

**TATIANA ALVES DOS REIS**

**MICROBIOTA E OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS  
EM AMOSTRAS DE CASTANHA-DO-BRASIL  
PROVENIENTES DE DIFERENTES ESTADOS  
BRASILEIROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Microbiologia

Orientador: Prof. Dr. Benedito Corrêa

Versão original

São Paulo  
2013

## RESUMO

REIS, T. A. **Micobiota e ocorrência de micotoxinas em amostras de castanha-do-Brasil provenientes de diferentes Estados brasileiros**. 2013. 216 f. Tese (Doutorado em Microbiologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

A castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) é o mais importante produto florestal não madeireiro extraído da Amazônia comercializado nos mercados interno e externo. Trata-se de uma mercadoria de elevado valor econômico e nutricional, com características de produção peculiares muito complexas e de difícil controle. Desde a floresta, suas sementes são suscetíveis à contaminação por fungos, particularmente os micotoxigênicos e seus metabólitos. Neste contexto, torna-se imprescindível determinar a micobiota e a presença de micotoxinas em castanhas-do-Brasil provenientes dos estados pertencentes à região Amazônica do Brasil, os principais produtores. O objetivo deste estudo foi avaliar a presença de fungos e micotoxinas (aflatoxinas e ácido ciclopiazônico) em amostras de castanha-do-Brasil coletadas em diferentes estados: Acre, Amazonas, Amapá e Pará. Um total de 200 amostras de casca e 200 amostras de amêndoa foram semeadas em ágar *Aspergillus flavus-parasiticus* para pesquisa da micobiota. As micotoxinas foram analisadas tanto nas amêndoas quanto nas cascas por cromatografia líquida de alta eficiência. A morfológica clássica e a análise molecular revelaram a presença dos seguintes fungos, em ordem decrescente de frequência: amêndoas - *Phialemonium* spp. (54%), *Penicillium* spp. (16%), *Fusarium* spp. (13%), *Phaeoacremonium* spp. (11%), e *Aspergillus* spp. (4%), cascas - *Phialemonium* spp. (62%), *Phaeoacremonium* spp. (11%), *Penicillium* spp. (10%), *Fusarium* spp. (9%), e *Aspergillus* spp. Aflatoxinas foram detectadas em 22 (11%) das 200 amostras de amêndoa, sendo que 13 (59,1%) amostras apresentaram níveis de aflatoxina B<sub>1</sub> acima de 15 µg/kg, limite estabelecido pela Comissão Europeia e pela ANVISA. Dezenove (9,5%) das amostras de casca continham aflatoxinas, porém, em menores níveis do que os encontrados nas amêndoas. Ácido ciclopiazônico foi detectado em 44 (22%) das amostras do produto, com níveis entre 98,65 e 161,2 µg/kg. Assim, boas práticas no manejo da castanha-do-Brasil na coleta, durante o beneficiamento, até o armazenamento e comercialização são necessárias para garantir a qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Micoflora. *Aspergillus*. Fungo. Castanha-do-Brasil, Aflatoxinas. Ácido ciclopiazônico.

## ABSTRACT

REIS, T. A. **Mycobiota and mycotoxins in Brazil nut samples from different Brazilian states**. 2013. 216 p. Ph. D. thesis (Microbiology) -Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) is the most important non-timber forest products extracted Amazon and marketed in national and international markets. It is a product of high nutritional and economic value, with production characteristics peculiar very complex and difficult to control. Since the forest, the seeds are susceptible to fungal contamination, particularly mycotoxigenic fungi and their metabolites. In this context, it is essential to determine the mycobiota and mycotoxins in Brazil nuts from the states belonging to the Amazon region of Brazil, the main producers. The aim of this study was to evaluate the presence of fungi and mycotoxins (aflatoxins and cyclopiazonic acid) in Brazil nut samples collected in different states: Acre, Amazonas, Amapá and Pará. A total of 200 of husk samples and 200 of almond samples were plated on agar *Aspergillus flavus* - parasiticus for mycobiota determination. Mycotoxins were analyzed in both almonds and husks by high performance liquid chromatography. The classical morphological and molecular analysis revealed the presence of the following fungi, in decreasing order of frequency: almonds - *Phialemonium* spp. (54%), *Penicillium* spp. (16%) , *Fusarium* spp. (13%), *Phaeoacremonium* spp. (11%) and *Aspergillus* spp. (4%) , husks - *Phialemonium* spp. (62%), *Phaeoacremonium* spp. (11%), *Penicillium* spp. (10%), *Fusarium* spp. (9%), and *Aspergillus* spp. Aflatoxins were detected in 22 (11 %) of 200 almond samples, and 13 (59.1%) of the samples contained aflatoxin B<sub>1</sub> levels above 15 µg/kg, the limit established by the European Commission and ANVISA. Nineteen (9.5%) of husk samples contained aflatoxin, but at lower levels than those found in almonds. Cyclopiazonic acid was detected in 44 (22%) of almond samples, with levels between 98.65 and 161.2 µg/kg. So, good practice in the management of Brazil nut in collecting, processing, storage and marketing are necessary to ensure the quality of the product.

**Keywords:** Mycoflora. *Aspergillus*. Fungo. Brazil nut. Aflatoxins. Cyclopiazonic acid.

## **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho de doutorado nasceu da ideia de se estudar a diversidade da microbiota em amostras de castanha-do-Brasil. Com essa finalidade, quatro estados brasileiros foram escolhidos pela importância econômica no que se refere à comercialização desse valioso produto. Sob orientação do professor Dr. Benedito Corrêa, o experimento foi delineado e um projeto foi escrito e encaminhado ao CNPq e, quando aprovado, iniciaram-se os trabalhos. Para mim foi um grande privilégio participar desta pesquisa como aluna de doutorado e mais ainda sendo orientada pelo professor Benedito, que é uma pessoa que sempre admirei, sendo para mim um exemplo de pessoa, professor e pesquisador. Meu desejo de trabalhar com pesquisa iniciou quando, após um estágio no Laboratório de Micotoxinas em Pirassununga, SP, em 1996, fui aceita como aluna de iniciação científica do CNPq, sob orientação do professor Dr. Carlos Augusto Fernandes de Oliveira, que me apresentou o mundo da pesquisa científica. Foram duas iniciações científicas pesquisando efeitos das aflatoxinas em aves e resíduos em ovos. Foi uma época repleta de desafios, mas muito compensadora, pois aprendi muito com um professor admirável que me passou seus conhecimentos sobre os pilares da organização, método e disciplina. Após esses inesquecíveis anos, iniciei o estágio obrigatório no Instituto Adolfo Lutz, onde fui recebida pela pesquisadora e professora Dra. Myrna Sabino que concordou em ser minha supervisora. Já graduada, continuei frequentando seu laboratório como estagiária voluntária e, depois, aluna da Fundap. Foi um período extremamente enriquecedor e gratificante, pois trabalhar com a Dra. Myrna foi conhecer mais do que uma excelente pesquisadora, um ser humano incrível. Em meados de 2000, foi publicada no edital de concursos a abertura de uma vaga de especialista para o Laboratório de Micotoxinas do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. Candidatei-me à vaga. Fiz prova e entrevista com os professores Benedito Corrêa, Jorge Timenetsky e Manoel dos Santos. Após algumas semanas, saiu o resultado e fui aprovada. A partir do dia 7 de agosto de 2000, iniciei minhas atividades como Especialista em Laboratório, sob a chefia imediata do prestigiado professor Benedito. Desde então, tenho o prazer de trabalhar com o que mais amo: ensino e pesquisa. Em 2009, após conversar com os professores Benedito e Carlos Taborda, e me comprometer a manter a qualidade do trabalho prestado, ingressei no programa de pós-graduação do Departamento de Microbiologia e iniciei um grande empreendimento que está apresentado na forma desta tese. Meu agradecimento especial a todos que participaram dessa história e contribuíram para que esse objetivo fosse alcançado.

## **7. CONCLUSÕES**

A realização deste trabalho permitiu chegar às seguintes conclusões:

- Devido à presença de celulose nas cascas, que lhes confere características higroscópicas, há uma tendência para o equilíbrio higroscópico entre a umidade relativa do ar e as cascas, resultado em maiores níveis de teor de umidade em comparação às amêndoas;
- A composição lipídica das amêndoas impede que o teor de umidade seja transferido das cascas para as amêndoas, embora os níveis de atividade de amêndoas e cascas sejam similares;
- *Phialemonium* spp. foi o fungo mais isolado tanto nas amostras de casca quanto amêndoa, porém a maior frequência de contaminação fúngica nas cascas dos que as amêndoas, demonstra que a contaminação ocorre das cascas para as amêndoas;
- Aflatoxinas e ácido ciclopiazônico foram encontrados nas amostras de amêndoas e cascas;
- A utilização de abordagem polifásica foi essencial para diferenciação das cepas de *Aspergillus*, sendo possível discriminar espécies estreitamente relacionadas;
- *Aspergillus nomius* foi a espécie mais frequente dentre o gênero *Aspergillus* spp., excetuando-se nas amostras orgânicas, nas quais *Aspergillus flavus* foi o mais isolado, este resultado foi similar ao das amostras de amêndoa provenientes do Estado do Pará;
- A determinação de selênio nas amostras de amêndoas revelou que as amostras provenientes do extremo oeste da região amazônica brasileira foram as que apresentaram menores concentrações desse elemento;
- Apesar da maior frequência de isolamento de *Aspergillus* toxigênicos nas cascas, essas não são um bom substrato para a produção de aflatoxinas.
- A presença do fungo não implica necessariamente em um alimento contaminado, porém, o isolamento de cepas de *Aspergillus* potencialmente aflatoxigênicas; mostra que a amêndoa da castanha-do-Brasil é um substrato suscetível para o desenvolvimento de fungos micotoxigênicos;
- Boas práticas no manejo da castanha-do-Brasil desde a coleta, beneficiamento, armazenamento e até sua comercialização são necessárias para garantir a

qualidade do produto, para que o mesmo não cause danos à saúde de consumidores e prejuízos econômicos.

**REFERÊNCIAS\***



## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- ABBAS, H. K.; WEAVER, M. A.; ZABLOTOWICZ, R. M.; HORN, B.; SHIER, W. T. Relationships between aflatoxin production, sclerotia formation and source among Mississippi Delta *Aspergillus* isolates. **Eur. J. Plant Pathol.**, v. 112, p. 283-287, 2005.
- ABDOLLAHI, A.; BUCHANAN, R. L. Regulation of aflatoxin biosynthesis: induction of aflatoxin production by various carbohydrates. **J. Food Sci.**, v. 46, p. 633-635, 1981.
- ABEYWICKRAMA, K.; BEAN, G. A. Toxigenic *Aspergillus flavus* and aflatoxins in Sri Lankan medicinal plant material. **Mycopathologia**. v. 113, p. 187-190, 1991.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução - RDC nº 7 de 18 de fevereiro de 2011, publicada em 22 de fevereiro de 2011, republicada em 9 de março de 2011.
- AINSWORTH, G. C. **Introduction to the history of mycology**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1976. 359 p.
- ALLCROFT, R.; ROGERS, H.; LEWIS, G.; NABNEY, J.; BEST, P.E. Metabolism of aflatoxin in sheep: excretion of the milk toxin. **Nature**. v. 209, p. 154-155, 1966.
- ALTSCHUL, S.; GISH, W.; MILLER, W.; MYERS, E.; LIPMAN, D.J. Basic Local Alignment Search Tool. **J. Mol. Biol.**, v. 215, p. 403-410, 1990.
- AMORIM, S. S.; SILVA, C. M. G.; PIRES, R. A.; SANTOS, E. A.; CASTRO, L.; SA, T. A. Occurrence of mycotoxins in food and feed in Brazil. In: Official Program and Abstract Book of the 10<sup>th</sup> International IUPAC Symposium on Mycotoxin and Phycotoxin. 2000, São Paulo. **Abstracts...** São Paulo, 2000. p. 141.
- ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S.; STREICH, R.; MARX, F. Seed composition of Amazonian Lecythidaceae Species: Part 3 in the Series "Studies of Edible Amazonian Plants". **J. Food Comp. Anal.**, v. 12, p. 37-51. 1999
- ANTONY, M.; SHUKLA, Y.; JANARDHANAN, K. K. Potential risk of acute hepatotoxicity of kodo poisoning due to exposure to cyclopiazonic acid. **J. Ethnopharmacol.**, v. 87, p. 211-214, 2003.
- APPLEBAUM, R. S.; BRACKETT, R. E.; WISEMAN, D. W.; MARTH, E. H. Responses of dairy cows to dietary aflatoxin: feed intake and yield, toxin content, and quality of milk of cows treated with pure and impure aflatoxin. **J. Dairy Sci.**, v. 65, p. 1503-1508, 1982.
- ARRUS, K.; BLANK, G.; ABRAMSON, D.; CLEAR, R.; HOLLEY, R. A. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. **J. Stored Prod. Res.**, v. 41, p. 513-527, 2005.

---

<sup>1</sup> De acordo com:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ARX, J. A. **The genera of fungi sporulating in pure culture.** 3rd ed. Vaduz: J. Cramer, 1981. 424 p.

ASSIES, W. **Going nuts from the rainforest: Non-timber Forest Products, forest conservation and sustainability in Amazon.** Amsterdam: Thela Publishers, 1997. 96 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL (AOAC). **Official method 991.31.** Aflatoxin in corn, raw peanuts, peanut butter. Immunoaffinity column (aflatest) method. AOAC International, 2000. p. 42.2.18.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL (AOAC). **Official methods of analysis.** 16th ed. Arlington, 1995. v. 2, 474 p.

ASTORECA, A. L.; DALCERO, A. M.; FERNANDES-PINTO, V.; VAAMONDE, G. A survey on distribution and toxigenicity of *Aspergillus* section *Flavi* in poultry feeds. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 146, p. 38-43, 2011.

ASTORECA, A.; VAAMONDE, G.; DALCERO, A.; MARIN, S.; RAMOS, A. Abiotic factors and their interactions influence on the co-production of aflatoxin B<sub>1</sub> and cyclopiazonic acid by *Aspergillus flavus* isolated from corn. **Food Microbiol.**, 2013. In Press.

BAQUIÃO, A. C.; ZORZETE, P.; REIS, T. A.; ASSUNÇÃO, E.; VERGUEIRO, S.; CORREA, B. Mycoflora and mycotoxins in field samples of Brazil nuts. **Food Control**, v. 28, p. 224-229, 2012.

BARCLAY, F. Transformaciones en el espacio rural loretano tras el período cauchero. In: JORDÁN, P. G. (Coord.) **La construcción de la Amazonía andina (siglos XIX-XX).** Quito: Eds. Abya-Yala, 1995. p. 229-285.

BARROS, G. G.; TORRES, A. M.; RODRIGUEZ, M. I. Genetic diversity within *Aspergillus flavus* strains isolated from peanut-cropped soils in Argentina. **Soil Biol. Biochem.**, v. 38, p. 145-152, 2006.

BAUM, M. K.; SHOR-POSNER, G.; LAI, S.; ZHANG, G.; LAI, H.; FLETCHER, M. A.; SAUBERLICH, H.; PAGE, J. B.. High risk of HIV related mortality is associated with selenium deficiency. **J. Acquir. Immune Defic. Syndr. Hum. Retrovirol.**, v. 15, p. 370-374, 1997.

BEDARD, L. L.; MASSEY, T. E. Aflatoxin B<sub>1</sub>-induced DNA damage and its repair. **Cancer Letters**, v. 241, p. 174-183, 2006.

BENNETT, J. W.; HOROWITZ, P. C.; LEE, L. S. Production of sclerotia by aflatoxigenic and nonaflatoxigenic strains of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus*. **Mycologia**, v. 71, p. 415-422, 1979.

BENNETT, J. W.; KLICH, M. **Mycotoxins.** **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, DC., 2003, v. 16, n. 3 p. 497-516.

BHATNAGAR, D.; YU, J.; EHRlich, K. C. Toxins of filamentous fungi. **Chem. Immunol.**, v. 81, p. 167–206, 2002.

BLANEY, B. J.; KELLY, M. A.; TYLER, A. L.; CONNOLE, M. D. Aflatoxin and cyclopiazonic acid production by Queensland isolates of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 40, p. 395-400, 1989.

BLOUNT, W. P. Disease of turkey poults. **Vet. Rec.**, v. 72, n. 38, p. 786, 1960.

BLOUNT, W. P. Turkey "X" disease. **Turkeys**, v. 9, n. 52, p. 55-58, 1961.

BOJANIC, A. J. H. El balance es hermoso: desarrollo sostenible y los bosques de la Amazonas Boliviana. **Programa Manejo de Bosques de la Amazonia Boliviana**. Santa Cruz, Bolivia: Série Científica 3, 2001.

BONELLI, P. R.; DELLA ROCCA, P. A.; CERRELLA, E. G.; CUKIERMAN, A. L. Effect of pyrolysis temperature on composition, surface properties and thermal degradation rates of Brazil Nut shells. **Bioresour. Technol.**, v. 76, p. 15-22, 2001.

BOWEN, H. J. M. **Trace elements in biochemistry**. London: Academic Press, 1966. 241 p.

BRADBURN, N.; COKER, R. D.; BLUNDEN, G. The etiology of turkey "X" disease. **Phytochemistry**, v. 35, p. 817, 1994.

BUNKER, S. G. Os programas de crédito e a desintegração não intencional das economias extrativas de exportação no médio Amazonas do Pará. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 12, p. 231–260, 1982.

BUNKER, S.; COELHO, M. C. N.; LOPES A. G. Ferro, Castanha-do-Pará, e a luta pela terra no entorno de um Projeto de Mineração na Amazônia Oriental. In: SILVA, J. M. P; SILVERIA, M. R. (Ed.), **Geografia econômica do Brasil: Temas regionais**. São Paulo, Brasil: UNESP, 2002, p. 5–40.

BURDOCK, G. A.; FLAMM, E. G. Review article: Safety assessment of the mycotoxin cyclopiazonic acid. **Int. J. Toxicol.**, v. 19, p. 195–218, 2000.

BUSBY, W. F.; WOGAN, G. N. Aflatoxins. In: SEARLE, C. E. (Ed.). **Chemical carcinogens**. Washington, DC: American Chemical Society, 1984. p. 945-1136. ISBN 0841208697

BUSTA, F. F.; PETERSON, E. H.; ADAMS, D. M. Colony count methods. In: SPECK, M. L. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of methods for the microbiological examination of foods**. New York: American Public Health Association, 1984, p. 914.

CALDERARI, T. O.; IAMANAKA, B. T.; FRISVAD, J. C.; PITT, J. I.; SARTORI, D.; PEREIRA, J. L. FUNGARO, M. H. P.; TANIWAK, M. H. The biodiversity of

*Aspergillus* section *Flavi* in brazil nuts: From rainforest to consumer. **Int. J. Food. Microbiol.**, v. 160, p. 267-272, 2013.

CAMPBELL-PLATT G.; COOK, P. E. Fungi in the production of foods and food ingredients. **J. Appl. Bacteriol.**, v. 18, p. 117S–131S, 1989.

CARBONE, I.; KOHN, L. M. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. **Mycologia**, v. 91, p. 553–556, 1999.

CARDARELLI, H. R.; OLIVEIRA, A. J. Conservação do leite de Castanha-do-Brasil. **Sci. Agríc.**, v. 57, p. 617-622, 2000.

CASTRILLON, A. L.; PURCHIO, A. Ocorrência de aflatoxinas em castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*, HUMB. e BONPL., 1808). **Acta Amaz.**, v. 18, p. 173-183, 1988.

CHEN, R.; MA, F.; LI, P. W.; ZHANG, W.; DING, X. X.; ZHANG, Q.; LI, M.; WANG, Y. R.; XU, B. C. Effect of ozone on aflatoxins detoxification and nutritional quality of peanuts. **Food Chem.**, v. 146, p. 284-288, 2014.

CHU, A. M.; COPE, O.; RUSSO, R.; LEW, R. Patterns of local-regional recurrence and results in Stage I and II breast cancer treated by irradiation following limited surgery: An update. **Amer. J. Clin. Oncol.**, v. 7, p. 221-229, 1984.

CHU, E. S.; BHATNAGAR, D. Mycotoxins. In: ARORA, D. K. (Ed.) **Fungal biotechnology in agricultural, food and environment applications**. New York, USA: Marcel Dekker Inc., 2004, p. 325-342.

CHU, F. S. Recent studies on immunoassays for mycotoxin. In: BEIER, R. C.; STANKER, L. H. (Ed.) **Immunoassays for residue analysis: Food Safety**. Washington, DC.: American Chemical Society Symposium Series book, 1998. n. 621, p. 294-313.

CLARK, L. C. The epidemiology of selenium and cancer. **Fed. Proc.**, v. 44, p. 2584–2589, 1985.

CLAY, J. W., 1997. Brazil nuts: The use of a keystone species for conservation and development. In: FREESE, C. H. (Ed.), **Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity Conservation**. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, p. 246–282.

CLAY, J. W.; CLEMENT, C. R. **Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian Forests**. FAO, 1993. Disponível em: <[www.fao.org/docrep/v0784e/v0885e0k.htm](http://www.fao.org/docrep/v0784e/v0885e0k.htm)>. Acesso em: 12 nov. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/index.php>>. Acesso em 12 nov. 2013.

COGELS, G. **A integração da Amazônia e a racionalização do extrativismo**. São Paulo: Edições Loyola, 1972. 171 p.

COLE, R. J. Etiology of turkey "X" disease in retrospect: a case for the involvement of cyclopiazonic acid. **Mycotoxin Research**, v. 2, p. 3-7, 1986.

COLVIN, B. M.; HARRISON, L. R. Fumonisin-induced pulmonary edema and hydrothorax in swine. **Mycopathologia**, v. 117, p. 79–82, 1992.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (CAST). **Mycotoxins: risks in plant, animal and human systems**. Ames, Iowa: Task Force Report, 2003. n. 139, 199 p.

COSLOVSKY, S. V. **Determinantes de sucesso na indústria da castanha: como a Bolívia desenvolveu uma indústria competitiva enquanto o Brasil ficou para trás**. Rio de Janeiro: Ebape, 2005. 21 p.

COSLOVSKY, S.V. Economic development without pre-requisites: how Bolivian producers met strict food safety standards and dominated the global Brazil-Nut Market. **World Dev.**, v. 54, p. 32–45, 2014.

COTTY, P. J. Aflatoxin-producing potential of communities of *Aspergillus* section *Flavi* from cotton producing areas in the United States. **Mycol. Res.**, v. 101, p. 698–704, 1997.

COTTY, P. J.; CARDWELL, K. F. Divergence of West African and North American communities of *Aspergillus* section *Flavi*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 65, p. 2264–2266, 1999.

COUTINHO, V. F.; BITTENCOURT, V. B.; COZZOLINO, S. M. F. **Effects of supplementation with Brazil nuts (CP, *Bertholletia excelsa* H.B.K.) in capoeira players on selenium (Se) concentration and glutathione peroxidases activity (GSH-PX, E.C.1.11.1.9). In: trace elements in man and animal**. Springer, 2002. Part 2.

DECASTELLI, L.; LAI, J.; GRAMAGLIA, M.; MONACO, A.; NACHTMANN, C.; OLDANO, F.; RUFFER, M.; SEZIAN, A.; BANDIROLA, C. Aflatoxins occurrence in milk and feed in Northern Italy during 2004–2005. **Food Control**, v. 18, p. 1263–1266, 2007.

DE IONGH, H.; VLES, R. O.; VAN PELT, J. G. Milk of mammals fed on aflatoxin-containing diet. **Nature**, v. 202, n. 4931, p. 466-467, 1964.

DEGOLA, F.; BERNI, E.; DALL'ASTA, C.; SPOTTI, E.; MARCHELLI, R.; FERRERO I.; RESTIVO, F. M. A multiplex RT-PCR approach to detect aflatoxigenic strains of *Aspergillus flavus*, **J. Appl. Microbiol.**, v. 103, p. 409–441, 2007.

DORNER, J. W.; COLE, R. J.; LOMAX, L. G.; GOSSER, H. S.; DIENER, U. L. Cyclopiazonic acid production by *Aspergillus flavus* and its effects on broiler chickens. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 46, p. 698–703, 1983.

EGEL, D. S.; COTTY, P. J.; ELIAS, K. S. Relationships among isolates of *Aspergillus* sect. *Flavi* that vary in aflatoxin production. **Phytopathology**, v. 84, p. 906-912, 1994.

EHRlich, K. C.; KOBbEMAN, K.; MONTALBANO, B. G.; COTTy, P.J. Aflatoxin-producing *Aspergillus* species from Thailand. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 114, p. 153-159, 2007.

ELTAWILA, M. M.; NEAMATALLAH, A.; SERDAR, S. A. Incidence of aflatoxins in commercial nuts in the holy city of Mekkah. **Food Control.**, v. 29, p. 121-124, 2013.

EMMI, M. F. A oligarquia do Tocantins e o domínio dos castanhais. Belém, Centro de Filosofia e Ciências Humanas/Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/UFPA. **Cad. Dif. Tecnol. Brasília**, v. 6, n. 1, p.157–163, 1988.

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Commission Regulation. 2010. n° 165/2010 of 26 February 2010. amending Regulation (EC) n°. 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins.** Official Journal of the European Union. L50, 2010. p. 8-12.

FAVARO, D. I. T. ; CHIOCCOLA, G. S.; TADDEI, M. H. Caracterização química e radiológica de refeições servidas pelo COSEAS/USP-SP. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 29, n. 1, p. 189-194, 2009.

FEIBELMAN, T. P.; COTTy, P. J.; DOSTER, M. A.; MICHAILIDES, T. J. A morphologically distinct strain of *Aspergillus nomius*. **Mycologia**, v. 90, p. 618–623, 1998.

FERNANDEZ-PINTO, V.; PATRIARCA, A.; LOCANI, O.; VAAMONDE, G. Natural co-occurrence of aflatoxin and cyclopiazonic acid in peanuts grown in Argentina. **Food Add. Contam.**, v. 18, p. 1017-1020, 2001

FICHEIRO: ACRE MUNICIPAL RIOBRANCO.SVG. In WIKIPÉDIA: A enciclopédia livre. Disponível em <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Acre\\_Municip\\_RioBranco.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Acre_Municip_RioBranco.svg)> Acesso em: 11 nov. 2013.

FICHEIRO: AMAZONAS MUNICIPAL MANICORE. SVG. In WIKIPÉDIA: A enciclopédia livre. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Amazonas\\_Municip\\_Manicore.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Amazonas_Municip_Manicore.svg)> Acesso em: 11 nov. 2013.

FICHEIRO: AMAPA MUNICIPAL LARANJALDOJARI.SVG. In WIKIPÉDIA: A enciclopédia livre. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Amapa\\_Municip\\_LaranjaldoJari.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Amapa_Municip_LaranjaldoJari.svg)> Acesso em: 11 nov. 2013.

FICHEIRO: PARA MUNICIPAL ACARA. SVG. In: WIKIPÉDIA. A enciclopédia livre. Disponível em <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Para\\_Municip\\_Acara.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Para_Municip_Acara.svg)> Acesso em: 11 nov. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). “FAO/WHO expert consultation on human vitamin and mineral requirements”, Chapter 5. Selenium, 1993. p. 235-255.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. In: FAO Food and Nutrition, n.73. Rome: FAO, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 2013 FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/535/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 11 de out. 2013.

FRÄNDBERG, E.; PITT J.; OLSEN, M. Quality control of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* agar and comparison with dichloran 18% glycerol agar: a collaborative study. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 89, p. 99-102, 2003.

FREIRE, F. C. O.; KOZAKIEWCZ, Z.; PATERSON, R. R. M. Mycoflora and mycotoxins in Brazilian black pepper, white pepper and Brazil nuts. **Mycopathologia**, v.149, p.13-19, 2000.

FREITAS-SILVA, O.; VENANCIO, A. Brazil nuts: Benefits and risks associated with the contamination by fungi and mycotoxins. **Food Res. Int.**, v. 144, p. 1434-1440, 2011.

FREITAS-SILVA, O.; VENANCIO, A. Ozone applications to prevent and degrade mycotoxins: a review. **Drug Metab. Rev.**, v. 42, n. 4, p. 1-9, 2010.

FRISVAD, J. C.; NIELSEN, K. F.; SAMSON, R. A. Recommendations concerning the chronic problem of misidentification of species associated with mycotoxigenic fungi in foods and feeds, In: HOCKING, A. D.; PITT, J. I.; SAMSON, R. A.; THRANE, U. (Ed.). **Adv. Food Mycol.**, New York: Springer, 2006. p. 33-46.

FRISVAD, J. C.; SKOUBOE, P.; SAMSON, R. A. Taxonomic comparison of three different groups of aflatoxin producers and a new efficient producer of aflatoxin B<sub>1</sub>, sterigmatocystin and 3-o-methylsterigmatocystin, *Aspergillus rambellii* sp. nov. **Syst. Appl. Microbiol.**, v. 28, p. 442-453, 2005.

FUNDES. **Estudio de identificación, mapeo y análisis competitivo de la Cadena Productiva de la Castaña**. Study requested by Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACIA) of Bolivia. Manuscript, 2003.

GAMS, W.; MCGINNIS, M. R., *Phialemonium*, a new anamorph genus intermediate between *Phialophora* and *Acremonium*. **Mycologia**, v.75, p. 977-987, 1983.

GEISER, D. M.; KLICH, M. A.; FRISVAD, J. C.; PETERSON, S. W.; VARGA, J.; SAMSON, R. A. The current status of species recognition and identification in *Aspergillus*. **Study Mycology**, v.59, p.1-10, 2007.

GELDERBLUM, W. C. A.; JASKIEWICZ, K.; MARASAS, W. F. O.; THIEL, P. G.; HORAK, R. M.; VLEGGAAR, R.; KRIEK, N. P. J. Fumonisin - Novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 54, p. 1806-1811, 1988.

GIORNI, P.; MAGAN, N.; PIETRI, A.; BERTUZZI, T.; BATTILANI, P. Studies on *Aspergillus* Section *Flavi* isolated from maize in northern Italy. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 113, p. 330–338, 2007.

GIORNI, P.; CAMARDO-LEGGIERI, M.; MAGAN, N.; BATTILANI, P. Comparison of temperature and moisture requirements for sporulation of *Aspergillus flavus* sclerotia on natural and artificial substrates. **Fungal Biol.**, v. 116, p. 637-642, 2012.

GLASS, N. L.; DONALDSON, G. C. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 61, p. 1323–1330, 1995.

GLÓRIA, M. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Concentrado e isolado protéico de torta de castanha-do-Pará: obtenção e caracterização química e funcional. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 2, p. 240-245, 2000.

GODET, M.; MUNAUT, F. Molecular strategy for identification in *Aspergillus* section *Flavi*. **FEMS Microbiol Lett.**, v. 304, n. 2, p. 157-168, 2010.

GONÇALVES, J. S.; FERRACIN, L. M.; CARNEIRO-VIEIRA, M. L.; IAMANAKA, B. T.; TANIWAKI, M. H.; FUNGARO, M. H. P. Molecular analysis of *Aspergillus* section *Flavi* isolated from Brazil nuts. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, v. 28, n. 4, p. 1817-1825, 2012.

GONÇALVES, S. S.; STCHIGEL, A. M.; CANO, J. F.; GODOY-MARTINEZ, P.; COLOMBO, A. L.; GUARRO, J. *Aspergillus novoparasiticus*: a new clinical species of the section *Flavi*. **Med. Microbiol.**, v. 50, p. 153-160, 2012.

GUARRO, J.; NUCCI, M.; AKITI, T.; GENÉ, J.; CANO, J.; DA GLORIA, M.; BARREIRO, C.; AGUILAR, C. *Phialemonium* fungemia: two documented nosocomial cases. **J. Clin. Microbiol.**, v. 37, p. 2493-2497, 1999.

GUMPRECHT, L. A.; BEASLEY, V. R.; WEIGEL, R. M.; PARKER, H. M.; TUMBLESON, M. E.; BACON, C. W.; MEREDITH, F. I.; HASCHEK, W. M. Development of fumonisin-induced hepatotoxicity and pulmonary edema in orally dosed swine: morphological and biochemical alterations. **Toxicol. Pathol.**, v. 26, p. 777-788, 1998.

HALÁSZ, A.; LÁSZTITY, R.; ABONYI, T.; BATA, Á. Decontamination of mycotoxin-containing food and feed by biodegradation. **Food Rev. Int.**, v. 25, p. 184-298, 2009.

HAWKSWORTH, D. L. Naming *Aspergillus* species: progress towards one name for each species. **Med. Mycol.**, v. 49, S70–S76, 2011.

HAYASHI, Y.; YOSHIZAWA, T. Analysis of cyclopiazonic acid in corn and rice by a newly developed method. **Food Chem.**, v. 93, p. 215-221, 2005.



HEDAYATI, M. T.; PASQUALOTTO, A. C.; WARN, P. A.; BOWYER, P. DENNING, D. W. *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. **Microbiol.**, v. 153, p. 1677-1692, 2007.

HEPERKAN, D.; MORETT, A.; DIKMEN, C. D.; LOGRECO, A. F. Toxigenic fungi and mycotoxin associated with figs in the Mediterranean area. **Phytopathol. Mediterr.**, v. 51, p. 119–130, 2012.

HINRIKSON, H. P.; HURST, S. F.; DE AGUIRRE, L.; MORRISON, C. J. Molecular methods for identification of *Aspergillus* species. **Med. Mycol. Suppl.**, v. 43, p. 129-137, 2005.

HOLZAPFEL, C. W. The isolation and structure of cyclopiazonic acid, a toxic metabolite of *Penicillium cyclopium* Westling. **Tetrahedron**, v. 24, p. 2101-2119, 1968.

HOMMA, A. K. O. Cemitério das castanheiras. **Ciência Hoje**. São Paulo, v.34, n.202, 2004.

HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. Evaluation of a Brazil-nut Beneficiation Industry, in the Microregion of Cametá, PA. Belém: **Comunicado Técnico**, v. 213, p. 1-10, 2008.

HORN, B. W.; SOBOLEV, V. S.; DORNER, J. W.; POWELL, J. H.; LAYTON, R. C. Association of morphology and mycotoxin production with vegetative compatibility groups in *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, and *A. tamarii*. **Mycologia**, v.88, p.574–587, 1996.

HORN, B. W.; DORNER, J. W. Soil population of *Aspergillus* species from section *flavi* along a transect through peanuts-growing region of the United States. **Mycologia**, v. 90, p. 767–776, 1998.

HUSSEIN, S. H.; BRASEL, J. M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. **Toxicol.**, v. 167, p. 101-134, 2001.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). CURRIE, L. A. (Ed.) Commission on Analytical Nomenclature, Recommendations in Evaluation of Analytical Methods including Detection and Quantification Capabilities, **Pure Appl. Chem.**, v. 67, p. 1699-1723, 1999.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. IARC. **Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans**. Lyon: IARC, 1993. v. 56, p. 445-446.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento sistemático da produção agrícola. 2009. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 12 nov. 2013.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids.** Washington, DC.: National Academic Press, 2000. 509 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA (INMETRO). **Normalização e qualidade industrial:** orientações sobre validação de métodos de ensaios químicos. Revisão: 01, 2003, 35 p.

IYENGAR, G. V.; KAWAMURA, H.; DANG, H. S.; PARR, R. M.; WANG, J.; AKHTER, P.; CHO, S. Y.; NATERA, E.; MIAH, F. K.; DOJOSUBROTO, J.; NGUYEN, M. S. Dietary Intakes of seven elements of importance in radiological protection by Asian population: comparison with ICRP Data. **Health Physics**, v. 86, n. 6, p. 557-564, 2004.

JELINEK, C. F. **Distribution of mycotoxin:** an analysis of worldwide commodities data, including data from FAO/WHO/UNEP food contamination monitoring programme. Joint FAO/WHO/UNEP. International Conference on Mycotoxins. Bangkok, Thailand, September 28 to October 3<sup>rd</sup>, 1987.

JOFFE, A. Z. *Fusarium poae* and *F. sporotrichioides* as principal causal agents of alimentary toxic aleukia. In: WYLLIE, T. D.; MOREHOUSE L. G. (Ed.). **Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses: an Encyclopaedic Handbook.** New York: Marcel Dekker, 1978. v. 3, p. 21-86.

KAIMOWITZ, D.; BOJANIC, A. Riberalta: extractivistas bajo una élite tradicional. In: PACHECO, P.; KAIMOWITZ, D. (Ed.). **Municipios y gestión forestal en el trópico boliviano.** Center for International Forestry Research, Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario, Taller de Iniciativas en Estudios Rurales y Reforma Agraria, Bolivia Sustainable Forest Management project, La Paz, 1998. (Serie Bosques y Sociedad, n. 3).

KELLERMAN, T. S.; MARASAS, W. F. O.; THIEL, P. G.; GELDERBLUM, W. C. A.; CAWOOD, M.; COETZER, J. A. W. Leukoencephalomalacia in two horses induced by oral dosing of fumonisin B<sub>1</sub> **Onderstepoort J. Vet. Res.**, v. 57, p. 269–275, 1990.

KLICH, M. A. **Identification of common *Aspergillus* species.** The Netherland: CBS, Utrecht, 2002.

KOKALIS-BURELLE, N.; PORTER, D. M.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; SMITH, D. H.; SUBRAHMANYAM, P. **Compendium of peanut diseases.** 2nd ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1997. 94 p.

KOZAKIEWICZ, Z., 1994. Taxonomy: the key to mycotoxin identification in food and feedstuffs. Proceedings of 6<sup>th</sup> International Working Conference on Stored-product Protection. National convention centre, Canberra. HIGHLEY, E.; WRIGHT, E. J.; BANKS, H. J.; CHAMP, B. R. (Ed.). CAB International, Washington, DC. Oxford 2, p. 999-1006.

KUMEDA, Y.; ASAO, T. Single-strand conformation polymorphism analysis of PCR-amplified ribosomal DNA internal transcribed spacers to differentiate species of *Aspergillus* section *flavi*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 62, p. 2947–2952, 1996.

KURTZMAN, C. P.; HORN, B. W.; HESSELTINE, C. *Aspergillus nomius*, a new aflatoxin-producing species related to *Aspergillus flavus* and *Aspergillus tamarii*. **A. Van Leeuw.**, v. 53, p. 147-158, 1987.

LACEY, J. Pre- and post-harvest ecology of fungi causing spoilage of foods and other stored products. **J. Appl. Bacteriol. Symp. Suppl.**, p. 1S-25S, 1989.

LACEY, J.; RAMAKRISHNA, N.; HAMER, A.; MAGAN, N.; MARFLEET, C. Grain fungi. In: DILIP, K.; ARORA, D. K.; MUKERJI, K. G.; MARTH, E. H. (Ed.). **Handbook of Applied Mycology: foods and feeds**. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 121-177.

LANSDEN, J. A.; DAVIDSON, J. I. Occurrence of cyclopiazonic acid in peanuts, **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 45, p. 766–769, 1983.

LE BARS, J. Cyclopiazonic acid production by *Penicillium camembert* Thom and natural occurrence of this mycotoxin in cheese. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 38, p. 1052–1055, 1979.

LEBRET, D. T.; MARTINS JR., H. D. A.; WANG, A.; BUSTILLOS, O. V. Rapid method to determinate of mycotoxins compounds in food samples using high-performance liquid chromatography with APCI ionization tandem mass spectrometry (LC-APCI-MS/MS) in simultaneous positive and negative ion mode. 10<sup>th</sup> Latin American Congress on Chromatography and Related Techniques – COLACRO X, Campos de Jordão, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais...** Campos de Jordão, São Paulo, 2004.

LI, M.; LU, S.; JIN, C.; WANG, Y.; WANG, M.; CHENG, S.; TIAN, G. Experimental studies on the carcinogenicity of fungus-contaminated food from Linxian County. In: GELBOIN, H.V. (Ed.). **Genetic and environmental factors in experimental human cancer**. Tokyo: Japan Science Society Press, 1980. p. 139-148.

LIN, M. T.; DIANESE, J. C. A Coconut-Agar Medium for rapid detection of aflatoxin production by *Aspergillus* spp. **Phytopathol.**, v. 66, p. 1466-1469, 1976.

LINK, H. F. Observationes in Ordines plantarum naturales. Dissertatio prima, complectens Anandrarum ordines Epiphytas, Mucedines Gastomycos et Fungos Der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. **Magazin für die neuesten Entdeckungen in der gesamten Naturkunde**, v. 3, p. 1–42, 1809.

LOMAX, L. G.; COLE, R. J.; DORNER, J. W. The toxicity of cyclopiazonic acid in weaned pigs. **Vet. Pathol.**, v. 21, p. 418–424, 1984.

LOSITO, I.; MONACI, L.; ARESTA, A.; ZAMBONIN, C. G. LC-ION trap eletrospray MS-MS for determination of cyclopiazonic acid in milk samples. **Analyst.**, v. 127, n. 4, p. 499-502, 2002.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. Essências madeireiras da Amazônia. **INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia)**, v. 1, p. 121-125, 1979.

LUO, X.; WANG, R.; WANG, L.; LI, Y.; BIAN, Y.; CHEN, Z. Effect of ozone treatment on aflatoxin B<sub>1</sub> and safety evaluation of ozonized corn. **Food Control**, v. 37, p. 171-176, 2014.

MAGAN, N.; ALDRED, D. Postharvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 19, p. 131–139, 2004.

MAGGON, K. K.; VISWANATHAN, L.; VENKITASUBRAMANIAN, T. A.; MUKERJI, K. G. Aflatoxin formation by some Indian strains of *Aspergillus flavus* Link ex Fries **J. Gen. Microbiol.**, v. 59, p. 119-124, 1969.

MAGNANINI, A.; MAGNANINI, C. **Árvores gigantes da terra e as maiores assinaladas no Brasil**. 2. ed. 2003. 46 p. (Série Ciência e Pesquisa, Caderno 20), São Paulo.

MARASAS, W. F. O. Fumonisin: history, worldwide occurrence and impact. In: JACKSON, L. S.; DEVRIES, J. W.; BULLERMAN, L. B. (Ed.). **Fumonisin in Food**. New York: Plenum, 1996. p. 1-17.

MARASAS, W. F. O.; KELLERMAN, T. S.; GELDERBLUM, W. C. A.; COETZER, J. A. W.; THIEL, P. G.; VAN DER LUGT, J. J. Leukoencephalomalacia in a horse induced by fumonisin B<sub>1</sub> isolated from *Fusarium moniliforme*. **Onderstepoort J. Vet. Res.**, v. 55, p. 197–203, 1988.

MARASAS, W. F. O. Occurrence of *Fusarium moniliforme* and fumonisins in maize in relation to human health. **S. Afr. Med. J.**, v. 83, p. 382-383, 1993.

MARR, J. S.; MALLOY, C. D. An epidemiologic analysis of the ten plagues of Egypt. **Cadeceus**, v. 12, p. 7-24, 1996.

MARTINS, M. L.; MARTINS, H. M. Natural and in vitro coproduction of cyclopiazonic acid and aflatoxins. **J. Food Prot.**, v. 62, p. 292–294, 1999.

MATOSSIAN, M. K. **Poisons of the past: molds, epidemics and history**. New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1989. 190 p.

MAUÉS, M. M. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. and Bonpl.) in eastern Amazonian. In: KEVAN P.; IMPERATRIZ, F. (Ed.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 245-254.

MOLDES-ANAYA, A. S.; ASP, T. N.; ERIKSEN, G. S.; SKAAR, I.; RUNDBERGET, T. Determination of cyclopiazonic acid in food and feeds by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. **J. Chromatogr. A.**, v. 1216, p. 3812-3818, 2009.

- MOREAU, C. **Moulds, Toxins and Food**. Chichester: John Wiley, 1979. 477 p.
- MORI, S. A.; PRANCE, G. T. Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Humb and Bonpl: Lecythidaceae). In: PRANCE, G. T.; BALICK, M. J. (Ed.). **New directions in the study of plants and people: research contributions from the Institute of Economic Botany**. New York: The New York Botanical Garden, 1990, v. 8, p. 130-150.
- MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.)**. Belém, Pará: EMBRAPA, CPATU, 1984. 82 p.(Documentos, 29).
- MOSS, M. O. Mycotoxins of *Aspergillus* and other filamentous fungi. **J. Appl. Bacteriol. (Suppl.)**, p. 69-81, 1989.
- MOTTA, S.; SOARES, L. M. V. Simultaneous determination of tenuazonic and cyclopiazonic acid in tomato products. **Food Chem.**, v. 71, p. 111-116, 2000.
- NELSON, D.; FUJIWARA, L. **Projeto Castanha-do-Brasil**. Programa Gestão Pública e Cidadania, 2002. 16 p.
- NEPOTE, M. C.; PIONTELLI, E.; SAUBOIS, A. Occurrence of *Aspergillus flavus* strains and aflatoxins in corn from Santa Fe, Argentina. **Latinoam Nutr.**, v. 47, p. 262–264, 1997.
- NESCI, A.; ETCHEVERRY, M. *Aspergillus* section *Flavi* populations from field maize in Argentina, **Lett. Appl. Microbiol.**, v. 34, p. 343-348, 2002.
- NISHIE, K.; COLE, R. J.; DORNER, J. W. Toxic effects of cyclopiazonic acid in the early phase of pregnancy in mice. **Res. Commun. Chem. Pathol. Pharmacol.**, v. 55, p. 303–315, 1987.
- NOVAS, M. V.; CABRAL, D. Association of mycotoxin and sclerotia production with compatibility groups in *Aspergillus flavus* from peanut in Argentina. **Plant Disease**, v. 86, p. 215-219, 2002.
- OHOMOMO, S.; SUGITA, M.; ABE, M. Isolation of cyclopiazonic acid, cyclopiazonic acid imine and bisecodehydro cyclopiazonic acid from cultures of *Aspergillus versicolor* (Viull.) Tiraboschi. **J. Agric. Chem. Soc. Jpn.**, v. 47, p. 57-63, 1973.
- OLSEN, M.; JOHNSON, P.; MÖLLER, T.; PALADINO, R.; LINDBLAD, M. *Aspergillus nomius*, an important aflatoxin producer in Brazil nuts? **World Mycotoxin J.**, v. 1, p. 123-126, 2008.
- PACHECO, A. M.; SCUSSEL, V. M. Selenium and aflatoxin levels in raw Brazil nuts from the Amazon basin. **J. Agric. Food Chem.**, v.55, p. 11087-11092, 2007.
- PAINTER, K. **Puberty signs evident in 7- and 8- year old girls**. Washington, DC.: USA Today, April 8<sup>th</sup>, 1997, P.A-1.

PARIZA, M. W.; JOHNSON, E. A. Evaluating the safety of microbial enzyme preparations used in food processing: update for a new century. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, v. 33, p. 173-186, 2001.

PARR, R. M. Current role of NAA in biological and health-related environmental studies as exemplified by programs of the IAEA. **J. Radioanal. Nucl. Chem.**, v.244, n.1, p.17-21, 2000.

PERDOMO, H.; SUTTON, D. A.; GARCÍA, D.; FOTHERGILL, A. W.; GENE, J.; CANO, J.; SUMMERBELL, R. C.; RINALDI, M. G.; GUARRO, J. Molecular and phenotypic characterization of *Phialemonium* and *Lecythophora* isolates from clinical samples. **J. Clin. Microbiol.**, v. 49, p. 1209-1216, 2011.

PERES, C. A.; BAIDER, C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in Southeastern Amazonia. **J. Trop. Ecol.**, v. 13, p. 595-616, 1997.

PETERSON, S. W.; ITO, Y.; HORN, B. W.; GOTO, T. *Aspergillus bombycis*, a new aflatoxigenic species and genetic variation in its sibling species, *A. nomius*. **Mycologia**, v. 93, p. 689–703, 2001.

PIER, A. C.; BELDEN, E. L.; ELLIS, J. A.; NELSON, E. W.; MAKI, L. R. Effects of cyclopiazonic acid and aflatoxin singly and in combination on selected clinical, pathological and immunological responses of guinea pigs. **Mycopathol.**, v. 105, p. 135-142, 1989.

PILDAIN, M. B.; CABRAL, D.; VAAMONDE, G. Poblaciones de *Aspergillus flavus* en maní cultivado en diferentes zonas agroecológicas de la Argentina, caracterización morfológica y toxigénica. **Rev. Invest. Agropec.**, v. 34, p. 3–19, 2005.

PILDAIN, M. B.; FRISVAD, J. C.; VAAMONDE, G.; CABRAL, D.; VARGA, J.; SAMSON, R. A. Two novel aflatoxin-producing *Aspergillus* species from Argentinean peanuts. **Int. J. Syst. Evol. Microbiol.**, v. 58, p. 725-735, 2008.

PILDAIN, M. B.; VAAMONDE, G.; CABRAL, D. Analysis of population structure of *Aspergillus flavus* from peanut based on vegetative compatibility, geographic origin, mycotoxin and sclerotia production. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 93, p. 31-40, 2004.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage**. 3rd ed. Londres, Inglaterra: Blackie Academic and Professional, 2009. 519 p.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D.; GLENN, D. R. An improved medium for the detection of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. **J. Appl. Bacteriol.**, v. 54, p. 109-114, 1983.

PROBST, C. **In the World Mycotoxin Forum**: the third conference the international networking conference for the food and feed industry, Noordwijk aan Zee, the Netherlands. 2005.

PURCHASE, I. F. H. The acute toxicity of the mycotoxin cyclopiazonic acid to rats. **Toxicol. Appl. Pharmacol.**, v. **18**, p. 114–123, 1971

RAO, B. L.; HUSAIN, A. Presence of cyclopiazonic acid in Kodo millet (*Paspalum scrobiculatum*) causing Kodua poisoning in man and its production by associated fungi. **Mycopathologia**, v. **89**, p. 177–180, 1985.

RAPER, K. B.; FENNELL, D. I. **The genus *Aspergillus***. Baltimore:Williams & Wilkins, 1965. 686p.

RAZZAGHI-ABYANEH, M.; SHAMS-GHAHFAROKHI, M.; ALLAMEH, A.; KAZEROON-SHIRI, A.; RANJBAR-BAHADORI, S.; MIRZAHOSEINI, H.; REZAEI, M.B. A survey on distribution of *Aspergillus* section *Flavi* in corn field soils in Iran: population patterns based on aflatoxins, cyclopiazonic acid and sclerotia production. **Mycopathologia**. v. 161, n. 3, p. 183-192, 2006.

RESNIK, S.; NEIRA, S.; PACIN, A.; MARTINEZ, E.; APRO, N.; LATREITE, S. A survey of the natural occurrence of aflatoxins and zearalenone in Argentina field maize: 1983–94. **Food Add. Contam.**, v. 13, p. 115–120, 1996.

RIBEIRO, M. A. A.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; LIMA, U.A.; BAGGIO, C. E. Whole and shelled brazil nut storage: effect of the temperature on their resistance to rancidity. **Scientiae Agriculturae**, v. 50, n. 3, p. 343-348, 1993.

RIDDELL, R. W. Permanent stained mycological preparations obtained by slide culture. **Mycologia**, v. 42, p. 265-270, 1950.

RILEY, R. T.; GOEGER, D. E.; YOO, H.; SHOWKER, J. L. Comparison of three tetramic acids and their ability to alter membrane function in cultured skeletal muscle cells and sarcoplasmic reticulum vesicles. **Toxicol. Appl. Pharmacol.**, v. 114, p. 261–267, 1992.

RODRIGUES, P.; VENÂNCIO, A.; KOZAKIEWICZ, Z.; LIMA, N. A polyphasic approach to the identification of aflatoxigenic and non-aflatoxigenic strains of *Aspergillus* Section *Flavi* isolated from Portuguese almonds. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 129, p. 187–193, 2009.

SAMBROOK, J.; FRITSCH, E. F.; MANIATS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 2 ed. New York: Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Laboratory, 1989.653 p.

SAMSON, R. A.; HONG, S. B.; FRISVAD, J. C. Old and new concepts of species differentiation in *Aspergillus*. **Med. Mycol.**, v. 44, p. 133-148, 2006.

SAMSON, R. A.; VARGA, J. What is a species in *Aspergillus*? **Med. Mycol.**, v.47, p. 13-20, 2009.

SANCHIS, V.; VINAS, I.; JIMENEZ, M.; HERNANDEZ, E. Diferencias morfológicas y enzimáticas entre cepas de *Aspergillus flavus* productoras de aflatoxinas. **An. Biol. Spec. Sect.**, v. 1, p. 109-114, 1984.

SARGEANT, K.; SHERIDAN, A.; O'KELLY, J.; CARNAGHAN, R. B. A. Toxicity associated with certain samples of groundnuts. **Nature**, v. 192, p. 1096-1097, 1961.

SCHMIDT-HEYDT, M., ABDEL-HADI, A.; MAGAN; N.; GEISEN, R. Complex regulation of the aflatoxin biosynthesis gene cluster of *Aspergillus flavus* in relation to various combinations of water activity and temperature. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 135, p. 231-237, 2009.

SCHREIBER, W. R. **The Amazon basin Brazil nut industry**, **Foreign Agriculture Report n. 49**. Washington, DC.: US Department of Agriculture, 1950.

SCOTT, P. M. Natural poisons. In: HELRICH, K. (Ed.). **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington: Association of the Official Analytical Chemists, 1990. Cap. 49, p. 1184-1213.

SCUSSEL, V. M.; GIORDANO, B. N.; SIMAO, V.; MANFIO, D.; GALVAO, S.; RODRIGUES, M. N. Z. Effect of oxygen-reducing atmospheres on the safety packaged shelled Brazil nuts during storage. **Int. J. Anal. Chem.**, v. 2011, p. 1-9, 2011.

SERRANO, R. O. P. **Regeneração e estrutura populacional de *Bertholletia excelsa* H.B.K. em áreas com diferentes históricos de ocupação no vale do Rio Acre (Brasil)**. 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Florestais) – Universidade Federal do Acre – UFAC, Rio Branco, 2005.

SHAPIRA, R.; PASTER, N. Control of mycotoxins in storage and techniques for their decontamination. In: MAGGAN, N.; OLSEN, M. (Ed.) **Mycotoxins in food: detection and control**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press, 2004. p.190-223.

SHARMA, R. P.; DUGYALA, R. R.; VOSS, K. A. Demonstration of in-situ apoptosis in mouse liver and kidney after short-term repeated exposure to fumonisin B<sub>1</sub>. **J. Comp. Pathol.**, v. 117, p. 371–381, 1997.

SILLER, W. G.; OSTLER, D. C. The histopathology of an entero-hepatic syndrome of turkey poults. **Vet. Rec.**, v. 73, p. 134-138, 1961.

SMITH, E. E.; KUBENA, L. F.; BRAITHWAITE, C. E.; HARVEY, R. B.; PHILLIPS, T. D.; REINE, A. H. Toxicological evaluation of aflatoxin and cyclopiazonic acid in broiler chickens. **Poultry Sci.**, v. 71, n. 8, p. 1136-1144, 1992.

SMITH, J. E.; ROSS, I. C. The toxigenic *Aspergillus*. In: SMITH, J. E.; HENDERSON, R. S. (Ed.) **Mycotoxins and Animal Foods**. London: CRC Press, 1991. p. 31-61.

SOARES, L. P.; REALE, V. B. **Castanha-do-Brasil: Levantamento preliminar**. Ministério da Agricultura. DEMA-Pará e FAEPA, 1976. 69 p.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamento de amêndoa e torta de Castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 24, n. 1, p.120-128, 2004.



SPENCER, E. R. Decay of Brazil nuts. **The Botanical Gazette**, v. 72, p. 265-288, 1921.

SPENSLEY, P. C. Aflatoxin, the active principle in turkey "X" disease. **Endeavour**, v. 22, p.7 5–79, 1963.

STEINER, W. E.; BRUNSCHWEILER, K.; LEIMBACHER, E.; SCHENEIDER, R. Aflatoxins and fluorescence in Brazil nuts and pistachio nuts. **J. Agric. Food Chem.**, v. 40, p. 2453-2457, 1992.

STROKA, J.; ANKLAM, E. Immunoaffinity column cleanup with liquid chromatography using post-column bromination for determination of aflatoxins in peanut butter, pistachio paste, and paprika powder: collaborative study. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, v. 83, n. 2, p. 320-340, 2000.

STUBBLEFIELD, R. D. Thin-layer and high performance liquid chromatographic methods for the analysis of aflatoxins in animal tissues and fluids. In: RICHARD, J. L.; THURSTON, J. R. (Ed.) **Diagnosis of Mycotoxicoses**. Boston, MA: Martinus Nijhoff, 1986.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). 4.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

TAITSON, B. **Harvesting nuts, improving lives in Brazil**, WWF, 18 Jan 2007.

TANAKA, T.; YONEDA, A.; SUGIURA, Y.; INOUE, S.; TAKINO, M.; TANAKA, A.; SHINODA, A.; SUZUKI, H.; AKIYAMA, H.; TOYODA, M. An application of liquid chromatography and mass spectrometry for determination of aflatoxins. **Mycotoxins**, v. 52, p. 107-113, 2002.

TANCHEV, Y.; DOROSSIEV, D. The first clinical description of Balkan endemic nephropathy (1956) and its validity 35 years later. In: CASTEGNARO, M.; PLESTINA, R.; DIRHEIMER, G.; CHERNOZEMSKY, I. N.; BARTSCH, H. (Ed.) **Mycotoxins, Endemic Nephropathy and Urinary Tract Tumors**. Lyon: IARC Scientific Publications, 1991. n. 115, p. 21-28.

TANIWAK, M. H.; PITT, J. I.; IAMANAKA, B. T.; SARTORI, D.; COPETTI, M. V.; BALAJEE, A.; FUNGARO, M. H. P.; FRISVAD, J. C. *Aspergillus bertholletius* sp. nov. from Brazil nuts. **Plos One**, v. 7, p. 1-7, 2012.

TONINI, H. **Castanheira-do-brasil**: uma espécie chave na promoção do desenvolvimento com conservação. Boa Vista: EMBRAPA Roraima, 2007. 3 p.

TRAN-DINH, N.; PITT, J. I.; CARTER, D. A. Molecular genotype analysis of natural toxigenic and nontoxigenic isolates of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. **Mycol. Res.**, v. 103, n. 11, p. 1485–1490 1999.

TRUCKSESS, M. W.; MISLIVEC, P. B.; YOUNG, K.; BRUCE, V. R.; PAGE, S. W. Cyclopiazonic acid production by cultures of *Aspergillus* and *Penicillium* species

isolates from dried beans, corn meal, macaroni and pecans. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, v. 70, p. 123-126, 1987.

TRUCKSESS, M. W.; STACK, M.E.; NESHEIM, S.; PAGE, S. W.; ALBERT, R. H., HANSEN, T.J.; DONAHUE, K.F. Immunoaffinity column coupled with solution fluorometry or liquid chromatography post column derivatization for determination of aflatoxins in corn, peanuts and peanut butter: collaborative study. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, v. 74, p. 81-88, 1991.

UENO, Y. Citreoviridin from *Penicillium citreoviride* Biourge. In: PURCHASE, I. F. H. (Ed.) **Mycotoxins**. New York: Elsevier Scientific Publ Co, 1974.p. 283-302.

**UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA)**. National Nutrient Database for Standard Reference, Food Group: 12 nut and seed products. Disponível em: <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>> Acesso em: 25 set. 2013.

URANO, T.; TRUCKSESS, M. W.; MATUSIK, J.; DORNER, J. W. Liquid chromatographic determination of cyclopiazonic acid in corn and peanuts. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, v. 75, n. 2, p. 319-322, 1992.

VAAMONDE, G.; DEGROSSI, C.; COMERIO, R.; FERNANDEZ-PINTO, V. *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* en maní cultivado en la provincia de Córdoba (Argentina): Características diferenciales y capacidad aflatoxicogénica. **Bol. Soc. Argent Bot.**, v. 30, p. 191-198, 1995.

VAAMONDE, G.; PATRIARCA, A.; FERNANDEZ-PINTO, V.; COMERIO, R.; DEGROSSI, C. Variability of aflatoxin and cyclopiazonic acid production by *Aspergillus* section *Flavi* from different substrates in Argentina. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 88, p. 79-84, 2003.

VAN DONGEN, P. W. J., DE GROOT A. N. J. A. History of ergot alkaloids from ergotism to ergometrine. **Eur. J. Obstet. Gynecol. Reproduct. Biol.**, v. 60, p. 109-116, 1995.

VOGEL, P.; RHEE, R.; BLANCHE-KOELNSMID, W. A .A. A Rapid screening test for Aflatoxin-synthesizing *Aspergilli* of the *flavus-oryzae* Group. **J. Appl. Bacteriol.**, v. 28, p. 213-220, 1965.

VONDERHEIDE, A. P.; WROBEL, K.; KANNAMKUMARATH, S. S.; B'HYMER, C.; MONTES-BAYÓN, M.; PONCE DE LEÓN, C.; CARUSO, J. A. Characterization of selenium species in Brazil nuts by HPLC-ICP-MS and ES-MS. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 5722-5728, 2002.

WHITE, T. J.; BRUNS, T., LEE, S.; TAYLOR, J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS, M. A.; GELFAND; D. H., SNINSKY, J. J.; WHITE, T. J. (Ed.). **PCR protocols a guide to methods and applications**. New York: Academic Press, 1990. p. 315-322.

WICKLOW, D. T.; STUBBLEFIELD, R. D.; HORN, B. W.; SHOTWELL, O. L. Citreoviridin levels in *Eupenicillium ochrosalmoneum* infested maize kernels at harvest. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 54, p. 1096-1098, 1988.

WOGAN, G. N. Aflatoxin as risk factors for hepatocellular carcinoma in humans. **Cancer Res.**, v. 52, n. 7, p. 2114-2118, 1992.

YANG, G. Q.; WANG, S. Z.; ZHOU, R. Z. H.; SUN, S. Z. Endemic selenium intoxication of humans in China. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 37, p. 872-881, 1983.

YANG, C. S. Research on esophageal cancer in China: A review. **Cancer Res.**, v. 40, p. 2633-2644, 1980.

YIN, Y.; LOU, T.; YAN, L.; MICHAILIDES, T. J.; MA, Z. Molecular characterization of toxigenic and toxigenic *Aspergillus flavus* isolates, collected from peanut fields in China. **J. Appl. Microbiol.**, v. 107, p. 1857-1865, 2009.

YOKOTA, T.; SAKURAI, A.; IRIUCHIJMA, S.; TAKAHASHI, N. Isolation and <sup>13</sup>C NMR study of cyclopiazonic acid, a toxic alkaloid produced by muscardine fungi *Aspergillus flavus* and *A. oryzae*. **Agric. Biol. Chem.**, v. 45, p. 53-56, 1981.

YU, S. Y.; CHU, Y. J.; GONG, X. L.; HOU, C. Regional variation of cancer mortality and its relation to selenium levels in China. **Biol. Trace Elem. Res.**, v. 7, p. 21-29, 1985.

ZORZETE, P.; REIS, T. A.; FELÍCIO, J. D.; BAQUIÃO, A. C.; MAKIMOTO, P.; CORREA, B. Fungi, mycotoxins and phytoalexin in peanut varieties, during plant growth in the field. **Food Chem.**, v. 129, p. 957-964, 2011.