BIODIVERSIDADE DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM GRÃOS DE CAFÉ CULTIVADOS EM SISTEMA ORGÂNICO E CONVENCIONAL

Fabiana Aparecida Couto[1], Mônica Cristina Pereira Monteiro[2], Daiani Maria da Silva[3], Marcelo Ângelo Cirillo[4], Luis Roberto Batista[5]

(Recebido: 14 de setembro de 2011; aceito: 19 de março de 2012)

RESUMO: Os frutos de café produzidos de forma orgânica ou convencional estão sujeitos à contaminação de diversas espécies de fungos que podem estar relacionados à má qualidade da bebida e à produção de micotoxinas. Realizou-se este estudo para identificar a biodiversidade de fungos filamentosos isolados nos grãos de café produzidos em fazendas orgânicas e convencionais de uma mesma localidade. Das 15 amostras analisadas, foram identificados 212 isolados, pertencentes a 11 diferentes gêneros. O principal gênero encontrado foi o *Aspergillus*, sendo isolados fungos das Seções *Circumdati*, *Nigri*, *Flavi* e *Versicolores*. As amostras que obtiveram o maior índice de contaminação foram as que não passaram pelo processo de desinfecção com hipoclorito de sódio a 1%. As amostras de grãos de café de cultivo orgânico apresentaram o maior índice de riqueza e diversidade dentro de uma mesma localidade, com condições climáticas muito próximas. Sendo assim, a produção de café orgânico necessita de maiores cuidados devido ao aumento na incidência de fungos filamentosos.

Termos para indexação: *Aspergillu*s, sistema de cultivo, desinfecção.

BIODIVERSITY OF FILAMENTOUS FUNGI IN COFFEE BEANS GROWN IN AN ORGANIC AND CONVENTIONAL SYSTEM

ABSTRACT: *The fruits of organically and conventionally produced coffee are subject to contamination from several species of fungi, and that may be related to poor beverage quality and mycotoxin production. The aim of this study was to identify the biodiversity of isolated filamentous fungi in the coffee beans produced on organic and conventional farms within the same area. Two hundred and twelve isolates belonging to eleven different genders were identified from the fifteen samples analyzed. The main gender found was Aspergillus, with isolation of fungi from the Sections Circumdati, Nigri, Flavi and Versicolores. The samples that obtained the greatest index of contamination were those that didn't pass through the disinfection process with 1% sodium hypochlorite. The samples of coffee beans from organic cultivation exhibited the greatest degree of richness and diversity within a single location with very similar climatic conditions. Thus, organic coffee production requires greater care due to the increased incidence of filamentous fungi.*

Index terms: *Aspergillus, farming system, disinfection.*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café (*Coffea arabica* L.). A produção de café em 2009 foi de 28,9 milhões de sacas e a estimativa da produção em 2010 foi de 47,04 milhões de sacas de café beneficiado. Esse resultado representa um acréscimo de 19,2% que é justificado pelo ano de bienalidade positiva, aliada a condições climáticas favoráveis (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2009).

Os frutos e grãos de café estão sujeitos à contaminação de fungos filamentosos que podem estar relacionados à qualidade da bebida e ao risco de incidência de micotoxinas. Esses fungos contaminam os frutos e os grãos de café durante todas as fases de desenvolvimento e de processamentos (BATISTA et al., 2003, 2009). A diversidade de fungos nos grãos de café depende de vários fatores como variedade do café, região geográfica, clima e método de processamento (PERRONE et al., 2007).

A diversidade de fungos filamentosos encontrada nos grãos de café produzidos pelo sistema de cultivo convencional tem sido relatada em diversos estudos (BATISTA et al., 2003, 2009; SILVA; BATISTA; SCWUAN, 2008; SILVA et al., 2000).

[1]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Biologia/DBI - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG - fapcouto@yahoo.com.br
[2]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Biologia/DBI - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG - bio-monica@hotmail.com
[3]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Biologia/DBI - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG - daiani0905@yahoo.com.br
[4]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Ciências Exatas/DEX - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras - MG - macufla@gmail.com
[5]Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Ciência dos Alimentos/ DCA - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras - MG - luisrb@dca.ufla.br

Devido à procura por alimentos saudáveis e isentos de contaminantes químicos, a agricultura orgânica tornou-se um mercado em expansão. Esse sistema de cultivo mantém a biodiversidade, promovendo benefícios biológicos que compensam as práticas convencionais (LETOURNEAU; BOTHWELL, 2008).

Recentemente tem-se sugerido que os alimentos orgânicos seriam mais propensos à contaminação por micotoxinas do que os alimentos convencionais, pois não são tratados da mesma forma com agentes antifúngicos (KHOUBA, 2003; LAIRON, 2010). No entanto, ainda não existem evidências de que os alimentos orgânicos sejam mais propensos à contaminação por micotoxinas do que os convencionais (*FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION* OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2000).

A produção de café orgânico no Brasil, geralmente, é feita por pequenos proprietários rurais, que se unem em cooperativas, para comercializar os produtos. Mesmo havendo uma crescente demanda pelo sistema de cultivo orgânico, ainda não existem informações de pesquisas suficientes sobre fungos filamentosos em grãos de café orgânico (BETTIOL et al., 2002; MIRANDA et al., 2010). Por essa razão, realizou-se o presente estudo para analisar a biodiversidade de fungos filamentosos em grãos de café beneficiados, produzidos de forma tradicional e orgânica no município de Poço Funredo, MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Quinze amostras de grãos de café beneficiados (aproximadamente 500g) foram analisadas neste experimento, sendo 8 de grãos de café cultivado em sistema orgânico e 7 de grãos de café cultivado em sistema convencional. As amostras examinadas foram obtidas de Poço Fundo, situado a 21° 46' de latitude sul e 45° 57' de longitude oeste. Possui área de 475 Km, clima tropical de altitude, temperatura média anual de 20ºC, precipitação média anual de 1592,7 mm e altitude máxima de 1435m (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011).

Isolamento de fungos filamentosos

O isolamento de fungos filamentosos associados aos grãos de café beneficiado foi realizado de acordo com a técnica de plaqueamento direto em meio de cultura Dicloram Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC- 10g glicose, 5g peptona bacteriológica; 1g KH_2PO_4; 0,5g $MgSO_4$ $7H_2O$; 15g agar ; 1 L de água destilada; 25mg rosa de bengala, 2mg dicloran; 100g cloranfenicol), conforme Sansom et al. (2004). De cada amostra foram coletados 200 grãos ao acaso, sendo que 100 grãos foram plaqueados com desinfecção superficial e 100 grãos sem desinfecção superficial. No processo de desinfecção, as amostras foram imersas em uma solução de álcool a 70%, seguida de uma solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 30 segundo e depois foram lavadas com água destilada.

Os fungos isolados foram purificados em Extrato de Malte a 2% (MA- 20g Extrato de Malte, 20g Àgar e 1L de Àgua destilada) e mantidos à 25 ºC, durante sete dias. Posteriormente, a purificação e identificação dos fungos filamentosos foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos e no Laboratório de Micologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras. A contaminação dos grãos foi expressa em porcentagem de grãos contaminados.

2.3 Identificação dos isolados fúngicos

A partir das culturas puras, as espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* foram incubadas em meio CYA (Czapek Yeast Agar – 1g K_2HPO_4 ; 10 mL de concentrado de Czapek; 5g extrato de levedura; 15g ágar; 1L de água destilada) e MEA (20g extrato de malte; 1g peptona; 30g glucose; 20g agar; 1L de água destilada) a 25°C e a 37°C e, após 7 dias de incubação, foram observadas as características microscópicas e macroscópicas. As espécies de *Aspergillus* foram identificadas de acordo com Klich (2002) e as espécies de *Penicillium* de acordo com Pitt (2000). As espécies do gênero *Fusarium* foram identificadas de acordo com Nelson, Toussoun e Marasas (1983). Os fungos foram inoculados em placas contendo meio de SNA (1g KH_2PO_4; 1g KNO_3; 1g $MgSO_4$ $7H_2O$; 0,5g KCl; 0,2g glicose; 0,2g sacarose; 20g ágar e 1L de água destilada) e MA, para analisar as características microscópicas e em BDA para observar a coloração das colônias. As placas foram mantidas em BOD com fotoperíodo, a 21°C, por 10 dias. Os isolados dos gêneros *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium* e *Trichoderma* foram cultivados em MEA (extrato de malte) a 25°C, por 7 dias e a identificação seguiu o protocolo de Samson et al. (2004). Os fungos do

gênero *Colleototrichum*, *Glomerella*, *Bipolaris* e *Epicoccum* foram cultivados em MA (extrato de malte Agar) a 25°C, por 7 dias e a identificação desses fungos foi realizada de acordo com Ellis (1971). As espécies pertencentes aos gêneros *Phoma* e *Alternaria* foram inoculadas em AO (Aveia Agar) - (30g aveia, 1L de água destilada, 15g agar) por 7 dias, à temperatura de 25°C e foram identificados conforme Ellis (1971).

2.4 Análises estatísticas

A metodologia estatística utilizada neste trabalho consistiu na construção de um intervalo de confiança de 95% para o desvio padrão, com a finalidade de inferir a dispersão da ocorrência de fungos filamentosos nas amostras de café orgânico e convencional.

2.5 Cálculo dos índices de biodiversidade

Para avaliar a diversidade das colônias fúngicas dos grãos de café de cultivo orgânico e convencional, foram utilizados os índices descritos por Magurran (1988): o índice de riqueza de Margalef (Rm), sendo sua fórmula Rm = (S - 1) / (ln (N)), onde S= número de espécies e N = número de indivíduos identificados e o índice de diversidade de Shannon-Weiner (H'), onde H' = - Σ (pi. ln pi), em que pi é a proporção de indivíduos de cada espécie i em relação ao número total de indivíduos (ODUM, 1983).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Isolamento da microbiota fúngica

Das quinze amostras de grãos de café analisadas, foram obtidos 212 isolados fúngicos, sendo 23 espécies pertencentes a 11 gêneros. As principais espécies encontradas nas amostras de café de cultivo orgânico e convencional podem ser observadas na Tabela 1.

Predominaram os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Estes resultados estão próximos dos obtidos em estudos de biodiversidade de fungos filamentosos em grãos de café (BATISTA; CHALFOUN, 2007; BATISTA et al., 2003; SILVA; BATISTA; SCWUAN, 2008; SILVA et al., 2000; VISOTTO et al., 2001).

Além destes gêneros, *Cladosporium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Colleototrichum*, *Gliocladium*, *Epicoccum* e *Alternaria* também foram encontrados nas amostras de café. Todos os gêneros desse estudo, já foram identificados em amostras de café convencional no Brasil (BATISTA et al., 2003; PEREIRA, 2002; TANIWAKI et al., 2003). No entanto, não existem registros bibliográficos sobre a incidência de fungos filamentosos nos grãos de café cultivados pelo sistema orgânico. Portanto, os fungos

Aspergillus flavus, *A. foetidus*, *A. ochraceus*, *A. oryzae*, *A. sulphureus*, *A. versicolor*, *Cladosporium cladosporioides*, *Colleototrichum gloesporioides*, *Fusarium oxysporum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *Gliocladium* sp., *Mucor hiemalis*, *Penicillium brevicompactum*, *P. hirsutum*, *P. solitum* e *Trichoderma harzianum* são pela primeira vez citados em grãos de café orgânico no País.

Estes resultados demonstram que, nos grãos de café cultivados sob sistema orgânico e convencional, os principais gêneros identificados foram *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium.* Além dos fungos filamentosos, as amostras de café convencional apresentaram alto nível de infecção com leveduras. Similarmente, Urbano et al. (2001) encontraram 100% de contaminação por leveduras e fungos em amostras de grãos de café, analisadas em diferentes estágios de maturação e processamento.

As amostras de grãos de café que foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1%, tiveram uma redução de 22% de contaminação com fungos filamentosos. Isso ocorreu porque a desinfecção das amostras eliminou a maioria dos fungos presentes no exterior dos grãos. Noonim et al. (2008) demonstraram que, após o método de desinfecção, a contaminação dos grãos de café reduziu de 98% para 60%.

Os grãos de café que não passaram pelo processo de desinfecção apresentaram maior contaminação com fungos filamentosos e leveduras. O gênero *Aspergillus* foi responsável pela contaminação da maioria das amostras de grãos de café cultivados de forma orgânica e convencional. Portanto, *Aspergillus* foi o gênero predominante, com aproximadamente 34,43% dos grãos contaminados por espécies da Seção *Circumdati*, *Nigri*, *Flavi* e *Versicolor* (Tabela 1).

Os isolados do gênero *Aspergillus* contaminaram 44,32% das amostras de grãos de café orgânico que não passaram pelo processo de desinfecção com hipoclorito de sódio a 1%. Isso indica que as espécies pertencentes a esses gêneros contaminam principalmente o exterior dos grãos de café. A presença de fungos do gênero *Aspergillus* no café é preocupante, pois esses microrganismos têm a capacidade de produzir diversos compostos tóxicos, denominados micotoxinas. As espécies do gênero *Aspergillus*

TABELA 1 – Número de isolados de fungos presentes nos grãos de café orgânico e convencional, nas fraçõesfrações de café: 1- pano e 2- varrição (Com desin.: com desinfecção, Sem desin.: sem desinfecção).

Espécies	CONVENCIONAL				ORGÂNICO			
	[1]Com desin.	[1]Sem desin.	[2]Com desin.	[2]Sem desin.	[1]Com desin.	[1]Sem desin.	[2]Com desin.	[2]Sem desin.
Alternaria								
A. alternata Keissl.	6	-	-	-	-	-	-	-
Aspergillus								
A. flavus Link	-	-	-	-	7	6	4	2
A. foetidus Thom e Raper	-	-	-	-	-	9	-	3
A. niger Tiegh.	3	-	-	-	-	-	-	-
A. ochraceus K. Wilh.	-	-	-	-	5	14	-	4
A. oryzae Cohn	-	-	-	-	-	-	-	2
A. sulphureus Thom e Church	-	-	-	-	2	-	-	-
A. tubingensis Mosseray	-	5	-	-	-	-	-	-
A. versicolor Tiraboschi	-	-	-	-	-	3	-	-
Cladosporium								
C. cladosporioides G.A deVries	4	-	-	3	5	5	-	-
Colleototrichum								
C. gloesporioides (Penz.) Sacc.	-	-	-	-	3	4	-	-
Epicoccum								
E. purpurascens Link	6	-	-	-	-	-	-	-
Fusarium								
F. oxysporum Schltdl.	1	-	-	6	-	-	-	2
F. semitectum Berk e Ravenel	-	5	-	8	-	-	-	8
F. solani (Mart) Sacc.		6						9
***Gliocladium* sp.**	-	-	-	-	-	-	1	-
Mucor								
M. hiemalis Wehmer	-	-	-	-	4	-	-	7
Penicillium								
P. brevicompactum Dierckx	8	11	-	-	1	11	-	-
P. citrinum Thom	2	-	-	-	-	-	-	-
P. hirsutum Dierckx	-	-	-	-	-	-	3	-
P. solitum Westtling	-	-	-	-	-	-	2	-
Rhizopus								
R. stolonifer Lindner	8	1	-	-	-	-	-	-
Trichoderma								
T. harzianum Rifai	-	-	-	-	-	-	-	4

pertencentes às Seções *Circumdati* e *Nigri* são as principais produtoras de ocratoxina A em amostras de café (BATISTA et al., 2003; CLOUVEL et al., 2008; DUARTE et al., 2010; FRISVAD et al., 2004; FRISVAD; SAMSON, 2000; PERRONE et al., 2007; URBANO et al., 2001). Neste estudo, as espécies de *Aspergillus* pertencentes às Seções *Nigri* (*A. foetidus, A. niger, A. tubingensis*) e *Circumdati* (*A. ochraceus, A. sulphureus*) foram encontradas em abundância.

A presença dos fungos filamentosos em grãos de café orgânico e convencional é prejudicial, pois os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são os que estão mais frequentemente associados com a produção de micotoxinas em produtos agrícolas. Porém a presença desses fungos não indica necessariamente a presença de micotoxinas (SIDHU, 2002; YIANNIKOURIS; JOUANY, 2002).

Diversos fatores que estão envolvidos na cafeicultura orgânica e convencional podem favorecer ou não o desenvolvimento de espécies toxigênicas. A biodiversidade microbiana é um deles, ora podendo impedir a produção de

micotoxinas, degradando a toxina em meio natural ou, até mesmo, favorecendo a formação de um ambiente competitivo.

Em relação ao gênero *Fusarium*, observa-se que estes isolados contaminaram principalmente as amostras que não foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1%. No entanto, eles também foram encontrados em abundância nos grãos de café onde foi realizada a desinfecção superficial. Analisando os fungos associados a diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. Pasin et al. (2009) verificaram a alta incidência de fungos do gênero *Fusarium* nas diferentes cultivares de café.

A contaminação das amostras com os isolados de *Penicillium* também foi significativamente maior nos grãos orgânicos que não sofreram o processo de desinfecção superficial, sendo responsável por 12,2% de contaminação. Nas amostras de café convencional o gênero *Penicillium* foi responsável por apenas 1,32% de contaminação, principalmente das análises que foram desinfetadas. Segundo Chalfoun et al. (2003), as espécies de *P. variabile* Sopp, *P. citrinum* Thom e *P. minioluteum* Dierckx foram as espécies de *Penicillium* mais encontradas nos grãos de café orgânico. A presença desse gênero no café pode ser considerada positiva, uma vez que não são produtores de micotoxinas e ainda podem ser utilizados como solubilizadores de fosfato.

3.2 Biodiversidade de fungos no café orgânico e convencional

Na Tabela 1 podem ser encontradas as principais espécies de fungos isoladas no café de cultivo orgânico e convencional.

Conforme a Tabela 1, o maior número de espécies que foram encontradas nos grãos de café pertencia ao gênero *Aspergillus*. O gênero *Aspergillus* da Seção *Circumdati* foi o grupo predominante, com 41,09% de contaminação (*A. ochraceus*, *A. sulphureus*), seguido da Seção *Nigri* com 27,39% (*A. niger*, *A. foetidus*, *A. tubingensis*), 27,39% da Seção *Flavi* (*A. flavus* e *A. oryzae*) e 4,1% da Seção *Versicolor* (*A. versicolor*). Ferreira et al. (2011) analisaram fungos associados a grãos de café no sudoeste da Bahia e também relataram que as espécies do gênero *Aspergillus* foram as que predominaram no café. Conforme Klich (2002), as espécies do gênero *Aspergillus* apresentam ampla distribuição, sendo encontradas frequentemente em regiões quentes e sua distribuição está relacionada com o clima, a vegetação e o solo. Essa espécie também tem sido repetidamente associada aos grãos de café (CHALFOUN; BATISTA, 2003; PIMENTA; VILELA, 2003).

A presença de espécies de *Penicillium* em grãos de café beneficiado também foi relatada por Batista e Chalfoun (2007), que identificaram *P. brevicompactum* Dierckx, *P. citrinum* Thom, *P. commune* Thom, *P. minioluteum* Diercx, *P. variabile* Sopp, *P. expansum* Link e *P. corylophilum* Dierckx, associadas a grãos de café coletados em 11 municípios da região do sul de Minas Gerais.

De acordo com Chalfoun e Batista (2003), as espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* são de ocorrência cosmopolita e estão entre os microrganismos mais abundantes, sendo normalmente associados a grãos armazenados ou danificados.

Constatou-se, por meio do cálculo do índice de Margalef e do índice de Shannon, que as amostras de café orgânico têm maior riqueza de espécies e de biodiversidade. Os valores referentes aos índices podem ser observados na Tabela 2.

TABELA 2 – Resultados dos Índices de riqueza e diversidade de fungos filamentosos em grãos de café de cultivo orgânico e convencional.

Sistema de cultivo	Índice de riqueza – Da (Margalef)	Índice de diversidade – H' (Shannon- Winer)
Café Orgânico	3,29	4,42
Café Convencional	2,26	2,91

Portanto, as amostras de café orgânico possuem maior riqueza de espécies e biodiversidade, quando comparadas às de café convencional. Até o momento, não existem estudos sobre diversidade de fungos filamentosos em grãos de café nos dois sistemas de cultivo. Contudo, esses resultados corroboram com os estudos realizados Oehl et al. (2004) que observaram uma maior diversidade de espécies de fungos micorrízicos no sistema convencional.

Uma maior diversidade de fungos no sistema orgânico é fundamental para o agroecossistema, pois mantém o equilíbrio biológico e proporciona menos problemas com doenças e pragas nas plantações (HYDE, 2001). O sistema de cultivo adotado irá influenciar a qualidade do café. Nos últimos anos, vários trabalhos foram desenvolvidos sob sistemas de cultivo convencional e orgânico e

os resultados têm mostrado aumentos no conteúdo de matéria orgânica, atividade e biomassa microbiana em solos manejados organicamente (EDMEADES, 2003; GLOVER; REGANOLD; ANDREWS, 2000; MELERO et al., 2005; TU; RISTAINO; HU, 2006). Sendo assim, o sistema de cultivo orgânico estimula a biodiversidade e a atividade biológica do solo, mantendo o ecossistema equilibrado para proporcionar à planta condições para o seu desenvolvimento.

A redução da biodiversidade do solo é considerada negativa, pois as alterações na diversidade biológica podem reduzir as fontes de alimentos, combustíveis, recursos medicinais ou genéticos (BRUSSAARD et al., 2010).

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que os principais gêneros de fungos encontrados nas amostras de grãos de café orgânico e convencional foram *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. A riqueza e a biodiversidade de fungos filamentosos foram maiores nas amostras de café orgânico do que nas amostras de café convencional.

5 AGRADECIMENTOS

Ao apoio da Cooperativa de Poço Fundo; do professor Leandro Carlos Paiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Sul de Minas Gerais - Campus Machado, ao apoio financeiro da FAPEMIG, ao Projeto Biodiversidade de fungos ocratoxigênicos em grãos de café de cultivo convencional e orgânico por taxonomia polifásica (n° APQ- 00781- 08).

6 REFERÊNCIAS

BATISTA, L. R.; CHALFOUN, S. M. Incidência de Ocratoxina A em diferentes frações do café (*Coffea arabica* L.): bóia, mistura e varrição após secagem em terreiros de terra, asfalto e cimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 804-813, maio/jun. 2007.

BATISTA, L. R. et al. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and methods. **Food Control**, Guildford, v. 20, n. 9, p. 784-790, Sept. 2009.

_____. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 85, n. 3, p. 293-300, Aug. 2003.

BETTIOL, W. et al. Soil organisms in organic and conventional cropping systems. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 565-572, jul./set. 2002.

BRUSSAARD, L. et al. Reconciling biodiversity conservation and food security: scientific challenges for a new agriculture. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, London, v. 2, p. 34-42, Mar. 2010.

CHALFOUN, S.M.; BATISTA, L.R. **Fungos associados a frutos e grãos de café *Aspergillus* & *Penicillium***. Brasília: EMBRAPA, 2003. 69 p.

CHALFOUN, S. M. et al. Predominância do gênero *Penicillium* em solo de cultivo de café pelo sistema orgânico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2003, Brasília. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2003. 1 CD-ROM.

CLOUVEL, P. et al. Wine contamination by ochratoxin A in relation to vine environment. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 123, n. 1/2, p. 74-80, Mar. 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2008/2009**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos08.09.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2010.

DUARTE, S. C. et al. Review on ochratoxin A occurrence and effects of processing of cereal and cereal derived food products. **Food Microbiology**, London, v. 27, n. 2, p. 187-198, Apr. 2010.

EDMEADES, D. C. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productiviy and quality: a review. **Nutrients Cycling in Agroecosystem**, Boca Raton, v. 66, n. 2, p. 165-180, June 2003.

ELLIS, M. B. ***Dematiaceous hyphomycetes***. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 608 p.

FERREIRA, G. B. A. et al. Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiados no sudoeste da Bahia. **Summa Pyytopathology**, Botucatu, v. 37, n. 3, p. 98-102, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Organic Food and Farming. **Myth and reality:** organic vs non-orgnic, the facts. Bristol House: The Soil Association, 2000. 32 p.

FRISVAD, J. C. et al. New ochratoxin A producing species of *Aspergillus* section *Circumdati*. **Studies in Mycology**, Wageningen, v. 50, n. 4, p. 23-43, Oct. 2004.

FRISVAD, J. C.; SAMSON, R. A. *Neopetromyces* grn. Nov. and an overview of teleomorphs of *Aspergillus* sub. *Circumdati*. **Studies in Mycology**, Stanford, v. 45, p. 201-207, 2000.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J. P.; ANDREWS, P. K. Systematic method for rating soil quality of convencional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, Amsterdam, v. 80, n. 1/2, p. 29-45, Aug. 2000.

HYDE, K. D. Where are the missing fungi?: does Hong Kong have any answers? **Mycological Research**, Cambridge, v. 105, n. 12, p. 1514-1518, Feb. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades@ 2011**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=315170#/>. Acesso em: 7 nov. 2011.

KLICH, M. A. **Identification of common *Aspergillus* species**. Amsterdam: Centraalbureau voor Schimmelautures, 2002. 116 p.

KOUBA, M. Quality of organic animal products. **Livestock Production Science**, Washington, v. 80, n. 3, p. 33-40, Mar. 2003.

LAIRON, D. Nutritional quality and safety of organic food: a review. **Sustainable Agriculture**, Ciudad del Mexico, v. 2, n. 2, p. 33-41, 2010.

LETOURNEAU, D. K.; BOTHWELL, S. G. Comparison of organic and conventional farms: challenging ecologists to make biodiversity functional. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 6, n. 8, p. 430-438, Aug. 2008.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurements**. Sydney: Croom Helm, 1988. 179 p.

MELERO, S. et al. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 90, n. 1/2, p. 162-170, Nov. 2005.

MIRANDA, J. C. et al. Progresso da ferrugem na cafeicultura orgânica e convencional. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 1-9, jan./abr. 2010.

NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A.; MARASAS, W. F. O. ***Fusarium* species an illustrated manual for indentification**. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1983. 193 p.

NOONIM, P. et al. Isolation, identification and toxigenic potential of ochatoxin A-producing *Aspergillus* species from coffee beans grown in two regions od Thailand. **International Journal of Food Microbiology of Food Microbiology**, London, v. 128, n. 2, p. 197-202, Dec. 2008.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. 434 p.

OEHL, F. et al. Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. **Oecologia**, Berlin, v. 138, n. 4, p. 574-583, Mar. 2004.

PASIN, L. A. A. P. et al. Fungos associados a grãos de cinco cultivares de café (*Coffea arábica* L.). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 23, n. 4, p. 1129-1132, 2009.

PEREIRA, R. T. G. **Influência de *Cladosporium cladosporioides* na qualidade da bebida do café**. 2002. 42 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PERRONE, G. et al. Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 59, p. 53-66, 2007.

PIMENTA, C. J.; VILELA, E. R. Composição microbiana e ocratoxina A no café (*Coffea arábica* L.) submetido a diferentes tempos de espera antes da secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1315-1320, nov./dez. 2003.

PITT, J. I. Toxigenic fungi: which are important. **Medical Mycology**, Oxford, v. 38, p. 17-22, Dec. 2000. Supplement.

SAMSON, R. A. et al. New ochratoxin or sclerotium producing species in *Aspergillus* section *Nigri*. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 50, n. 1, p. 45-61, Jan. 2004.

SIDHU, G. S. Mycotoxin genetics and gene clusters. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 108, n. 7, p. 705-711, Sept. 2002.

SILVA, C. F.; BATISTA, L. R.; SCWUAN, R. F. Incidence and distribution of filamentous during fermentation drying and storage of coffee (*Coffee Arabica* L) beans. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 238-240, jul./set. 2008.

SILVA, C. F. et al. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* L in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 60, n. 2/3, p. 251-260, Sept. 2000.

TANIWAKI, M. H. et al. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 173-179, Apr. 2003.

TU, C.; RISTAINO, J. B.; HU, S. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: effects of organic inputs and straw mulching. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 38, n. 2, p. 247-255, Feb. 2006.

URBANO, G. R. et al. Occurrence of ochratoxin A-producing fungi in raw Brazilian coffee. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 64, n. 8, p. 1226-1230, Aug. 2001.

VISOTTO, L. E. et al. Isolamento de fungos toxigênicos em grãos de café *(Coffea arabica* L.*)* e avaliação da produção *in vitro* de ocratoxina A. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 32, pt. 10, p. 11-16, jul. 2001. Especial Café.

YIANNIKOURIS, A.; JOUANY, J. P. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. **Animmal Research**, Tubingen, v. 51, n. 2, p. 81-99, Mar./Apr. 2002.