

ANÁLISE ESTRUTURAL DA AMÊNDOA DE CUPUAÇU

J. D. C. Pessoa^{1,*}, J. M. L. de Souza², V. B. Neto¹, M. Arduin³¹ Embrapa Instrumentação, Rua 15 de novembro, 1452, 13.561-206, São Carlos, SP² Embrapa Acre, Rodovia BR-364, Km 14, Rio Branco - AC, 69900-970³ UFSCar, Rod. Washington Luís, km 235 - SP-310 - São Carlos - CEP 13565-905

* Autor correspondente, e-mail: jose.pessoa@embrapa.br

Resumo: O fruto do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) é largamente explorado para extração da polpa com a qual são feitos sucos e geléias. Mais recentemente foi desenvolvida tecnologia para utilização da amêndoa para obtenção de produto alimentício equivalente ao chocolate, que é originário de planta da mesmo gênero (*Theobroma cacao*). Apesar de demonstrado o conceito e aceitação do produto em pequena escala, o desenvolvimento de tecnologias para produção piloto demanda conhecimentos específicos sobre o objeto-alvo da tecnologia: a amêndoa. A escassez de informações adequadas motivou a realização deste trabalho que apresenta a macro e microestrutura física da semente, em especial do tegumento. O material biológico são amêndoas fermentadas e secas cujas dimensões foram determinadas também após reidratação. Para extração do tegumento a semente também foi reidratada. Após inspeção óptica a semente e uma sessão do tegumento foram analisados por microtomografia. As superfícies interna e externa do tegumento foram observadas por microscopia eletrônica de varredura. Além de deduzir a próxima etapa da pesquisa, este trabalho identificou relações relevantes sobre aderência entre as partes da semente e a umidade, além da porosidade do tegumento.

Palavras-chave: tegumento, testa, Theobroma, cupulate

STRUCTURAL ANALYSIS OF CUPUAÇU SEED

Abstract: The fruit of the cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) is widely exploited to extract the pulp with which juices and jams are made. More recently technology has been developed for using kernels to obtain food equivalent to chocolate, which comes from a plant of the same genus (*T. cacao*). Despite demonstrating the concept and acceptance of the product on a small scale, the development of technologies for pilot production requires specific knowledge about the technology's target object: the seed. The lack of adequate information motivated the accomplishment of this work that presents the macro and the microstructure of the seed, especially of the integument. The biological material is fermented and dried seeds whose dimensions were determined also after rehydration. For seed coat extraction the seed was also rehydrated. After optical inspection the seed and a seed coat session were analyzed by microtomography. The inner and outer surfaces of the integument were observed by scanning electron microscopy. In addition to deducing the next step of the research, this work identified relevant relationships on adherence between seed parts and moisture, as well as the porosity of the integument.

Keywords: integument, seed testing, Theobroma, cupulate

1. Introdução

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum) pertence ao mesmo gênero do cacauzeiro (*T. cacao*), cujo valor econômico reside principalmente na amêndoa, matéria prima do chocolate. Em 2011 foram produzidos 248 mil toneladas de cacau, sendo a Bahia responsável por 62,3% e o Pará por 25,7% (MENDES, 2012). Em 2014 a produção caiu para 230 mil ton, em 2015 para 140 mil e em 2016 subiu um pouco para 180 mil ton, sendo a Bahia responsável por 54,13% da produção e o Pará 40,14% (CONAB, 2017). O preço da amêndoa (R\$/Kg) também não foi

favorável ao produtor: entre dez16 e dez17 a amêndoa perdeu 15,6% do seu valor no mercado da Bahia. Contratos futuros de cacau são negociados principalmente pela Bolsa de Mercadorias de Londres (LIFFE), pela Bolsa de Mercadorias de Nova Iorque (NYMEX) e pela Bolsa de Mercadorias Intercontinental (ICE) (ADVFN, 2019). Justificada pelo aumento da produção da Costa do Marfim (maior produtor de cacau, responsável por 42% da produção mundial), os lotes para dezembro negociados na bolsa de Nova York caíram US\$17, negociados a US\$2.174/ton (VALOR, 2019). Na Bahia, a arroba (14,7Kg) está sendo negociada a R\$148. Para valores atualizados consultar <www.mercadodocacau.com/cotações>.

O mercado de cupuaçu é muito menor que o de cacau. De acordo com o último censo disponível no site do IBGE, em 2006 foram registrados 1836 estabelecimentos agropecuários produtores que produziram 1.888 ton de fruto, das quais 94% foram vendidas no valor de R\$2.559.000. <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2233#resultado>>.

A compreensão da estrutura do mercado do cacau, sua dinâmica e preços praticados é importante para os empreendedores que cogitam explorar novas oportunidades mercadológicas do cupuaçu. Atualmente, o valor econômico do cupuaçu encontra-se na polpa, com a qual são fabricados sucos e geleias, mas assim como o cacau o cupuaçu possui semente da qual se pode produzir alimento registrado como Cupulate[®], que possui 33% a mais de proteínas em relação ao cacau, é isento de cafeína e teobromina e apresenta sabor e textura similares ao chocolate (EMBRAPA, 2019). Seu preparo envolve a fermentação da semente, descarte do tegumento, testa ou película, para obtenção dos NIBs, que são fragmentos de cotilédone. Uma descrição detalhada e outras informações sobre aspectos agrônômicos do cupuaçu e do cupulate podem ser encontradas em Jorge (2011).

2. Materiais e Métodos

2.1. Material biológico

As sementes recém despolpadas foram obtidas junto a unidade de processamento de polpas de frutas da Cooperativa RECA - Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado, localizada na BR-364, Km 1071, Distrito de Nova Califórnia – Porto Velho – RO. Estas foram fermentadas e secas nas dependências da própria cooperativa e foram encaminhadas à Embrapa Acre para serem despelculadas conforme Souza (2013) com adaptações, e submetidas a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 40°C/24 horas. Em seguida, encaminhadas a Embrapa Instrumentação, via aérea, onde foram armazenadas em freezer a -20°C.

Cadastro de acesso ao patrimônio genético: nº A33B09D

2.2. Delineamento Experimental

Durante a fase exploratória as amêndoas foram submetidas a condições extremas de umidade: liofilização e imersão em água à temperatura ambiente; e temperatura: -20°C e aquecimento em micro-ondas (~35°C).

Após completa embebição por 12 horas, as amêndoas foram despelculadas manualmente.

Uma população de 30 amêndoas recolhidas aleatoriamente foram medidas nas suas três dimensões com paquímetro digital.

Uma amêndoa embebida e outra liofilizada foram submetidas ao microtomógrafo de Raios – X (SkyScan e o modelo é 1172). Em seguida um segmento (5mm x 10mm) do tegumento separado aleatoriamente foi submetido ao microtomógrafo.

Outra amêndoa foi embebida e seu tegumento separado para análise por microscopia eletrônica de varredura (JEOL modelo JSM6510).

3. Resultados e Discussão

Após fermentação e secagem a amêndoa é uma peça compacta e levemente flexível. Depois de imersa em água à temperatura ambiente suas partes tendem a reduzir a força de adesão, sendo possível separar manualmente o tegumento. Mesmo depois da hidratação o endocarpo (SANTOS,

2003) ou testa (VILALBA, 2003) tende a manter-se aderido embora mais fracamente. A amêndoa é formada pelo cotilédone e corpo embrionário, de onde se obtém os nibs (Figura 1).



Figura 1. Amêndoa de cupuaçu: 1 e 2 - tegumento; 3 – mucilagem; 4 e 6 – endocarpo; 5 – nib; 7 - embrião.

Amêndoa seca e amêndoa totalmente embebida são dimensionalmente diferentes. Os valores médio e erro padrão da semente seca: comprimento 24,48mm±0,38mm; largura 19,88mm±0,39mm; altura 11,56mm±0,32mm. Os valores médios e erro padrão da semente totalmente hidratada: comprimento 27,15mm±0,43mm; largura 22,45mm±0,40mm; altura 12,62mm±0,36mm. Esses valores são importantes para o desenvolvimento tecnológico por que compõem o conjunto de especificações necessário para desenvolvimento de futuros despeliculadores (Figura 2).

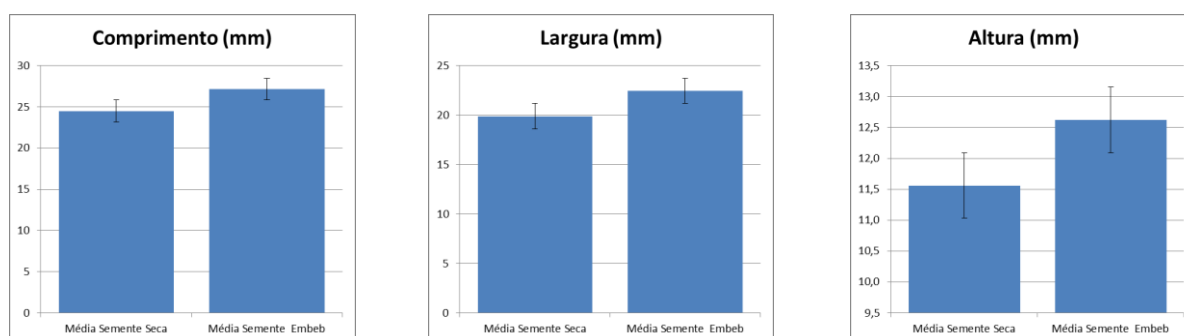


Figura 2. Média dos três valores dimensionais da semente seca e embebida, com os respectivos Erros-Padrão. As amêndoas utilizadas foram previamente fermentadas e secas.

A liofilização torna o tegumento friável, porém acentua sua aderência à amêndoa. A microtomografia mostra que parte do tegumento (sessão apresentada na Fig 3b) descolou da amêndoa por contração dos cotilédones. Apesar da microtomografia mostrar a justaposição do tegumento à amêndoa (Fig 3a), é possível removê-lo manualmente sem auxílio de ferramenta, demonstrando que aquelas partes perdem pelo menos parcialmente a aderência.

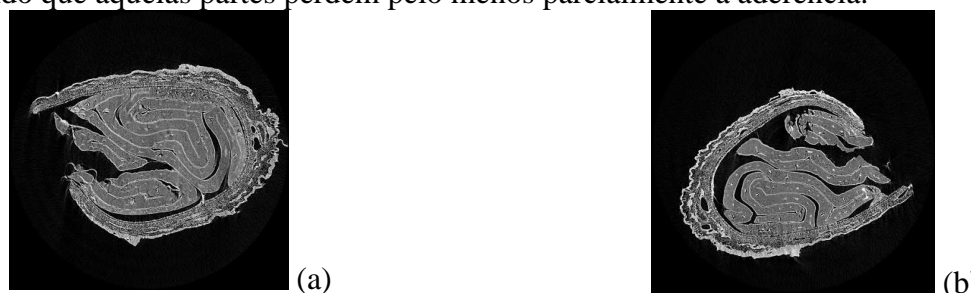


Figura 3. Corte transversal da amêndoa de cupuaçu vista por microtomografia de Raios-X: a) Embebida; b) Liofilizada. As amêndoa utilizadas foram previamente fermentadas e secas.

O corte transversal do tegumento (Figura 4) mostra que sua estrutura é constituída de quatro partes, aparentemente não fibrosas e porosas, com bolsões. A estrutura porosa é relevante por que armazena ar, que se expande ao ser aquecido.

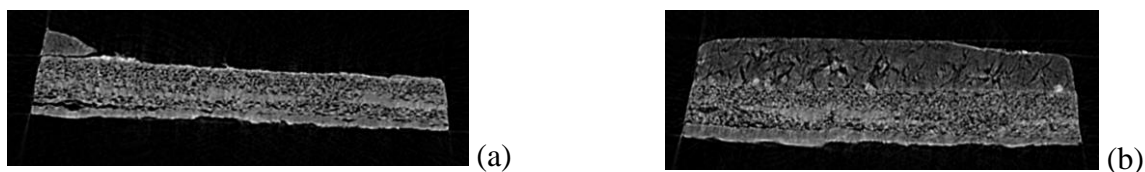


Figura 4. Detalhe do tegumento onde, de acordo com Santos (2003), são encontrados feixes vasculares e células esclerificadas em paliçada. Corte transversal visto por Microtomografia de Raios-X em duas posições. As sementes utilizadas foram previamente fermentadas e secas.

Após reidratação a face externa do tegumento mostrou-se escorregadia, possivelmente devido à presença de pectina oriunda de resíduos da polpa. Nas imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura é possível observar resíduos da fibra da polpa aderidos na face externa do tegumento.

4. Conclusões

Conforme esperado, as dimensões da amêndoa variaram com a embebição. Sua magnitude, entretanto indicou que é possível distinguir a amêndoa nos dois estádios, o que importa para futuros desenvolvimentos tecnológicos.

Após reidratação a face externa do tegumento mostrou-se escorregadia, possivelmente devido à presença de pectina oriunda de resíduos da polpa. Apesar da microtomografia mostrar a justaposição do tegumento à amêndoa, é possível removê-lo manualmente sem auxílio de ferramenta, demonstrando que aquelas partes perdem pelo menos parcialmente a aderência.

A liofilização torna o tegumento friável, porém acentua sua aderência à amêndoa.

O corte transversal do tegumento mostra que sua estrutura é constituída de quatro partes, aparentemente não fibrosas e porosas, com bolsões.

A compreensão da microestrutura da amêndoa de cupuaçu requer outros estudos para preencher as lacunas que este trabalho mostrou existirem.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do projeto Descascar (SEG 03.14.01.015.00.00) financiado pela Embrapa.

Aos agricultores familiares do Projeto RECA, pela parceria e doação das sementes recém despulpadas e apoio durante a fermentação e secagem das amêndoas.

Referências

ADVFN. Cacau. Disponível em <<https://br.advfn.com/commodities/cacau.html>>. Acesso em 22ago19.

CONAB. Cacau (amêndoa). Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-cacau/item/download/15209_f1224c18e2ec9b8e1b1c9a5796fe55d3>. Acesso em 21ago2019. 2019.

EMBRAPA. Cupulate. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50180/1/fd370001.pdf>>. Acesso em 22ago19.

JORGE, L.H. DE A. Cultivo e beneficiamento do cupuaçu. SENAI/AM – Escola SENAI “Antônio Simões”. Dossiê técnico. 2011

- MENDES, F.A.T. O estado do Pará e a produção brasileira de cacau. Disponível em <<http://www.ceplacpa.gov.br/site/?p=3009>> Acesso em 21ago19. 2012.
- SANTOS, S.F. DOS. Estrutura e histoquímica de sementes do gênero *Theobroma* L. (*Sterculiaceae*). Dissertação. Univ. Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 2003.
- VALOR. Commodities agrícolas. Disponível em <<https://www.valor.com.br/agro/6399583/commodities-agricolas>>. Acesso em 22ago19.
- VILALBA, F. DE A. Fragmentação mecânica de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) por meio de um beneficiador de cilindros. Dissertação. Univ. de Campinas, Faculdade de engenharia de alimentos. 2003.