

MICOTOXINAS EM CAFÉ - RISCOS E CONTROLE

SARA MARIA CHALFOUN ¹, TÂNIA BARRETTO SIMÕES CORRÊA ²

Diversos fungos encontram-se associados aos frutos e grãos de café durante todo o ciclo produtivo e podem, sob condições específicas, causarem perdas de qualidade, produzindo odores e sabores desagradáveis, e em alguns casos podem produzir metabólitos tóxicos (micotoxinas) comprometendo a característica de segurança do produto final. A toxina mais comumente presente no café, embora de maneira geral em pequena quantidade, é a ocratoxina A (OTA). A aflatoxina e a esterigmatocistina são menos freqüentemente mencionadas (Naidu, 1996).

Nos últimos anos, setores ligados à cafeicultura (firmas importadoras, instituições de pesquisa) têm manifestado mais interesse quanto à qualidade micotoxicológica do café beneficiado para estimar o risco imposto aos consumidores pela ingestão de OTA, mas os dados disponíveis são insuficientes para estabelecer níveis regulamentares baseados em avaliações científicas quanto ao risco para a saúde.

A Comissão Européia ainda não fixou os níveis máximos para OTA em café e somente tem uma recomendação (CE 22/12/1998, nº26), através da qual o nível de referência de 3ppb em café torrado e moído e 8 ppb para o café verde foi sugerido para os países membros da Comunidade Européia. Atualmente os únicos países da União Européia a aplicar limites legais para a OTA são a Itália (8ppb para café beneficiado e 4ppb para o produto final), Finlândia (10ppb) e Grécia (20 ppb),. República Checa - 20 µg/Kg, Romênia - 5 µg/Kg

No Brasil, a seleção tradicional dos cafés de boa qualidade inclui uma dimensão sensorial que elimina qualquer material com significativa presença de fungos, sendo que em tais casos a detecção de micotoxinas, mais especificamente a ocratoxina A, mesmo em traços é rara (Batista, 2000).

¹ EPAMIG. Fone: (35) 3821-6244. E-mail: chalfoun@epamig.ufla.br

² Embrapa Agroindústria de Alimentos. Fone: (21) 2410-7520. E-mail: tania@ctaa.embrapa.br

Por outro lado, remessas altamente contaminadas de café são improváveis de serem concretizadas e aceitas porque odores e sabores indesejáveis fazem-nas sensorialmente inaceitáveis. Em outros cafés, sem o mesmo rigor na seleção do produto, ainda que muito raramente, níveis significantes de ocratoxina podem ser detectados (Viani, 1996).

Levi, Hugh e Mohr (1974) realizaram o primeiro trabalho avaliando a presença de ocratoxina A em grãos de café beneficiado. Das 68 amostras avaliadas, três apresentaram contaminações que variaram de 20m/Kg a 80m/Kg, das 10 amostras enviadas diretamente do Brasil para análises, nenhuma apresentou contaminação acima do limite de detecção do método.

Resultados de pesquisas subsequentes realizadas em vários países, utilizando amostras de café beneficiado e processado de diversas procedências, encontram-se resumidos nas Tabelas 1 e 2 e confirmam o fato de que relativamente a outros produtos vegetais, a ocorrência de ocratoxina A em grãos de café e produto processado é rara, situando o café como fonte marginal de ocratoxina A na dieta.

Tabela 1- Níveis de Ocratoxina A em Amostras de Café Beneficiado de Diferentes Procedências.

Procedência	Nº total de amostras	Total de amostras contaminadas	Nível de contaminação (mg/kg)	Contaminação média	Referências
Diversa *	----	----	20 - 80	-	Levi et al. (1974)
Diversa**	----	----	30 - 230	-	Levi et al. (1974)
Diversa	68	03	20 - 80	-	Levi et al. (1974)
Diversa	502	00	Nd	-	Levi (1980)
Diversa	40	09	0,5 - 23,0	-	Cantafora et al. (1983)
Brasil	08	00	-	-	Cantafora et al. (1983)
Diversa	19	09	0,1 - 4,6	1,4	Trucksess et al. (1999)
Diversa	29	17	0,2 - 15	3,1	Mico et al. (1989)
Brasil	14	10	0,2 - 5,5	2,0	Mico et al. (1989)
Diversa	47	14	0,2 - 17,4	2,6	Nakajima et al. (1997)
Brasil	10	00	-	-	Nakajima et al. (1997)
Brasil (<i>C. arabica</i> L.)	69	10	1,7 - 12,7	-	Furlani et al. (1999)
Brasil (<i>C. canephora</i>)	10	02	5,5 - 114,2	-	Furlani et al. (1999)
Brasil (Sul de MG)	40	12	0,47 - 4,82	-	Batista (2000)

* Amostras comerciais - sem sinais visíveis de deterioração

** Amostras não comerciais - com sinais visíveis de deterioração

Tabela 2- Níveis de Ocratoxina A em Amostras de Café Processado de Diferentes Procedências.

Tipo do produto	Procedência	Nº total de amostras	Total de amostras contaminadas	Nível de contaminação (mg/kg)	Contaminação média	Referências
Café torrado e moído	Reino Unido	20	17	0,2 - 2,1	0,6	Patel et al (1997)
Café torrado	Am. do Sul	13	09	0,1 - 1,2	0,4	Trucksess et al (1999)
Café torrado	Diversa	68	05	3,2 - 17,0	-	Trucksess et al (1998)
Café torrado	Brasil	09	00	-	-	Trucksess et al (1998)
Café torrado	Diversa	40	14	0,4 - 4,2	1,2	Studer-Rohr et al (1995)
Café torrado	Brasil	47	41	0,99 - 5,87	1,75	Prado et al (no prelo)
Café torrado e solúvel	Diversa	633	299	Nd - 27,2	0,84	Stegen et al (1997)
Café solúvel	Reino Unido	80	64	0,1 - 08	1,0	Patel et al (1997)
Café solúvel	Diversa	101	75	0,2 - 6,5	1,0	Pittet et al (1996)
Café solúvel	Brasil	14	14	0,53 - 5,12	2,17	Leoni et al (1999)
Café solúvel	Brasil	10	08	0,31 - 1,78	0,73	Prado et al (no prelo)
Café torrado e solúvel	Diversa	633	299	Nd - 27,2	0,84	Stegen et al (1997)
Bebida	Diversa	40	16	1,0 - 7,8	-	Studer-Rohr et al (1994)

No entanto, segundo Romani et al. (2000) apesar da ocorrência de OTA em café beneficiado encontrar-se largamente descrita na literatura, não são efetuadas correlações entre o tipo e/ou origem do café e conteúdo de ocratoxina A.

A omissão de tais correlações pode acarretar sérias conseqüências, como por exemplo, em relação à adoção de estratégias de segurança que possam apresentar implicações sócio econômicas para os países e regiões produtoras, uma vez que limitam a exportação e a comercialização interna do produto.

Sugere-se, portanto, a utilização de alguns critérios no sentido de que pesquisas visando estabelecer limites de variação da ocratoxina A em café, não se utilizem de amostras apresentando sinais visíveis de deterioração. Esta sugestão apóia-se na afirmativa de Teixeira (1999) de que os cafés "podres" são produzidos pelo excesso de umidade nos frutos e grãos quando em contato com o chão ou devido à presença de goteiras nos armazéns, onde a umidade é transferida para o café. Segundo o autor dessas

observações, esses cafés não podem ser comercializados, entrando na categoria dos não negociáveis (N.N.), impróprios, portanto para o consumo e não sendo classificados, bastando emitir sobre os mesmos o laudo de constatação.

O Brasil, como grande produtor, maior exportador mundial e grande consumidor de café (Figura 1), tem intensificado ações com relação à padronização e validação de metodologias e rotinas analíticas para análise de micotoxinas (Figura 2), elaborado e implantado sistemática de amostragem que atenda as peculiaridades dos grãos beneficiados de café e produto processado, monitorado os níveis de contaminação por micotoxinas em toda a cadeia produtiva. Medidas preventivas da ocorrência de micotoxinas têm sido recomendadas através da adoção de Boas Práticas Agrícolas, Boas Práticas de Fabricação e Boas Práticas de Higiene, estabelecidos com base no programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

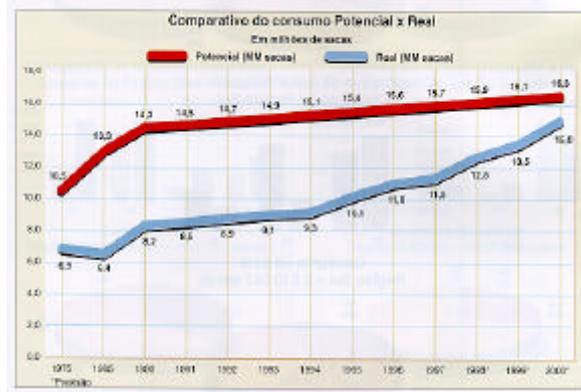


Figura 1

Dessa forma é possível prevenir e minimizar os riscos de contaminação e desenvolvimento de fungos toxigênicos e conseqüentemente a produção de micotoxinas.

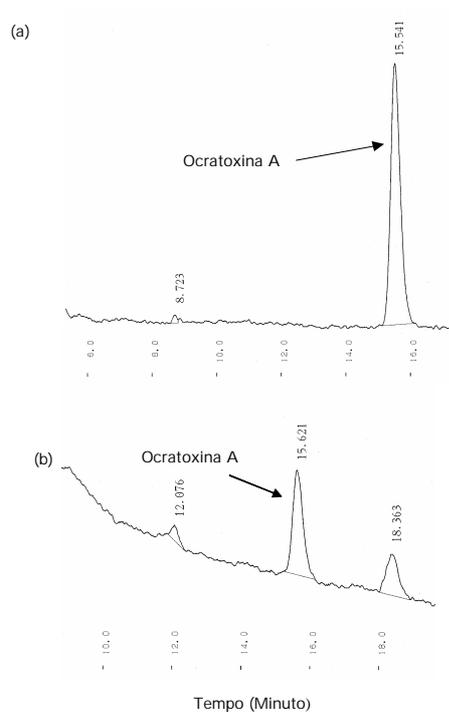


Figura 2- Cromatograma obtido por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), em (a) padrão de ocratoxina A (62,5 pg) e em (b) amostra de grãos de café beneficiado, naturalmente contaminado (0,94ng/g).

RESULTADOS DE PESQUISAS E PESQUISAS EM ANDAMENTO

Embora a experiência proporcionada por estudos referentes a relação de microrganismos com a qualidade organoléptica do café seja indicadora da baixa probabilidade de que o produto comercializado seja uma fonte de toxinas na dieta, este risco não pode ser ignorado.

A partir da sinalização das instituições reguladoras dos níveis aceitáveis de micotoxinas em alimentos (Codex Alimentarius, JECFA), de estabelecer limites máximos da ocratoxina A em café, o Brasil como grande

produtor e exportador tem se organizado principalmente através do Consórcio Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Café (CNP&D-Café), no desenvolvimento de pesquisas visando posicionar a cafeicultura brasileira quanto ao problema, além de dotar a rede de laboratórios oficiais de infraestruturas, material e humana para a realização de levantamentos e emissão de laudos quanto aos níveis de toxinas em lotes de café beneficiado, ou no produto processado, visando atender as exigências dos países consumidores.

IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS ASSOCIADOS AO CAFÉ E DETERMINAÇÃO DE SEU POTENCIAL TOXIGÊNICO.

A presença de fungos em frutos e grãos de café pode alterar a qualidade do produto, tendo em vista que os fungos possuem um potencial enzimático muito amplo. Além disso, algumas espécies de fungos podem produzir toxinas. Contudo, algumas espécies podem atuar ainda, como protetoras contra a invasão de outros fungos e muitas são as espécies que não produzem toxinas.

Sendo assim, é essencial identificar as espécies de fungos que se encontram associadas ao café, avaliar o papel da interação destas comunidades fúngicas entre si e com o substrato a que estão associadas, sob condições ambientais específicas e com base nestas informações se prever os prováveis efeitos dessas interações sobre a qualidade do produto final com ênfase para o aspecto de segurança.

Nos últimos anos tem aumentado o interesse em estudar a microbiota fúngica, potencialmente toxigênica, em grãos de café para avaliar as ameaças concretas de comprometimento da segurança do produto.

A ocratoxina A é produzida por strains de diferentes espécies dos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Ao contrário da afirmativa de que determinada espécie seja toxigênica, nem todos os strains possuem esta propriedade; a frequência de strains toxigênicos sendo dependente das espécies consideradas ou em alguns casos da região ou substrato do qual o strain é isolado. Mais relevante que essa frequência é a diferença entre o potencial toxigênico dentro de espécies, ou seja, entre isolados de uma

mesma espécie a produção de toxina pode variar mais de 1000 vezes (Le Bars e Le Bars,1999).

Vários microrganismos tem sido detectados ocorrendo associados a frutos e grãos de café desde a fase de cultivo até o processamento, na maioria das vezes relacionado com pior qualidade da bebida, envolvendo ainda aspectos de segurança do produto, por tratar-se, alguns desses microrganismos, de fungos toxigênicos (Bitancourt,1957; Moreau,1979; Mislivec et al.,1983; Carvalho e Chalfoun,1985; Chalfoun et al.,1992; Alves,1996; Taniwaki Banhe e Iamanaka,1999; Freitas,2000).

Considerando-se, portanto, a consistente presença dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* como componentes da microbiota fúngica associada ao café e que embora considerados produtores de ocratoxina, podem apresentar diferenças quanto ao potencial toxigênico entre espécies e dentro de uma mesma espécie, uma pesquisa pioneira no Brasil foi conduzida por Batista (2000) através da qual a identificação de espécies de 188 isolados e determinação do potencial toxigênico dos isolados dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* foram determinados, conforme representados na Tabela 3 (Figuras 3, 4 e 5).

A presente pesquisa demonstrou que dos isolados identificados como pertencentes à Seção Circundati, testados quanto ao potencial toxigênico,74,67% apresentaram uma reação positiva para a produção de ocratoxina A, confirmando encontrarem-se nesta seção várias espécies com potencial para a produção dessa toxina conforme relatado em resultados obtidos em pesquisas anteriores (Moss,1996).

Dentro da Seção *Nigri* (grupo *Aspergillus niger*) embora sejam relatados como fungos potencialmente toxigênicos os fungos *A. niger* var. *niger* e *A. foetidus* (Abarca et al.,1994; Nakajima et al.,1997), verificou-se que nenhum dos isolados testados no presente estudo apresentou um potencial ocratoxigênico positivo. Tal fato reveste-se de importância, considerando-se ser esta Seção predominante nos grãos examinados, concordando com os resultados obtidos por Alves (1996) e Freitas (2000).

Na Seção *Flavi*, os estudos sobre o potencial aflatoxigênico de 17 isolados do fungo *A. flavus* var. *flavus* e *A. flavus* var. *columnaris* indicaram que 33,3% comportaram-se como potencialmente produtores de aflatoxina B1 e B2.

Tabela 3- Determinação do potencial toxigênico dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* associados ao café (*Coffea arabica* L.)

Subgênero/Seção	Número de isolados	Número de isolados potencialmente toxigênicos	Micotoxina Produzida
<i>Circundati/Circundati</i>			
Grupo <i>Aspergillus ochraceus</i>			
<i>Aspergillus ochraceus</i>	41	27	Ocratoxina A
<i>Aspergillus petrakii</i>	01	01	Ocratoxina A
<i>Aspergillus sclerotiorum</i>	02	01	Ocratoxina A
<i>Aspergillus sulphureus</i>	23	22	Ocratoxina A
<i>Aspergillus melleus</i>	02	00	Não detectada
<i>Aspergillus auricomus</i>	01	01	Ocratoxina A
<i>Aspergillus lanosus</i>	01	00	Não detectada
<i>Aspergillus insulicola</i>	01	01	Ocratoxina A
<i>Aspergillus ostianus</i>	01	01	Ocratoxina A
<i>Aspergillus elegans</i>	02	02	Ocratoxina A
Total	75	56 (74,67%)	
<i>Circundati/Nigri</i>			
Grupo <i>Aspergillus niger</i>			
<i>Aspergillus niger</i> var <i>niger</i>	08	00	Ocratoxina A
<i>Aspergillus niger</i> var <i>awamori</i>	13	00	Não detectada
<i>Aspergillus foetidus</i>	03	00	Não detectada
Total	24	00 (0,0%)	
<i>Circundati/Flavi</i>			
Grupo <i>Aspergillus flavus</i>			
<i>Aspergillus flavus</i> var <i>flavus</i>	17	06	Aflatoxinas B1e B2
<i>Aspergillus flavus</i> var <i>columnaris</i>	01	00	Não detectada
Total	18	06 (33,33%)	
Gênero/Espécies			
Teste			
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	05	00	Ocratoxina A
<i>Penicillium brevecompactum</i>	02	00	Não detectada
<i>Penicillium citrinum</i>	09	00	Não detectada
<i>Penicillium corylophilum</i>	01	00	Não detectada
<i>Penicillium chrysogenum</i>	02	00	Não detectada
<i>Penicillium expansum</i>	03	00	Não detectada
<i>Penicillium glabrum</i>	02	00	Não detectada
<i>Penicillium solitum</i>	01	00	Não detectada
Total	25	00 (0,0%)	

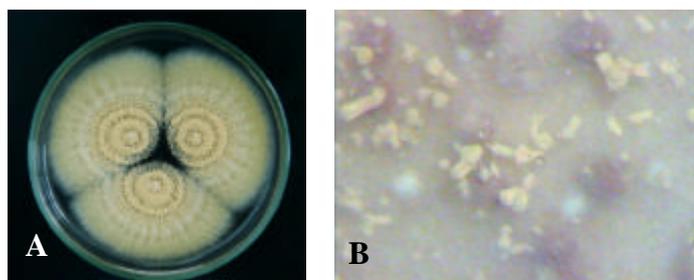


Figura 4- Colônia de *Aspergillus ochraceus* meio CYA (A) Escleródios rosa a púrpura produzidos pela maioria das espécies identificadas (B).



Figura 5- Colônia de *Penicillium citrinum* em meio CYA (A). Ramificações características da espécie (B).

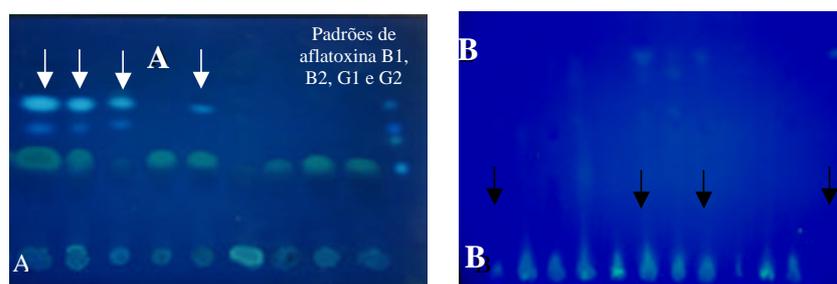


Figura 6- Teste de aflatoxinas produzidas por isolados de *Aspergillus flavus* var *flavus* (A); Isolados ocratoxigênicos detectados por Plug Agar (B).

Finalmente, os testes quanto ao potencial toxigênico de 25 isolados de fungos do gênero *Penicillium*, demonstraram que nenhum dos isolados apresentou potencial para a produção de ocratoxina A, concordando com os resultados obtidos por Pitt (1987) segundo os quais a única espécie de *Penicillium* produtora de ocratoxina A é o *Penicillium verrucosum*.

Sabe-se ainda que a expressão do potencial toxigênico positivo de parte dos isolados testados dependerá de fatores extrínsecos tais como o próprio substrato, a temperatura, a atividade de água, a umidade relativa, e a ocorrência e desenvolvimento de uma microbiota competitiva.

EFEITO INIBIDOR DE COMPONENTES QUÍMICOS DO CAFÉ SOBRE O CRESCIMENTO MICELIAL DOS FUNGOS E SÍNTESE DE TOXINAS

Os fungos toxigênicos são capazes de desenvolver-se sobre uma grande variedade de substratos. No entanto, nem todos os substratos são igualmente favoráveis à produção de micotoxinas.

Madhyastha et al. (1990) avaliaram o efeito de diferentes cereais (substratos) sobre o desenvolvimento e a produção de micotoxinas por *Aspergillus ochraceus* e *Penicillium verrucosum*. Os resultados demonstraram que o desenvolvimento dos fungos e a produção de micotoxinas foram altamente influenciados pelo tipo de substrato.

Variações quanto ao desenvolvimento fúngico e a síntese de toxinas entre substratos podem ser atribuídas a diferenças nas características físicas e químicas do substrato (Le Bars, 1982). O café, segundo resultados obtidos através de várias pesquisas não é um bom substrato para a produção de toxinas.

Nartowicz, Buchanal e Segal (1979) estudando os fungos potencialmente toxigênicos associados aos grãos de café armazenados indicam que o café como substrato não oferece condições que favoreçam a produção de micotoxinas. Nesta pesquisa confirmam a hipótese de Buchanan e Fletcher (1978) de que a cafeína exerce um importante papel na prevenção da formação da aflatoxina em café descafeinado.

Pesquisas posteriores têm confirmado tais resultados (Buchanan,

Tice e Marino,1981; Buchanan; Harry e Gealt,1983; Chalfoun; Pereira e Angélico,2000; Chalfoun et al. dados não publicados), inclusive com resultados sobre a ação inibidora da cafeína sobre outros fungos e síntese de toxinas tais como a ocratoxina A, a esterigmatocistina, a citrinina e a patulina.

Deve-se considerar, no entanto, que nem todas as linhagens de fungos são sensíveis à cafeína (Tsubouchi et al.,1985), sendo a atividade da cafeína altamente específica, indicando a necessidade da complementariedade de outros fatores entre eles outros constituintes químicos do café, como o ácido tânico que tem apresentado potencial inibidor das micotoxinas (Hasan,1996) e que justifiquem os baixos níveis de micotoxinas detectados, de uma maneira geral, nas amostras comerciais de café examinadas.

VIAS DE CONTAMINACAO DO CAFÉ POR MICROORGANISMOS TOXIGÊNICOS

Nenhuma origem ou tipo de processamento do café tem provado estar isento do risco de contaminação por fungos toxigênicos, entre eles os ocratoxigênicos. Isto torna o problema da qualidade em seu aspecto de segurança, onipresente,a ser abordado de forma global. Todos os elos da cadeia produtiva , desde a fase de campo ao processamento, transporte, armazenamento, até o consumo estão envolvidos no equacionamento e solução do problema. O objetivo comum é determinar os Pontos Críticos de Controle que possam assegurar a sanidade e a qualidade sensorial do produto, reduzindo os riscos de contaminação do café por ocratoxina através da compreensão dos estádios e condições sob as quais é produzida.

Contaminação dos Frutos na Planta

A contaminação dos frutos nas plantas pode ocorrer devido à presença de esporos no ar, penetrando nos grãos através de lesões mecânicas, físicas (sol, chuva de granizo), outros microrganismos (*Cercospora coffeicola*, *Phoma spp.*), ou causadas por insetos (broca-do-café) e ácaros

(Chalfoun et al.,1984; Vega e Mercadier,1998).

As espécies de fungos ocratoxigênicos não são fitopatógenos nem endófitos. Dessa forma a prevenção geral, ao longo de toda a cadeia deve ser baseada em:evitar a abertura de portas de entrada para o interior dos frutos (injúrias mecânicas, físicas ou biológicas) e evitar contato dos frutos com o solo que é uma fonte de esporos.

Alguns pontos devem ser pesquisados tais como a forma e a época em que os fungos colonizam a polpa (mucilagem) e os grãos, através de técnicas micológicas e histológicas bem como o evento da toxigênese (ocorre nos grãos ou difusão da toxina da mucilagem) porque se tem observado diferenças nesses mecanismos em diferentes produtos, conduzindo a diferentes formas de prevenção.

Contaminação dos Frutos no Processamento

Os grãos de café são produzidos em um fruto que tem um mesocarpo espesso quando atinge seu estágio de maturidade completa, conhecido por frutos no estágio cereja. O mesocarpo (mucilagem) apresenta uma composição química constituída de 80% de água e 20% de substâncias sólidas das quais 80% são constituídas de substâncias pécticas e 20% de açúcares.

O processamento do café consiste em métodos para secar os frutos e separar os grãos dos tecidos dos frutos, método esse denominado “via seca”,que predomina no Brasil, predomina produzindo-se o café “natural” (sem despulpamento). Durante a secagem a mucilagem é digerida e liquidificada e substâncias provenientes da digestão da mucilagem difundem-se para o grão interferindo de forma benéfica ou detrimental sobre a qualidade organoléptica e de segurança do produto final, dependendo da microbiota contaminante.

Estudos realizados na Tailândia com café Robusta indicam que a OTA é produzida principalmente durante a secagem do café sob o sol, e que esta síntese ocorre freqüentemente no estágio inicial de secagem do café (05 a 10 dias), sendo mais acentuada na parcelas de frutos de baixa qualidade, como os danificados e super maduros comumente denominados frutos passas (Bucheli; Kanchanomai; Meyer e Pittet 2000).

Segundo Frank (2000) o café não pode permanecer na faixa entre 30% a 16% de teor de umidade relativa por mais de quatro dias. Segundo o

autor a análise da produção do café aliada a um estudo ecológico detalhado dos fungos tem caracterizado as comunidades fúngicas associadas com a produção e como elas são afetadas pelas condições de processamento tem proporcionado uma base para um modelo agri/ecológico.

A prevenção e redução da contaminação podem ser obtidos através da adoção de Boas Práticas de Cultivo, que conduzem à obtenção de cafés com baixo número de defeitos (frutos e grãos injuriados); a realização da colheita em um ponto ideal, evitando-se a elevada ocorrência de frutos super maduros que inclusive podem cair e sofrer contaminação por fungos toxigênicos através do contato com o solo (fonte de inoculo), otimização das condições de secagem.

Todas essas medidas são parte das práticas pré e pós-colheita comumente conhecidas pelos cafeicultores brasileiros.

Contaminação Durante o Processamento

Durante o armazenamento, os esporos podem penetrar nos frutos e grãos e produzirem toxinas devido a condições inadequadas, principalmente relativas ao teor de umidade dos grãos.

Pesquisas recentes realizadas na Tailândia não forneceram nenhuma evidência sobre o aumento de OTA em café robusta sob condições de armazenamento em condições tropicais (Bucheli, 1998, 2000), indicando que a toxina já se encontrava presente antes do armazenamento. Tais resultados reforçam a possibilidade de que fatores envolvidos nas fases de pré-colheita, colheita, e preparo sejam os pontos críticos conduzindo a contaminação por fungos ocratoxigênicos e síntese de ocratoxina.

Devemos considerar que a faixa ideal de umidade para o armazenamento do café é de 11% a 12%, portanto desfavorável para o desenvolvimento dos fungos produtores e para a síntese de ocratoxina A.

Em casos de suspeita de contaminação de lotes de café armazenado deve-se examinar as condições de armazenamento (presença de goteiras ou outras fontes de elevação das condições de umidade do ar e do grão no armazém) e realizar-se um inventário do(s) lote(s) suspeitos (idade, classificação original quanto ao tipo e qualidade da bebida, procedência). Uma vez concluído o inventário, amostras representativas dos lotes devem ser coletadas e encaminhadas para o Laboratório visando determinar-se o nível de contaminação.

Deve-se sempre ressaltar que casos em que o produto estiver exposto a condições extremamente favoráveis ao comprometimento de qualidades organolépticas, além das referentes à segurança do produto, com sinais visíveis de deterioração, o lote já deverá de antemão ser considerado impróprio para o consumo, não competindo nele ainda investir realizando análises de alto custo como o são as de micotoxinas, bastando nesse caso emitir o laudo de constatação segundo Teixeira (1999). Deve-se ressaltar ainda, que tal fato ocorre muito raramente uma vez que o café no Brasil é normalmente estocado em armazéns padrões construídos e utilizados dentro de normas técnicas e constantemente vistoriados.

MÉTODOS PREVENTIVOS DE CONTROLE DA INCIDÊNCIA DE FUNGOS E CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS

A essência da prevenção da incidência de fungos e contaminação por micotoxinas, reside no estabelecimento e adoção de Boas Práticas Agrícolas (BPA) e Boas Práticas Industriais (BPI) através da implantação de programas de gestão de qualidade tais como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Alguns requisitos que abrangem as etapas desde campo até o consumo devem ser atendidos para que se atinja o objetivo final de obtenção de um produto de boa aparência, sabor e aroma e seguro do ponto de vista toxicológico, quais sejam:

- Melhor conhecimento das condições ambientais de cada região, permitindo a escolha de variedade mais adaptada, da população a seleção de um ou outro sistema de cultivo, colheita ou processamento, adequação de cada produto para um ou outro sistema de torração e consumo.
- Levantamento e melhoria da infraestrutura utilizada na cafeicultura entre eles: energia elétrica; terreiros revestidos para secagem; pré-secadores e secadores mecânicos; lavadores; tulhas; máquinas de beneficiamento.
- Capacitação da mão de obra visando a execução de cada etapa

do processo produtivo, de processamento, de transporte, de armazenamento, de industrialização de comercialização quanto aos critérios de execução e monitoramento da eficiência das operações efetuadas dentro de cada etapa citada.

- Controle de fatores bióticos e abióticos que constituem Perigos de contaminação e fungos toxigênicos e possível síntese de toxinas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema da ocorrência de fungos toxigênicos associados ao café está refletindo o padrão universal com relação a outros cultivos, isto é, a presença dos principais gêneros de fungos potencialmente toxigênicos (*Aspergillus*, *Penicillium*) presentes em todas as etapas do processo produtivo, de preparo e armazenamento do produto final.

A determinação do potencial toxigênico dos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* tem-se mostrado positiva para a produção das principais micotoxinas, inclusive a ocratoxina A, a mais importante micotoxina que pode ser encontrada no café devido aos seus efeitos nefrotóxicos, sua potente atividade carcinogênica e a sua suposta estabilidade térmica.

Por outro lado, o café como substrato ou matriz com relação à susceptibilidade a colonização pelos fungos toxigênicos e síntese de micotoxinas, tem-se mostrado menor, quando comparada com outros frutos e grãos. Tal fato justifica-se em parte devido à composição química dos grãos, uma vez que pelo menos um de seus componentes químicos característicos, a cafeína, exerce comprovada ação inibidora sobre o desenvolvimento micelial de fungos toxigênicos e sobre a síntese de micotoxinas.

Analisando a situação do café brasileiro, considera-se que a tendência de valorização do café pela qualidade do produto, movimento que já dura mais de uma década, tenha contribuído para a redução dos riscos de contaminação do café por fungos toxigênicos e provável síntese de toxinas em níveis acima dos aceitáveis. Tal hipótese baseia-se no fato de que a pior qualidade organoléptica da bebida do café é, em grande parte, atribuída à

deterioração microbiana dos frutos e grãos e que esta deterioração é prevenida por medidas que também reduzem os riscos de contaminação por fungos toxigênicos, ocorrendo em alguns casos fungos como os do gênero *Aspergillus* que além de exercerem uma ação detrimental à qualidade da bebida inclui inúmeras espécies de fungos com potencial toxigênico.

Os aspectos abordados com relação ao substrato, o café não se mostrar favorável ao desenvolvimento dos fungos toxigênicos e síntese de micotoxinas possíveis interações entre microrganismos associados aos frutos e grãos e adoção de métodos de prevenção durante as fases de cultivo e preparo do café, já adotados por significativa parcela dos cafeicultores visando preservar a qualidade organoléptica do produto, podem justificar os baixos níveis de toxinas detectados, até o momento na maioria das amostras de café brasileiro analisadas no Brasil e no exterior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. **População fúngica associada ao café (*Coffea arabica* L.) beneficiado e as fases pré e pós-colheita relação com a bebida e local de cultivo**. Lavras: UFLA, 1996. 48p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia).
- BATISTA, L.R. **Identificação, potencial toxigênico e produção de micotoxinas de fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. UFLA, 2000. 188p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- BITANCOURT, A.A. O tratamento das cerejas do café para melhorar a bebida. **O Biológico**. São Paulo, v. 23, n.1, p.1-11, jan. 1957.
- BUCHANAN, R.L.; FLETCHER, M. Methylxanthine inhibition of Aflatoxin production. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.3, p.654-655, May/June 1978.
- BUCHANAN, R.L.; HARRY, M.; GEALT, M.A. Caffeine inhibition of Sterigmatocystin, Citrin, and Patulin Production. **Journal of Food Science**, Chicago, v.48, n.4, p.1226-1228, July/Aug. 1983.
- BUCHANAN, R.L.; HOOVER, D.G.; JONES, S.B. Caffeine inhibition of aflatoxin production.. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.46, n.5, p.1193-1200, May 1983.

- BUCHANAN, R.L.; TICE, G.; MARINO, D. Caffeine inhibition of ochratoxin A production. **Journal of Food Science**, Chicago, v.47, p.319-321, 1981.
- BUCHELI, P.; MEYER, I.; PITTET, A.; VUATAZ, G.; VIANI, R. Industrial storage of green Robusta coffee under tropical conditions and its impact on raw material quality and ochratoxin A content. **J. Agric. Food. Chem.** v. 46 p. 4507-4511. 1998.
- BUCHELI, P.; MEYER, I.; PITTET, A.; VUATAZ, G.; VIANI, R. Industrial storage of green robusta under tropical conditions and its impact on raw material quality and ochratoxin A content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.46, n.11, p.4507-4511, Nov. 1998.
- CANTÁFORA, A.; GROSSI, M.; MIRAGLIA, M.; BENELLI, L.; Determination of ochratoxin A in coffee beans using reversed-phase high performance liquid chromatography. **La Rivista della Società Italiana di Scienza dell'Alimentazione**, Roma, n.12, p.103-108, 1983.
- CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n. 126, p.79-92, 1985.
- CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.D. de. & GUIMARÃES, P.T.G. Manual de preservação e melhoria da qualidade do café nas fases de pré e pós-colheita. Enfim Ribeirão Editora e Gráfica. Ribeirão Preto - SP. 1992. 43p.
- CHALFOUN, S. M.; PEREIRA, M. C. & ANGÉLICO, C. L. Efeito da cafeína (1, 3, 7 – trimethylxantina) sobre o crescimento micelial de fungos associados ao café. **Revista Brasileira de Armazenamento**. VIÇOSA – ESPECIAL – (1): 50 – 53 – 2000.
- CHALFOUN, S. M.; PEREIRA, M. C. & ANGÉLICO, C. L. Efeito da cafeína (1, 3, 7 – trimethylxantina) sobre a produção metabólitos dos fungos *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus flavus* isoladas de grãos de café produtoras de ocratoxina A e aflatoxina. 2001 (no prelo).
- CHALFOUN, S.M.; SOUZA, J.C. de; CARVALHO, V.D. de. Relação entre a incidência de broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (*Coleoptera-Scolytidae*) e microrganismos em grãos de café.
- FRANK, J.M. Development of critical control points for preventing ochratoxin A(OTA) accumulation in coffee. X International IUPAC Symposium on mycotoxins and phycotoxins. Instituto Adolfo Lutz, Guarujá, 21-25 de maio, 2000, p.160.
- FREITAS, R.F. **Fungos Associados a Grãos de café (Coffea arabica L.)**

- beneficiado em Diversos Municípios da Região Sul de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2000. 72p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- FURLANI, R.P.Z.; OLIVEIRA, P.L.C.; SOARES, L.M.V. Ocratoxina A em cafés verdes brasileiros: diferenças com relação a espécie. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3., 2000, Londrina. **Programas e resumos...** Londrina: IAPAR/IRD, 1999. p.19.
- HASAN, H.A.H. Anti-toxicogenic properties of coffee and tea. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUNGI**, 1., 1996, Cairo. **Proceedings...** Cairo: Hopes & Chal.engs., 1996. v.1, p.75-78.
- LE BARS, L. LE BARS, P. Mycotoxigenic in grains application to mycotoxic prevention in coffee. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3, 1999. p.513.
- LEONI, L.A.B.; OLIVEIRA, P.L.C.; SOARES, L.M.V. Incidência de ocratoxina A em café solúvel comercializado no município de Campinas-SP. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS : Educação, Pesquisa e Desenvolvimento, 3., 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1999. p.58.
- LEVI, C.P. Mycotoxins contamination. **Journal of Association Official Analytical Chemistry**. n.6, p. 1282-1285, 1980.
- LEVI, C.P.; TRENK, H.L.; MOHR, H.K. Study of the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans. **Journal of the Association Official Analytical Chemists**, Washinton, v.57, n.4, p.866-870, 1974.
- MADHYASTHA, S.M.; MARQUARDT, R.R.; FROHLICH, A.A. PLATFORD, G.; ABRAMSON, D. Effects of different cereal and oilseed substrates on the growth and production of toxins by *Aspergillus alutaceus* and *Penicillium verrucosum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.38, n.7, p.1506-1510, July 1990.
- MICCO, M.; GROSSI, M.; MIRAGLIA, M.; BRERA, C. A study of the contamination by ochratoxin A of green e roasted coffee beans. **Food Additives and Contaminants**, Hants, v.6, n.3, p.333-339, 1989.
- MISLIVEC, P.B.; BRUCE, V.R.; GIBSON, R. Incidence of Toxicogenic and other molds in green coffee beans. **Journal of Food Protection**. Des Moines,
- MOREAU, C. **Moulds, toxins e food**. London: John Wiley & Sons, 1979.

- NAIDU, R. Mycotoxins in coffee. **Indian coffee**, Bangalore, v.60, n.8, p.9-11, Ago. 1996.
- NAKAJIMA, M.; TSUBOUCHI, H.; MIYABE, M.; UENO, Y. Survey of Aflatoxin B 1 and Ochratoxin A in commercial green coffee beans by highperformance liquid chromatography linked with immunoaffinity chromatography. **Food and Agricultural Immunology**, Oxon, n.9, p.77-83, 1997.
- NARTOWICZ, V.B.; BUCHANAN, R.L.; SEGAL., S. Aflatoxin production in regular and decaffeinated coffee beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.02, p.446-448, Mar./Apr. 1979.
- PATEL, S.; HAZEL, C.M.; WINTERTON, A.G.M.; GLEADLE, A.E. Survey ochratoxin A in UK retail coffees. **Food Additives and Contaminants**, Hants, v.14, n.3, p.217-222, 1997.
- PITT, J.I. *Penicillium viridicatum*, *Penicillium verrucosum* and production Ochratoxin A **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 53, n. 2, p. 266-269, feb, 1987.
- PITT, J.I.; HOCKING, A.D. **Fungi and food spoilage**. 2.ed. Cambridge: Chapman & Hall, 1997.
- PITT, J.I.; HOCKING, A.D.; GLENN, D.R. Na improved medium for the detection of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.54, n.1, p.109-114, Feb. 1983.
- PITTET, A.; TORNARE, D.; HUGGETT, A.; VIANI, R. Liquid chromatographic determination of ochratoxin A in pure and adulterated soluble coffee using na immunoaffinity column cleanup procedure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.44, n.11, p.3564-3569, 1996.
- PRADO, G.; OLIVEIRA, M.S.; ABRANTES, F.M.; SANTOS, L.G.; VELOSO, T.; BARROSO, R. E. S. Incidência de ocratoxina A em café torrado e moido e em café solúvel consumido na cidade de Belo Horizonte, MG. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no prelo.
- ROMANI, S.; SACCHETTI, G.; LÓPEZ, C.C.; PINNAVAIA, G.G. e ROSA, M.D. Screening on the occurrence of ochratoxin A in green coffee beans of different origins and types. **J. Agric. Food. Chem.** v.48, p.3616-3619, 2000.
- STEGEN, G.V.D.; JÖRISSSEN, U.; PITTET, A.; SACCON, M.; STEINER, W.; VINCENZI, M.; WINKLER, M.; ZAPP, J.; SCHLATTER, CHR.

- Screening of European coffee final products for occurrence of ochratoxin A (OTA). **Food Additives and Contaminants**, Hants, v.14, n.3, p.211-216, 1997.
- STUDER-ROHOR, I.; DIETRICH, D. R.; SCHLATTER, J.; SCHLATTER, C. The occurrence of ochratoxin A in coffee. **Food Chemistry and Toxicology**, Oxford, v.33, n.5, p.341-355, 1995.
- STUDER-ROHR, I.; DIETRICH, D.R.; SCHLATTER, J.; SCHLATTER, C. Ochratoxin A and Coffee. **Mitteilungen aus der Gebiete Lebensmitteluntersuchung und Hygiene**, Bern, v.85, p.719-727, 1994
- TANIWAKI, M.H.; BANHE, A.A.; IAMANAKA, B. T. Incidência de Fungos em café. In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3., 1999, Londrina. **Programas e resumos...** Londrina: IAPAR/IRD, 1999. p.32.
- TEIXEIRA, A.A. Classificação do Café. In: I Encontro sobre produção de café com qualidade. Livro de palestras. Laércio Zambolim, editor. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia, p.81-95. 1999.
- TRUCKSESS, M.W.; GILER, J.; YOUNG, K.; WHITE, K. D.; PAGE, S.W. Determination and survey of ochratoxin A in wheat, barley and coffee-1997. SCOTT, P.B. Note on Analysis of Aflatoxins in Green Coffee. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington, v.82, n.1, p. 85-89, 1999.
- TSUBOUCHI, H.; TERADA, H.; YAMAMOTO, K.; HISADA, K.; SAKABE, Y. Caffeine degradation e increased ochratoxin A production by toxigenic strains of *Aspergillus ochraceus* isolated from green coffee beans. **Mycopathologia**, Dordrecht, v.90, p.181-186, 1985. v. 46, n.11, p.969-973, Nov. 1983.
- VEGA, F.E.; MERCADIER, B. Insects, coffee and ochratoxin A Florida Entomologist, n. 81, 543-544.1998.
- VIANI, R. Fate of ochratoxin A (OTA) during processing of coffee. **Food additives and contaminants**. Suplemento. v.13, p.29-33. 1996.