por processamento térmico, o que garante a segurança microbiológica, a inativação de algumas enzimas, a degradação de substâncias tóxicas e, ainda, o desenvolvimento de substâncias responsáveis pelo aroma, cor e sabor, melhorando a sua palatabilidade. Essas substâncias (compostos denominados genericamente de Produtos da Reação de Maillard - PRM) são características da Reação de Maillard (RM), que ocorre durante o processamento térmico e/ou armazenamento prolongado de alimentos que contêm proteínas e açúcares redutores (Finot; Friedman; Nunes & Baptista, *apud* Shibao; Bastos, 2011, p. 896). Segundo Damodaran *et al.* (2010), o

escurecimento de alimentos sob aquecimento ocorre devido a reações químicas entre o açúcar redutor, principalmente a D-glicose, e um grupo amina primário.

As proteínas são encontradas em todos os tecidos das sementes, apresentando-se em maiores concentrações no embrião (Carvalho; Nakagava, 2000). Segundo Simmonds & Orth (*apud* Carvalho; Nakagava, 2000, p. 83), as enzimas (fração das proteínas) são ativadas em sementes em germinação. De modo genérico, a maltagem é uma germinação controlada, seguida pela secagem controlada de uma semente (Hoseney, *apud* Miranda, 2006, p. 3). Na maltagem, empenha-se em minimizar o crescimento da semente para evitar a perda de açúcares, causada pelo crescimento e respiração. Ao mesmo tempo é maximizada a degradação do endosperma e a formação de enzimas (Munck, *apud* Miranda, 2006, p. 3).

Neste contexto, objetivou-se a produção do malte da amêndoa de macadâmia a fim de enquadrá-lo na formulação de um novo produto de cacau, beneficiando da regionalidade de ambos os frutos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Utilizaram-se sementes de macadâmia fornecidas pela Cooperativa Agroind dos Produtores de Noz Macadâmia (COOPMAC), localizada na cidade de São Mateus – ES. Os frutos foram colhidos num raio aproximado de 25 km da cidade, nos meses de outubro/2013 e dezembro/2013. Foram coletadas sementes verdes e maduras. Após serem apanhadas e lavadas manualmente, as sementes foram transportadas até o laboratório de eficiência energética do Prédio de Pós-Graduação em Energia – UFES (CEUNES).

### **2.1. Quebra de Dormência, Maceração e Germinação**

Conforme Carvalho e Nakagava (2000), a casca contém substâncias que muitas vezes impede a entrada de água no interior da semente quando esta é colocada em condições adequadas para a germinação. Logo, para que o processo germinativo se desencadeasse com maior velocidade foi necessária a quebra de dormência das sementes.

O primeiro lote consistiu em 74 frutos maduros colhidos no mês de outubro/2013. Estes sofreram quebra de dormência por uma pequena rachadura na casca através de um martelo e pinça metálica. Imersas em vasilhas de plástico com água a temperatura ambiente, maceraram por 96 horas. Em seguida, foram escoadas e postas para germinar durante 30 dias em sacolas plásticas transparentes, parcialmente fechadas, umedecidas e expostas ao sol matinal.

O segundo lote foram os frutos colhidos no mês de dezembro/2013 consistindo em 79 sementes verdes e 70 sementes maduras. Destas, a metade, 39 sementes verdes e 35 sementes maduras sofreram quebra de dormência por imersão em água a 100°C e deixadas esfriar até que se atingisse a temperatura ambiente. Posteriormente, as 140 sementes foram imersas em água à temperatura ambiente e maceradas por 24 horas. Após um período de 12 horas houve troca da água. A germinação foi realizada em duas vasilhas de plástico, uma para as sementes verdes e a outra para as sementes maduras. Em cada vasilha, as sementes com quebra de dormência foram separadas por uma distância de 10 cm das sementes sem quebra de

dormência. Todas foram envolvidas em algodão umedecido com água e expostas à luz solar e ao ar livre por um período de 30 dias. Aos primeiros indícios de broto, as amêndoas foram extraídas da casca e congeladas a - 18 °C, em diferentes sacolas plásticas para posterior secagem e torrefação.

## **2.2. Preparação das Amostras para Secagem**

Sementes verdes e maduras do segundo lote, com quebra de dormência, com e sem broto foram selecionadas e separadas em três conjuntos distintos. A massa de cada conjunto foi medida e cada um dos seus elementos fotografados. Em seguida, as amostras foram colocadas em uma estufa de secagem por convecção natural (modelo S250SD) a 70 °C, onde permaneceram em intervalos de 15 minutos. O procedimento foi repetido até que a variação da massa não fosse significativa. Para a determinação da umidade de equilíbrio, as amostras permaneceram dentro da estufa a 105 °C por aproximadamente 12 horas.

## **2.3. Preparação das Amostras para Torrefação**

Sementes verdes e maduras, com e sem quebra de dormência (CQD e SQD, respectivamente), com e sem broto foram selecionadas, separadas em seis amostras distintas e torradas durante 5 horas e 30 minutos em estufa (modelo S250SD) a 115°C. No início e após cada 30 minutos, as amêndoas eram fotografadas para o registro da cor e analisado sensorialmente a intensidade do aroma desenvolvido. O processo foi iterado até que não houvesse mais alteração nessas características.

# **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **3.1. Quebra de Dormência, Maceração e Germinação**

A quebra de dormência no primeiro lote não foi satisfatória, visto que algumas sementes foram danificadas com o martelo. O tempo de maceração prolongado provocou escurecimento da água e odor desagradável. As sementes desenvolveram fungos no interior das sacolas plásticas e precisaram ser descartadas. O índice germinativo foi nulo.

No segundo lote, a quebra de dormência por imersão em água à 100 °C foi viável por apresentar baixo custo e rapidez. Nenhuma semente foi danificada neste processo. O tempo de maceração foi satisfatório visto que a água não apresentou alteração de cor nem odor. Entretanto, a renovação da água foi importante para que se conservasse a temperatura. Entre as sementes maduras postas para germinar, apenas uma apresentou broto interno e outra exibiu broto externo. Assim, o índice germinativo foi de 2,86%. Entre as sementes verdes em germinação, apenas uma exibiu broto externo, configurando índice germinativo de 1,27%.

A Figura 1 mostra o broto externo de uma semente verde de macadâmia, obtida por meio dos experimentos. Na Figura 2 observa-se o broto externo de uma semente madura.



Figura 1 - Broto externo de uma semente verde de macadâmia.



Figura 2 - Broto externo de uma semente madura de macadâmia.

### 3.2. Secagem

Oriundas do segundo lote, foram analisadas dois tipos de sementes de macadâmia: sementes verdes e maduras com quebra de dormência, com e sem broto. Ambos os tipos de sementes foram secas por convecção natural, nas mesmas condições, em uma estufa a 70°C. As Figuras 3 e 4 mostram o comportamento típico do raio no decorrer do período de secagem.

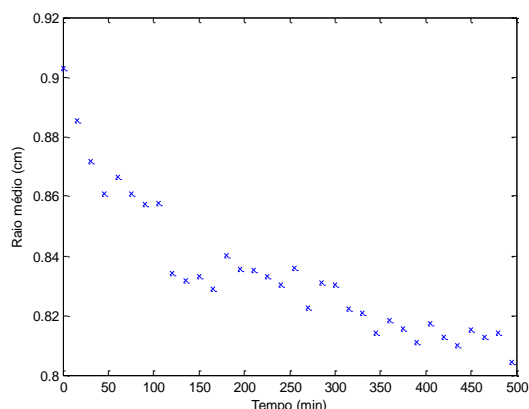


Figura 3 - Redução do raio durante a secagem em sementes verdes com quebra de dormência e sem broto.

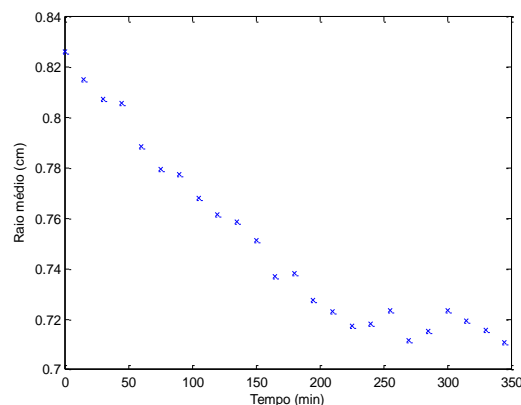


Figura 4 - Redução do raio durante a secagem em sementes maduras com quebra de dormência e sem broto.

A redução do raio da amostra ocorre devido à perda de massa durante a secagem. A migração de água do interior para a superfície causa uma deformação nas estruturas internas da amostra e, consequentemente, seu encolhimento. A partir da Figura 3 observa-se uma redução acentuada do raio durante os primeiros 200 minutos de secagem. Após este período, redução torna-se lenta e tende a 0,81 cm. Na Figura 4 este valor se aproxima de 0,71cm.

O comportamento da densidade do fluxo de massa para ambas as sementes é descrito pelas Figuras 5 e 6. Na Figura 5, observa-se que o primeiro período decrescente de secagem é mais longo em relação à Figura 6. Isso é pode ser explicado pelos conteúdos iniciais diferentes de água das sementes.

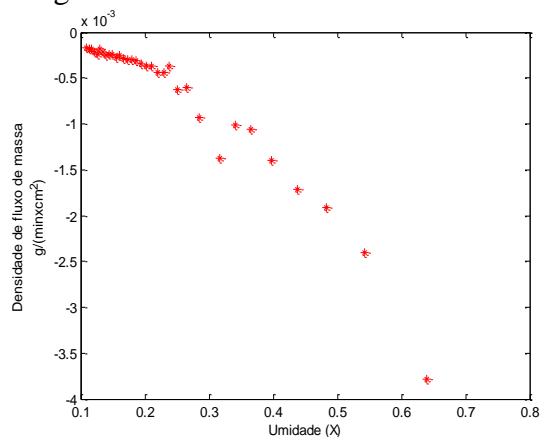


Figura 5 - Densidade de fluxo de massa em função da umidade em sementes verdes com quebra de dormência e sem broto.

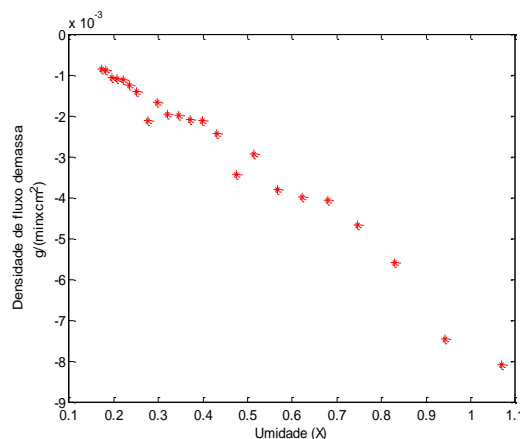


Figura 6 - Densidade de fluxo de massa em função da umidade em sementes maduras com quebra de dormência e sem broto.

Pela análise da inclinação da curva no gráfico de densidade de fluxo de massa por umidade, a secagem das sementes descritas neste trabalho caracterizou-se por dois períodos predominantes de taxa decrescente de secagem. Para a fase de taxa decrescente de secagem, o produto não se comporta como se estivesse recoberto por uma fina camada de água (Guimarães, 2005), pois a migração de água do interior do sólido para a superfície é insuficiente para compensar a perda de umidade por evaporação. No primeiro período

decrecente ainda há umidade livre presente na amostra. Normalmente ocorre a formação de aglomerações descontínuas de água livre por toda a superfície (Zhang, 1999). O conteúdo de água livre na superfície influencia os coeficientes de transferência de calor e de massa, causando uma redução umidade mais acentuada (pela existência de água livre na superfície) e um aumento de temperatura um pouco mais lento em relação ao segundo período decrescente de secagem.

O segundo período decrescente da secagem caracteriza-se pela ausência de água livre na superfície da amostra. A troca de calor não é mais compensada, conseqüentemente, a temperatura do produto aumenta mais rapidamente e tende assintoticamente à temperatura do ar. Durante todo este período o fator limitante é a migração interna de água (Park, 2007).

As Figuras 7 e 8 mostram a perda de umidade durante a secagem. Em ambas figuras, é possível verificar dois períodos predominantes diferentes de secagem. A diferença nos tempos em que esses períodos começam ou terminam é devido às diferenças das propriedades iniciais das amostras. Nas figuras abaixo, X representa a umidade da amostra em g de água por g de amostra seca.

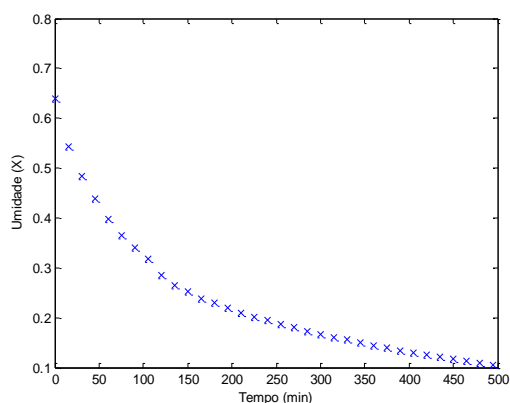


Figura 7 - Perda de umidade durante a secagem em sementes verdes com quebra de dormência e sem broto.

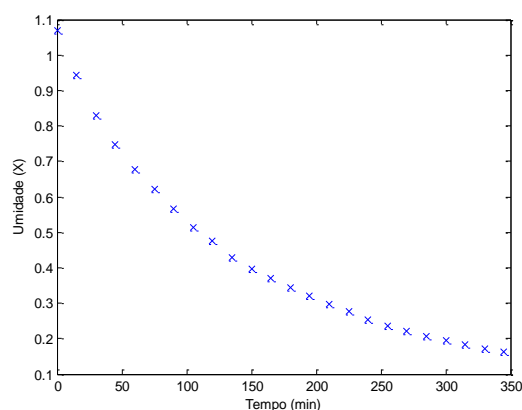






















































































Figura 8 - Perda de umidade durante a secagem em sementes maduras com quebra de dormência e sem broto.

### 3.3. Torrefação

A torrefação evidenciou o desencadeamento do processo germinativo na maioria das sementes, visto que a reação de Maillard atuou sobre os açúcares redutores formados durante esse processo, produzindo substâncias responsáveis pela cor e aroma das amêndoas maltadas. Isto explica o fato das amêndoas maltadas terem exibido coloração marrom e odor bastante adocicado bem mais intensos que as não maltadas (Quadro 1). A reação de Maillard atuou mais veemente sobre as amêndoas maltadas verdes e as amêndoas maltadas maduras sem quebra de dormência e sem broto externo.

A temperatura de 115 °C proporcionou maior velocidade da reação de Maillard e foi inferior a 120°C, temperatura mínima necessária para a formação de acrilamida, substância neurotóxica encontrada em alimentos aquecidos a altas temperaturas (Damodaran *et al.*, 2010). O tempo de 270 minutos de torra foi satisfatório, visto que a partir deste momento a cor e o aroma das amêndoas maltadas e não maltadas se tornaram constantes.

Quadro 1 – Avaliação da cor das amêndoas de macadâmia maltadas e não maltadas em função do tempo durante o processo de torrefação

Tempo (min)	Sementes Não Maltadas	Sementes Maltadas					
	Sementes Maduras	Sementes Verdes			Sementes Maduras		
	SQD	SQD Sem Broto	CQD Sem Broto	SQD Com Broto Externo	SQD Sem Broto	CQD Com Broto Interno	SQD Com Broto Externo
0							
30							
60							
90							
120							
150							
180							
210							
240							
270							
300							
330							

## 4. CONCLUSÃO

A secagem do malte de macadâmia ocorre durante o período de taxa decrescente, apresentando tempos distintos para sementes verdes e maduras. Em função do índice germinativo, a produção do malte das sementes de macadâmia foi mais satisfatória com o uso

de sementes maduras sem quebra de dormência. Entretanto, como a disparidade neste valor foi muito pequena, e a cor e o aroma foram praticamente iguais nas amêndoas verdes sem quebra de dormência, considera-se que estas também são viáveis para a produção do malte de macadâmia. A reação de Maillard ocorreu de forma mais intensa sobre as amêndoas maltadas, desenvolvendo substâncias responsáveis pelo aroma, cor e sabor. Isto implica no possível desenvolvimento de um novo produto de cacau com adição de nozes de macadâmias maltadas.

## 5. REFERÊNCIAS

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAVA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2000.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ESPÍRITO SANTO. Governo investe na recuperação de lavouras de cacau no Norte do ES. Vitória: Assessoria de Comunicação/Seag, 2 de maio 2014. Seção Notícias. Disponível em: <[http://www.idaf.es.gov.br/WebForms/wfNoticia.aspx?cd\\_Noticia=814](http://www.idaf.es.gov.br/WebForms/wfNoticia.aspx?cd_Noticia=814)>. Acesso em: 2 maio de 2014.

GUIMARÃES, D. S. *Desenvolvimento de módulo computacional para a secagem estacionária de sementes*. 2005. 165 f. Tese (Doutorado) - Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

MIRANDA, M. Z. de. *Trigo: germinação e posterior extrusão para obtenção de farinha integral extrusada de trigo germinado*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 12 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 74). Disponível em: <[www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do74.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do74.htm)>. Acesso em: 24 abril 2014.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A. de. Conceitos de processo e equipamentos de secagem. *Ct&ea*, Campinas, p. 1-127, 2007.

PENONI, E. S. *Caracterização produtiva física e química de cultivares de noqueira-macadâmia*. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras 2011.

PIMENTEL, L. D. A cultura da macadâmia. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 414-716, 2007.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 6, n. 24, p. 895-904, 2011.

ZANG, Z.; YANG, S.; DENG YING, L. Mechanism and mathematical model of heat and mass transfer. *Journal of chemical industry and engineering*, China, p. 52-59, 05 jun. 1999.