

RAQUEL BRAGHINI

Efeitos da radiação gama no fungo *Alternaria alternata* e nas micotoxinas alternariol e alternariol monometil éter em amostras de cereais artificialmente contaminadas

Tese apresentada ao Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Microbiologia

Orientador: Benedito Corrêa

**São Paulo
2009**

Resumo

BRAGHINI, R. **Efeitos da radiação gama no fungo *Alternaria alternata* e nas micotoxinas alternariol e alternariol monometil éter em amostras de cereais artificialmente contaminadas.** 2009. 101 f. Tese (Doutorado em Microbiologia) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da administração de diferentes doses de radiação gama no crescimento de *Alternaria alternata* e na produção das toxinas alternariol (AOH) e alternariol monometil éter (AME), em amostras de sementes de girassol, de grãos de milho, trigo e arroz. Para este fim, após irradiação com 2, 5 e 7 kGy, a massa de esporos foi ressuspensa com água destilada estéril e inoculada nas amostras de cereais. Foi realizada a contagem do número de unidades formadoras de colônias por grama, utilizando Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol e Ágar Dicloran Cloranfenicol Extrato de Malte, a pesquisa de AOH e AME, empregando-se Cromatografia Líquida acoplada a Espectrômetro de Massa. Doses de 2; 5 e 10 kGy, foram empregadas nos cereais, para análise bromatológica, das vitaminas pantotenato de cálcio e niacina, ácidos graxos e para análise estrutural do fungo por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Como resultado das análises realizadas, nos grãos de arroz e nas sementes de girassol observou-se diminuição do número unidades formadoras de colônias, proporcionalmente à dose de radiação utilizada. Diversamente, entretanto, o aumento da dose de radiação, nos grãos de trigo e milho, resultou-lhes aumento das unidades formadoras de colônias. A análise micotoxicológica revelou, nos grãos de trigo e sementes de girassol tratados pelo processo de irradiação, menor produção de AOH, comparativamente ao grupo controle. Já nos grãos de arroz e milho, o grupo irradiado com 5 kGy, foi o que mais produziu AOH. Resultado semelhante foi constatado em relação à produção de AME. Nas análises, bromatológica, dos minerais, das vitaminas pantotenato de cálcio e niacina e dos ácidos graxos, não foram observadas alterações relevantes em comparação ao grupo controle. A MEV possibilitou a visualização de alterações estruturais provocadas pelas diferentes doses de radiação gama empregadas. Análises dos padrões das toxinas AOH e AME irradiados, não revelou alterações, comparativamente ao grupo controle. Nas condições de realização deste trabalho, o emprego da radiação gama revelou-se

uma alternativa no controle de *A. alternaria* e, conseqüentemente, de AOH e AME em sementes de girassol, grãos de arroz, milho e trigo. Este é o primeiro estudo sobre os efeitos da radiação gama nas toxinas AOH e AME.

Palavras-chave: *Alternaria alternata*; Alternariol; alternariol monometil éter; Radiação gama; Cereais.

ABSTRACT

BRAGHINI, R. **Effects of gamma irradiation on the fungus *Alternaria alternata* and on mycotoxins Alternariol (AOH) and Alternariol Monomethyl Ether (AME) in artificially contaminated cereal samples.** 2009. 101 p. Ph. D. thesis (Microbiology) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

The present study aimed to evaluate the effects of different gamma irradiation doses on the growth of *Alternaria alternata* and on production of mycotoxins Alternariol (AOH) and Alternariol Monomethyl Ether (AME) in samples of sunflower seeds, corn, wheat and rice grains. For this purpose, after irradiation with 2, 5 and 7 kGy, the spore mass was resuspended in sterile distilled water and inoculated into cereal samples. The number of colony-forming units per gram (CFU/g) was determined after culture on Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol and Dichloran Chloramphenicol Malt Extract Agar. The presence of AOH and AME was investigated by Liquid Chromatography coupled to Mass Spectrometry. Doses of 2, 5 and 10 kGy were applied on cereals for bromatological, vitamins (calcium pantothenate and niacin) and fatty acids analysis. In addition, fungal morphology after irradiation on cereals was also analyzed using Scanning Electron Microscopy. The results showed a significant reduction in the number of CFU/g in rice grains and sunflower seeds, which were proportional to radiation dose used. However, in corn and wheat grains was observed an increase in the number of CFU/g with the increase of gamma irradiation. The radiation doses used resulted in a reduction of AOH levels when compared to the nonirradiated control group. In rice and corn grains, the production of AOH was highest in the group irradiated with 5 kGy. Similar result was obtained with relation to AME. Bromatological, minerals, vitamins (calcium pantothenate and niacin) and fatty acids analysis didn't reveal any alterations when compared to the control group. Scanning electron microscopy (SEM) made it possible to visualize structural alterations on *A. alternata* induced by the different γ -radiation doses used. Analysis of irradiated AOH and AME toxins standards didn't show any alteration, when compared to the nonirradiated control group. Under the conditions of the present research, gamma radiation was found to be an alternative for the control of *A. alternata* and, consequently, of AOH and AME production in sunflower seeds, rice,

corn and wheat grains. This is the first study about effects of gamma radiation on AOH and AME toxins.

Keywords: *Alternaria alternata*; Alternariol; Alternariol monomethyl ether; Gamma radiation; Cereals.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações gerais sobre o girassol, o milho, o arroz e o trigo

O girassol é uma dicotiledônea anual pertencente à família *Compositae*, gênero *Helianthus l.*, espécie *annus*; cultivado principalmente como planta oleaginosa. Originário da América do Norte foi utilizado pela população na Europa, no século XVI, pela beleza de suas flores conquistou espaço como planta ornamental e hortaliça. Entretanto, na antiga União Soviética, a partir da Primeira Grande Guerra iniciou-se a expansão desta cultura, após estudos pelos quais se pretendia o melhoramento genético da planta e a introdução de genótipos com altos teores de óleo.

As propriedades nutricionais e organolépticas do óleo de girassol são bastante conhecidas [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2008a)]. Além da utilização do óleo na alimentação humana, o girassol pode ser utilizado como aperitivo na forma de sementes torradas, na composição de barras de cereais, biscoitos, papas de bebês, alimento de pássaros, ração para cães e gatos, na forma de silagem ou farelo. Nos países eslavos, as sementes de girassol são torradas e moídas e utilizadas como sucedâneo do café. Ademais vem sendo beneficiado pela indústria farmacêutica na produção de cosméticos, tintas e materiais, sem mencionar os seus desígnios na chamada adubação verde, ou como, biodiesel. Outras alternativas de utilização desta planta dizem respeito à sua aplicação na construção civil (da casca, na confecção de móveis e do caule, na produção de isolantes térmicos e acústicos) (VRÂNCEANU, 1974; PELEGRINI, 1985).

No Brasil, nos anos de 2007 e 2008, a safra de girassóis ocupou 113,9 mil hectares, destacando-se o estado do Mato Grosso como o maior produtor, seguido do Rio Grande do Sul, de Goiás, do Mato Grosso do Sul, do Rio Grande do Norte, do Ceará, e do Paraná [Companhia Nacional de Desenvolvimento (CONAB, 2008)].

No que concerne às características do milho, trata-se de uma monocotiledônea pertencente à família das gramíneas (*Gramineae*), atualmente *Poaceas*, gênero *Zea*, cientificamente denominada *Zea mays L.* (FANCELLI, 1983). Apresenta-se como produto importante na alimentação humana, na medida em que contém carboidratos, sobretudo amido, proteínas, óleo e vitaminas (MOURA e

OLIVEIRA, 1980; Food and Agricultural Organization (FAO, 1993). Devido à sua constituição é utilizado no preparo de mais de 500 derivados (NOGUEIRA JÚNIOR et al., 1987), na alimentação humana e animal. É tido como importante instrumento no equilíbrio sócio-econômico das populações em razão de funcionar como matéria-prima básica de compostos agroindustriais (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

Quanto à sua safra, no período de 2007/2008, ocupou 14.796,4 mil hectares do Paraná, maior produtor, do Mato Grosso, de Minas Gerais, de Goiás, e de São Paulo (CONAB, 2008).

O trigo, por sua vez, pertence à família das gramíneas e ao gênero *Triticum*. Em sua maioria, classifica-se em três espécies: a *Triticum aestivum* L., predominante na produção mundial; a *Triticum compactum* Host. e a *Triticum durum* Desf. O trigo *Triticum aestivum* se subdivide em 4 classes: “Hard Red Winter”, “Hard Red Spring”, “Soft Red Winter” e “Soft Red Spring” (MATTERN, 1991). Origina-se de regiões montanhosas do sudoeste da Ásia (Irã, Iraque e Turquia), tendo sido cultivado como uma das mais importantes fontes de cereais da alimentação humana na Pérsia antiga, na Grécia e no Egito. Provas destas circunstâncias podem ser atribuídas aos achados de grãos de trigo carbonizados, datados de cerca de mais de 6 mil anos, quando já se procedia o beneficiamento desta espécie de cereal naquelas regiões (EMBRAPA, 2008b).

Vale registrarmos que se trata de um alimento nobre, abrangendo por volta de 30% da produção mundial de grãos. Seus maiores produtores são a China, a Comunidade Européia, a Índia e a Rússia, países que representam 64% do total mundial (EMBRAPA, 2008c). No Brasil, a área de trigo cultivada na safra de 2007/2008, foi de 1.818,9 mil hectares, sendo o estado do Paraná seu maior produtor, seguido do Rio Grande do Sul, São Paulo e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2008).

Sobre o último cereal estudado, o arroz, *Oryza sativa* L., é uma planta da classe *monocotyledonea*, família *gramineae*, da subfamília *oryzoideae*, gênero *Oryza* e da espécie *sativa* L. Das suas cerca de 19 espécies, a *Oryza sativa* é a mais conhecida e cultivada, constituindo-se no alimento essencial a grande parte da população do globo terrestre (FONSECA et al., 1983; ANSELMINI, 1985), daí depreende-se a sua vital importância.

Acredita-se que a *Oryza sativa* origina-se do sudoeste da Ásia, as ilhas adjacentes e a China, datando sua expansão no começo da Era Cristã, expandiu-se,

seguindo-se em direção ao Egito e mais tarde para a Europa, para a África, Américas e Austrália. Da China, espalhou-se para a Coreia e ao Japão (FONSECA et al., 1983). Atualmente, 90% da produção e consumo concentram-se na Ásia.

Tal qual mencionado, uma vez cultivado e consumido em todos os continentes, o arroz destaca-se pelo montante de sua produção, assim como pela extensão de sua área de cultivo; portanto constitui-se instrumento referencial à economia e às sociedades, por se apresentar como um dos alimentos que provê ótimos índices nutricionais, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessárias ao homem. Além disto, como cultura extremamente versátil, adaptável às diferentes condições de solo e do clima, funciona como excelente incremento no combate à fome no mundo. Aproximadamente 90% de todo o arroz do mundo é cultivado e consumido na Ásia (EMBRAPA, 2008d).

No mais, a safra correspondente aos anos de 2007/2008 alcançou 2.874,9 mil hectares, tendo o Rio Grande do Sul, como maior estado produtor, seguido do Maranhão, Mato Grosso e Santa Catarina (CONAB, 2008).

1.2 Micotoxinas

Os grãos de cereais e sementes oleaginosas utilizadas como fontes de alimentos são expostos a uma ampla variedade de contaminantes, especialmente por fungos, considerado um dos principais fatores de deterioração (CHRISTENSEN e KAUFMANN, 1965). A ação dos fungos tem efeito nos vários tipos de alimento desde o cultivo até a colheita, assim como no transporte, armazenamento e nas diferentes fases de produção, ocorrendo com maior intensidade sob condições de temperatura e umidade favoráveis (FRISVAD e SANSON, 1991).

Neste processo, entende-se que a invasão fúngica, dentre outros patógenos, resulta na diminuição do poder de germinação, emboloramento visível, descoloração, odor desagradável, perda de matéria seca e aquecimento (CHRISTENSEN e KAUFMAN, 1969).

A palavra micotoxinas é derivada da justaposição dos termos gregos “*mykes*” (fungo) e “*toxicon*”, (toxina ou veneno) (GOLDBLATT, 1972). Compreende um complexo de substâncias tóxicas, produzidas por fungos filamentosos que, dependendo da sua concentração nos alimentos e rações, causa graves problemas à saúde humana e a animal (MOSS, 1998). Este aspecto deve ser ressaltado,

porque dos cerca de 400 tipos de micotoxinas conhecidos, apenas 30 foram detalhadamente estudados (ETZEL, 2002).

O desenvolvimento dos fungos toxigênicos, com conseqüente produção de micotoxinas, depende de uma série de fatores, tais quais (CIEGLER, 1978): (a) susceptibilidade do substrato à colonização do fungo produtor; (b) fatores físicos adequados como temperatura ambiente, umidade do substrato, umidade relativa do ar durante o armazenamento, aeração, danos mecânicos, tempo de armazenamento; (c) fatores biológicos como capacidade genética do fungo na produção de micotoxinas, quantidade de esporos viáveis, interação de diferentes fungos no mesmo substrato, interação de micotoxinas e presença de insetos nos grãos armazenados. Dentre estes desencadeadores, o tipo de substrato adotado, tanto como os índices de umidade e de temperatura são os que mais influenciam a produção de micotoxinas (CORRÊA, 2000).

7 CONCLUSÕES

Com base nos objetivos propostos no presente trabalho e nas suas condições de realização, conclui-se que:

- Sob condições favoráveis, *A. alternata* irradiada com 2, 5 e 7 kGy demonstrou grande capacidade de germinação e produção de toxinas;
- *A. alternata* mostrou grande resistência nas doses de radiação utilizadas;
- O emprego da radiação gama diretamente na cepa de *A. alternata*, com posterior inoculação nas amostras de trigo e de milho, propiciou aumento no número de UFC/g, comparativamente ao número do grupo controle;
- Com o emprego da radiação gama diretamente na cepa de *A. alternata*, com posterior inoculação nas amostras de arroz e girassol, houve diminuição de número de UFC/g, comparativamente aos valores do grupo controle;
- A microscopia eletrônica de varredura possibilitou a nítida visualização das alterações morfológicas das células fúngicas, proporcionalmente à dose radiação aplicada;
- Quanto às doses de radiação aplicadas no tratamento das amostras, não foram observadas, em comparação ao grupo controle, alterações relevantes nas análises, bromatológica, de minerais, das vitaminas pantotenato de cálcio e niacina e na análise dos ácidos graxos;
- Nas soluções padrão, irradiadas com 2, 5 e 10 kGy, não foram observadas alterações nos respectivos espectros das toxinas;
- Os experimentos revelaram ser importante a escolha adequada da dose de radiação a ser adotada, tanto quanto do substrato, de modo a que haja a completa eliminação de *Alternaria alternata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABOU-SHADY, M. R.; EL-BEIH F., M.; TAWFIK Z. S. Role of lipids in bacterial radioresistance. **Nucl. Sci. Appl.**, v. 2, p. 513-523, 1992. Apresentado na Conference on Nuclear Science and Its Application, 5., 1992.

ANDREWS, S. Differentiation of *Alternaria alternata* species isolated from cereais on Dicholran Malt Extract Agar In: SAMSON, R. A.; HOCKEY, A. D.; PITT, J. I.; KEY, A. D. (Ed.). **Modern Methods in Foods Microbiology**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 351-355.

AN, Y.; ZHAO, T.; MIAO, J.; LIU, G.; ZHENG, Y.; XU, Y. VAN ETTEN, R. L. Isolation, identification, and mutagenicity of alternariol monomethyl ether. **J. Agric. Food Chem.**, v. 137, p. 1341-1343, 1989.

AN-HUNG, FU; SEBRANEK, J. G.; MURANO. E. A. Suviral of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* and quality attributes of cooked pork chops and cured ham after irradiation, Reprinted from **J. Food Sci.**, v. 60, n. 5, p. 1001-1005, 1995.

ANSARI, A. A.; SHRIVASTAVA, A. K. Natural occurrence of *Alternaria* toxins in sorghum and ragi from North Bihar, India. **Food Add. Contam.**, v. 7, p. 815-820, 1990.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Decreto n. 72.718, de 29 de agosto de 1973.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/72718_73.htm>. Acesso em: 10 set. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RCD n.21, de 26 de janeiro de 2001.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/26_01rdc.htm>. Acesso em: 10 set. 2008.

ANSELMI, R. V. **Arroz: o prato do dia na mesa e na lavoura brasileira.** São Paulo: ICONA, 1985. 130 p. (Col. Brasil Agrícola).

* De acordo com:

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

APPLEGATE, K. I.; CHIPLEY, J. R. Increased aflatoxin G1 production by *Aspergillus flavus* via gamma irradiation. **Mycologia**, v.65, n.6, p.1266-1273, 1973.

AQUINO, S.; FERREIRA, F.; RIBEIRO, D. H. B.; CORRÊA, B.; GREINER, R.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H., Evaluation of viability of *Aspergillus flavus* and aflatoxins degradation in irradiated samples of maize. **BJM**, v. 36, p. 352-356, 2005.

ARTHUR, V. Controle de insetos pragas por radiações ionizantes. **Biológico**, v. 59, n. 1, p. 75-76, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 11. ed. Washington, D.C.: A.O.A.C.,1980. 1051 p.

AZIZ, N. H.; FARAG, S.; HASSANIN, M. A. Effect of gamma irradiation and water activity on micotoxin production of *Aletrnaria* in tomato paste and juice. **Die Nahrung**, v. 35, n. 4, p. 359-362, 1991.

AZIZ, N. H.; ATTIA, E. S.; FARAG, S. A. Effect of gamma-irradiation on the natural occurrence of *Fusarium* mycotoxins in wheat, flour and bread. **Nahrung**, v. 41, n. 1, p. 34-37, 1997a.

AZIZ, N. H.; EL-FOULY, M. Z.; ABU-SHADY, M. R.; MOUSSA, L. A. A. Effect of Gamma radiation on the Survival of Fungal and *Actinomycetal Florae* Contaminating Medicinal Plants. **Appl. Radiat. Isot.**, v.48, n.1, p. 71-76, 1997b.

AZIZ, N. H.; MOUSSA, A. A. Influence of gamma-radiation on mycotoxin producing moulds and mycotoxins in fruits. **Food Control**, v.13, p. 281-288, 2002.

AZIZ, N. H.; EL-FAR, F. M.; SHAHIN, A. A. M.; ROUSHY, S. M. Control of *Fusarium* moulds and fumonisin B1 in seeds by gamma-irradiation. **Food Control**, v. 18, p. 1337-1342, 2007.

BACON, C. W.; BENNETT, R. M.; HINTON, D. M.; VOSS, K. A. Scanning electron microscopy of *Fusarium moniliforme* within asymptomatic mize kernels and kernels associated with equine leukoencephalomalacia. **Plant. Dis.**, v. 76, p. 144-148, 1992.

BARKAI-GOLAN, R., Sensitivity to gamma irradiation of fungi pathogenic to pears. **Int. J. Appl. Radiat. Isotope**, v. 20, p. 577-583, 1969.

BERAHA, L.; SMITH, M. A.; WRIGHT, W. R. Gamma radiation dose response of some decay pathogens. **Phytopathology**, v. 50, p. 474-476, 1960.

BINDER, E. New Decontamination Techniques. In: SCUSSEL, V.M. (Ed.). **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem de grãos**. Florianópolis: Ed. da Autora, 2000. p. 186-194.

BOREHAM, D. R.; MITCHEL, R. E. J. Heat and radiation stress response regulation in yeast by HSP104. **Radiat. Res.**, v. 137, p. 190-195, 1994.

BORSA, J.; CHELAK, W. S.; MARQUARDT, R. R.; FROHLICH, A. A. Comparison of irradiation and chemical fumigation used in grain disinfestations on production of ochratoxin A by *Aspergillus alutaceus* in treated barley. **J. Food Prot.**, v. 55, p. 990–994, 1992.

BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) irradiados**. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BRUGGER, E. M.; WAGNER, J.; SCHUMACHER, D. M.; KOCH, K.; PODLECH, J.; METZLER, M.; LEHMANN, L. Mutagenicity of the mycotoxin alternariol in cultured mammalian cells. **Toxicol. Lett.**, v. 164, n. 3, p. 221-30, 2006.

BUCHALLA, R.; SCHÜTTLER, C.; BÖGL, K. W. Effects of ionizing radiation on plastic food packaging materials: A review, part 1, Chemical and physical changes. **J. Food Prot.**, v. 56, n. 11, p. 991-997, 1993.

CASTELO, M. M.; SUMNER, S. S.; BULLERMAN, L. B. Stability of fumonisins in thermally processed corn products. **J. Food Prot.**, v. 61, n. 8, p. 1030-1033, 1998.

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

CIEGLER, A. Fungi that produce mycotoxins: condition and occurrence. **Mycopathologia**, v. 65, n. 5, p. 11, 1978.

CHELAK, W. S.; BORSA, J.; MARQUARDT, R. R.; FROHLICH, A. A. Role of the competitive microbial flora in the radiation-induced enhancement of ochratoxin production by *Aspergillus alutaceus* var. *alutaceus* NRRL 3174. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 57, p. 2492-2496, 1991.

CHIOU, R. Y. Y.; SHYU, S. L.; TSAI, C. L. Characterization of gamma irradiated peanut kernels stored one year under ambient and frozen conditions, **J. Food. Sci.**, v. 56, p. 1375-1377, 1991.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. Deterioration of stored grains by fungi. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v. 3, p. 69-84, 1965.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. **Grain Storage**: The role of fungi quality loss. Minneapolis: University Minnesota Press, 1969.

CHULZE, S.; TORRES, A. M.; DALCERO, A. M.; ETCHEVERRY, M. G.; RAMIREZ, M. L.; FARNOCHI, M. C. *Alternaria* mycotoxins in sunflower seeds: incidence and distribution of the toxins in oil and meal. **J. Food Prot.**, v. 58, p. 1133-35, 1995.

CLEGG, D. W.; COLLYER, A. A. **Irradiation effects on polymers**. New York, N. Y.: Elsevier Science, 1991.

COMBE, R. G.; JACOBS, J. J.; WATSON, T. R. Metabolite of some *Alternaria* species. The structure of altenuisin and dehydroaltenuisin. **Aus. J. Chem.**, v. 23, p. 2343-2351, 1970.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira**: Grãos, segundo levantamento 2008/2009. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2_levantamento_nov2008.pdf>. Acesso em : 24 nov. 2008.

CONOVER J. C. **Practical nonparametric statistics**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977.

CORRÊA, B. Microbiota fúngica. In: SCUSSEL, L.M. et al. **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem de Grãos**. Florianópolis: Vildes Maria Scussel, 2000. p. 163-176.

CORRE, F. L.; VENAILLE, L. Tratamientos con radiaciones ionizantes In: BOURGEOIS, C. M.; MESCLE, J. F.; ZUCCA, J. **Microbiología Alimentaria 1: Aspectos Microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria**. España: Acribia, 1988. p. 357-381.

DALCERO, A. M.; COMBINA, M.; ETCHEVERRY, M.; VARSAVSKY, E.; RODRIGUEZ, M. I. Evaluation of *Alternaria* and its mycotoxins during ensiling of sunflower seeds. **Nat. Toxins**, v. 5, p. 20-23, 1997.

DAVIS, V. M.; STACK, M. E. Evaluation of alternariol and alternariol methyl ether for mutagenic activity in *Salmonella typhimurium*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 60, p. 3901-3902, 1994.

DELINCÉE, H.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H.; MANCINI-FILHO, J. Protein quality of irradiated Brazilian beans. **Rad. Phys. Chem.**, v. 52, n. 1-6, p. 43-48, 1998.

DIEHL, J. F. Food irradiation: is it an alternative to chemicals preservatives? **Food Addit. Contam.**, v. 9, p. 409-416, 1992.

DIEHL, J. F.; JOSEPHSON, E. S. Assessment of wholesomeness of irradiated food: a review. **Acta Aliment.**, n. 2, v. 23, p. 195-214, 1994.

DIEHL, J. F. **Safety of Irradiated Foods**. 2. ed. Review. New York: Marcel Dekker, 1995, p. 91 -115.

DOMSCH, K. H.; GAMS, W.; ANDERSON, T. h. Compendium of soil fungi, 2 vols. London: Academic Press, 1980.

DONG, W.; LIN, D.; ZHENG, Z.; LIU, G.; MA, R. Point mutation on c-Ha-ras gene of human fetal esophageal epithelium induced by mycotoxins of *Alternaria alternata*. **Zhongguo Bingli Shengli Zazhi**, v. 9, p. 604-607, 1993.

DONG, Z.; LIU, G.; QIAN, Y.; AN, Y.; MIAO, J.; ZHEN, Y. **Carcinogenesis**, v. 8, p. 989-991, 1987.

DUPUY, J.; LE BARS, P.; BOUNDRA, H.; LE BARS, J. Thermostability of fumonisin B1, a mycotoxin from *Fusarium moniliforme*, in corn. **Appl. Exp. Microbiol.**, v. 59, p. 2864-2867, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Girassol**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=54&cod_pai=38>. Acesso em : 24 nov. 2008a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Trigo: História**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=45&cod_pai=70>. Acesso em : 24 nov. 2008b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Trigo em números**. Disponível em : <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=41&cod_pai=55>. Acesso em : 24 nov. 2008c.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do arroz Irrigado no Brasil**. Disponível em : <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm#mundo>>. Acesso em : 24 nov. 2008d.

ETZEL, R. A. Mycotoxins. **JAMA**, v. 287, n. 4, p. 425-427, 2002.

FANCELLI, A. L. Tecnologia da Produção. In: FANCELLI, A. L. et al. **Milho: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Agricultura e Comércio, Ciência e Tecnologia, 1983. p.1-68.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agrishow Agropecuária, 2000. 360 p.

FARKAS, J. Principios de la irradiación de alimentos. In: **La Irradiación de Alimentos en Latinoamérica**, Octubre 24-28, 1983, Lima, Peru. Proceedings..Viena: OIEA, 1985, p. 11-23.

FONSECA, H.; SOAVE, J.; AZZINI, L. E.; BANZATTO, N. V.; CAMARGO, O. B. A. **Arroz: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia: FEALQ, 1983. v. 2. p. 37-70.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **El maiz en la nutrición humana**. Roma. 1993. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 15 jan. 2005. (Colección FAO: Alimentación y nutrición No. 25).

FERREIRA-CASTRO, F. L.; AQUINO, S.; GREINER, R.; RIBEIRO, D. H. B.; REIS, T. A.; CORRÊA, B., Effects of gamma radiation on maize samples contaminated with *Fusarium verticillioides*, **Appl. Radiat. Isot.**, v. 65, p. 927-933, 2007.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002, p. 123-129.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Microbiología de los alimentos**. 4. ed. ZARAGOZA: Acribia, 1993.

FRISVAD, J. C.; SAMSON, R. A. Filamentous fungi in Foods and Feeds: Ecology, spoilage and mycotoxins production. In: DILIP, K. et al. (Ed.). **Handbook of Applied Mycology: Foods and Feeds**. New York: Marcel Dekker, 1991. 31-68

GOLDBLATT, L. A. Implications of micotoxins. **Clin. Toxicol.**, v. 5, p. 453-458, 1972.

GRANT, I. R.; PATTERSON, M. Effect of irradiation and modified atmosphere packaging on the microbiological safety of minced pork stored under temperature abuse conditions. **Int. J. Fd. Sci. Technol.**, v. 26, p. 521-533, 1991.

GOODHEW, P. J.; HUMPREYS, F. J. **Electron Microscopy and Analysis**. London: Taylor e Francis, 1988. 232 p.

GOUNELLE, H.; GULAT-MARNAY, C.; FAUCHET, M. Effets des radiations ionisantes sur la teneur de dives aliments en vitamines du groupe B et C. **Ann. Nutr. Alim.**, v. 24, p. 41-49, 1970.

GRUBER-SCHLEY, S.; THALMANN, A. Zum Vorkommen von *Alternaria* spp. Und derem Toxine in Getreide un mögliche Zusammenhängen mit Leistungsminderungen landwirtschaftlicher Nutziere. **Landwirtsch, Forchung**, v. 41, p. 11-29, 1988.

HACKWOOD, S. An Introduction to the irradiation processing of foods. In: THORNE, S. (Ed.). **Food Irradiation**. New York: Elsevier Science Publishers, 1991. p. 1-18.

HÄGGBLOM, P.; UNESTAM, T. Blue light inhibits mycotoxins production and increases total pigmentation in *Alternaria alternata*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 38, p. 1074-1077, 1979.

HANSEN, J. M.; SHAFFER, H. L. Sterilization and preservation by radiation sterilization. In: BLOCK, S.S. **Disinfection Sterilization and Preservation**. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. Chap. 37, p. 729-746.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Lab. Pract.**, London, v. 22, p. 475-476, 1973.

HASIJA, S. K. Physiological studies of *Alternaria citri* and *A. tenuis*. **Mycologia**, v. 62, p. 289-295, 1970.

HENRY, C. J. K.; CHAPMAN, C. The Nutrition Handbook for food Processors. In: EHLERMANN, D. A. E. (Ed.). **Irradiation**. New York: CRC Press, 2002. Chap. 17.

HESSELTINE, C. W. Mycotoxins other than aflatoxins. In: SHARPLEY, J. M, KAPLAM, A. M. (Ed.). **Biodeterioration of Materials**. New York: Applied Science Publisher, 1976. p. 607-623.

HOCKING, A. D.; MISCAMBLE, B. F.; PITT, J. I. Water relations of *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium shaerospermum*, *Curvularia lunata* and *Curvularia pallescens*. **Mycol. Res.**, v. 98, p. 91-94, 1994.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques**. 2. ed. Viena: IAEA, 1982. p. 3-101. (Technical Reports Series, 114).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Food irradiation with emphasis on process control and acceptance in Asia. PROCEEDINGS OF A FINAL RESEARCH COORDINATION MEETING, 20-25 Sep 1993, Taejon. **Proceedings...** Viena: IAEA-TECDOC 871, 1996. p. 299-314.

INTERNATIONAL CONSULTATIVE GROUP ON FOOD IRRADIATION. **Facts about Food Irradiation**, 1999. Disponível em: <<http://www.iaea.org/programmes/nafa/d5/public/foodirradiation.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2007.

INGRAM, M.; ROBERTS, T. A. Effect of ionizing radiation on microorganisms. Microbial Ecology of Foods. Factors Effecting Life and Death of Microorganisms. New York: Academic Press, 1980. Publication of the International Commission on Microbial Specifications for Foods, p. 191.

INGRAM, M.; FARKAS, J. Microbiology of foods pasteurised by ionising radiation. **Acta Aliment.**, v. 6, p. 123-184, 1977.

JARRETT, R. D. Isotope (gamma) radiation sources. In: JOSEPHSON, E.S.; PETERSON, M.S. (Ed.). **Preservation of food by ionizing radiation**. Boca ratón: CRC Press, 1982. v. 1, p. 137-163.

JIMENEZ, M.; MATEO, R.; QUEROL, A.; HVERTA, T.; HERNÁNDEZ, E. Mycotoxins and mycotoxigenic moulds in nuts and sunflower sedes for human consumption. **Mycopathologia**, v. 115, p. 121-127, 1991.

KARUNARATNE, A.; BULLERMAN, L. B. Interactive effects of spore load and temperature on aflatoxin production. **J. Food Protect.**, v. 53, p. 227-229, 1990.

KIMURA, N.; TSUGE, T. Gene cluster involved in melanin biosynthesis of the fillamentous fungus *Alternaria alternata*. **J. Bacteriol.**, v. 175, p. 4427-4435, 1993.

LAN, F. L.; HOLCOMB, I. J.; FUSARI, S. A. Liquid Chromatography Assay of Ascorbic Acid, Niacinamide, Piridoxine, Thiamine and Riboflavin in Multivitamin - Mineral Preparation, **J. Assoc. Anal. Chem.**, v. 67, p. 1007-1, 1984.

LAU, B. P.; SCOTT, P. M.; LEWIS, D. A.; KANHERE, S. R.; CLEROUX, C.; ROSCOE, V. A. Liquid chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-tandem mass spectrometry of the *Alternaria* mycotoxins alternariol and alternariol monomethyl ether in fruit juices and beverages. **J. Chromatogr. A**, v. 998, p. 119-131, 2003.

LEY, F. J.; KENNEDY, T. S.; DAWASHIMA, D.; ROBERTS, D.; HOBBS, B. C. The use of gamma radiation for the elimination of *Salmonella* from frozen meat. **J. Hyg.**, v. 6, p. 293-311, 1970.

LI, F. Q.; TOYAZAKI, N.; YOSHIZAWA, T. Production of *Alternaria alternata* isolated from weather-damaged wheat. **J. Food Prot.**, v. 64, n. 4, p. 567-571, 2001.

LIU, G.; QIAN, Y.; ZHANG, P.; DONG, W.; QI, Y.; GUO, H.T. Etiological role of *Alternaria alternata* in human esophageal cancer. **J. Chin. Med.**, v. 105, p.394-400, 1992.

LOAHARANU, P. Food irradiation en developing countries; a pratical alternative. **IAEA Bull.**, 1994.

LOGRIECO, A.; BOTTALICO, A.; VISCONTI, A.; VURRO, M. Natural occurrence of *Alternaria* mycotoxins in some plant products. **Microbiol., Aliments Nutr.**, v. 6, p. 13-17, 1988.

LOGRIECO, A.; BOTTALICO, A.; SOLFRIZZO, M.; MULE, G. Incidence of *Alternaria* species in grains from mediterranean and their ability to produce mycotoxins. **Mycologia**, v. 82, n. 4, p. 501-505, 1990.

MAITY, J. P.; CHAKRABORTY, A.; SAHA, A.; SANTRA, S. C.; CHANDA, S. Radiation-induced effects on some common storage edible seeds in India infested with surface microflora. **Radiat. Phys. Chem.**, v. 71, p.1065–1072, 2004.

MATSUDA, A. H. **Aplicação da técnica de irradiação gama para a preservação de própolis**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2002.

MATTERN, P. J. Wheat. In: LORNZ, K. J.; KULP, K. **Handbook of Cereal Science and Technology**. New York: Marcel Dekker, 1991.

MAXY, R. B. Irradiation of Food for Public Health Protection. **J. Food Prot.**, v. 45, n. 4, p. 363-366, 1992.

MITCHELL, G. E. Influence of irradiation of food on aflatoxin production. **Food Technol. Australia**, v. 40, p. 324-326, 1988.

MIRONENKO, N. V.; ALEKHINA, I. A.; ZHDANOVA, N. N.; BULAT, S. A. Intraspecific Variation in Gamma-Radiation Resistance and Genomic Structure in the Filamentous Fungus *Alternaria alternata*: A Case Study of Strains Inhabiting Chernobyl Reactor No. 4. **Ecotoxicol. Environ. Safety**, v. 45, p. 177-187, 2000.

MONK, J. D.; BEUCHAT, L. R.; DOYLE, M. P. Irradiation Inactivation of Food-borne Microorganisms. **J. Food Prot.**, Ames, v. 58, n. 2, p. 197-208, 1995.

MONTEMURRO, N.; VISCONTI, A. *Alternaria* metabolites, chemical and biological data. In: Chelkowski, J.; Visconti, A. **Alternaria: Biology, Plant Diseases and Metabolites**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 449-557.

MOSS, M. O. Recent studies of mycotoxins. **J. Appl. Microbiol.**, v. 84, n. 27p. 62S-76S, 1998. Suppl.

MOTTA, S.; SOARES, L. M. V. Survey of Brazilian tomato products for alternariol, alternariol monomethyl ether, tenuazonic acid, and cyclopiazonic acid. **Food Addit. Contam.**, v. 18, n. 7, p. 630-634, 2001.

MOURA, P. A. M.; OLIVEIRA, A. C. S. Aspectos econômicos da cultura do milho. **Informe Agropecuário**, v.6, p.1-86, 1980.

MURANO, E. A. Irradiation of Fresh Meats. **Food Technol.**, p. 52-54, 1995.

MURILLO, I.; CAVALLARIN, L.; SAN SEGUNDO, B. Cytology of infection of maize seedlings by *Fusarium moniliforme* and immunolocalization of the pathogenesis-related PRms protein. **Biochem. Cell Biol.**, v. 89, n. 9, 1999.

MURPHY, P. A.; HENDRICH, S.; HOPMANS, E. C.; HAUCK, C.C.; LU, Z.; BUSEMAN, G; MUNKVOLD, G. Effect of processing on fumonisin content of corn. In: JACKSON, L.; DEVRIES, J. W.; BULLERMAN, L. B. (Ed.). **Fumonisin in Food: Advances in Experimental Medicine and Biology**. New York: Plenum Press, 1996. v. 392, Chapter 28, p. 323-334.

NOGUEIRA-JÚNIOR, S.; NOGUEIRA, E. A.; TSUNECHIRO, A. **Consideração sobre a agroindústria do milho**. São Paulo: Instituto Econômico de Agricultura, 1987. v.27, p.1-18. (Relatório de Pesquisa).

ODAMTTEN, G. T.; APPIAH, V.; LANGERAK, D. I. Influence of inoculum size of *Aspergillus flavus* link on the production of aflatoxin B₁ in maize medium before and after exposure to combination treatment of heat and gamma radiation. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 4, p. 119–127, 1987.

OMNINSKI, H.; MARQUARDT, R. R.; SINHA, R. N.; ABRAMSON, D. Ecological aspects of growth and mycotoxin production by storage fungi. In: MILLER, J. D.; TRENHOLM, H. L. (Ed.). **Mycotoxins in grain. Compounds other than aflatoxin**. St Paul, USA: Eagan Press, 1994. p. 287-312.

OKUNO, E. **Radiação: Efeitos, riscos e benefícios**. São Paulo: Harbra, 1998. 81 p.
PASTEUR, N.; BULLERMAN, L. B. Mould spoilage and mycotoxin formation in grains as controlled by physical means. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 7, p. 257-265, 1988.

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo**. São Paulo: Ícone, 1985. 117 p.

PERO, R. W.; HARVAN, D.; BLOIS, M. C. Isolation of the toxin, altenuisol, from the fungus, *Alternaria tenuis* Auct. **Tetrahedron Lett.**, v. 12, p. 945-948, 1973.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage**. Sydney: Academic Press, 1985. 43 p.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. 593 p.

POINTING, S.; JONES, E. B. G.; JONES, M. Radiosensitivity of fungi isolated from waterlogged archaeological wood. **Mycoscience**, v. 37, p. 455-458, 1996.

POLLOCK, G. A.; DISABATINO, C. E.; HEIMSCH, R. C.; HILBELINK, D. R. The subchronic toxicity by *Alternaria solani*. **Food Chem. Toxicol.**, v. 20, p. 899-902, 1982.

POZZI, C. R.; BRAGHINI, R.; ARCARO, J. R. P.; ZORZETE, P.; ISRAEL, A. L.; OTSUK, I. P.; DENUCCI, S.; CORRÊA, B. Mycoflora and occurrence of alternariol and alternariol monomethyl ether in Brazilian sunflower from sowing to harvest. **J. Agric. Food Chem.**, v. 53, p. 5824-5828, 2005.

REFAI, M. K.; AZIZ, N. H.; EL-FAR, F. M.; HASSAN, A. A. Detection of ochratoxin produced by *A. ochraceus* in feedstuffs and its control by gamma irradiation. **Appl. Radiat. Isot.**, v. 7, p. 617-621, 1996.

RELA, P. R.; CALVO, W. A. P.; NAPOLITANO, C. M.; KODAMA, Y.; OMI, N. M.; COSTA, F. E.; FERREIRA, D. C.; SILVA, L. G. A. E. . Programa de Qualificação de um Irradiador Multipropósito de Cobalto-60 tipo Compacto. In: INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE, 2005, 2005, Santos/SP. **Proceedings...** Santos: INAC/ENAN, 2005.

ROBERTS, T. Cold pasteurization of food by irradiation. **Food Safety**, v. 458, p. 1-6, 1998.

ROSETT, T.; SANKHALA, R. H.; SITCKINGS, C. E.; TAYLOR, M. E. U.; THOMAS, R. Studies in the biochemistry of microorganisms. Metabolites os *Alternaria tenuis* Auct: culture filtrate products. **Biochem. J.**, v. 67, p. 390-400, 1957.

RUSTOM, I. Y. S. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. **Food Chem.**, v. 59, n. 1, p. 57-67, 1997. Suppl.

SALAMA, A. M.; ALI, M. I.; EL-KIRDASSY, Z. H.; ALI, T. M. A study on fungal radioresistance and radiosensitivity. **Zbl. Baket. Abt. II Bd.**, v. 132, p. 1-13, 1977.

SALEH, Y. G.; MAYO, M. S.; AHEARN, D. G. Notes: Resistance of some common fungi to gamma irradiation. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 54, n. 8, p. 2134-2135, 1988. Suppl.

SAUER, D. B.; SEITZ, L. M.; BURROUGHS, R.; MOHR, H. E.; WEST, J. L.; MILLERET, R. J.; ANTONY, H. D. Toxicity of *Alternaria* metabolites found in weathered sorghum grain at harvest. **J. Agr. Food Chem.**, v. 26, p. 1380-1383, 1978.

SATIN, M. **Food Irradiation: a guidebook**. Lancaster: Technomic Publishing, 1993. 183 p.

SCHINDLER, A. F.; ABADIE, A. N.; SIMPSON, R. E. Enhanced aflatoxin production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* after gamma irradiation of spore inoculum. **J. Food Protect.**, v. 43, p. 7-9, 1980.

SCHNEIDER, D. **Analysis of vitamin A in premixes by HPLC. Estimation of Vitamins and Carotenoids in Premixes and Feeds**. Animal Nutrition Products. Development and Application BASF, 1988.

SCHOEDER, H. W.; COLE, R. J. Natural occurrence of Alternariols in discolored pecans. **J. Agric. Food Chem.**, v. 25, p. 204-206, 1977.

SCHRADER, T. J.; CHERRY, W.; SOPER, K.; LANGLOIS, I.; VIJAY, H. M. Examination of *Alternaria alternata* mutagenicity and effects of nitrosylation using the Ames Salmonella test. **Teratog. Carcinog. Mutagen.**, v. 21, p. 261-274, 2001.

SCOTT, P. M.; STOLTZ, D. R. Mutagens produced by *Alternaria alternata*. **Mutat. Res.**, v. 78, p. 33-40, 1980.

SCOTT, P. M. Analysis of Agricultural commodities and foods for *Alternaria* mycotoxins. **J. AOAC Int.**, v. 84, n. 6, p. 1809-1817, 2001.

SEITZ, L. M.; SAUER, D. B.; MOHR, H. E.; BURROUGHS, R. Weathered grain sorghum: natural occurrence of alternariols and storability of the grain. **Phytopathology**, v. 65, p. 1259-1263, 1975.

SHARMA, A.; BEHERE, S. R.; PADWAL-DESAL, S. R.; NADKARNI, G. B. Influence of inoculum size of *Aspergillus parasiticus* spores on aflatoxin production. **Appl. Environ. Microbiol.**, p. 989-993, Dec., 1980.

SIMMONS, R. B.; BUFFINGTON, J. R.; WARD, M.; AHEARN, D. G. Morphology and ultrastructure of fungi in extended-wear soft contact lenses. **J. Clin. Microbiol.**, p. 21-25, 1986.

SILVEIRA, V. D. **Micologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1995. 332 p.

SILVEIRA, A.; GRAMINHA, E. B. N.; NUNES, T. L. S.; VERONEZ, V. A.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, J. C. Microscopia eletrônica de varredura da habilidade predatória de agentes do biocontrole de nematóides. **Semina**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 113-120, 2001.

SMITH, J. S.; PILLAI, S. Irradiation and food safety. **Food Technol.**, Chicago, v. 58, n. 11, p. 48-55, 2004.

SPOLAORE, A. J. G.; GERMANO, M. I. S.; GERMANO, P. M. L. Irradiação de Alimentos. In: GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**: Qualidade das matérias primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos. 2. ed. São Paulo: Varela, 2003. 655 p.

SÖDERHÄLL, K.; SVENSSON, E.; UNESTAM, T. Light inhibits the production of alternariol and alternariol monomethyl ether in *Alternaria alternata*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 36, p. 655-657, 1978.

STEVENSON, R. B. **Mycology guidebook**. Seattle, USA: Univ. of Washington Press, 1974. 703 p.

STINSON, E. E.; OSMAN, S. F.; HEISLER, E. G.; SICILIANO, J.; BILLS, D. D. Mycotoxin production in whole tomatoes, apples, and lemons. **J. Agric. Food Chem.**, v. 29, p. 790-792, 1981.

THANKUR, B. R.; SINGH, R. K. Combination processes in food irradiation. **Trends Food Sci. Technol.**, v. 6, p. 7-11, 1995.

TORRES, A.; CHULZE, S.; VARSAVSKY, A.; DALCERO, A.; ETCHEVERRY, M.; FARNOCHI, C. Influencia de La temperatura y La actividad acuosa em La produccion de micotoxinas de *Alternaria* em girassol. **Bol. Soc. Argent. Bot.**, v. 28, p. 175-181, 1992.

TORRES, A.; GONZÁLEZ, H. H. L.; ETCHEVERRY, M.; RESNIK, S. L.; CHULZE, S. Production of alternariol and alternariol monometil éter by isolates of *Alternaria* spp. From Argentinian maize. **Food Addit. Contam.**, v. 5, n. 1, p. 56-60, 1998.

TORRES, M. R.; RAMOS, A. J.; SOLER, J.; SANCHIS, V.; MARÍN, S. SEM study of water activity and temperature effects on the initial growth of *Aspergillus ochraceus*, *Alternaria alternata* and *Fusarium verticillioides* on maize grain. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 81, p. 185-193, 2003.

VACA, C.E.; HARMS-RINGDAHL, M. Radiation induced lipid peroxidation in whole grain of rye, wheat and rice: effects on linoleic and linolenic acid. **Radiat. Phys. Chem.**, v. 28, p. 325-330, 1986.

VAN DER ZIJDEN, A. S. M.; BLANCHE KOELENSMID, W. A. A.; BOLDINGH, J.; BARRETT, C. B.; ORD, W. O.; PHILP, J. *Aspergillus flavus* and Turkey X Disease: Isolation in crystalline form of a toxin responsible for turkey X disease. **Nature**, v. 195, p. 1060-1062, 1962.

VILLAVICENCIO, A. L. C. H. **Avaliação dos efeitos da radiação ionizante de 60 Co em propriedades físicas, químicas e nutricionais dos feijões *Phaseolus vulgaris* (L) e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

VISCONTI, A.; LOGRIECO, A; BOTTALICO, A. Natural occurrence of *Alternaria* mycotoxins in olive-their production and possible transfer into the oil. **Food Addit. Contam.**, v. 3, p. 323-30, 1986.

VRÂNCEANU, A.V. **El girassol.** Madrid: Mundi-Prensa, 1974. p. 77-85.

WASHÜTTL, J. The effect of ionizing irradiation on the nicotinic acid content of wheat, wheat flour and wheat bread. **Ernährungs-Umsch.**, v. 18, p. 95-98, 1971.

WATSON, D. H. An assessment of food contamination by toxic products of *Alternaria*. **J. Food Prot.**, v. 47, n. 6, p. 485-488, 1984.

WIENDL, F. M. 1997. Irradiação de alimentos. **Biológico**, v. 59, n. 1, p. 75-76, 1997.
WINSTON, P. W.; BATES, D. H. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. **Ecology**, v. 41, n. 1, p. 232-236, 1960.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Mycotoxins Environmental Health Criteria**, Geneva: WHO, 1979. v. 11, p. 21-84.

YOUSSEF, M. B.; MAHROUS, S. R., AZIZ, N. H. Effects of gamma radiation on aflatoxin B1 production by *Aspergillus flavus* in ground beef stored at 5 °C. **J. Food Safety**, v.19, p. 231-239, 1999.

ZHDANOVA, N. N.; VASILEVSKAYA, A. I.; ARTYSHKOVA, L. V.; SADOVNIKOV, YU. S.; LASHKO, T. N.; GAVRILYUK, V. I.; DIGHTON, J. Changes in micromycete communities in soil in response to pollution by long-lived radionuclides emitted in the Chernobyl accident. **Mycol. Res.**, v. 98, p. 789-795, 1994.