

INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM GRÃOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) SUBMETIDOS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE SECAGEM E ARMAZENAGEM

Roberta Jimenez de Almeida RIGUEIRA¹, E-mail: roberta@vicosa.ufv.br; Adílio Flauzino de LACERDA FILHO¹, E-mail: alacerda@ufv.br; Onkar dev DHINGRA¹, E-mail: dhingra@ufv.br

¹Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG.

Resumo:

Neste trabalho, objetivou-se avaliar, simultaneamente aos processos de secagem e armazenagem, a contaminação de grãos de café por fungos. Foi utilizado café cereja, da variedade Catuaí, colhido pelo método de derriça manual sobre pano, no período entre maio e julho de 2004. O teor inicial de água dos frutos foi, aproximadamente, 60 % b.u. A massa de frutos de café colhido constituiu de 68 % de frutos maduros, 16 % de frutos verdes e verdoengos e 16 % de frutos secados na planta. Foi utilizado um experimento de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 6 x 2 e nas sub-parcelas quatro avaliações, com três repetições. Foram utilizadas seis condições de secagem e duas condições de iluminação: com e sem luz. Periodicamente avaliou-se o número de esporos de fungos na superfície dos grãos, em pergaminho, e os percentuais de grão e pergaminho (casca) colonizado por fungos, durante os períodos de armazenamento. Utilizou-se o método de plaqueamento em caixas gerbox, com papel tipo Blotter umedecidos com água salina a 7,5 %, após esterilização da superfície do grão (imersão em solução de hipoclorito de sódio), sob a temperatura de 25 °C, durante sete dias. A identificação de fungos toxigênicos foi realizada com ênfase nas espécies *Aspergillus ochraceus* e *A. carbonarius*. Observou-se que, quanto ao percentual de grão e casca colonizado por estes fungos não apresentou contaminação significativa durante o período de avaliação, ou seja, os fungos estudados não persistiram durante o armazenamento. As condições de umidade relativa e temperatura do ar ambiental, além da atividade de água, não permitiram a colonização por estes fungos. A condição sem luz também foi um fator inibidor de infestação por fungos durante a armazenagem.

Palavras-chave: secagem, armazenagem, contaminação por fungos.

INCIDENCE OF FUNGI IN COFFEE (*Coffea arabica* L.) GRAINS SUBJECTED TO DIFFERENT DRYING AND STORAGE CONDITIONS

Abstract:

This study was done to evaluate the influence of drying and storage process on the fungal contamination of coffee grains. Coffee fruits of cultivar Catuaí, were harvested by manual stripping of fruits on a cloth between May and July 2004. The fruit mass consisted of 68 % mature fruits, 16 % green or pale green fruits and 16 % on plant dried fruits. The initial water content was 60% (wet basis). The study was done in a split plot design, with the plots having a factorial (6 x 2) design and with four sampling dates as sub-plots. There were three replications for each treatment. There were six drying methods and two light conditions e.g. with or without light. Periodically, the number of spores on the grain surface and the percent grains and parchment colonized by the fungi was evaluated during the storage period. The spore load on the grains was determined by plating the grain washings on DG18 medium and the fungal colonization, with emphasis on species of *Aspergillus* was determined by using the saline-blotter technique. It was observed that during storage there was no increase in the fungal colonization and spore load on grains of stored coffee. Relative humidity and air temperature of the storage facility, and grain water activity did not permit continuation of fungal activity. Absence of light appeared to act as an inhibitory factor for fungal growth during storage.

Key words: coffee drying, coffee storage, fungal contamination

Introdução

O Brasil é o principal produtor de café, respondendo por 34,33 % da produção mundial em 2006, seguindo-se o Vietnã, com 12,11 %, e Colômbia, com 9,37 %. A produção de café beneficiado no Brasil em 2006/2007 atingiu 42,512 mil sacas, enquanto que, em 2005/2006 foi de 32,944 mil sacas (MAPA, 2007).

Devido ao elevado teor de água no momento da colheita, o café necessita ser secado para que possa preservar sua qualidade durante a fase de armazenagem. Nesta etapa o teor de água é reduzido de, aproximadamente, 60 para 11-13 % b.u., sendo os processos de secagem mais utilizados a secagem artificial em terreiros ou em secadores mecânicos. A secagem mecânica, em geral, pode ser realizada com temperatura baixa, alta ou de forma combinada (Silva e Leite, 2000).

Thomaziello *et al.* (1996) e Silva *et al.* (1992) mencionaram que outros parâmetros, além da temperatura do ar de secagem, estão envolvidos na redução da qualidade de produtos agrícolas, entre os quais está a umidade relativa do ar de secagem. Portanto, pode-se não perceber, momentaneamente, os danos causados pela ação da secagem realizada incorretamente, mas, quando o produto é armazenado durante determinado tempo, pode-se observar declínio do potencial de qualidade do material. Então, torna-se necessário diferenciar a perda de qualidade do café decorrente da armazenagem

inadequada e aquela devido à secagem inadequada. Cabe ressaltar que parte dos danos causados aos produtos agrícolas é devido à condução incorreta da operação de secagem, e podem ser minimizados durante a armazenagem pelo uso de baixa temperatura, sob condições controladas.

Os fatores que contribuem para melhoria da qualidade do café brasileiro têm sido importante objeto de estudo, tanto no que se refere ao tipo e à bebida quanto a sua coloração e colonização por microrganismos, contribuindo como atributos na conquista de mercados internacionais, além da valorização da cotação do produto nacional quando confrontado com o de outros países.

Sendo assim, com o presente trabalho objetivou-se analisar a contaminação por microrganismos concomitantemente ao efeito da radiação solar sobre o café, preparado na forma cereja descascado, despulpado, desmucilado, sob diferentes condições de secagem e armazenagem.

Material e Métodos

O experimento foi montado em uma fazenda localizada no município de São Miguel do Anta, Estado de Minas Gerais. Foi utilizado café cereja, da variedade Catuaí, colhido pelo método de derrça manual sobre pano, no período entre maio e julho de 2004. O teor inicial de água dos frutos foi, aproximadamente, 60 % b.u. A massa de café colhida constituiu de 68 % de frutos maduros, 16 % de frutos verdes e verdoengos e 16 % de frutos secados na planta.

Na secagem em terreiro o café cereja descascado, despulpado e desmucilado foi espalhado, durante o dia, em camadas cujas espessuras variaram entre 0,2 e 0,6 m. No início da operação, com elevado teor de água dos grãos, a espessura da camada de grãos foi mantida delgada; a espessura aumentou conforme prosseguiu a secagem. Em intervalos regulares de tempo de 1,0 hora, o produto foi revolvido, manualmente, com o auxílio de um rodo, sempre alternando a direção do revolvimento conforme a posição do sol. Para a secagem sem exposição direta à radiação solar global foi montado uma armação de madeira, com altura aproximada de 1,0 m, sobre a qual foi colocado uma lona plástica preta, mantendo-se os mesmos procedimentos da secagem em terreiro.

As condições de secagem utilizadas foram:

Secagem A – secagem completa em terreiro pavimentado com argamassa de cimento, com exposição direta à radiação solar global até o teor de água de 12 % b.u.;

Secagem B – secagem sem exposição direta à radiação solar global utilizando-se terreiro pavimentado com argamassa de cimento, coberto com armação de madeira e lona plástica preta até o teor de água de 28 % b.u., complementando-se a secagem em silo secador, com ar ambiente, até 12 % b.u.;

Secagem C – meia-seca em terreiro pavimentado com argamassa de cimento, com exposição direta à radiação solar global até o teor de água de 35 % b.u., complementando-se a secagem em secador de leito fixo, em leira, até 12 % b.u.;

Secagem D – meia-seca em terreiro pavimentado com argamassa de cimento, sem exposição direta à radiação solar global até o teor de água de 35 % b.u., complementando-se a secagem em secador de leito fixo, em leira, até 12 % b.u.;

Secagem E – secagem completa em secador de leito fixo, em leira, até 12 % b.u.;

Secagem F – secagem em secador de leito fixo, em leira, até o teor de água entre 18 e 25 % b.u., complementando-se a secagem em silo secador.

Após o processo de secagem, o café foi acondicionado em sacos novos de ráfia (30 kg de capacidade), colocados sobre estrado de madeira e armazenados, em armazém convencional, considerando-se duas condições: **sem luz** – cobertura da pilha dos sacos de café, em pergaminho, com lona plástica amarela (54 sacos); e, **com luz** – ausência de lona plástica (54sacos); A disposição dos testes experimentais foi aleatória, sobre o estrado de madeira, para ambas as condições de iluminação. O armazém foi aberto diariamente a partir das oito até as 17 horas a fim de que houvesse circulação e renovação do ar ambiente circulante. As amostras foram coletadas em todas as sacas, durante 135 dias, em intervalos de 45 dias, por meio de um amostrador CM 2260 7/8 x 60 cm, de tal forma que os grãos pudessem ser amostrados vertical e longitudinalmente nos sacos.

Foi utilizado o método indireto, para a determinação do teor de água durante a secagem até os valores entre 11 e 12 % b.u. No armazém, o teor de água (% b.u.) dos grãos de café beneficiados, foram monitorados utilizando-se os métodos direto e indireto. Foi utilizado o método direto, em estufa com circulação forçada de ar a 103 ± 2 °C, durante 72 horas, com três repetições, tendo as amostras aproximadamente 30 g, atendendo às normas estabelecidas pela “American Association of Cereal Chemists”, conforme citado por Lacerda Filho (1986). No indireto, utilizou-se um aparelho, cujo princípio de funcionamento foi por capacitância elétrica, para as suas etapas.

A umidade relativa do ar e a temperatura ambiente do armazém foram registradas utilizando-se um termohigrógrafo, cuja carta gráfica foi substituída semanalmente, por um período de 135 dias. As leituras foram realizadas a partir do dia 13 de agosto e findaram no dia 31 de dezembro de 2004.

Para estudar o equilíbrio higroscópico do café, adotou-se o modelo matemático desenvolvido por Chung e Pfof (1967) posteriormente modificada por Pfof *et al.* (1976). Para estimar os valores de umidade de equilíbrio e umidade relativa de equilíbrio foram utilizadas as equações 1 e 2:

$$U_e = a - b \cdot \{\ln[-(T + c) \cdot \ln(UR)]\} \quad (1)$$

$$UR_e = \exp \left\{ \frac{-\exp \left(-\frac{(U_e - a)}{b} \right)}{(T + c)} \right\} \quad (2)$$

sendo:

U_e – umidade de equilíbrio dos grãos (decimal b.s.);

UR – umidade relativa do ar (decimal).

UR_e – umidade relativa de equilíbrio do ar intergranular (decimal);

a, b, c – constante que depende do produto;

T – temperatura do ar, (° C);

Foram utilizadas, para as mesmas equações, as constantes para café pergaminho de:

a) Silva *et al.* (2000), para a = 0,350; b = 0,058; c = 50,555; e,

b) Afonso Júnior (2001), para a = 0,5901, b = 0,1466 e c = - 7,7993.

Contaminação por Fungos

As amostras, constituídas de 300 g de café, para os testes experimentais de A a F, com e sem luz, foram submetidas à análise no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, para a detecção e identificação de fungos de acordo as técnicas descritas por Dhingra e Sinclair, (1996).

Foi utilizado o método de plaqueamento em caixas gerbox, utilizando-se papel tipo Blotter umedecidos com água salina a 7,5 %, as quais foram incubados 100 grãos obtidos de cada teste experimental, dispostos em três placas de Petri com meio de cultura, após esterilização da superfície do grão (imersão em solução de hipoclorito de sódio), sob a temperatura de 25 °C, durante sete dias. Depois desse período, as placas foram examinadas em microscópio estereoscópico para identificação de fungos toxigênicos, com ênfase nas espécies *Aspergillus do grupo 'ochre'* com ênfase em *A. ochraceous* e do grupo '*nigri*' com ênfase em *A. carbonarius*.

As amostras foram submetidas às avaliações quanto ao número de esporos de fungos na superfície dos grãos em pergaminhos e quanto ao percentual de colonização por microrganismos contidos no grão e no pergaminho (casca), separadamente.

Resultados e Discussão

O número de dias gastos para a conclusão do processo de secagem foram de 14, 50, 14, 14, 2 e 8 para os testes experimentais A, B, C, D, E e F respectivamente. Foram estabelecidas 12 horas de repouso no período noturno, exceto para o teste F.

Os valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar ambiente variaram de 16,5 a 24,9 °C e 68,8 a 88,2 %, respectivamente. Utilizando as equações (1) e (2) observou-se a ocorrência do fenômeno de adsorção durante a fase de armazenagem devido ao fato da pressão de vapor d'água do produto manter-se menor que a pressão de vapor d'água do ar ambiente do armazém (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios, mensais, de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) ambiente, registrado em termohigrógrafo; valores estimados de umidade de equilíbrio, umidade relativa de equilíbrio (%)

Período (mês)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa do ar (%)	
		ambiente observada	Equilíbrio estimada
Agosto	18,0 ± 1,5	72,5 ± 3,7	22,26
Setembro	19,7 ± 2,2	71,2 ± 4,4	25,77
Outubro	21,0 ± 9,9	77,6 ± 6,7	31,36
Novembro	20,9 ± 2,5	73,6 ± 6,2	31,31
Dezembro	23,2 ± 1,6	82,7 ± 5,5	36,43

De acordo com os valores contidos na Tabela 2 observou-se, em todos os tratamentos, que os grãos foram armazenados com teor de água inferior àqueles indicados comercialmente (11 a 12 % b.u.). A estimativa do teor de água, utilizando as constantes apresentadas por Silva *et al.* (2000) apresentaram resultados mais próximos dos experimentais, em comparação com os coeficientes obtidos por Afonso Júnior (2001).

Tabela 2 – Teores de água (% b.u.) experimental (observado) e estimado dos tratamentos experimentais de A a F, sem e com luz, durante o período de armazenamento

Trat. Exp.	Teor de água (% b.u.) – Fase Armazenagem															
	0 dia				45 dias				90 dias				135 dias			
	observado		estimado		observado		estimado		Observado		estimado		observado		estimado	
	direto	indir.	(1)	(2)	direto	indir.	(1)	(2)	direto	Indir.	(1)	(2)	direto	indir.	(1)	(2)
Sem luz																
A	7,63	11,57	13,02	28,09	7,70	11,70	12,97	24,56	8,64	12,43	14,32	26,43	9,31	12,20	16,13	29,25
B	8,22	11,60	13,43	28,35	8,91	12,03	14,48	28,92	9,07	12,70	17,19	31,90	8,97	12,20	16,11	29,07
C	6,29	10,60	13,02	28,09	7,16	10,53	12,97	24,56	8,29	12,20	14,32	26,43	8,69	12,40	16,13	29,25
D	6,53	10,50	13,02	28,09	7,28	10,77	12,97	24,56	8,77	12,00	14,32	26,43	9,17	12,30	16,13	29,25
E	7,62	11,13	13,02	28,09	7,48	11,50	12,97	24,56	8,46	12,43	14,32	26,43	8,67	12,93	16,13	29,25
F	7,58	10,93	13,02	28,09	7,40	11,40	12,97	24,56	8,31	12,00	14,32	26,43	8,77	12,83	16,13	29,25
Com luz																
A	7,91	11,60	13,02	28,09	8,21	11,97	12,97	24,56	9,29	12,87	14,32	26,43	9,63	12,53	16,13	29,25
B	8,24	11,60	13,43	28,35	9,52	12,50	14,48	28,92	9,42	12,67	17,19	31,90	9,56	13,10	16,11	29,07
C	6,81	11,30	13,02	28,09	8,28	10,90	12,97	24,56	8,23	11,87	14,32	26,43	9,09	12,43	16,13	29,25
D	7,00	11,20	13,02	28,09	7,65	11,07	12,97	24,56	8,91	12,27	14,32	26,43	8,94	12,97	16,13	29,25
E	8,25	11,70	13,02	28,09	8,19	12,00	12,97	24,56	8,85	12,37	14,32	26,43	9,01	12,93	16,13	29,25
F	7,97	11,07	13,02	28,09	8,77	11,77	12,97	24,56	9,03	12,60	14,32	26,43	9,25	12,90	16,13	29,25

(1) estimativa do teor de água dos grãos, pela equação modificada de Pfof *et al.* (1976), com coeficientes ajustados por Silva *et al.* (2000);

(2) estimativa do teor de água dos grãos, pela equação modificada de Pfof *et al.* (1976), com coeficientes ajustados por Afonso Junior (2001).

Na obtenção de respostas rápidas, na fase de secagem, utilizou-se o método indireto, que em virtude do funcionamento inadequado do aparelho de medição, forneceu valores incorretos, que proporcionaram maior perda de peso, maior tempo e redução da capacidade de secagem.

Os valores referentes aos teores de água obtidos pelos métodos direto e indireto aumentaram, discretamente, durante as avaliações realizadas nos tempos 0, 45, 90 e 135 dias, indicando haver uma tendência natural em adsorver água. Houve uma tendência do café em estabelecer um equilíbrio em função das condições de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenagem.

A atividade de água dos grãos (a_w) variou entre 0,22 a 0,36; com umidade relativa de equilíbrio do ar intergranular e temperatura do ar ambiente variando entre 22,15 e 36,30 % e entre 15 e 25 °C, respectivamente. O teor de água dos grãos variou entre 7,00 a 9,31 % b.u.. A umidade relativa de equilíbrio do ar intergranular foi estimada por meio da equação modificada de Pfof *et al.* (1976), utilizando as constantes obtidas por Silva *et al.* (2000).

A temperatura atingiu valores que possibilitaram o desenvolvimento de fungos, pois, em condições ideais, são necessários de 25 a 30 °C. A baixa atividade de água e o baixo teor de água dos grãos durante o armazenamento contribuíram para minimizar seu desenvolvimento.

Foram identificados e quantificados os fungos *Aspergillus glaucus*, *A. flavus*, *A. candidus*, *A. ochraceus*, *A. niger*, *Cladosporium*, *Penicillium* e *Fusarium* nos tratamentos experimentais de A a F, com e sem luz. A não colonização por *A. ochraceus* se deveu ao fato do seu desenvolvimento ocorrer com a_w acima de 0,80, sendo superiores à condição em que o café foi armazenado. Quanto ao *Penicillium*, a contaminação pode ter vindo do campo ou do armazenamento, entretanto não persistiu devido ao fato de não ter tido condições apropriadas para o seu desenvolvimento, em função da baixa umidade dos grãos.

Foi observado que, no que se refere ao percentual de grão e casca colonizado por fungos, o café não foi infestado durante o período de avaliação, ou seja, os fungos estudados não persistiram durante o armazenamento. As condições de umidade relativa e temperatura do ar ambiente, além da atividade de água não permitiram a infecção por estes fungos.

A maior ocorrência de *Penicillium*, aos 45 dias, nos lotes com e sem luz, pode ter sido em função da queda da temperatura do ar ambiente, propiciando seu desenvolvimento. No decorrer do armazenamento, com a elevação da temperatura e umidade relativa do ar no armazém, o *Penicillium* não encontrou condições para continuar a se desenvolver. O lote sem luz foi o que apresentou menores índices de contaminação por fungos.

Conclusões

Com base nos resultados experimentais pode-se concluir que:

- a ausência de luz foi um fator inibidor de infestação por fungos durante a armazenagem;
- o menor teor de água contribui para a menor intensidade de infestação e desenvolvimento de fungos, indiferente do sistema de armazenagem, com e sem cobertura.

Referências Bibliográficas

Afonso Júnior, P.C. **Aspectos físicos, fisiológicos e de qualidade do café em função da secagem e do armazenamento.** Viçosa – MG: UFV, 2001. 384p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

Chung, D.S.; Pfof, H.B. Adsorption and desorption of water vapor by cereal grains and their products. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, 10(4): 149-157, 1967.

Dhingra, O.; Sinclair, J.B. **Basic Plant Pathology Methods** – Second edition, 434 p., CRC Press, 1996.

Lacerda Filho, A.F. **Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade do café** (*Coffea arabica* L.). Viçosa - MG: UFV, 1986. 136p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1986.

MAPA, 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia (SPA). Departamento do Café (DCAF). Informe Estatístico do Café. Janeiro 2007. Disponível em: <http://www.cicbr.org.br/data/reports/230207-1046.pdf>. 27 fev. 2007.

Monteiro, M.A.M. **Caracterização sensorial da bebida de café** (*Coffea arabica* L.): **análise descritiva quantitativa, análise tempo-intensidade e testes afetivos**. Viçosa: UFV, 2002, 181p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Pfof, H.B.; Maurer, S.G.; Chung, D.S.; Milliken, G.A. **Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains**. St. Joseph: 1976. 25p. (ASAE Paper 76-3520).

Silva, J.S.; Berbert, P.A.; Afonso, A.D.L.; Rufato, S. Qualidade dos grãos. In: SILVA, J.S. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 63-105, 2000.

Silva, O.M.; Leite, C.A.M. , Competitividade e custos do café no Brasil. In: **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2000. 27-50.

Silva, J.S.; Sabione, P.M.; Afonso, A.D.L.; Pinto, F.A.C. Avaliação de secadores e custo de secagem de produtos agrícolas. **Engenharia na Agricultura**. Série Armazenamento, v.2, n.2, p.1-17, 1992.

Thomaziello, R.A.; Oliveira, E.G. de.; Toledo F.O, J.A. de. **Cultura do café**. Campinas, Fundação Cargill, 1996. 69p.