

DETERIORAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE AMÊNDOAS DE CAJUEIRO: UM PROBLEMA DE DIFÍCIL SOLUÇÃO

Francisco C.O. Freire¹

RESUMO – No presente trabalho são apresentados os organismos envolvidos na deterioração de amêndoas de castanhas de cajueiro no Brasil. Um total de 83 espécies de fungos filamentosos, 17 espécies de bactérias e 1 espécie de levedura já foi confirmado. Dentre os fungos filamentosos as espécies de *Aspergillus* e de *Penicillium* têm sido isoladas com maior frequência. A despeito do elevado número de organismos isolados, as amêndoas de cajueiro são praticamente isentas de micotoxinas prejudiciais à saúde humana, especialmente de aflatoxinas. Os métodos já utilizados para reduzir a deterioração microbiológica, bem como sugestões para a utilização de novas medidas são discutidos, e também o modo como as amêndoas se tornam infectadas pelos organismos em condições de campo.

1 INTRODUÇÃO

Juntamente com a Índia e o Vietnã, o Brasil é um dos líderes mundiais na produção e na exportação de amêndoas de castanha de cajueiro. Essa commodity apresenta enorme importância econômica e social para o Nordeste brasileiro, onde estão plantados cerca de 700 mil hectares, com 22 minifábricas e 14 grandes unidades de beneficiamento, representando um parque industrial de 280 mil toneladas /ano. A cadeia produtiva da amêndoa de cajueiro envolve aproximadamente 195 mil produtores, proporcionando 40 mil empregos no campo e 15 a 20 mil empregos na indústria, beneficiando em torno de 170 mil toneladas de castanha/ano (FIGUEIREDO JUNIOR, 2006; CRISÓSTOMO, 2008). O estado do Ceará detém 80% da capacidade

¹ Engenheiro-agrônomo, Ph.D., Fitopatologista; Embrapa Agroindústria Tropical; Fortaleza-CE; CEP. 60.511-110, E-mail: freire@cnpat.embrapa.br

instalada de beneficiamento da amêndoa de castanha do cajueiro, representando o segundo produto na pauta de exportação do estado, gerando uma receita de 146 milhões de dólares em 2008, representando 75% do total das exportações de amêndoas do Nordeste (SINDI-CAJU, 2012).

Diversos fatores contribuem para a redução da produtividade da amêndoa de cajueiro no Brasil. Um dos fatores mais importantes, não obstante pouco conhecido, é a deterioração microbiológica das amêndoas, um problema de pré-colheita e que se agrava durante as deficientes condições de armazenamento. O presente trabalho tem como objetivos discutir o processo deterioração, os estudos já conduzidos, bem como sugerir novas medidas para reduzir as perdas causadas pela deterioração microbiológica.

2 ORGANISMOS ASSOCIADOS ÀS AMÊNDOAS

Os fungos filamentosos são os organismos mais frequentes no processo de deterioração das amêndoas de cajueiro. A primeira ocorrência envolvendo um fungo em amêndoas de cajueiro no Ceará foi realizada por Ponte et al. (1975), que identificaram *Penicillium digitatum*. Em 1990, ainda no Ceará, Andrade et al. também relataram *Aspergillus flavus*, *Neurospora* sp. e *Oedocephalum bergii* associados a amêndoas de castanha de cajueiro. O primeiro levantamento para constatar a ocorrência de fungos no Brasil foi conduzido por Freire et al. (1996), que isolaram e identificaram 25 espécies fúngicas. Em estudo conduzido no International Mycological Institute (em Egham, Inglaterra), foram constatadas mais 37 espécies fúngicas associadas a amêndoas de cajueiro oriundas do Brasil (FREIRE et al., 1999).

Levantamentos subsequentes já confirmaram um total de 79 diferentes espécies fúngicas associadas à deterioração de amêndoas de cajueiro no Brasil, além de 18 bactérias e 1 levedura (FREIRE; BARGUIL, 2001; FREIRE; OFFORD, 2002; FREIRE et al., 2002; FREIRE; KOZAKIEWICZ, 2005) (Tabela 1). Não obstante o elevado número de fungos filamentosos associados à deterioração de amêndoas de cajueiro, incluindo algumas espécies reconhecidamente toxigênicas,

apenas traços das aflatoxinas B₁ e G₂ têm sido detectados em amostras no Brasil (FREIRE et al., 1999; VIEIRA et al., 2007).

Mais recentemente, um interessante sintoma foi detectado em amêndoas classificadas pela indústria de processamento como “brocadas”. Essas amêndoas apresentam lesões escuras, deprimidas e quase sempre enrugadas, provocadas pela ação de insetos da ordem Hemiptera, família Coreiidae, principalmente das espécies *Crinocerus sanctus*, *Sphictyrtus chryseis* e *Teogonis stigma*, os quais introduzem o aparelho bucal nas castanhas jovens e se alimentam das amêndoas ainda imaturas. Durante esse processo, eles introduzem as bactérias nas amêndoas. As lesões escuras, quando expostas à luz ultravioleta com comprimento de onda de 620 nm, exibem um nítido halo fluorescente.

Dos tecidos lesionados foram isoladas e identificadas duas espécies de bactérias – *Bacillus megaterium* e *Staphylococcus aureus*. Essas bactérias foram isoladas e inoculadas em castanhas jovens, reproduzindo os sintomas de fluorescência três dias após a inoculação. Até o momento não foi possível completar a caracterização final da substância responsável pela fluorescência das amêndoas. Estudos envolvendo o uso de ressonância magnética nuclear de ¹H e ressonância magnética de ¹³C indicam tratar-se de uma molécula com um núcleo aromático e com 18 átomos de carbono (FREIRE et al., 2006).

3 MICRORGANISMOS ASSOCIADOS À DETERIORAÇÃO DE AMÊNDOAS DE CAJUEIRO NO BRASIL

3.1 Fungos filamentosos:

Acremonium sp.

Acremonium roseolum

Absidia corymbifera

Alternaria alternata

Ashbya gossypii

Aspergillus candidus

A.clavatus

A. erythrocephalus

A.flavipes

Ciências Agrárias

A.flavus
A.fumigatus
A.japonicus
A.niger
A.ochraceous
A.oryzae
A.parasiticus
A.sidonii
A.tamarii
A.terreus
A.ustus
A.versicolor
Aureobasidium pullulans
Beltrania rhombica
Chaetomium funicola
C. globosum
Choanephora sp.
Cladosporium cladosporioides
C.herbarum
C.sphaerospermum
Cladobotryum sp.
Colletotrichum gloeosporioides
Cylindrocladium parvum
Cunninghamella elegans
Curvularia lunata
C.senegalensis
C. tuberculata
Dactylaria sp.
Drechslera sp.
Drechslera cf. *papendorffii*
Emericella nidulans
E. rugulosa
Eurotium amstelodami
E.chevalieri
Fusarium pallidoroseum

F.solani
Geotrichum candidum
Lasiodiplodia theobromae
Macrophomina sp.
Microascus cinereus
Mucor racemosus
Nematospora coryli
Nigrospora oryzae
Paecilomyces variotii
Ophiostoma sp.
Penicillium brevicompactum
P.citinum
P.glabrum
P.implicatum
P.minioluteum
P.oxalicum
P.purpurogenum
P.thomii
Pestalotiopsis guepinii
Phaeotrichoconis crotalariae
Phellinus sp.
Phoma sp.
Pithomyces sp.
Poitrasia circinans
Rhizopus oryzae
R.stolonifer
Sarcopodium sp.
Scopulariopsis gracilis
Scytalidium sp.
Spogonina tessarthra
Spiniger sp.
Syncephalastrum racemosum
Talaromyces trachyspermum
Talaromyces sp.
Thielavia terricola

Ciências Agrárias

Torula herbarum f. *quartenella*

Trichoderma atroviridae

Tritirachium sp.

Xylaria sp.

3.2 Bactérias:

Acinetobacter baumannii

B.cereus

Bacillus macerans

B.megaterium

B. mycoides

B.pumilis

B.sphaericus

B.subtilis

Enterobacter cloacae

E.sakasakii

Gordona bronchialis

Klebsiella pneumoniae

Micrococcus luteus

Rhodobacter capsulatus

Staphylococcus aureus

S. hominis

Xanthomonas maltophilia

3.3 Leveduras:

Pichia guillermondii

4 ROTAS DE INFECÇÃO DAS AMÊNDOAS

As amêndoas das castanhas do cajueiro se constituem em verdadeiras pias metabólicas (*metabolic sinks*), ou seja, partes das plantas onde ocorre o acúmulo da maioria dos produtos fotossintetizados (BEEVERS, 1969). Por esta razão, quase todas as castanhas colhidas apresentam amêndoas já infectadas.

As três rotas de infecção das amêndoas de cajueiro já foram determinadas (FREIRE, 2012). A primeira delas ocorre quando os fungos endofíticos, normalmente presentes nos ramos e folhas do cajueiro, se estabelecem nos tecidos que formarão as novas inflorescências. A segunda rota de infecção ocorre por conta dos danos causados pelos insetos sugadores das amêndoas jovens, os quais introduzem fungos e bactérias. A terceira e mais eficiente rota de infecção das amêndoas ocorre durante o processo de polinização, quando os fungos se estabelecem nas anteras e nos estigmas das flores, ou penetrando diretamente na base dos estigmas e atingindo os ovários, onde permanecem até que as castanhas atinjam a maturidade e sejam colhidas.

Segundo Antonovics (2005), após infectar e, subsequentemente, esporular sobre as inflorescências, os fungos estão em uma posição ideal para se dispersar, independentemente se a disseminação ocorrerá através do vento, da água ou de insetos. Aliás, com relação aos insetos, inexistem estudos acerca de sua importância na disseminação de patógenos nas inflorescências de cajueiro. O principal polinizador do cajueiro, a abelha *Apis mellifera*, deve ser também um eficiente disseminador de propágulos fúngicos entre flores da mesma planta, bem como de plantas vizinhas. A influência do ácaro das inflorescências, *Aphis gossypii*, do ácaro das flores, *Eryophyes rossetonis*, do tripses da cinta vermelha, *Selenothrips rubrocinctus*, e da cigarrinha das inflorescências, *Gypona* sp. na disseminação de fungos envolvidos na deterioração de amêndoas de castanhas do cajueiro necessita ainda ser avaliada.

5 MÉTODOS UTILIZADOS PARA REDUZIR A DETERIORAÇÃO

Tradicionalmente, a secagem das castanhas recém-colhidas é realizada durante um período de 3 a 5 dias, ao sol. No momento da colheita a umidade das castanhas é de aproximadamente 18%, baixando para 8% a 10% após a secagem (PAIVA et al., 2006). Entretanto, durante o armazenamento, quase sempre de modo inadequado e a elevadas temperaturas, as castanhas absorvem umidade novamente, o

que favorece o desenvolvimento de fungos situados no interior das amêndoas.

A atividade de água (Aa) das amêndoas recém-colhidas, tanto de cajueiro comum como de precoce, fica em torno de 0,92 a 0,95, faixa extremamente adequada ao desenvolvimento dos fungos responsáveis pela deterioração. A atividade de água é quantidade de água livre nos alimentos e disponível para o metabolismo dos organismos. Atividade de água igual ou inferior a 0,61 não permite, praticamente, o desenvolvimento de nenhum organismo. Entretanto, é difícil manter esse nível de Aa nos alimentos, tendo em vista que a absorção de água do ambiente pode ocorrer facilmente. Ademais, em amêndoas, a Aa depende da umidade, da quantidade de lipídios, de proteínas e da temperatura ambiental.

Um estudo conduzido por Beuchat (1978), envolvendo 13 tipos de amêndoas, comprovou que, a 21°C, amêndoas de cajueiro com Aa igual a 0,70 apresentavam um índice de umidade aproximado de 6,8%. Um estudo semelhante conduzido por Okwelobu e Mackay (1969) demonstrou que amêndoas de cajueiro com umidade variando de 8,9% a 9,2% apresentavam Aa de 0,70, a uma temperatura de 27°C. Ainda segundo Beuchat, para a faixa de umidade utilizada por Okwelobu e Mackay, as amêndoas teriam uma Aa de 0,80 a 21°C, sugerindo uma discrepância no percentual de lipídios das amêndoas nos dois estudos. De qualquer modo, uma Aa de 0,80 favoreceria o desenvolvimento de fungos nas amêndoas, inclusive de espécies toxigênicas.

Inexiste, no Brasil, um estudo que correlacione a Aa de amêndoas recém-colhidas e armazenadas durante diferentes períodos. Além da redução da umidade das castanhas e do aperfeiçoamento das condições de armazenamento, tal como o armazenamento em temperatura mais baixa (18°C), o emprego de água aquecida e de resfriamento a menos 80°C, castanhas e amêndoas de cajueiro foram submetidas a tratamentos com diferentes dosagens de irradiação gama (Co60), um processo amplamente utilizado para o tratamento de alimentos em países desenvolvidos. Os tratamentos térmicos foram incapazes de reduzir a contaminação microbiológica das amêndoas (dados não publicados).

Os tratamentos com radiação gama foram extremamente eficientes, chegando a reduzir em mais de 90,0% a população fúngica, nas dosagens mais elevadas. Entretanto, as alterações organolépticas provocadas nas amêndoas (alterações na coloração e no sabor, além de alteração na textura) tornam a irradiação gama, pelo menos nas dosagens mais elevadas, inadequada para a solução do problema (FREIRE; DEL MASTRO, 2000; FREIRE et al., 2001).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Não obstante as inúmeras tecnologias já disponíveis para o cajueiro no Brasil, essa cultura continua a ser tratada, em quase sua totalidade, como uma atividade extrativista. Invariavelmente, práticas desenvolvidas especificamente para o cajueiro ou utilizadas em culturas mais tecnificadas são rechaçadas quando apresentadas aos cajucultores e empresários.

Com relação às tentativas para a redução da deterioração microbiológica das amêndoas não tem sido diferente. Até mesmo as sugestões para o melhoramento das condições de armazenamento das castanhas são ignoradas. Em virtude dos resultados com a radiação gama (Co60), poderia ser testada a combinação entre o tratamento com choque térmico (temperaturas negativas) e as dosagens mais baixas de radiação. Outra tentativa seria a cobertura das castanhas, antes do armazenamento, com uma película de cera de carnaúba líquida, a fim de restringir a respiração e o consequente desenvolvimento dos fungos no interior das amêndoas. Ademais, estudos preliminares conduzidos pela Embrapa Agroindústria Tropical, utilizando o produto indutor de resistência Acibenzolar-S-Metil (Bion®), em condições de campo, sugerem uma redução na deterioração fúngica das amêndoas. Contudo, é improvável que esse produto possa ser utilizado em escala comercial, em virtude da inviabilidade econômica do tratamento.

ABSTRACT – This work presents the microorganisms associated with deterioration of cashew kernels in Brazil. About 83 filamentous fungi, 17 bacteria and 1 yeast species have been identified so far. Among the filamentous fungi the most

Ciências Agrárias

common species belong to Aspergillus and Penicillium genera. Despite the high number of microorganisms cashew kernels are safe for human consumption as only low levels of mycotoxins have been found compared with other nuts. Methods tested aiming to decrease the deterioration, ways of kernel infection, and new practices to avoid kernels deterioration are discussed.

REFERÊNCIAS

ANTONOVICS, J. Plant venereal diseases: insights from a messy metaphor. **New Phytologist**, v.163, n.1, p. 71- 80, 2005.

BEUCHAT, L.R. Relationship of water activity to moisture content in tree nuts. **Journal of Food Science**, v. 43, p.754-758, 1978.

CRISÓSTOMO, E. A gestão das agroindústrias exportadoras de amêndoas de castanha-de-caju no estado do Ceará. **Revista Razão Contábil e Finanças**, v. 1, p. 1- 29, 2010.

FIGUEIREDO JÚNIOR, H.C. Desafios para a cajucultura no Brasil: o comportamento da oferta e da demanda da castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. 4, p. 550-571, 2006.

FREIRE, F. C.O.; CAVALCANTE, M.J.B.; BEZERRA, J.L. Deterioração fúngica de amêndoas de cajueiro no Nordeste brasileiro. **Agrotropica**, v. 8, p. 61-64, 1996.

FREIRE, F. C.O.; KOZAKIEWICZ, Z.; PATERSON, R.R.M. Mycoflora and mycotoxins of Brazilian cashew kernels. **Mycopathologia**, v. 145, p. 95-103, 1999.

FREIRE, F. C.O.; DEL MASTRO, N.L. Efeito da radiação gama na redução da deterioração fúngica em amêndoas de castanha de cajueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 458, ago. 2000. Suplemento, ref. 683. Edição de Resumos do XXXIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Belém, PA, ago. 2000.

FREIRE, F.C.O.; BARGUIL, B.M.; DEL MASTRO, N. L. Controle da deterioração fúngica em amêndoas de cajueiro através da radiação gama. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 415, agos. 2001. Suplemento, ref. 560. Edição de Resumos do XXXIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia. São Pedro, SP, ago. 2001.

FREIRE, F.C.O.; BARGUIL, B.M. **Fungos que deterioram amêndoas de cajueiro no Brasil**. Fortaleza, 2001. 3p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 64).

FREIRE, F.C.O.; CARDOSO, J.E.; SANTOS, A.A.; VIANA, F.M.P. Diseases of cashew nut plants (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. **Crop Protection**, v. 21, p. 489-494, 2002.

FREIRE, F.C.O.; CARDOSO, J.E. Doenças do cajueiro. In: FREIRE, F.C.O.; CARDOSO, J.E.; VIANA, F.M.P. (Ed.). **Doenças de fruteiras tropicais de interesse agroindustrial**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p.191-226.

FREIRE, F. C.O.; OFFORD, L. Bacterial and yeast counts of Brazilian commodities and spices. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 33, p. 1-4, 2002.

FREIRE, F.C.O.; KOZAKIEWICZ, Z. Filamentous fungi, bactéria and yeasts associated with cashew kernels in Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n.2, p. 249-254, 2005.

FREIRE, F.C.O. Fungi associated with cashew inflorescences in Brazil. **Essentia**, v.13 , n.2 , p.27- 41, 2012.

OKWELOBU, J.N.; MACKAY, F.J. Cashewnut and moisture relations. **Journal of Science Food Agriculture**, v. 20, p. 697, 1969.

Ciências Agrárias

PAIVA, F.F.A.; SILVA NETO, R.M.; PAULA PESSOA, P.F.A.; LEITE, L.A.S. **Processamento de castanha de caju**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 53p.

SINDICAJU- Sindicato das Indústrias de Beneficiamento de Castanha de Caju e Amêndoas Vegetais do Estado do Ceará. Disponível em: <[HTTP://sindicaju.org.br/perfil-do-setor](http://sindicaju.org.br/perfil-do-setor)>. Acesso em 09/03/2012.

VIEIRA, I.G.P.; FREIRE, F.C.O.; ANDRADE, J.A.; MENDES, F.N.P.; MONTEIRO, M.C.N. Determinação de aflatoxinas em amêndoas de cajueiro por cromatografia em camada delgada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 4, p. 30-435, 2007.