

## Armazenamento de Milho, Infestação por Insetos e Níveis de Micotoxinas em Propriedades Familiares no Estado de Minas Gerais



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
179**

**Armazenamento de Milho, Infestação  
por Insetos e Níveis de Micotoxinas  
em Propriedades Familiares no  
Estado de Minas Gerais**

Marco Aurélio Guerra Pimentel  
Simone Martins Mendes  
Valéria Aparecida Vieira Queiroz  
Rodrigo Veras da Costa  
Gilberto Lula de Oliveira Alves  
Lauro José Moreira Guimarães

*Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
2018*

**Esta publicação está disponível no endereço:**  
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

**Embrapa Milho e Sorgo**  
Rod. MG 424 Km 45  
Caixa Postal 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
Fone: (31) 3027-1100  
Fax: (31) 3027-1188  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sa](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sa)

Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente  
*Sidney Netto Parentoni*

Secretário-Executivo  
*Elena Charlotte Landau*

Membros  
*Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia  
Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia  
Ferreira Simeone, Roberto dos Santos  
Trindade e Rosângela Lacerda de Castro*

Revisão de texto  
*Antonio Claudio da Silva Barros*

Normalização bibliográfica  
*Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)*

Tratamento das ilustrações  
*Tânia Mara Assunção Barbosa*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Tânia Mara Assunção Barbosa*

Foto da capa  
*Marco Aurélio Guerra Pimentel*

**1ª edição**  
*Formato digital (2018)*

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Nome da unidade catalogadora

---

Armazenamento de milho, infestação por insetos e níveis de micotoxinas em propriedades familiares no Estado de Minas Gerais / Marco Aurélio Guerra Pimentel ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2018.

29 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 179).

1. *Zea mays*. 2. Praga de produto armazenado. 3. Fungo. I. Pimentel, Marco Aurélio Guerra. II. Mendes, Simone Martins. III. Queiroz, Valéria Aparecida Vieira. IV. Costa, Rodrigo Veras da. V. Alves, Gilberto Lula de Oliveira. VI. Guimarães, Lauro José Moreira. VII. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

## Sumário

---

Resumo .....	4
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	9
Resultados e Discussão .....	13
Conclusões.....	25
Agradecimentos.....	25
Referências .....	25

# Armazenamento de Milho, Infestação por Insetos e Níveis de Micotoxinas em Propriedades Familiares no Estado de Minas Gerais

Marco Aurélio Guerra Pimentel<sup>1</sup>

Simone Martins Mendes<sup>2</sup>

Valéria Aparecida Vieira Queiroz<sup>3</sup>

Rodrigo Veras da Costa<sup>4</sup>

Gilberto Lula de Oliveira Alves<sup>5</sup>

Lauro José Moreira Guimarães<sup>6</sup>

**Resumo** – O objetivo do trabalho foi avaliar a infestação pelo caruncho-do-milho *Sitophilus zeamais* e os teores de micotoxinas no milho armazenado em propriedades familiares de Minas Gerais. O trabalho foi realizado em dois anos consecutivos, com coletas de amostras bimestrais, em 10 propriedades da região Central, no primeiro ano, e em seis propriedades das regiões Sul e Alto Paranaíba, no segundo ano. A caracterização do armazenamento de milho foi realizada pelo levantamento do tipo de estrutura destinada à armazenagem, por meio de questionário com dados da lavoura e cultivo. O percentual de espigas bem e mal empalhadas, a infestação pelo caruncho do milho e os teores de micotoxinas em cada propriedade foram registrados. O armazenamento do milho em espigas nas propriedades familiares é realizado através de paióis de alvenaria e de madeira, sem elevação em relação ao solo, e com uso limitado de controle de insetos-pragas durante o armazenamento. A infestação variou de 7 a 36%, sendo os maiores percentuais na região Central. Observaram-se teores de micotoxinas abaixo dos limites máximos tolerados, exceto para fumonisina em uma propriedade em Pedro Leopoldo-

---

<sup>1</sup> Eng.-Agrôn., D.Sc. em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

<sup>2</sup> Eng.-Agrôn., D.Sc. em Entomologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

<sup>3</sup> Nutricionista, D.Sc. em Processamento de Produtos de Origem Vegetal, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

<sup>4</sup> Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

<sup>5</sup> Graduado em Ciências Biológicas, Bolsista Fapemig/Embrapa Milho e Sorgo.

<sup>6</sup> Eng.-Agrôn., D.Sc. em Melhoramento Genético, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

MG. A prática de separação das espigas de acordo com o empalhamento mostra-se eficiente na redução da infestação de aflatoxinas durante o armazenamento.

**Termos para indexação:** *Sitophilus zeamais*, armazenagem de grãos, agricultura familiar, segurança alimentar, empalhamento

## Storage of Corn, Insect Infestation and Mycotoxin Levels on Family Properties in the State of Minas Gerais, Brazil

**Abstract** – The aim of this study was to evaluate the infestation of maize weevil *Sitophilus zeamais* and the levels of mycotoxins in maize stored in family properties in Minas Gerais, Brazil. The study was conducted in two consecutive years, with samples collected bimonthly, at 10 farms of the Central region of the state, in the first year, and at six farms in the South and at Alto Paranaíba region, in the second year. The characterization of the maize storage was performed by raising the type of structure to storage, using collected data of crop and cultivation. The percentage of good and bad ears with husk, maize weevil infestation and mycotoxin levels in each property were recorded. Storage of maize ears in family properties is carried out through bunkers, of masonry and wood, elevated above the ground, with limited use of control of insect pests during storage. Infestation ranged 7-36%, with the highest percentages in the Central region. We observed levels of mycotoxins below the maximum tolerated except for fumonisin in a property. The practice of separating cobs according to the husk coverage shown to be effective in reducing the infestation and aflatoxin during storage.

**Index terms:** *Sitophilus zeamais*, grain storage, family agriculture, food security, husk coverage.

## Introdução

---

No Brasil, o milho é um dos principais produtos da agricultura familiar e apresenta importante papel na alimentação humana e de animais. Entretanto, muitas vezes este cereal é armazenado em condições que facilitam o ataque de pragas e fungos produtores de micotoxinas. No armazenamento de milho em espiga, utilizando estruturas rústicas como paióis de madeira, as perdas de peso causadas por insetos e roedores podem ser ainda maiores, aproximando-se de 15%, e em alguns relatos podendo alcançar mais de 40%, sendo ainda pouco conhecido o grau de contaminação dos grãos por toxinas fúngicas (Dalpasquale, 2006; Santos, 2008).

Os principais contaminantes na fase pós-colheita são insetos-pragas, fungos, micotoxinas e resíduos de agrotóxicos, que ocorrem durante o processo de armazenamento e seguem por toda a cadeia de processamento dos grãos, chegando à mesa do consumidor e às rações para animais (Santos, 2008; De Mori et al., 2006). Entre os insetos-pragas que causam danos aos grãos de milho, destaca-se o caruncho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), que se alimenta dos grãos provocando redução de peso, valor nutritivo, qualidade dos grãos, germinação e vigor em sementes, diminuindo o valor comercial, o que acarreta grandes prejuízos para os agricultores (Santos, 2006, 2008).

Aflatoxinas e fumonisinas são micotoxinas contaminantes de uma grande fração de alimentos no mundo, incluindo milho e outros cereais e leguminosas. Essas duas toxinas frequentemente coocorrem em milho (Wild; Gong, 2010). No Brasil, diversos trabalhos têm revelado a existência de contaminação com aflatoxinas em milho na fase pós-colheita e com fumonisinas nas fases de pré e pós-colheita (Maziero; Bersot, 2010). As aflatoxinas são produzidas, principalmente, por fungos das espécies *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* e podem causar danos aos seres humanos e animais, pela sua alta toxicidade e ampla ocorrência, possuindo propriedades carcinogênicas, mutagênicas, teratogênicas e imunossupressoras (Lazo, Sierra, 2008). As fumonisinas são produzidas, principalmente, por *Fusarium verticillioides* e são responsáveis por causar leucoencefalomalácia em equinos, edema pulmonar em suínos e uma variedade de efeitos hepato e nefrotóxicos em animais. Além disso, estudos epidemiológicos têm demonstrado uma associação



entre o consumo de alimentos contaminados com fumonisinas e câncer de esôfago em humanos (Wild; Gong, 2010).

O problema é relevante, haja vista o papel dos produtos da agricultura familiar não só na subsistência das famílias como no abastecimento do mercado, respondendo por aproximadamente 70% da produção nacional de grãos e de 47% do Valor Bruto da Produção (VBP) de milho (França et al., 2009). De acordo com Albernaz et al. (2010), cerca de 84% dos agricultores da região Central de Minas Gerais cultivam o milho para ser consumido na propriedade, principalmente para alimentação animal, pois 80% dos produtores trabalham com bovinocultura de leite e corte, em que a ração concentrada é produzida com base neste cereal, para suplementação na época seca. A venda da produção é mínima, sendo realizada por apenas 16% dos agricultores, preferencialmente para o mercado local.

As perdas no armazenamento de milho em espiga podem ser reduzidas através da adoção de boas práticas de colheita, armazenamento, como limpeza do paiol ou armazém, armazenamento do produto seco com aproximadamente 13% de umidade, controle de roedores e arejamento (Adda et al., 2002; Moreno et al., 2006; Dejenea et al., 2006; Souza et al., 2006). Características da cultivar, como bom empalhamento, decumbência das espigas, dureza e alta densidade dos grãos, resistência a danos mecânicos, resistência a insetos e microrganismos, podem ser aproveitadas pelo pequeno produtor, pois a escolha da semente é uma estratégia de baixo custo (Dejenea et al., 2006; Santos, 2006).

Em alguns casos, o ataque de insetos já é identificado na lavoura, principalmente quando a colheita é tardia, deixando que a secagem dos grãos ocorra na planta. Nesses casos, características da cultivar, como o bom empalhamento e decumbência das espigas, também podem contribuir para redução da entrada de água na espiga, dificultando a colonização de fungos e a penetração de insetos, mantendo os grãos protegidos de intempéries climáticas quando da exposição da planta no campo (Moreno et al., 2006; Sekumade; Oluwatayo, 2009). Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é avaliar os níveis de infestação pelo caruncho-do-milho *Sitophilus zeamais* e os teores de micotoxinas dos grãos de milho armazenado em propriedades familiares de Minas Gerais. Avaliam-se ainda as hipóteses de que o bom empalhamento das espigas de milho contribui para redução da infestação de

insetos e dos teores de micotoxinas nos grãos na pós-colheita, bem como a hipótese de que a infestação por insetos está relacionada aos teores de micotoxinas dos grãos de milho.

## **Materiais e Métodos**

---

O trabalho foi realizado em dois anos consecutivos, 2009 e 2010. No primeiro ano, após a colheita e o armazenamento da safra agrícola de 2008/2009, amostras de milho em espigas foram coletadas, em intervalos de dois meses em 10 propriedades familiares da região Central do Estado de Minas Gerais, nos municípios de Esmeraldas, Pedro Leopoldo, Funilândia e na Unidade da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas. Foram realizadas quatro coletas em cada propriedade, em intervalos de dois meses (junho, agosto, outubro e dezembro em 2009), totalizando 40 amostras. No segundo ano, amostras foram coletadas após colheita e armazenamento da safra 2009/2010, nos meses de junho, agosto e outubro em três propriedades do município de Lagoa Formosa-MG, região do Alto Paranaíba, três propriedades do município de Nepomuceno-MG, região do Sul de Minas, e na Unidade da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG, totalizando 21 amostras (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtor, localização da propriedade (município), ano de coleta (safra), área plantada, datas de plantio e colheita, tempo entre plantio e colheita, estrutura de armazenamento e tipo de cultivar utilizado no plantio, por cada produtor, nos dois anos de avaliação (2009 e 2010).

Produtor	Município da propriedade	Ano/Safra	Área plantada (ha)	Data do plantio	Data da colheita	TPC <sup>(3)</sup> (dias)	Tipo de cultivar plantado
1	Esmeraldas	2008/2009	1,5	30/11/2008	30/05/2009	180	Variedade
2	Esmeraldas	2008/2009	1,4	15/10/2008	15/06/2009	240	Variedade
3	Esmeraldas	2008/2009	1,0	30/10/2008	30/04/2009	180	Variedade
4	Funilândia	2008/2009	ni <sup>(2)</sup>	ni	ni	-	Variedade
5	Funilândia	2008/2009	3,0	30/10/2008	15/06/2009	225	Híbrido duplo
6	Funilândia	2008/2009	3,0	30/10/2008	30/05/2009	210	Variedade
7	Pedro Leopoldo	2008/2009	1,0	15/11/2008	15/06/2009	210	ni
8	Pedro Leopoldo	2008/2009	ni	15/10/2008	30/05/2009	225	Variedade
9	Pedro Leopoldo	2008/2009	0,5	10/10/2008	30/03/2009	170	Variedade
10	Pedro Leopoldo	2008/2009	0,3	10/10/2008	30/03/2009	170	Híbrido
11	Sete Lagoas (CNPMS) <sup>(1)</sup>	2008/2009	ni	ni	ni	-	ni
1	Nepomuceno	2009/2010	ni	30/11/2009	15/03/2010	135	Híbrido duplo
2	Nepomuceno	2009/2010	ni	10/11/2009	08/05/2010	180	Variedade
3	Nepomuceno	2009/2010	ni	10/11/2009	08/05/2010	180	Híbrido duplo
4	Lagoa Formosa	2009/2010	ni	12/11/2009	09/04/2010	150	Híbrido duplo e triplo
5	Lagoa Formosa	2009/2010	ni	15/11/2009	10/05/2010	180	Híbrido duplo
6	Lagoa Formosa	2009/2010	ni	16/11/2009	25/05/2010	195	Híbrido triplo
7	Sete Lagoas (CNPMS)	2009/2010	ni	ni	ni	-	ni

<sup>(1)</sup>CNPMS = Centro Nacional de Milho e Sorgo. <sup>(2)</sup>ni = Dados não informados. <sup>(3)</sup>TPC = Tempo (dias) entre o plantio e a colheita.

Os produtores familiares foram selecionados nas regiões e nos municípios estudados com apoio de técnicos da Emater-MG. Como critério para seleção dos agricultores foi avaliada a disponibilidade de apoio à pesquisa nos meses em que foram realizadas as coletas, os produtores que armazenavam o milho na forma empalhada e os que se enquadravam na classificação de agricultores familiares (Brasil, 2006).

Durante as amostragens, nos dois anos de coleta, foram também levantados e registrados, em formulário próprio, dados relativos ao plantio do milho, como área plantada, tipo de cultivar (variedade ou híbrido) e data de plantio e colheita, em que se estimou o tempo para colheita (TPC). A caracterização do armazenamento de milho foi realizada por meio do levantamento do tipo de estrutura para o armazenamento presente na propriedade, a capacidade ( $m^3$ ), a quantidade de milho armazenado (kg), o emprego de controle de insetos e o ataque de roedores aos grãos armazenados.

As coletas foram realizadas, ao acaso, amostrando-se cerca de 150 espigas de milho (um saco) no centro e nos quatro cantos de cada estrutura de armazenamento das 15 propriedades familiares. Após cada coleta, em local limpo, as espigas foram separadas de acordo com o grau de empalhamento e classificadas como mal e bem empalhadas. Bem empalhadas (BE) foram consideradas as espigas cujas palhas protegiam totalmente os grãos, estendendo-se de 2 a 3 cm além da ponta do sabugo. Mal empalhadas (ME) foram consideradas aquelas espigas cujas palhas não cobriam totalmente a ponta do sabugo, expondo-se os grãos, incluindo, também, nesse grupo, as espigas já despalhadas. Após a separação e o cálculo do percentual de espigas BE e ME de cada coleta, foram retiradas, ao acaso, 10 espigas de cada classificação, as quais foram levadas para a Embrapa Milho e Sorgo, e as demais foram devolvidas para os paióis de cada propriedade.

No Laboratório de Grãos Armazenados da Embrapa Milho e Sorgo as espigas BE e ME foram debulhadas separadamente e, com a finalidade de compor amostras representativas dos paióis, os grãos de cada tipo foram pesados e misturados na mesma proporção (% BE e ME) em que se encontravam no saco de espigas coletado. Para se calcular as quantidades

proporcionais de grãos das amostras ME que deveriam ser misturadas às BE utilizou-se a equação abaixo:

$$PPME(g) = \frac{PME \times \%ME}{(PME \times \%ME) + (PBE \times \%BE)} \times 1000$$

$$PPBE(g) = 1000 - PPME$$

Em que: PPME = peso (g) proporcional de grãos originários de espigas mal empalhadas (ME) a misturar na composição de uma amostra de 1,0 kg; %ME = percentagem de espigas mal empalhadas do saco de espigas coletado no paiol; PME e PBE = peso médio dos grãos das 10 espigas ME e BE, respectivamente. De forma semelhante, para se calcular as quantidades proporcionais de grãos das amostras BE a serem misturadas, utilizou-se a equação para obtenção do PPBE = peso (g) proporcional de grãos originários de espigas bem empalhadas (BE) a misturar na composição de uma amostra de 1,0 kg.

Após composição das amostras de acordo com o percentual de espigas BE e ME, essas foram subdivididas em três subamostras de trabalho (três repetições). Cada subamostra foi utilizada para contagem de grãos inteiros e grãos carunchados e para as análises de micotoxinas, respectivamente.

A contagem de grãos inteiros e de grãos carunchados foi realizada, inicialmente, contando-se a quantidade de grãos contida em cada uma das repetições, e, em seguida, os grãos foram analisados individualmente quanto à presença ou não de furos e/ou de canais característicos que o caruncho-do-milho produz no endosperma do grão ou pela presença da praga. Os grãos danificados pela praga foram separados dos sadios, os quais foram contados e, a partir da obtenção do número de grãos atacados e não atacados em 100g, obteve-se a percentagem de ataques do *S. zeamais* em cada amostra. O conteúdo de água dos grãos foi determinado por método indireto, utilizando-se aparelho medidor de umidade de grãos portátil marca Gehaka, modelo G 600.

Os dados do percentual de espigas BE e ME e de infestação dos grãos de milho foram submetidos à análise de variância e os percentuais médios de infestação foram comparados, entre as coletas, pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ) (SAS Institute, 2002). Adicionalmente, os dados de infestação por *S. zeamais* e os percentuais obtidos de espigas BE e ME foram submetidos

à análise de correlação de Pearson (SAS Institute, 2002), com o objetivo de testar a hipótese de que o bom empalhamento das espigas de milho contribui para redução da infestação dos grãos na pós-colheita.

Os teores de aflatoxinas totais, ocratoxina, zearalenona e fumonisinas totais foram determinados para as amostras coletadas nas propriedades familiares, utilizando-se fluorímetro (VICAN), de acordo com os procedimentos descritos nos manuais VICAN, utilizando colunas de imunoafinidade AflaTest, OchraTest, ZearalaTest e FumoniTest para purificação das amostras. Com a finalidade de homogeneizar o teor de água das amostras, os grãos foram previamente secos em estufa a 65 °C por 96 horas. Em seguida, foram moídos em moinho (Trapp TRF 90) e armazenados a -18 °C até o momento da análise. Os resultados foram submetidos a análise de variância e os teores médios de micotoxinas foram comparados pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ) (SAS Institute, 2002). Adicionalmente, os dados de infestação por *S. zeamais* e os teores de micotoxinas foram submetidos à análise de correlação de Pearson (SAS Institute, 2002), com o objetivo de testar a hipótese de que a infestação está relacionada aos teores de micotoxinas na pós-colheita.

## Resultados e Discussão

---

Os dados referentes ao plantio do milho pelos agricultores familiares e as características das estruturas de armazenamento do milho são apresentados nas Tabelas 1 e 2. A área média de plantio entre os agricultores avaliados foi de 1,46 ha, com 56% dos agricultores utilizando sementes de milho híbrido e 44% utilizando sementes de variedades (Tabela 1). O tempo médio observado entre o plantio e a colheita do milho foi de 188 dias entre os 16 produtores avaliados (Tabela 2). Observou-se que, entre os agricultores da região Central do estado, o tempo médio entre o plantio e a colheita foi de 201 dias, período superior em relação aos agricultores das regiões Sul e Alto Paranaíba, onde o tempo médio entre o plantio e a colheita foi de 170 dias.

**Tabela 2.** Características das estruturas de armazenamento e de práticas agrícolas adotadas pelos agricultores nos dois anos de avaliação (2009 e 2010), na região Central, Sul e Alto Paranaíba, Minas Gerais.

Ano	Produtor	Município	Tipo de estrutura	Dimensões (m)			Volume (m <sup>3</sup> )	Estrutura elevada	Quantidade (kg)	Controle de insetos	Ataque de ratos	
				C <sup>(2)</sup>	L <sup>(3)</sup>	A <sup>(4)</sup>						
2009	1	Esmeraldas	Paioi Balato de Milho	-	-	-	-	Não	ni <sup>(6)</sup>	Não	Não	
	2	Esmeraldas	Paioi de alvenaria	-	-	-	-	Não	ni	Não	Não	
	3	Esmeraldas	Paioi de alvenaria	4,0	3,0	2,0	24,0	Não	2.500,00	Deltametrina	Não	
	4	Funiândia	Paioi de alvenaria	-	-	-	-	Não	3.000,00	Eucalipto	Não	
	5	Funiândia	Paioi de madeira	-	-	-	-	Não	ni	Não	Não	
	6	Funiândia	Paioi de alvenaria	-	-	-	-	Não	ni	Não	Não	
	7	Pedro Leopoldo	Paioi de alvenaria e madeira	-	-	-	-	Não	6.000,00	Não	Não	
	8	Pedro Leopoldo	Lona (Bandeira)	-	-	-	-	Não	ni	Água e sal	Não	
	9	Pedro Leopoldo	Paioi de alvenaria	-	-	-	-	Não	7.200,00	Não	Não	
	10	Pedro Leopoldo	Paioi de alvenaria	-	-	-	-	Não	3.000,00	Expurgo	Não	
2010	11	Sete Lagoas (CNPMS) <sup>(1)</sup>	Paioi Balato de Milho	4,0	3,0	2,2	26,4	Não	4.000,00	Expurgo	Não	
	1	Nepomuceno	Paioi de alvenaria e madeira	3,0	2,0	3,0	18,0	Sim	1.200,00	Não	Não	
	2	Nepomuceno	Paioi de madeira	2,0	3,0	2,0	12,0	Sim	1.800,00	Não	Não	
	3	Nepomuceno	Paioi de alvenaria e madeira	4,5	4,0	2,5	45,0	Não	5.100,00	Não	Sim	
	4	Lagoa Formosa	Paioi de madeira	2,0	3,0	2,5	15,0	Não	4.800,00	Não	Não	
	5	Lagoa Formosa	Paioi de madeira	5,5	3,0	2,5	41,3	Não	10.200,00	Deltametrina	Não	
	6	Lagoa Formosa	Paioi de madeira	5,0	3,0	2,5	37,5	Não	3.600,00	Deltametrina	Sim	
	7	Sete Lagoas (CNPMS)	Paioi Balato de Milho	4,0	3,0	2,2	26,4	Não	4.000,00	Expurgo (fosfina)	Não	
	<b>Médias</b>				-	3,8	3,0	2,4	27,3	-	4.338,5	-
	<b>C.V.<sup>(6)</sup> (%)</b>				-	-	-	42,9	-	55,7	-	-

<sup>(1)</sup>CNPMS = Centro Nacional de Milho e Sorgo (Paioi instalado na Embrapa Milho e Sorgo). <sup>(2)</sup>C = Comprimento (m). <sup>(3)</sup>L = Largura (m). <sup>(4)</sup>A = Altura (m). <sup>(5)</sup>ni = Dados não informados. <sup>(6)</sup>C.V. = Coeficiente de variação.

As estruturas de armazenamento predominantes nas regiões estudadas foram os paióis de alvenaria, representando 31% das propriedades com este tipo de estrutura, seguido por paióis de madeira (25%), milho coberto com lona no campo (bandeira) (19%), paióis de alvenaria e madeira (12,5%) e paióis de alvenaria e tela (12,5%) (Tabela 2) (Figura 1). Entre as estruturas avaliadas, 87,5% foram construídas no mesmo nível do solo, enquanto apenas 12,5% apresentavam elevação para evitar contato com a umidade proveniente do solo (Tabela 2). Os dados observados nas propriedades corroboram os resultados observados por Albernaz et al. (2010), que acompanharam a produção de milho em 16 lavouras na região Central de Minas Gerais e observaram que o milho é, em sua maioria, armazenado em espigas empalhadas, principalmente em paióis de alvenaria (38%) ou de madeira (35%), galpão de alvenaria (12%) e silo subterrâneo (3%). Os autores supracitados observaram, ainda, que parte dos agricultores não possui local próprio para armazenagem, mantendo o milho em terreiros cobertos com lona (6%) enquanto outros agricultores não armazenam o milho na propriedade (6%) (Figura 2). Ainda de acordo com esses autores, destaca-se, neste cenário, a precariedade das estruturas, que podem potencializar os riscos de perdas por ataque de roedores e insetos, o que reduz a quantidade e qualidade do cereal durante o armazenamento em pós-colheita.

As estruturas avaliadas no estudo apresentam volume médio para armazenamento de 27,3 m<sup>3</sup> e a massa média de milho armazenado foi de 4.338,5 kg, na primeira coleta de amostras, o que coincide com o enchimento dos paióis (Tabela 2). As propriedades rurais avaliadas no ano de 2009 (região Central de Minas) apresentaram média de 4.283,3 kg de milho armazenado, enquanto as propriedades avaliadas no ano de 2010 (regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas) apresentaram média de 4.385,7 kg de milho.

Os produtores foram questionados quanto ao uso de algum tipo de controle de insetos-pragas durante o armazenamento do milho, e os resultados apontaram que 62,5% deles não utilizam qualquer tipo de controle para insetos que atacam os grãos armazenados, enquanto 37,5% utilizam alguma forma de controle (Tabela 2). Dentre os que utilizam algum tipo de manejo para insetos de grãos armazenados, a maioria faz uso de controle químico, principalmente com deltametrina e fosfeto de alumínio (fosfina), este último, como controle curativo através do expurgo das espigas. Apenas dois agricultores utilizam tratamentos alternativos, com folhas e ramos de



eucalipto e com aplicação de uma solução de água e sal diretamente nas espigas armazenadas.

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel



**Figura 1.** Paio de alvenaria e madeira utilizado para armazenamento de milho em espiga empalhada em propriedade de agricultura familiar na região Sul, Minas Gerais.

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel



**Figura 2.** Milho armazenado em espiga empalhada em propriedade de agricultura familiar na região do Alto Paranaíba, Minas Gerais.

Diferente do presente trabalho, Moreno et al. (2006) relataram, em estudo desenvolvido com produtores familiares de Yucatan, no México, que apenas 26% dos produtores não utilizavam tratamento para controle de insetos-pragas no milho armazenado, 13% utilizavam inseticida sintético e 61% utilizavam pó abrasivo. A presença e o ataque de roedores no milho armazenado não foram detectados na maioria das propriedades (87,5%) enquanto em 12,5% das propriedades observou-se ataque de roedores no milho armazenado (Tabela 2).

Os percentuais médios de infestação por insetos no milho armazenado nos anos de 2009 (Região Central de Minas Gerais) e de 2010 (Regiões do Sul de Minas e do Alto Paranaíba) foram de 20,57% nos 10 produtores e na Embrapa Milho e Sorgo (Figura 3), enquanto no ano de 2010 o percentual médio de infestação foi de 13,35%, respectivamente. Nos dois anos de coleta observou-se aumento da infestação com o aumento do tempo de armazenamento (Tabelas 3 e 4). No primeiro ano de avaliação observou-se infestação média de 10,61% na primeira coleta, 13,48% na segunda, 21,63% na terceira coleta e de 36,55% na quarta coleta (Tabela 3). No segundo ano de avaliação observou-se infestação média de 7,72%, 14,05% e 18,29% na primeira, segunda e terceira coletas, respectivamente (Tabela 4). Os percentuais médios de infestação observados no primeiro ano de coleta, na região Central do Estado de Minas Gerais (2009), foram superiores aos do segundo ano de coleta, quando estas foram realizadas nas regiões Sul e Alto Paranaíba (2010). O conteúdo de água dos grãos coletados no primeiro ano, na região Central do Estado de Minas Gerais (2009), variou entre 12,3 a 16,4%, enquanto no segundo ano de coleta, nas regiões Sul e Alto Paranaíba (2010), variou entre 11,5 a 16,8%. Adda et al. (2002), em estudo realizado com agricultores familiares africanos na República do Togo, observaram aumento da infestação com o incremento do período de armazenamento do milho, com perdas atingindo até 20% após oito meses de armazenamento.

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel



**Figura 3.** Paiol “Balaio de Milho” desenvolvido na Embrapa Milho e Sorgo para armazenamento de milho em espiga empalhada na região Central, Minas Gerais.

**Tabela 3.** Percentual de grãos infestados e com sintomas de ataque de *Sitophilus zeamais* em milho armazenado em espiga empalhada em diferentes propriedades de agricultura familiar na região Central de Minas Gerais em quatro coletas, de junho a dezembro de 2009.

Produtor	Infestação média (%) ± Desvio padrão					Média	C.V.
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Coleta 5		
1	8,01 ± 0,50 bc <sup>(3)</sup>	11,67 ± 2,15 b	5,72 ± 0,39 c	16,04 ± 3,34 a	10,36	19,43	
2	5,06 ± 0,25 d	11,00 ± 0,85 c	17,95 ± 1,71 b	51,57 ± 3,84 a	21,39	10,05	
3	29,72 ± 2,29 b	30,37 ± 0,79 b	44,61 ± 3,75 a	46,13 ± 3,41 a	37,71	7,45	
4	2,31 ± 2,19 c	9,69 ± 1,39 b	14,09 ± 1,89 b	70,44 ± 4,67 a	24,13	11,75	
5	3,20 ± 0,42 c	3,76 ± 1,31 c	13,08 ± 0,96 b	46,84 ± 4,29 a	16,72	13,78	
6	2,40 ± 0,59 c	2,51 ± 1,25 c	9,60 ± 1,29 b	32,53 ± 1,94 a	11,76	11,50	
7	23,44 ± 1,90 c	43,25 ± 2,59 b	71,88 ± 8,40 a	51,29 ± 4,19 b	47,47	10,45	
8	5,84 ± 1,09 c	5,85 ± 1,43 c	20,15 ± 4,06 a	12,40 ± 0,95 b	11,06	20,53	
9	18,83 ± 1,20 bc	17,18 ± 3,28 c	24,00 ± 2,13 b	31,56 ± 4,98 a	22,89	14,07	
10	17,31 ± 0,96 b	10,12 ± 2,47 c	15,57 ± 1,62 b	37,95 ± 4,17 a	20,24	12,84	
CNPMS <sup>(1)</sup>	0,65 ± 0,59 c	2,88 ± 0,79 b	1,32 ± 0,35 c	5,25 ± 1,23 a	2,52	32,04	
Média	10,61	13,48	21,63	36,55	-	-	
C.V. <sup>(2)</sup>	12,18	13,69	15,11	9,89	-	-	

<sup>(1)</sup>CNPMS = Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo (Paioi instalado na Embrapa Milho e Sorgo). <sup>(2)</sup>C.V. = Coeficiente de variação. <sup>(3)</sup>Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Percentual de grãos infestados e com sintomas de ataque de *Sitophilus zeamais* em milho armazenado em espiga empalhada em diferentes propriedades de agricultura familiar nas regiões Sul e Alto Paranaíba, Minas Gerais, em três coletas, de junho a outubro de 2010.

Produtor	Infestação média (%) ± Desvio padrão				
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Média	C.V
1	18,57 ± 2,26 ab <sup>(3)</sup>	31,22 ± 11,51 a	5,48 ± 3,82 b	18,42	38,64
2	1,05 ± 0,36 b	8,68 ± 3,79 a	4,15 ± 3,46 ab	4,63	64,18
3	13,07 ± 1,27 b	12,11 ± 1,61 b	24,39 ± 3,21 a	16,52	13,30
4	11,47 ± 5,65 b	13,60 ± 2,84 b	38,26 ± 9,63 a	21,11	31,52
5	1,94 ± 1,05 a	3,49 ± 2,55 a	5,21 ± 2,42 a	3,54	59,71
6	5,51 ± 1,40 b	25,60 ± 6,25 a	41,47 ± 12,87 a	24,19	34,32
CNPMS <sup>(1)</sup>	2,42 ± 1,33 b	3,64 ± 2,15 b	9,11 ± 1,33 a	5,06	32,55
Média	7,72	14,05	18,29	-	-
C.V. <sup>(2)</sup>	32,35	38,76	35,96	-	-

<sup>(1)</sup>CNPMS = Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo (Paiol instalado na Embrapa Milho e Sorgo).

<sup>(2)</sup>C.V. = Coeficiente de variação. <sup>(3)</sup>Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Os percentuais médios de infestação observados nas coletas podem ser considerados elevados em relação a estudos realizados com agricultores familiares no Brasil. Catão et al. (2009) observaram percentuais médios de infestação de até 7,5% em sementes de milho crioulo produzidas e armazenadas no Norte de Minas Gerais. O novo Regulamento Técnico do Milho (Instrução Normativa nº 60 de 22 de dez. de 2011) estabelece até 4,0% de infestação para tipificação do milho como Tipo 3 e até 2,0% para tipificação como Tipo 1, assim os percentuais de infestação observados nos estabelecimentos familiares onde foram realizadas as coletas não atenderiam o padrão mínimo, sendo enquadrado como Fora de Tipo, o qual estabelece máximo de 8,0% de infestação (Brasil, 2011a). Estudos realizados no México (Moreno et al., 2006) e na Etiópia (Olakojo; Akinlosotu, 2004) apontam resultados que corroboram com os observados, apresentando índices de infestação de até 54% na Etiópia.

O percentual médio de espigas bem e mal empalhadas variou significativamente ( $P < 0,0001$ ) entre os produtores amostrados. Observou-se

índice médio de 37,2% de espigas mal empalhadas e 62,8% de espigas bem empalhadas (Tabela 5). Observaram-se correlações negativas e significativas ( $P < 0,05$ ) entre infestação por carunchos e o bom empalhamento das espigas de milho armazenadas, sendo que para a primeira, segunda e terceira coletas essas correlações apresentaram valores de -0,48, -0,41 e -0,47, respectivamente. Desta forma, pode-se inferir que a prática da separação e armazenamento das espigas bem empalhadas e consumo imediato das espigas mal empalhadas desfavorecem a infestação por carunchos.

**Tabela 5.** Percentual médio de espigas bem e mal empalhadas em propriedades familiares das regiões Sul e Alto Paranaíba, em Minas Gerais, e na Embrapa Milho e Sorgo, em três coletas, de junho a outubro de 2010.

Produtor	Município	Empalhamento (%) $\pm$ Desvio padrão	
		Mal empalhadas	Bem empalhadas
1	Nepomuceno	51,72 $\pm$ 12,78 ab <sup>(3)</sup>	48,28 $\pm$ 12,78 cd
2	Nepomuceno	14,88 $\pm$ 5,81 d	85,12 $\pm$ 5,81 a
3	Nepomuceno	29,16 $\pm$ 2,71 c	70,84 $\pm$ 2,71 b
4	Lagoa Formosa	61,37 $\pm$ 9,26 a	38,63 $\pm$ 9,26 d
5	Lagoa Formosa	13,97 $\pm$ 1,73 d	86,03 $\pm$ 1,73 a
6	Lagoa Formosa	42,17 $\pm$ 9,77 bc	57,83 $\pm$ 9,77 bc
CNPMS <sup>(1)</sup>	Sete Lagoas	47,33 $\pm$ 7,37 ab	52,67 $\pm$ 7,37 cd
Média	-	37,23	62,77
C.V. <sup>(2)</sup>	-	12,67	21,37

<sup>(1)</sup>CNPMS = Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo (Paiol instalado na Embrapa Milho e Sorgo).

<sup>(2)</sup>C.V. = Coeficiente de variação. <sup>(3)</sup>Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com Costa et al. (1996) e Moreno et al. (2006) que verificaram menores perdas após a colheita no milho que apresentava maior percentual de espigas bem empalhadas. A partir dos resultados obtidos, pode-se disponibilizar e recomendar aos agricultores familiares medidas seguras e de baixo custo que permitem reduzir perdas durante o armazenamento do milho na propriedade. A prática de separação de espigas de acordo com o empalhamento, utilizando, inicialmente, as



espigas mal empalhadas e armazenando as espigas bem empalhadas é uma estratégia eficaz que contribui na redução da infestação por carunchos, durante o armazenamento do milho em espigas, em propriedades de agricultura familiar.

Os teores médios de micotoxinas observados não apresentaram variação significativa para aflatoxinas, ocratoxinas e zearalenona, variando significativamente apenas em relação aos teores de fumonisinas ( $P < 0,003$ ) nas espigas armazenadas no primeiro ano de coletas, na região Central do estado (Tabela 6). As amostras coletadas nas regiões do Alto Paranaíba e Sul de Minas apresentaram variação significativa apenas para aflatoxinas ( $P < 0,04$ ), enquanto os teores de ocratoxinas, fumonisinas e zearalenona não apresentaram variação significativa entre os produtores amostrados (Tabela 7). Observaram-se teores médios de micotoxinas sempre abaixo dos Limites Máximos Tolerados (LMT) preconizados pela legislação nacional (Brasil, 2011b), exceto em um produtor cujas amostras apresentaram média similar ao LMT para fumonisinas, na região Central do estado (Tabela 6). Apesar dos demais teores médios observados encontrarem-se abaixo dos LMT, é interessante salientar que em aproximadamente 100% das amostras analisadas observou-se presença das micotoxinas dos grupos das fumonisinas e zearalenona. As análises de correlação entre percentual de infestação e os teores médios de micotoxinas não foram significativas, entre os dois anos de coleta, nas diferentes regiões. De acordo com os resultados deste trabalho não houve relação entre a contaminação por micotoxinas com a infestação por insetos no milho armazenado.

Observou-se correlação negativa ( $r = -0,39$ ) e significativa ( $P < 0,04$ ) entre os teores de aflatoxinas e o bom empalhamento das espigas de milho armazenadas, ou seja, a prática de separação e armazenamento das espigas bem empalhadas e consumo imediato das espigas mal empalhadas, também, desfavorece a contaminação por aflatoxinas. As correlações entre os teores médios de zearalenona, ocratoxinas e fumonisinas e os percentuais de espigas bem empalhadas foram não significativos.

**Tabela 6.** Teores totais de micotoxinas ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) em milho armazenado em espiga empalhada em diferentes propriedades de agricultura familiar na região Central de Minas Gerais em quatro coletas, de junho a dezembro de 2009.

Produtor	Teores Totais de Micotoxinas ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) $\pm$ Desvio padrão			
	Aflatoxinas	Ocratoxinas	Zearalenona	Fumonisin
1	0,23 $\pm$ 0,46 ab <sup>(2)</sup>	0,52 $\pm$ 0,86 a	33,91 $\pm$ 25,00 a	1.965,00 $\pm$ 736,59 bc
2	1,96 $\pm$ 3,93 a	0,00 $\pm$ 0,00 a	25,25 $\pm$ 12,29 a	2.280,00 $\pm$ 1.975,08 bc
3	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	15,90 $\pm$ 11,78 a	1.862,50 $\pm$ 528,17 bc
4	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,94 $\pm$ 1,88 a	15,95 $\pm$ 23,09 a	1.563,75 $\pm$ 1.479,39 c
5	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	25,00 $\pm$ 13,08 a	1.367,50 $\pm$ 1.242,21 c
6	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	36,88 $\pm$ 41,96 a	3.200,00 $\pm$ 664,58 b
7	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	27,25 $\pm$ 26,26 a	3.212,50 $\pm$ 531,31 b
8	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,13 $\pm$ 0,25 a	17,10 $\pm$ 13,26 a	1.837,50 $\pm$ 850,86 bc
9	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	24,00 $\pm$ 16,52 a	1.096,25 $\pm$ 540,48 c
10	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	6,74 $\pm$ 5,19 a	5.000,00 $\pm$ 1.558,31 a
Média	0,22	0,16	22,80	2.338,50
L.M.T. <sup>(1)</sup> ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	20,00	10,00	300,00	5.000,00

<sup>(1)</sup>L.M.T. = Limite Máximo Tolerado [Valores específicos para milho, milho em grão (inteiro, partido, amassado, moído), farinhas ou sêmolos de milho] (BRASIL, 2011b). <sup>(2)</sup>Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.



**Tabela 7.** Teores totais de micotoxinas ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) em milho armazenado em espiga empalhada em diferentes propriedades de agricultura familiar nas regiões Sul e Alto Paranaíba, Minas Gerais, em três coletas, de junho a outubro de 2010.

Produtor	Teores Totais de Micotoxinas ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) $\pm$ Desvio padrão			
	Aflatoxinas	Ocratoxinas	Zearalenona	Fumonisin
1	0,00 $\pm$ 0,00 b <sup>(2)</sup>	0,01 $\pm$ 0,03 a	6,98 $\pm$ 13,23 a	3.650,00 $\pm$ 1.776,23 a
2	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	5,23 $\pm$ 10,02 a	1.796,67 $\pm$ 2.145,05 a
3	0,43 $\pm$ 0,67 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	14,08 $\pm$ 15,99 a	2.800,00 $\pm$ 1.136,66 a
4	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,00 $\pm$ 0,00 a	17,55 $\pm$ 21,99 a	1.776,67 $\pm$ 397,07 a
5	5,43 $\pm$ 5,39 a	0,05 $\pm$ 0,13 a	80,67 $\pm$ 91,88 a	4.216,67 $\pm$ 1.376,11 a
6	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,01 $\pm$ 0,01 a	19,53 $\pm$ 22,52 a	1.613,33 $\pm$ 912,26 a
7	0,00 $\pm$ 0,00 b	0,16 $\pm$ 0,26 a	11,83 $\pm$ 14,43 a	3.316,67 $\pm$ 842,42 a
Média	0,84	0,03	22,27	2.738,57
L.M.T. <sup>(1)</sup> ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	20,00	10,00	300,00	5.000,00

<sup>(1)</sup>L.M.T. = Limite Máximo Tolerado [Valores específicos para milho, milho em grão (inteiro, partido, amassado, moído), farinhas ou sêmolos de milho] (Brasil, 2011b). <sup>(2)</sup>Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Corroborando com estes resultados, Amaral et al. (2006) também observaram baixa ocorrência de aflatoxinas nos produtos à base de milho analisados em Maringá e Marialva, no Estado do Paraná. Entretanto, estes autores concluíram que, em razão do elevado consumo de produtos à base de milho na região Sul do País, a Ingestão Diária Provável Média (IDPM) de AFB1 estava acima da Ingestão Diária Tolerável (IDT), indicando risco para esta população.

Kawashima e Soares (2006) avaliaram a presença de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em 74 amostras de produtos à base de milho adquiridas no comércio da cidade de Recife, durante o período de 1999 a 2001. Esses autores não detectaram presença de zearalenona em nenhuma das amostras analisadas, diferente dos resultados encontrados no presente trabalho. No entanto, as amostras analisadas pelos autores supracitados eram provenientes de produtos submetidos a algum tipo de processamento (fubá, flocos de milho, farinha de milho, xerém e milho para canjica), podendo ser esta a causa das diferenças entre os valores encontrados entre os dois trabalhos.

## Conclusões

---

O armazenamento do milho em espigas em propriedades familiares do Estado de Minas Gerais, geralmente, é realizado com uso de paióis de alvenaria e de madeira, sem elevação em relação ao solo, com uso limitado de tática de controle de insetos-pragas durante o armazenamento. Observou-se infestação média variando de 7 a até 36% nas propriedades familiares amostradas, com os maiores percentuais médios de infestação observados na região Central do estado em relação às regiões Sul e Alto Paranaíba. Observaram-se teores médios de micotoxinas abaixo dos Limites Máximos Tolerados (LMT) preconizados pela legislação nacional, exceto para fumonisina em uma propriedade amostrada. A prática de separação das espigas de acordo com o empalhamento mostra-se eficiente na redução da infestação por insetos e de teores de aflatoxinas nas espigas durante o armazenamento.

## Agradecimentos

---

À Fapemig, pelo auxílio financeiro, e aos técnicos da Emater-MG, pelo suporte para realização do trabalho nos municípios onde foram feitas as coletas, nas pessoas dos Coordenadores Técnicos Wilson Rosa e Walfrido Machado Albernaz.

## Referências

---

ADDA, C.; BORGEMEISTER, C.; BILIWA, A.; MEIKLE, W. G.; MARKHAMB, R. H.; POEHLING, H. M. Integrated pest management in post-harvest maize: a case study from the Republic of Togo (West Africa). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 93, p. 305-321, 2002.

ALBERNAZ, W. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MATRANGOLO, W. J. R.; NOCE, M. A.; CHAVES, F. F.; CARVALHO, D. O.; SOBRINHO, J. G. B. Concurso de produtividade de grãos na cultura do milho na região central de Minas Gerais - safra 2009/2010. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALAGARTO DO CARTUCHO,

4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos... Sete Lagoas: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

AMARAL, K. A. S.; NASCIMENTO, G. B.; SEKIYAMA, B. L.; JANEIRO, V.; MACHINSKI JÚNIOR, M. Aflatoxinas em produtos à base de milho comercializados no Brasil e riscos para a saúde humana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 336-342, 2006.

BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico do Milho. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, n. 246, 23 dez. 2011a. Seção 1, p. 3-5.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 141, 25 jul. 2006. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Resolução - RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 37, 22 fev. 2011b. Seção 1, p. 72-73.

CATÃO, H. C. R. M.; COSTA, F. M.; VALADARES, S. V.; DOURADO, E. R.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; SALES, N. L. P. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2060-2066, 2010.

COSTA, J. G. da; CAMPOS, I. S.; MARINHO, J. T. de S. **Efeito do empalhamento, dobramento de plantas, tipo de grão e época de colheita sobre a perda de peso do milho no campo**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1996. 3 p. (Embrapa-CPAF/AC. Comunicado Técnico, 67).

DALPASQUALE, V. A. Post-harvesting corn losses indexes in a storage unit: a case study. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 9., 2006, Campinas. **Proceedings**. Campinas: ABRAPOS, 2006. p. 64-70.

DE MORI, C.; LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; MIRANDA, M. Z. de. Impact of integrated pest management (IPM) technology on the organizational attitude of storage grain facilities in Brazil. In: INTERNATIONAL WORKING

CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 9., 2006, Campinas. **Proceedings**. Campinas: ABRAPOS, 2006. p. 53-58.

DEJENEA, M.; YUEN, J.; SIGVALD, R. Effects of storage methods, storage time and different agroecological zones on chemical components of stored sorghum grain in Hararghe, Ethiopia. **Journal of Stored Products Research**, v. 42, p. 445-456, 2006.

FRANÇA, C. G.; DEL GROSSI, M. E.; MARQUES, V. P. M. A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2009.

KAWASHIMA, L. M.; SOARES, L. M. S. Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em produtos de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 516-521, 2006.

LAZO, R. F.; SIERRA, G. Investigacion del efecto de las micotoxinas en el ser humano. **Revista Iberoamericana de Micologia**, v. 25, p. 7-11, 2008.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 1, p. 89-99, 2010.

MORENO, L. L.; TUXILL, J.; MOO, E. Y.; REYES, L. A.; ALEJO, J. C.; JARVIS, D. I. Traditional maize storage methods of Mayan farmers in Yucatan, Mexico: implications for seed selection and crop diversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, n. 5, p. 1771-1795, 2006.

OLAKOJO, S. A.; AKINLOSOTU, T. A. Comparative study of storage methods of maize grains in South Western Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 3, n. 7, p. 362-365, 2004.

SANTOS, J. P. Alternatives to chemical control of stored-product insects on small farms in the tropics. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 9., 2006, Campinas. **Proceedings**. Campinas, ABRAPOS, 2006. p. 663-673.

SANTOS, J. P. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 257-302.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 8.02. Cary, 2002.

SEKUMADE, A. B.; OLUWATAYO, I. B. Comparative analysis of maize storage technologies in Kwara State, Nigeria. **International Journal of Sustainable Crop Production**, v. 4, n. 5, p. 24-31, 2009.

SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; REIS, E. F.; ALVES SOBRINHO, T. Perdas na colheita mecanizada de milho em agricultura familiar da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 280-290, 2006.

WILD, C. P.; GONG, Y. Y. Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue. **Carcinogenesis**, v. 31, p. 71-82, 2010.

**Embrapa**

---

**Milho e Sorgo**



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

