

## Capítulo II

---

# **Controle de Pragas Durante o Armazenamento de Milho**

Jamilton P. Santos

## 11.1 Introdução

O Brasil é um país cujo grande potencial de produção de grãos ainda não foi plenamente explorado. O milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas. Ele ocupa, em todo o território nacional, cerca de 12 milhões de hectares, com uma produção anual média em torno de 40 milhões de toneladas, concentrada nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que respondem por cerca de 98% da produção nacional. Embora seja uma cultura apropriada ao uso de alta tecnologia e com potencial para produzir acima de  $16 \text{ t ha}^{-1}$ , predomina o uso de tecnologia de baixo investimento, o que tem mantido a produtividade média nacional em torno de  $2,5 \text{ tha}^{-1}$ .

O Brasil é um país de contrastes. Se, por um lado, mostra uma agricultura muito vigorosa, grandes propriedades, plantações e pastagens imensas, alta genética, muita tecnologia, muita produção, mas pouca gente envolvida, por outro, mostra uma agricultura de subsistência praticada por 4,5 milhões de agricultores familiares. Estes representam cerca de 85% do total de produtores rurais e se caracterizam por possuírem pequenas propriedades, ou por não terem terra, não terem capacidade de investimento em tecnologia e, de modo geral, por terem baixo nível de escolaridade.

Junto com o esforço para o aumento da produtividade, necessariamente há que se aprimorar o processo de colheita e as condições de armazenagem de grãos. Uma característica positiva dos grãos é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, sem perdas significativas da qualidade. Entretanto,

to, o armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem, combate a insetos e prevenção de fungos.

Um lote de grãos armazenados é um material sujeito às transformações, deteriorações e perdas devido a interações entre os fenômenos físicos, químicos e biológicos. Exercem grande influência nesse ambiente os fatores temperatura, umidade, disponibilidade de oxigênio, microorganismos, insetos, roedores e pássaros.

Pesquisas no segmento da colheita e armazenagem são muito importantes para a conservação de grãos obtidos pelos agricultores familiares. É fundamental que a qualidade dos grãos seja preservada, mantendo-os sadios, limpos e livres de resíduos de agrotóxicos utilizados para combater as pragas que sempre atacam os grãos armazenados. As alternativas nessa área são: a armazenagem na forma de silagem da planta inteira triturada, especialmente para alimentação de ruminantes produtores de leite e carne, a armazenagem na forma de silagem de grãos úmidos, especialmente visando à alimentação de suínos e a armazenagem de grãos secos, seja a granel ou em espiga, para serem usados na alimentação animal, de modo geral.

## **11.2 A colheita**

A fase chamada pré-colheita compreende o período que vai da maturação fisiológica, caracterizada pelo surgimento da "camada preta" (grão com cerca de 32% de umidade) até a realização da colheita.

Quando a colheita é realizada logo após a fase da maturação fisiológica, propicia o mais alto rendimento de grãos; entretanto,

não é recomendável colher nessa fase, pois os grãos ainda estão com alto teor de umidade, requerendo a secagem complementar por métodos artificiais, com excessivo consumo de energia e com possibilidade de comprometer a qualidade dos grãos, provocando-lhes quebras e trincas, tornando-os mais vulneráveis a serem atacados por insetos, posteriormente. A temperatura do ar de secagem não pode exceder a 44°C no caso de sementes, 55°C para grãos que se destinam à indústria de moagem e 82°C para os destinados à fabricação de ração, sob pena de comprometer a qualidade.

Quando o produtor não dispõe de infra-estrutura de secagem artificial, normalmente tem que esperar o milho secar naturalmente no campo. O tempo de permanência do milho no campo por período prolongado, ou seja, o atraso na colheita, varia de região para região, dependendo das condições climáticas, como umidade do ar, temperatura e insolação. Fatores como insetos (gorgulhos e traças), pássaros, chuva e ventos contribuem para aumentar as perdas pelo atraso na colheita. A ocorrência de chuva na pré-colheita, com a conseqüente penetração de água na espiga, é a principal causa de perdas. Entretanto, nas cultivares em que predominam espigas decumbentes (espigas que viram a ponta para baixo, logo após a maturação fisiológica), as perdas por penetração de água de chuva são minimizadas.

Na região Centro-Oeste e nas áreas de cerrado do Estado de Minas Gerais, onde normalmente não chove no período que antecede a colheita, o grão colhido é de excelente qualidade e as perdas no período da pré-colheita são pequenas, (SANTOS, 1991). Na região Sudeste e no Estado do Paraná, essas perdas podem chegar a 4%, no milho que sofre atraso na colheita. Já nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde normalmente chove

no período da colheita e a umidade relativa é muito alta, as perdas na pré-colheita podem chegar a 5% naquele milho que não é colhido mecanicamente (SANTOS et al., 1994).

### **11.3 O processo de colheita e sua importância sobre as pragas**

A colheita do milho pode ser realizada manual e mecanicamente.

#### **11.3.1 Colheita manual e seus reflexos na ocorrência de pragas**

No Brasil, a colheita do milho é, ainda, em grande parte (cerca de 40%), realizada manualmente, ou seja, o trabalhador recolhe espiga por espiga, tanto aquelas presas nas plantas quanto aquelas caídas pelo chão. O trabalho manual de coleta das espigas contribui para reduzir as perdas nessa fase, que ocorrem na magnitude de 0,5 a 1%. O grande inconveniente da colheita manual é que ela é realizada, de modo geral, tardiamente, pois, na falta de estrutura de secagem, o produtor espera o milho secar naturalmente no campo, até atingir 13,5 a 14% de umidade. Este atraso na colheita predispõe os grãos a serem infestados por pragas de grãos armazenados, criando a necessidade de se adotar um controle preventivo de pragas, antes de armazená-los.

#### **11.3.2. Colheita mecânica e sua importância na prevenção a pragas**

A colheita mecânica do milho, no Brasil, atinge cerca de 60% da produção e, em geral, observam-se perdas totais de grãos caídos pelo chão que atingem a ordem de 8 a 10%. Essas perdas podem ser reduzidas a um patamar aceitável de 3 a 4%, através do treinamento dos operadores, para a adequada manutenção,

regulagem das máquinas, bem como escolher a melhor velocidade de trabalho. O dano mecânico provocado nos grãos durante a operação de colheita, causando-lhes quebras e trincas, contribuirá para maior ocorrência de insetos durante o armazenamento, criando a necessidade de se tomarem medidas preventivas de controle de pragas.

#### **11.4 Perdas na pós-colheita**

Serão consideradas aqui as perdas que ocorrem durante o transporte e o armazenamento.

##### **11.4.1 Transporte**

Os dados são escassos com relação às perdas durante o transporte e variam muito em função das estradas, do veículo transportador, da distância etc. No Estado de Santa Catarina, foi conduzido um trabalho que considerou apenas o transporte da lavoura até a primeira recepção, tanto quando o milho era armazenado em paiol, na propriedade rural, quanto em silo ou armazém na cidade. O índice de perdas encontrado foi pequeno, em torno de 0,5% da produção transportada.

##### **11.4.2 Armazenamento**

Sobre as perdas que ocorrem durante o armazenamento de grãos, há que se considerar a armazenagem a granel em silos, em graneleiros, em sacarias e em paiol. Nas três primeiras modalidades de armazenagem, as perdas de peso ocorrem em torno de 1 a 2% (SANTOS et al., 1994). Nessa modalidade de armazenagem, tem-se adotado tecnologia adequada no combate às pragas e na prevenção da ocorrência de fungos. Porém, no armazenamento de milho em espiga, utilizando estruturas rústi-

cas, como são os paióis de madeira, as perdas de peso causadas por insetos e roedores podem atingir próximo a 15% do milho armazenado nessas condições (Tabela 11.1). Apenas mais recentemente é que foram desenvolvidas tecnologias para conservação de grãos, de uso apropriado para pequenos e médios produtores, que são os que mais adotam a armazenagem de milho em espiga com palha.

Para se prevenirem perdas durante a armazenagem a granel, alguns princípios básicos devem ser observados: a) construção de estruturas armazenadoras tecnicamente adequadas e dispendo de equipamento de termometria e aeração; b) baixo teor de umidade nos grãos; c) baixa presença de impurezas no lote de grãos; d) ausência de pragas e microorganismos; e) manipulação correta dos grãos.

Para se prevenirem perdas na armazenagem em espigas, deve-se combater insetos e roedores. A correta armazenagem não melhora a qualidade dos grãos, mas objetiva mantê-la. Para isso, alguns fatores devem ser observados:

- a) Características varietais como bom empalhamento, decumbência das espigas, dureza e alta densidade dos grãos, resistência a danos mecânicos, resistência a insetos e microorganismos;
- b) Condições ambientais, ataques de lagartas e pássaros às espigas durante o desenvolvimento no campo;
- c) Atraso na colheita, ocorrência de chuva durante o processo de secagem natural e durante a própria colheita;

- d) Tipo de colheita, manual ou mecanizada, e regulagem da colhedora;
- e) Método e temperatura de secagem artificial;
- f) Combate a pragas de grãos, ocorrência de fungos e condições gerais de armazenamento.

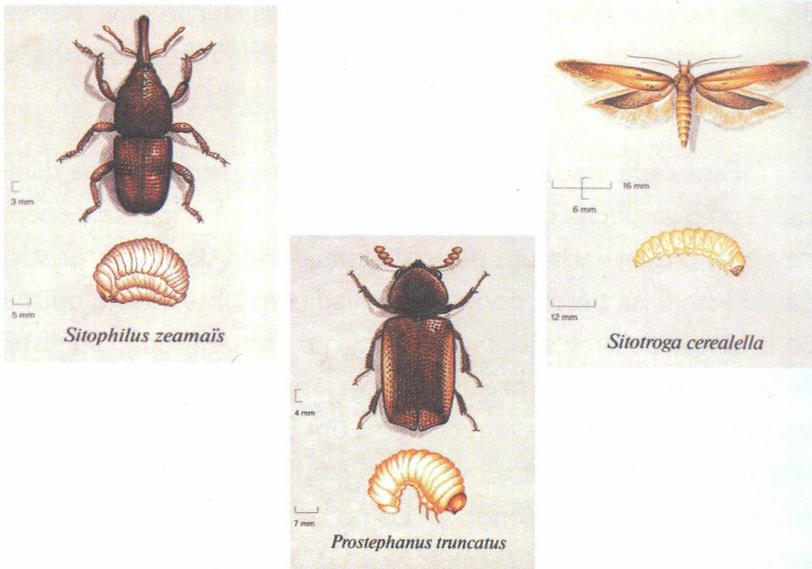
Os insetos constituem o principal fator de perdas nos grãos durante o período de armazenagem e, por isso, é importante conhecê-los, diferenciá-los, aprender como causam danos e como combatê-los.

### **11.5 Principais pragas dos grãos armazenados**

São várias as espécies de insetos que se alimentam dos grãos de milho, porém o gorgulho ou caruncho, *Sitophilus zeamais* e a traça-dos-cereais, *Sitotroga cerearella*, são responsáveis pela maior parte das perdas. Embora ainda não seja encontrada no Brasil, devido aos grandes prejuízos que vem causando ao milho armazenado, no México e em países da América Central e da América do Sul, bem como em alguns países africanos, deve-se prestar atenção à broca-grande-do-grão, *Prostephanus truncatus*, a fim de evitar sua entrada no país (Figura 11.1).

A migração do *Prostephanus truncatus* pode-se dar por processos naturais, deslocando-se pouco a pouco, através de vôos curtos em busca de alimento, entrando em outros países pelas fronteiras agrícolas. Entretanto, no caso de grãos armazenados, o mais provável é que a migração se dê através do comércio de grãos infestados, transportados de um país para outro, por terra ou pelo mar. Como esse inseto é adaptado às regiões mais quentes e secas do México, da América Central e da África, além de já

ter sido encontrado no Peru e na Colômbia, e como as condições climáticas de várias regiões brasileiras são propícias ao seu desenvolvimento, todo cuidado deve ser tomado para que o *Prostephanus truncatus* nunca chegue e se estabeleça aqui. Há registros de que, em seis meses, as perdas provocadas por esse inseto chegam a 34 e a 40%, em milho armazenado em espigas, na Tanzânia e na Nicarágua, respectivamente.



**Figura 11.1.** Principais pragas do grão de milho.

## 11.6 Conseqüências do ataque de insetos

Os insetos se alimentam dos grãos e provocam grandes perdas as quais podem ser consideradas sob diferentes aspectos.

### 11.6.1 Perda de peso dos grãos

De acordo com um levantamento feito por amostragem, em milho armazenado em espigas, em Minas Gerais (SANTOS et

al., 1983), verificou-se que entre a colheita (maio/junho) e os meses de agosto, novembro e março do ano seguinte, o índice de danos (grãos carunchados) causados pelos insetos ao milho estocado em paiol atingiu 17,3%, 36,4% e 44,5%, respectivamente (Tabela 11.1). A esses índices de carunchamento corresponderam reduções no peso de 3,1%, 10,4% e 14,3%, como pode ser observado na Tabela 11.1. No Estado do Espírito Santo, observou-se um dano de 36% (SANTOS et al., 1988a) e, no Paraná, de 36,5%, no período entre a colheita e o armazenamento por seis a sete meses; em São Paulo, de 36,2%, em Santa Catarina, de 29,8% e no Rio Grande do Sul, de 36,2% (SANTOS, 1992).

Para cada unidade percentual de dano, isto é, grãos danificados pelo caruncho ou pela traça, há um correspondente de perda de peso, o qual varia um pouco, dependendo das características da cultivar. Essa perda pode ser avaliada em laboratório, utilizando balanças de precisão. No campo, normalmente não se dispõe de uma balança com a precisão necessária para se determinar essas perdas. Por isso, desenvolveu-se um estudo visando estabelecer um método para estimar o percentual de redução de peso em um lote de grãos, tendo-se como base o percentual de grãos danificados por insetos (SANTOS e OLIVEIRA, 1991).

O ajustamento dos dados a um modelo de regressão linear resultou na equação  $y = -0,82 + 0,284x$ , com  $R^2$  acima de 90%, em que "x" representa a porcentagem de grãos carunchados (grãos com orifício de emergência) e "y", a porcentagem de perda em peso. Com base na equação, elaborou-se a Tabela 11.2, que possibilita conhecer o percentual de redução de peso para qualquer valor entre três e 92% de grãos carunchados. A porcentagem de grãos danificados (carunchados) pode ser obtida através de uma amostragem bem conduzida e da contagem de grãos danificados

e grãos intactos. Usando-se a Tabela 11.2, é possível estimar a perda de peso causada pelos insetos-pragas, sem o uso de balança. Basta que se conheça a porcentagem de grãos danificados.

**Tabela 11.1.** Danos causados por insetos ao milho armazenado em paióis, em Minas Gerais.

Tipo de dano	Épocas de avaliação		
	Agosto	Novembro	Março
Grãos danificados <sup>1</sup> (%)	17,3	36,4	44,5
Perda de peso nos grãos danificados (%)	17,8	20,6	32,2
Perda de peso em relação ao total armazenado (%)	3,1	10,4	14,3

Fonte: Santos (1992). <sup>1</sup>Grãos danificados por carunchos (*Sitophilus* sp) e traçado-milho (*Sitotroga cerealella*).

**Tabela 11.2.** Perda de peso em grãos de milho causada pelo dano de insetos. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

% de grãos danificados (x)	% de redução de peso (y)	% de grãos danificados (x)	% de redução de peso (y)
5	0,60	50	13,38
10	2,02	55	14,80
15	3,44	60	16,22
20	4,86	65	17,64
25	6,28	70	19,06
30	7,70	75	20,48
35	9,12	80	21,90
40	10,54	85	23,32
45	11,96	90	24,74

Equação para o cálculo da redução de peso:  $y = - 0,82 + 0,284x$   
 $x =$  % de grãos danificados (grãos com orifício de emergência)  
 $y =$  redução de peso pelo ataque de insetos.

### 11.6.2. Perda do poder germinativo e do vigor da semente

O ataque dos insetos às sementes inicia-se pela região do embrião, onde o ovo é depositado. Do ovo nascem as larvas, que completam seu desenvolvimento dentro da semente. Na Tabela 11.3, observa-se que todas as fases de desenvolvimento do caruncho (gorgulho) do milho causaram redução significativa na germinação, sendo a redução em função da idade do inseto no interior da semente (SANTOS et al., 1990).

**Tabela 11.3.** Efeito do caruncho, *Sitophilus zeamais*, sobre a germinação de sementes de milho.

Tratamentos (instares)	Idade dos insetos (dias)	Sementes danificadas (%) <sup>1</sup>	Plantas normais (%) <sup>2</sup>	Plantas anormais (%)	Sementes mortas (%)
1. Pupa/adulto	41-46	87,0	02 f	04	94
2. Pupa/adulto	35-40	45,5	01 f	01	98
3. Pupa/adulto	29-34	11,0	25 e	27	48
4. L. 4 <sup>o</sup> instar	23-28	0,0	35 d	22	43
5. L. 3 <sup>o</sup> instar	17-22	0,0	63 c	17	20
6. L. 2 <sup>o</sup> instar	11-16	0,0	65 c	12	23
7. L. 1 <sup>o</sup> instar	5-10	0,0	72 c	12	16
8. Ovo	0-5	0,0	82 b	02	16
9. Testemunha	-	-	95 a	03	02

Fonte: Santos et al. (1990)

<sup>1</sup>É a porcentagem de sementes cujos insetos já haviam emergido até o dia do teste. <sup>2</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A simples presença do ovo, depositado no interior da semente, causou significativa perda, reduzindo a germinação de 95% (testemunha) para 82%, ou seja, uma redução de 13%.

Um lote de sementes cujos insetos em seu interior estavam na fase de larva de primeiro instar (5 a 10 dias) teve uma redução de 23% na germinação, enquanto as larvas de segundo instar (11 a 16 dias) provocaram uma redução de 30%, larvas de terceiro instar (17 a 22 dias), 32%, larvas de quarto instar (23 a 28 dias), 60%, pupa/adulto (29 a 34 dias) em 70%, pupa/adulto (35 a 40 e 41 a 46 dias), 94 e 93% (Tabela 11.3) (SANTOS et al., 1990).

A redução da germinação (plantas normais) foi acompanhada por aumento na porcentagem de sementes não germinadas, o que indica que o caruncho causou danos substanciais a partes vitais do embrião (Tabela 11.3). Em todos os tratamentos, principalmente quando havia sementes já com orifício de emergência dos insetos adultos, houve intenso aparecimento de fungos nas sementes durante os testes de germinação, o que pode ter contribuído para a redução do poder germinativo.

### 11.6.3 Perda do valor nutritivo

O valor nutritivo de um lote de grãos infestados por carunchos pode ser determinado in vivo, por meio de testes de alimentação, ou in vitro, através da avaliação de digestibilidade da proteína e de análises químicas.

Em um teste de alimentação com uma variedade de rato albino (*Mus musculus*) distribuíram-se lotes de dez ratos em quatro dietas diferentes. Essas dietas continham 20% de complexo protéico e vitamínico mais 80% de fubá de milho com diferentes padrões de qualidade, medida pela variação da redução do peso

em função do ataque de carunchos, conforme se pode observar na Tabela 11.4.

O milho que fez parte da dieta 1 era integral, ou seja, totalmente isento de dano de insetos e, por isso, com 0% de perda de peso. No período de 25 dias, o consumo médio da dieta 1 por animal foi de 73,70g, sendo que essa quantidade garantiu um ganho de peso de 4,580g, considerado como o máximo possível de se ganhar (100%), em razão de ser a dieta de melhor qualidade. As outras dietas (2, 3 e 4), cujo fubá se originou de milho de pior qualidade, foram menos consumidas e proporcionaram menores ganhos de peso. A dieta 4, cujo milho estava com 25,9% de redução de peso, foi a menos consumida (46,71g) e provocou uma redução de 1,442 g, ou seja, 31%, no peso inicial dos ratos (Tabela 11.4).

**Tabela 11.4.** Ganho de peso de ratos após 25 dias de alimentação com uma ração protéica balanceada, porém com 80% do milho com diferentes níveis de perda de peso em função do ataque de insetos.

<i>Qualidade do milho (% perda de peso)<sup>1</sup></i>	<i>Consumo médio de ração (g)</i>	<i>Ganho de peso dos animais (g)</i>	<i>Ganho de peso (%)</i>
<i>Dieta 1 - 0,00</i>	73,70	4.580	100
<i>Dieta 2 - 2,5</i>	70,33	3.283	71
<i>Dieta 3 - 6,8</i>	62,50	1.887	41
<i>Dieta 4 - 25,9</i>	46,71	-1.442	-31

<sup>1</sup>Porcentagem de perda de peso em função do ataque de insetos.

Pode-se ressaltar que a redução no ganho de peso dos ratos não foi devido a diferentes teores de proteína na dieta balanceada, mas, provavelmente, devido à redução no consumo e à digestibilidade da dieta da qual fez parte o milho de pior qualida-

de. Esse fato parece indicar que grãos com alta infestação produziram uma ração menos aceitável pelos ratos do que a preparada com milho isento de ataque de insetos. Se essa relação for verdadeira para animais como suínos, aves, bovinos, eqüinos, dentre outros, fica evidenciado que se deve evitar a inclusão de grãos infestados nas rações.

Em outro trabalho, Vilela et al. (1988) observaram alterações do valor nutritivo de milho em função do ataque de insetos durante o armazenamento em paiol. No período de um ano e a intervalos de quatro meses, amostras de grãos foram obtidas de milho armazenado em diferentes regiões do estado de Minas Gerais. Observou-se que os teores de carboidratos solúveis decresceram de 73,30% para 29,25%, em 12 meses de armazenamento. No mesmo período, a digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica (DIVMO) do grão de milho passou de 78,47% para 33,30% (Tabela 11.5). Por outro lado, os teores de proteína bruta e de lipídios aumentaram, provavelmente devido à preferência dos insetos por se alimentarem do endosperma em vez do embrião, que é mais rico em proteína e óleo.

#### **11.6.4 Perda quanto à redução do padrão comercial**

Para racionalizar o sistema de comercialização e informação do mercado de milho, os grãos devem ser classificados segundo a qualidade, definida através de padrões pré-fixados, representados por tipos de valores decrescentes. A classificação do milho é feita com base em normas ditadas por portaria do Ministério da Agricultura. Seu objetivo é determinar a qualidade do produto, garantindo a comercialização por preço justo. Para cada tipo, há um valor correspondente. Assim, paga-se mais por um produto de melhor qualidade e penaliza-se o de qualidade inferior.

**Tabela 11.5.** Digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica (DIVMO) de grãos de milho em função do tempo de armazenamento e das regiões amostradas.

Regiões de Minas Gerais	DIVMO (%) <sup>1</sup>			
	Maio	Outubro	Abril (ano seguinte)	Média
<b>Norte</b>	78,1 Aa	45,5 Bb	31,5 Cb	52,0
<b>Sul</b>	78,5 Aa	48,3 Ba	34,6 Ca	54,8
<b>Leste</b>	78,6 Aa	48,6 Ba	34,5 Ca	53,9
<b>Oeste</b>	78,7 Aa	46,4 Bb	32,6 Cb	52,5

Fonte: Vilela et al. (1988) <sup>1</sup> Letras maiúsculas referem-se às regiões e minúsculas, aos meses. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O milho, segundo a sua qualidade, é classificado em Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3. Um lote de grãos de milho, que, pelas suas características, não se enquadrar em nenhum dos tipos descritos, será classificado como Abaixo do Padrão - AP, desde que apresente bom estado de conservação. O milho classificado como AP poderá, conforme o caso, ser rebeneficiado, eliminando alguns defeitos e podendo se enquadrar num dos tipos anteriores. Deverão constar do laudo da classificação os motivos que deram lugar à denominação Abaixo do Padrão.

Será desclassificado todo o milho que apresentar: a) mau estado de conservação; b) aspecto generalizado de mofo e/ou fermentação; c) sementes de mamona ou outras que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto; d) odor estranho, de qualquer natureza, impróprio ao produto, prejudicial à sua utilização normal. Deverão ser declarados no Certificado de Classificação os motivos que derem lugar à desclassificação.

No Sudoeste Paranaense, freqüentemente na época da colheita, no período do inverno, o clima é frio e úmido, devido à ocorrência de neblina e chuvas. A alta umidade relativa retarda a secagem natural do milho no campo. Conseqüentemente, os produtores daquela região, em sua grande maioria, colhem o milho com teor de umidade relativamente alto, isto é, em torno de 16 a 18% de umidade. A colheita é predominantemente manual e o milho é armazenado em espigas com palha.

Realizou-se um levantamento em propriedades rurais daquela região (SANTOS et al., 1988b), visando determinar o nível de perdas causadas pelas pragas de grãos armazenados. Um dos parâmetros observados foi a classificação das amostras quanto ao tipo comercial. Pela Tabela 11.6, pode-se observar que em apenas 13% das propriedades o milho foi classificado como Tipo 1. Apresentou Tipo 2 também em outros 13% das propriedades. Entretanto, pela Tabela 11.6, observa-se, ainda, que 47% das amostras foram consideradas como Abaixo do Padrão (Tipo AP) e 27% foram classificadas como Tipo 3, último tipo para que, na comercialização, exista um valor de referência.

Deve-se ressaltar que todas as amostras foram coletadas e debulhadas manualmente. Isso pode indicar que, se o mesmo milho fosse trilhado à máquina, aumentariam os fragmentos e grãos quebrados, e aqueles 27% de amostras classificados como Tipo 3 poderiam somar-se àquelas do Tipo AP. Então, seriam 74% das propriedades que, já em outubro, metade do período de armazenagem, estariam com o milho desclassificado. De acordo com a Clasper, órgão da Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná na época em que se realizaram as análises, o ataque de insetos ou a presença de grãos carunchados foi o defeito mais sério e determinou o tipo em 92% das amostras.

**Tabela 11.6.** Classificação comercial das amostras de milho retiradas de paióis, em municípios do estado do Paraná.

Defeitos <sup>1</sup>	Classificação por tipos					
	T1	T2	T3	AP	Total	Total (%)
Matérias estranhas	-	-	-	-	-	-
Impurezas	-	-	-	1	1	1
Fragmentos	-	-	-	-	-	-
Quebrados	-	-	-	-	-	-
Chochos	-	-	-	-	-	-
Carunchados <sup>2</sup>	11	10	21	36	78	92
Ardidos	-	1	2	3	6	7
Queimados	-	-	-	-	-	-
Total	11	11	23	40	85	100
Total (%)	13	13	27	47	100	-

Fonte: Santos et al. (1988b).

<sup>1</sup>São os defeitos que determinaram o tipo

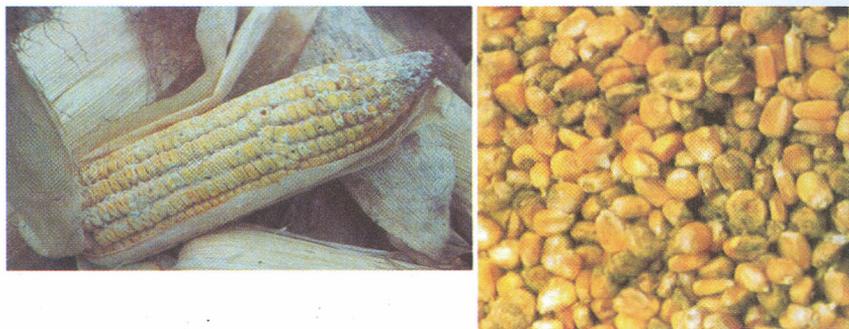
<sup>2</sup>Grãos carunchados determinaram tipo em 92% das amostras.

### 11.6.5 Perda da qualidade por contaminação da massa de grãos

Além das perdas já mencionadas anteriormente, o ataque de insetos ainda altera o odor e o sabor natural dos grãos e dos produtos derivados. A presença de insetos vivos ou mortos ou partes do seu corpo, como patas, asas e escamas, além das excreções que permanecem na massa de grãos, constituem contaminantes. Essas matérias estranhas frequentemente excedem os limites de tolerância, tornando os grãos ou seus produtos impróprios para o consumo humano ou até mesmo animal.

### 11.6.6 Perdas provocadas por fungos

Os fungos estão sempre presentes nos grãos armazenados, constituindo, juntamente com os insetos, as principais causas de deterioração e perdas constatadas durante o armazenamento (Figura 11.2). Os fungos são propagados por esporos, que têm nos insetos-pragas de grãos um dos principais agentes disseminadores.



**Figura 11.2.** Espiga e grãos com danos por insetos e fungos.

Os fungos que atacam os grãos antes da colheita, como *Fusarium*, e *Helminthosporium*, são chamados de fungos de campo e requerem grãos com alta umidade ( $> 20\%$ ) para se multiplicarem. Os fungos de armazenamento, como o *Aspergillus* e o *Penicillium*, contaminam os grãos após a colheita e têm a capacidade de viver associados a grãos com teor de umidade mais baixo (13 a 13,5%) e temperaturas mais elevadas ( $25^{\circ}\text{C}$ ).

Os principais fatores que afetam a atividade dos fungos nos grãos armazenados são: umidade, temperatura, taxa de oxigênio, danos mecânicos, impurezas e ataque de insetos.

A infestação de insetos provoca danos ao tegumento dos grãos, produz gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), contribuindo para o aumento do teor de umidade, que, por sua vez, aumenta a respiração dos grãos e, conseqüentemente, a temperatura, facilitando a multiplicação dos fungos.

Agrawal (1957), em trigo, e Matioli e Almeida (1979), em milho, verificaram aumentos significativos no teor de umidade e contaminação por fungos em grãos atacados por carunchos. De tal forma, pode-se considerar que o ataque de insetos aos grãos

constitui, conseqüentemente, também um problema de fungos, conforme afirmou Puzzi (1986).

Pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo demonstraram que o combate aos insetos é fundamental para a eficácia de fungicidas. Na ausência do inseticida, os insetos danificam os grãos e expõem as partes internas, facilitando o desenvolvimento de fungos, a despeito de os grãos ou sementes terem sido tratados com fungicidas.

### **11.7 Medidas preventivas contra a ocorrência de pragas**

O controle preventivo constitui um passo importante para o sucesso de um programa de manejo integrado de pragas em grãos armazenados. Para implementar um efetivo programa de manejo integrado, com redução do potencial de infestação, torna-se necessário que a gerência da unidade armazenadora se conscientize da importância da influência dos fatores ecológicos, como temperatura, teor de umidade do grão, a umidade relativa do ambiente e o período de armazenagem, envolvidos no sistema. Da mesma maneira, a escolha da cultivar, o processo de colheita, a recepção e limpeza, a secagem de grãos, a aeração e refrigeração, são fatores também importantes para o controle preventivo das pragas de grãos armazenados.

Uma característica positiva dos grãos é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, sem perdas significativas da qualidade. Sobre o ambiente dos grãos armazenados exercem grande influência os fatores como temperatura, umidade, disponibilidade de oxigênio, microorganismos, insetos, roedores e pássaros.

## **11.8 Influência da cultivar na qualidade dos grãos**

De modo geral, as cultivares que produzem grãos mais duros são mais resistentes ao ataque de pragas. Fatores como o empalhamento, a dureza do grão e a concentração em ácidos fenólicos são preponderantes para a menor incidência de pragas, as quais iniciam o ataque no campo, mas é no armazém que se multiplicam em grande número e causam os maiores danos.

É desejável que a cultivar tenha bom empalhamento e cubra bem a ponta da espiga, pois essa característica evita dano por insetos e por fungos que propiciam a ocorrência de grãos ardidos, que tenha maior teor de ácidos fenólicos e, conseqüentemente, grãos mais duros, para dificultar o ataque de pragas durante o armazenamento.

## **11.9 Efeito da temperatura e umidade sobre os insetos**

A temperatura e a umidade do ambiente constituem elementos determinantes na ocorrência de insetos e fungos durante o armazenamento. A maioria das espécies de insetos e de fungos reduz sua atividade biológica a 15 °C. E a aeração, que consiste em forçar a passagem de ar através da massa de grãos, constitui uma operação fundamental para abaixar e uniformizar a temperatura da massa de grãos armazenados. O teor de umidade do grão é outro ponto crítico para uma armazenagem de qualidade. Grãos com altos teores de umidade tornam-se muito vulneráveis a serem colonizados por altas populações de insetos e fungos. Para uma armazenagem segura, é necessário secar o grão, forçando a passagem do ar aquecido através da massa de grãos ou secando-o com ar natural. Embora o fluxo de ar durante a aeração seja tão baixo ao ponto de não reduzir a umidade do grão (quando realizado à temperatura natural), deve-se ter cuidado, porque uma

aeração excessiva poderá reduzir o teor de umidade e, conseqüentemente, o peso. O desenvolvimento de insetos e fungos acelera-se rapidamente sob as condições ideais de temperatura e umidade, impondo limites no tempo para uma armazenagem segura. A Tabela 11.7 ilustra o tempo para armazenagem segura para milho, em função do desenvolvimento de insetos e fungos.

**Tabela 11.7.** Influência do resfriamento na perda de matéria seca, considerando 1.000 t de milho a 15% de umidade e tempo de armazenamento de 30 dias.

<i>Condições ambientais</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Perda matéria seca</i>
<i>Temperatura ambiente - alta</i>	35°C	0,54% (= 5,4 t)
<i>Temperatura ambiente - média</i>	25°C	0,12% (= 1,2 t)
<i>Grãos resfriados</i>	10°C	0,02% (= 0,2 t)

Fonte: Heinrich (1989). Em regiões de clima temperado.

Grãos com umidade adequada e uniformemente distribuída por toda a massa podem permanecer armazenados com segurança por longo período de tempo. Quando não houver aeração, a umidade migra de um ponto para outro. Essa movimentação da umidade ocorre em função de diferenças significativas na temperatura dentro da massa de grãos, provocando correntes de convecção de ar, criando pontos de alta umidade relativa e alto teor de umidade no grão e, conseqüentemente, pontos com condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de insetos e fungos. Portanto, a aeração exerce uma função essencial tanto para manter a temperatura e a umidade no ponto desejado quanto para uniformizar e distribuir esses fatores na massa de grãos. Conclui-se, portanto, que estabilidade da umidade e temperatura é fundamental para o controle preventivo da ocorrência de insetos e fungos.

## **11.10 Importância do monitoramento no manejo da infestação**

Monitorar significa obter o registro por amostragem da ocorrência de insetos, ou de outro organismo, com frequência previamente definida, ao longo de um período de tempo e sob determinadas condições ambientais. Qualquer fator que influencia na movimentação dos insetos afeta a amostragem e, portanto, deve ser registrado. A magnitude dos efeitos depende principalmente da espécie do inseto a ser capturada, da temperatura, do tipo e umidade do grão. Portanto, amostragem é o ponto crítico de qualquer programa de monitoramento visando um controle de pragas em grãos armazenados.

Existem diversos tipos de armadilhas que se mostram eficientes para detectar a presença de insetos adultos.

## **11.11 Ações para prevenir e/ou controlar as pragas**

Além da observância de aspectos importantes, como a escolha da cultivar, colher no momento adequado e promover a limpeza dos armazéns, ainda existem outras práticas que contribuem para prevenir.

### **11.11.1 Efeito da aeração**

O uso da aeração para inibir o desenvolvimento de pragas já vem, há muito tempo, sendo adotado. A aeração pode reduzir a temperatura da massa de grãos a um valor que inibe a multiplicação dos insetos, conforme observaram Sutherland (1968) e Reed et al. (2000). Porém, algumas espécies de insetos são mais adaptadas às condições de temperaturas mais baixas e o efeito da aeração, somente, não é capaz de reprimir o desenvolvimento populacional

de algumas espécies. A aeração deve ser realizada quando a temperatura do ar estiver mais baixa e o ar mais seco. Ela pode ser realizada de forma contínua ou em intervalos de tempo determinados, considerando-se faixas de temperatura ideal, ou mesmo baseando-se na diferença entre a temperatura do ar ambiente e temperatura dos grãos.

### **11.11.2 Efeito do resfriamento**

No processo de resfriamento, o ar frio e seco tem sua passagem forçada pela massa de grãos armazenados em silos, que podem ser de diferentes tamanhos. Normalmente, uma vez que o grão tenha sido resfriado, ele assim permanece por vários meses. Além da redução de custos de secagem, de reduzir perdas fisiológicas pela respiração do grão e manter alta qualidade, o resfriamento do grão oferece excelente proteção contra insetos.

Mesmo após a colheita, os grãos continuam a respirar. O oxigênio é absorvido e, durante o metabolismo, os carboidratos se transformam em gás carbônico, água e calor, havendo perda de matéria seca e, conseqüentemente, perda de peso. A produção de calor e a intensidade da respiração dependem, portanto, da temperatura e do teor de umidade do grão. A influência do resfriamento sobre a perda de matéria seca e a conseqüente perda de peso podem ser observadas na Tabela 11.7. Tomando-se, por exemplo, uma quantidade de 1.000 toneladas de grãos com o teor de umidade de 15% e uma temperatura de armazenagem de 35°C, a perda de matéria seca, após, um mês de armazenado, será de cerca de 5,4t. Se esse lote de grãos estivesse mais úmido, as perdas seriam ainda muito maiores. Se a temperatura de armazenagem for reduzida para 10°C, essas perdas cairiam para 0,2t. Isso mostra que o resfriamento dos grãos pode reduzir a perda

de matéria seca em torno de 80 a 90%, em apenas um mês de armazenagem

Inicialmente, o resfriamento dos grãos era usado para condicionar sementes e/ou grãos colhidos muito úmidos, enquanto aguardavam pela entrada no secador. Atualmente, proporcionalmente, mais grãos secos do que úmidos são resfriados como forma de controlar o desenvolvimento dos insetos. Na faixa de temperatura que vai de 17 a 21°C, o ciclo biológico, isto é, o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto, leva próximo de 100 dias. Temperaturas acima de 21°C, ou em torno de 25 a 30°C, oferecem as condições ideais para diferentes espécies de insetos se desenvolverem. A atividade dos insetos, bem como sua multiplicação, é suspensa à temperatura em torno de 13°C. O controle químico de insetos torna-se desnecessário quando os grãos estão refrigerados e cuja temperatura está abaixo de 17°C, além de se dispensar transilagem. Dependendo do tipo de estrutura, uma vez que o grão tenha sido resfriado, assim ele permanecerá por vários meses, conforme ilustra a Tabela 11.8. Nesse caso, grãos com 15,5 a 17,5% de umidade, uma vez resfriados a 10°C, permanecem, sem sofrer aquecimento, suficiente para causar danos, por até 10 meses.

A quantidade de energia para resfriar o grão depende de vários fatores, como o teor de umidade e a temperatura da massa de grãos. Grãos mais úmidos são mais fáceis de serem resfriados do que grãos secos. Outros fatores importantes são a temperatura do ar ambiente e a umidade relativa do ar.

### **11.11.3 Higienização espacial**

Para prevenir e controlar a infestação, é preciso conhecer onde os insetos ocorrem ou se escondem. Levantamentos têm

demonstrado que a maioria das unidades armazenadoras, mesmo vazias, são infestadas por insetos de diferentes espécies e por ácaros. Alimentos para animais, como rações, e equipamentos agrícolas, como carretas transportadoras de grãos, constituem outras fontes de infestação.

**Tabela 11.8.** Tempo de duração, ou intervalo necessário para novo resfriamento para garantir a qualidade do milho, a partir de uma refrigeração inicial de 10°C.

<i>Teor de umidade do grão</i>	<i>Tempo de duração até novo resfriamento</i>
<i>12,0 a 15,0%</i>	Aproximadamente 08 a 12 meses
<i>15,5 a 17,5%</i>	Aproximadamente 06 a 10 meses
<i>17,5 a 18,5%</i>	Aproximadamente 04 a 06 meses
<i>18,5 a 20,0%</i>	Aproximadamente 01 a 04 meses
<i>20,0 a 23,0%</i>	Aproximadamente 02 a 08 semanas

Fonte: Heinrich (1989).

Muitos insetos são dotados de grande capacidade de vôo, o que aumenta sua condição de infestar os grãos armazenados. Para evitar maiores problemas durante a armazenagem, algumas medidas preventivas devem ser tomadas:

- Promover uma boa limpeza dos grãos antes de serem armazenados, isto porque os insetos têm mais dificuldades de infestar grãos limpos;
- Limpar toda a estrutura, de preferência utilizando jatos de ar, para desalojar a sujeira das paredes e dos equipamentos, e recolher todo o material fino com aspirador de pó;

- Inspeccionar todo o teto e consertar toda e qualquer possibilidade de goteira antes de carregar o silo ou armazém;
- Não permitir acúmulo de lixo, dentro ou mesmo fora da unidade armazenadora;
- Pulverizar as paredes, tetos e piso de unidades armazenadoras vazias com produto inseticida registrado e aprovado tecnicamente para essa finalidade;
- Monitorar a temperatura da massa de grãos, a umidade do grão e a presença dos insetos em pontos críticos do silo;
- Somente armazenar grãos de safra nova em estrutura vazia e que tenha passado por uma higienização geral e nunca misturar grãos novos com velhos;
- Lembrar sempre que grãos, submetidos à aeração programada, ou melhor ainda se refrigerados, nunca se deterioram.

Pesquisas visando testar a eficiência de diferentes inseticidas, aplicados sobre superfícies de diferentes naturezas, bem como visando avaliar o efeito residual em operações de higienização espacial, indicaram grande eficiência dos produtos Deltametrina 2,5 CE, Pirimiphos metil 50 CE e Bifentrina 25 CE, quando aplicados sobre superfície de madeira,, alvenaria, cerâmica, tecido de algodão, de juta, de plástico trançado, de papel (tipo sacaria de semente).

A nebulização é uma prática que consiste na aplicação de um inseticida, na forma de micropartículas, que são lançadas numa corrente de fumaça produzida por um equipamento que queima óleo mineral, produz e lança no ambiente um jato de fumaça..

Essa fumaça, de baixa densidade, carrega as micropartículas de inseticida para os pontos mais altos da unidade armazenadora, onde normalmente não são atingidos por pulverização. Esse tipo de tratamento visa controlar especialmente os insetos voadores, como as mariposas, que se alojam nos pontos mais altos da unidade armazenadora. A dose do inseticida, na operação de nebulização, é calculada em função do volume ( $m^3$ ) de espaço interno da estrutura que será ocupada pela fumaça. A Tabela 11.10 indica doses para alguns inseticidas.

## **11.12 Formas de armazenamento e recomendações para redução de perdas**

Os insetos-pragas de grãos armazenados constituem os principais agentes causadores de perdas durante o armazenamento. São várias espécies diferentes e o método de combate a ser empregado depende do tipo de armazenamento adotado.

### **11.12.1 Silagem da planta inteira**

A silagem de milho preparada a partir da planta inteira picada é uma forma de armazenar alimento para bovinos de leite e carne, além de outros ruminantes (CRUZ et al., 2001). O ponto de colheita é quando o teor de matéria seca acumulado está em torno de 30 a 35%. A operação de colheita e ensilagem é toda mecanizada. A silagem possui uma série de vantagens do ponto de vista nutricional, mas há que destacar sua grande vantagem no aspecto de qualidade sanitária. A conservação da silagem se baseia no processo de fermentação e, nessas condições, não há desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas. Pela mesma razão, não há desenvolvimento de insetos. Portanto, a silagem de milho, ou de sorgo, é uma excelente opção para armazenagem de alimentos ricos em proteínas, óleos e fibras livres de

micotoxinas, de insetos e resíduos tóxicos e, por isso, é a alternativa recomendável para alimentação de animais produtores de carne e leite, no sistema orgânico.

### **11.12.2 Silagem de grãos úmidos**

A silagem de milho preparada com grão úmido, cujo teor de umidade deve estar entre 30 e 40%, é uma técnica diferente da silagem feita a partir da planta inteira picada. Nesse caso, somente os grãos são colhidos, seja mecanicamente ou manualmente (não incluindo folhas e caule), debulhados e moídos em um moinho de martelo adaptado para moer grãos úmidos. O material moído é ensilado e compactado. É importante ressaltar que a silagem de grãos úmidos é uma técnica desenvolvida visando, especialmente, à alimentação de suínos. A silagem de grãos úmidos na alimentação de suínos apresenta uma série de vantagens do ponto de vista nutricional, principalmente porque tem maior digestibilidade, mas há de se destacar, também, sua grande vantagem no aspecto de qualidade sanitária (SOUZA, 2002). A conservação da silagem de grãos úmidos se baseia no processo de fermentação e, nessas condições, não há desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas. Pela mesma razão, não há desenvolvimento de insetos. Portanto, a silagem de milho a partir de grão com alta umidade é uma excelente opção para armazenagem de alimentos ricos em proteínas, óleos e fibras livres de micotoxinas, de insetos e resíduos tóxicos e, por isso, é a alternativa recomendável para alimentação de suínos no sistema orgânico.

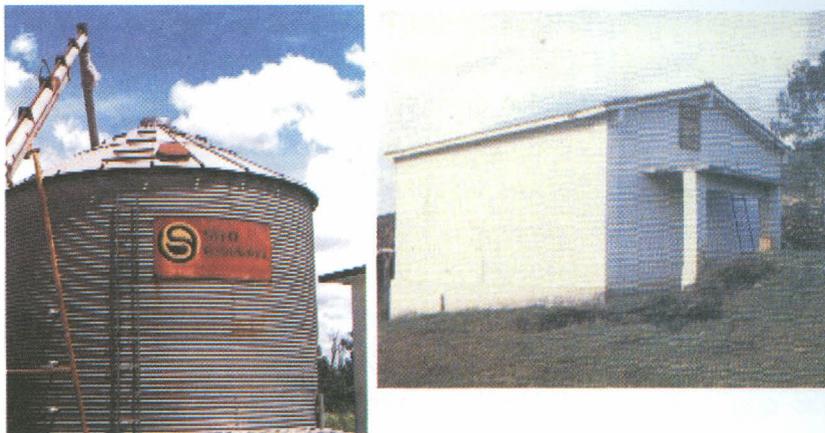
### **11.12.3 Armazenamento a granel**

O armazenamento de milho a granel, em estruturas com sistemas de termometria e aeração forçada, é o método que per-

mite melhor qualidade do produto. Para se ter sucesso nesse tipo de armazenamento, são necessários alguns procedimentos, como a limpeza e a secagem dos grãos, a aeração e o controle das pragas. Silos para armazenamento a granel podem ser construídos com chapas metálicas ou de concreto.

O armazenamento de milho a granel é o mais indicado, podendo também ser utilizado com sucesso por pequenos e médios produtores. Um silo de alvenaria que viabiliza o armazenamento de 100 a 200 toneladas de milho a granel, em fazendas, foi idealizado por Hara & Correa (1981). Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo introduziram modificações (cobertura com laje pré-fabricada) nesse modelo de silo, para permitir o uso da fumigação como método de combate de pragas. A indústria de silos metálicos fabrica estruturas de tamanho médio e econômico, que possibilitam aos produtores de suínos e aves armazenar milho a granel em suas propriedades. O sucesso na utilização desses tipos de silo de porte pequeno e médio (Figura 11.3) está na possibilidade de se armazenar o milho colhido com 14 a 15% de umidade, completar a secagem com aeração natural e fazer o expurgo após os silos terem sido carregados.

O expurgo com fosfina, na dose recomendada na Tabela 11.9, é um método de comprovada eficiência para se controlar os insetos no milho armazenado a granel. O expurgo é um método eficiente e barato, porém deve ser praticado somente por pessoas habilitadas, em ambientes herméticos, para não ocorrer escape de gás durante a operação.



**Figura 11.3.** Silos para armazenagem na propriedade familiar.

Na Tabela 11.10, são mostrados os resultados da avaliação da evolução de infestações que ocorreram dentro de dois silos de alvenaria, durante 220 dias de armazenamento, quando se adotaram dois métodos de controle dos insetos (MAIA et al., 1984). No silo em que foi realizado o expurgo uma vez, no início da armazenagem, o milho se conservou bem, embora a infestação tenha aumentado um pouco. O milho tratado pela mistura direta com o inseticida pirimiphos metil manteve-se livre de insetos durante todo o período de armazenamento.

Por esses resultados, pode-se concluir que a operação de expurgo no armazenamento do milho a granel deve ser repetida a cada três meses. A mistura de inseticida aos grãos, seguindo-se as doses recomendadas na Tabela 11.9, também garante o controle dos insetos.

#### **11.12.4 Armazenamento em sacaria**

O armazenamento de milho em sacaria, em armazéns convencionais, pode ser empregado com sucesso, desde que as es-

truturas armazenadoras atendam às condições mínimas. O milho deve estar seco (13 a 13,5% de umidade) e deve haver boa ventilação na estrutura. O piso deve ser concretado e cimentado e a cobertura perfeita, com controle e proteção anti-ratos, as pilhas de sacos devem ser erguidas sobre estrados de madeira e afastadas das paredes. O combate aos insetos deve ser através de expurgo periódico e pulverização externa das pilhas de sacos, bem como de toda a estrutura, seguindo as concentrações sugeridas nas Tabelas 11.9 e 11.10. Nesse tipo de armazenamento, as perdas que ocorrem devido ao ataque de insetos podem ser minimizadas, porque os métodos para seu controle são eficientes.

**Tabela 11.9.** Doses e tempo de exposição para expurgo com fosfina.

Tipo de estrutura	Material a fumigar	Doses		Temperatura (°C)	Duração (dias)
		Pastilhas (3g)	Comprimidos (0,6g)		
Sob lonas plásticas	Espigas	6/carro (15 sacas)	30/carro (15 sacas)	15-20	10
	Sacaria	2 por 20 sacas 60kg	10 por 20 sacas 60 kg	20-25	07
No próprio silo	Granel	2/tonelada ou 1m <sup>3</sup>	10/tonelada ou 1m <sup>3</sup>	+ de 25	5

Obs.: Não se recomenda expurgo a temperatura inferior a 15°C

**Tabela 11.10.** Acompanhamento da infestação e teor de umidade no milho armazenado em silo de alvenaria, submetido a dois tratamentos.

<i>Forma de aplicação</i>	<i>Deltametrina – 2,5CE Bifentrina – 2,5 CE</i>	<i>Pirimiphos metil –50 CE</i>
<i>Mistura com espigas<sup>1</sup></i>	500 g/t de espigas	—
<i>Mistura com grãos</i>	20-40 ml/L de água/t	8-16 ml/L de água/t
<i>Sobre pilha de sacaria</i>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>
<i>Sobre parede de alvenaria</i>	15 ml/L de água/20m <sup>2</sup>	15 ml/L de água/20m <sup>2</sup>
<i>Sobre madeira</i>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>
<i>Nebulização</i>	10 ml/ 90ml óleo por 100m <sup>3</sup>	5 ml/95ml óleo por 100m <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Expurgo com fosfina (1g p.a./t) / 72 h, durante o enchimento do silo.

<sup>2</sup>Mistura direta do inseticida pirimiphos methyl com os grãos, na dose de 4ppm (8ml p.c./t).

<sup>3</sup>Grãos danificados por insetos.

### 11.12.5 Armazenamento hermético

O armazenamento em ambiente hermético é também uma alternativa não química para o armazenamento de grãos secos a granel. Nesse sistema, não há renovação do ar, e o grão, através de sua atividade respiratória, consome todo o oxigênio disponível. Na ausência de oxigênio, os insetos não sobreviverão e os fungos não se multiplicarão e, portanto, não haverá nenhum dano aos grãos durante todo o período de armazenagem. O mercado, hoje, oferece um produto chamado "Silo Bag" (Figura 11.4), que é constituído de uma máquina para transporte de grãos e uma bolsa plástica que se fecha muito bem, criando um ambiente hermético.



**Figura 11.4** Armazenamento hermético em Silos "BAG"

### 11.12.6. Armazenamento em espigas

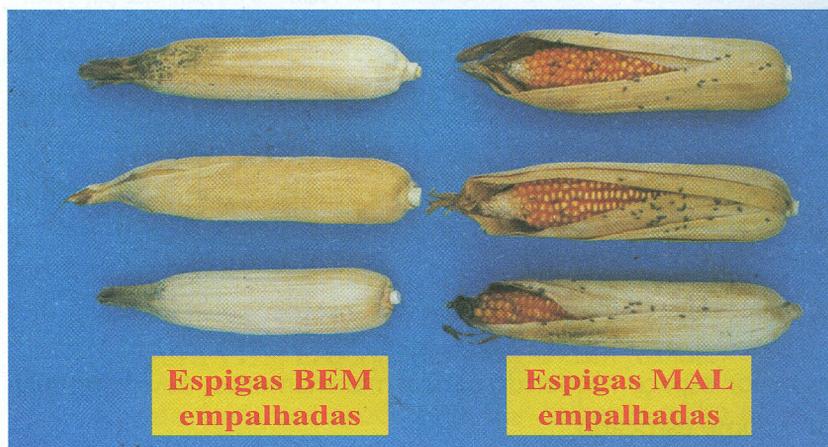
Da produção nacional de milho, cerca de 40% (SANTOS et al., 1994) permanecem armazenados em espigas, em paióis, para alimentação dos animais domésticos ou comercialização posterior. Esse milho, durante o armazenamento, sofre ataque de insetos e roedores, que causam grandes prejuízos. Somente insetos como o *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus oryzae* e a *Sitotroga cerealella* provocam perdas que atingem até 15% (SANTOS et al., 1983) do peso. Essas pragas comprometem, ainda, a qualidade nutritiva do milho (Figura 11.1).

O armazenamento de milho em espigas sempre foi adotada no país. Embora seja um processo rústico, existem algumas vantagens em sua utilização:

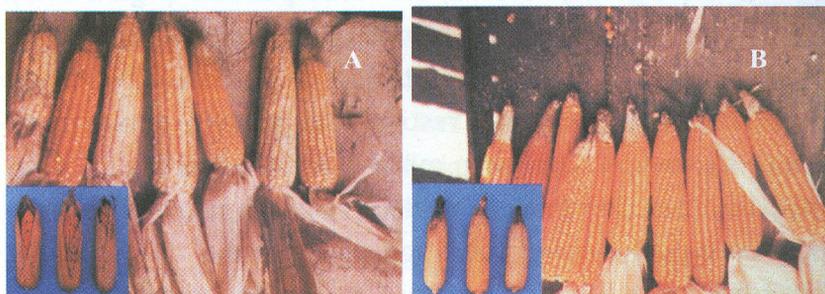
- a) é uma forma de armazenamento que permite ao agricultor colher o milho com teor de umidade mais elevado (18%), pois ele acaba de secar no paiol, desde que esse seja bem arejado;
- b) os produtores rurais, em sua grande maioria, além de criarem suínos e aves, também criam bovinos, que, além dos grãos, alimentam-se da palha e do sabugo triturados;

c) no armazenamento em espigas, normalmente não ocorrem problemas de fungos, salvo nos casos em que o paiol é extremamente abafado e o milho tenha sido colhido com teores de umidade acima de 16%;

d) o bom empalhamento (Figura 11.5) da espiga atua como uma proteção natural dos grãos contra as pragas, enquanto que o mal empalhamento favorece o ataque de pragas (Figura 11.6).



**Figura 11.5.** Proteção de grãos pela cobertura da espiga.



**Figura 11.6.** Danos por pragas em espigas mal(A) e bem(B) empalhadas.

**Tabela 11.11.** Recomendação de inseticidas para tratamento preventivo contra pragas de grãos armazenados.

<i>Forma de aplicação</i>	<i>Deltametrina – 2,5CE Bifentrina – 2,5 CE</i>	<i>Pirimiphos metil –50 CE</i>
<i>Mistura com espigas<sup>1</sup></i>	500 g/t de espigas	—
<i>Mistura com grãos</i>	20-40 ml/L de água/t	8-16 ml/L de água/t
<i>Sobre pilha de sacaria</i>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>
<i>Sobre parede de alvenaria</i>	15 ml/L de água/20m <sup>2</sup>	15 ml/L de água/20m <sup>2</sup>
<i>Sobre madeira</i>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>	10 ml/L de água/20m <sup>2</sup>
<i>Nebulização</i>	10 ml/ 90ml óleo por 100m <sup>3</sup>	5 ml/95ml óleo por 100m <sup>3</sup>

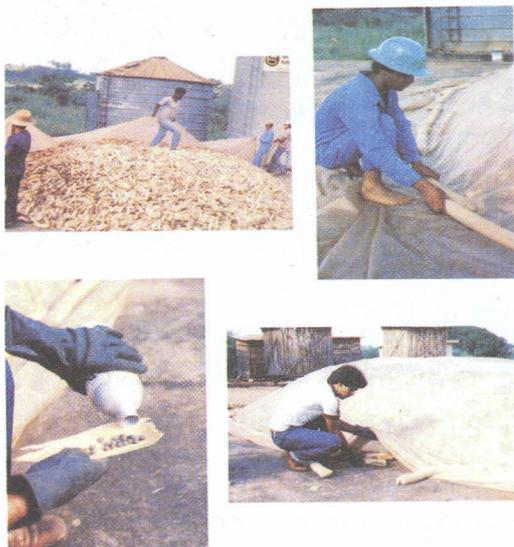
<sup>1</sup>K-Obiol 2 P (Deltametrina 0,2% Pó), aplicado em camadas de espigas com 25 a 30 cm de altura, na quantidade de 40 g / m<sup>2</sup> de superfície de área a ser tratada.

Como desvantagens desse tipo de armazenamento, podem-se citar:

- a) maior dificuldade de controle dos insetos;
- b) maior espaço requerido para armazenamento, devido ao maior volume estocado,
- c) aumento da mão-de-obra para manuseio no momento da utilização.

O expurgo com fosfina, sob lonas plásticas (Figura 11.7), realizado apenas uma vez, no terreiro, antes do armazenamento, reduz a menos da metade o potencial de perdas. Já o expurgo repetido a cada três meses resolve totalmente o problema do ataque de insetos. Quando o milho é armazenado em paiol comum de tábuas, de tela ou de madeira roliça (Figura 11.8), a repetição do expurgo requer que o agricultor retire o milho do paiol, faça o expurgo e guarde-o novamente. Visando reduzir essa mão-de-obra para a movimentação do milho, foram idealizados mode-

los de paíóis que permitem realizar a fumigação após o armazenamento.



**Figura 11.7.** Expurgo das espigas com fosfina.

A preferência dos produtores por colher o milho em etapas, aproveitando os intervalos de colheita de outras culturas, faz aumentar o interesse por estruturas armazenadoras que permitem realizar o expurgo do milho depois de totalmente colhido e armazenado.

Uma estrutura armazenadora de milho em espiga deve reunir as seguintes características: baixo custo, barreiras contra invasão de ratos, bom arejamento, fácil controle de insetos, fácil manejo, boa durabilidade, simplicidade, ser de fácil construção e permitir o aproveitamento de material existente na fazenda.



**Figura 11.8.** Diferentes tipos de paióis - uso na Agricultura Familiar.

O paiol Rei-do-Mato pode ser construído da seguinte maneira: piso de chão batido, coberto com uma camada de 10 cm de brita grossa, parede com 1,5 m de altura, estruturadas com pilares de concreto e ferragens, de 2 em 2 metros, com 2,80 m de altura. O espaço entre a parede e o teto é fechado com tela e a cobertura é de telha de amianto. Na parte superior interna da parede, constrói-se uma canaleta de 8 cm de profundidade e 10 cm de largura. Essa canaleta deve ser preenchida com água, para submergir as margens da lona e promover uma perfeita vedação do ambiente na hora do expurgo.

O paiol Balaio de Milho (Figura 11.9) surgiu, recentemente, de uma parceria entre a Emater-MG e a Embrapa Milho e Sorgo. O objetivo desse paiol é disponibilizar um modelo de estrutura para armazenamento do milho em espiga que atenda às seguintes necessidades:

- Facilidade de construção;
- Baixo custo dos materiais e de mão-de-obra;
- Possibilidade de ajuste a diferentes quantidades de milho a ser armazenado;
- Possibilidade de expurgo do milho no seu interior, em qualquer momento.
- Facilidade para controle de roedores, por impedir o acesso do rato ao milho, por meio de uma barreira criada por chapa de zinco, com 0,70 m de largura.
- Favorecimento, pela circulação do ar através da tela de arame, da secagem natural do milho em espiga,
- Adequação às propriedades de agricultura familiar.



**Figura 11.9.** Paiol "Balaio de Milho"- a solução contra as pragas no milho armazenado em espigas na propriedade familiar.

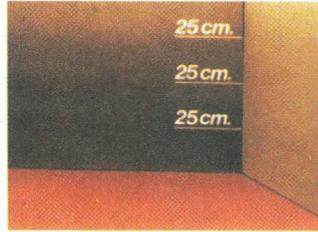
A relação de materiais e o custo estimado de construção desse paiol, nas dimensões de 4 x 3 x 2,2 metros, ou seja, 26,4 m<sup>3</sup>, com capacidade estimada em oito carros de milho em espiga (cerca de 8 toneladas ou aproximadamente 135 sacos), são descritos em um folder de divulgação recentemente publicado pela Embrapa Milho e Sorgo (EMBRAPA, 2006). A utilização desse modelo de paiol é a solução para o problema de pragas no milho armazenado em espiga.

Mesmo com os novos modelos de paióis que facilitam o expurgo, ainda continua a haver interesse de pequenos e médios agricultores por um inseticida na forma de pó, para o tratamento do milho em espiga. Em razão disso, foi pesquisada a eficiência do inseticida piretróide deltamethrin 0,2% pó no controle de insetos-pragas de milho armazenado em espigas. Considerando-se os bons resultados obtidos nas pesquisas (Tabela 11.12) e a concessão, pelo Ministério da Agricultura, do registro de deltamethrin 0,2% pó para uso no milho em espiga, elaborou-se um programa de testes avançados (unidades de observação) junto ao Serviço de Extensão Rural de alguns estados. Esses testes, em número de 191, foram conduzidos em Minas Gerais (53), São Paulo (57), Paraná (18), Santa Catarina (22) e Rio Grande do Sul (27). Os resultados obtidos nas unidades de observação indicaram que o uso do deltamethrin 0,2% pó (K-Obiol), aplicado como ilustrado na Figura 11.10, reduziu o dano médio cerca de quatro vezes (Tabela 11.13).

## FORMA DE APLICAÇÃO



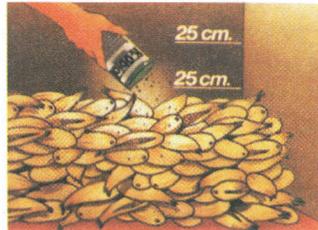
1) Limpe e higienize o piso do paiol. Aplique K-Obiol 2P sobre o piso.



2) Faça marcas a cada 25cm na parede do paiol.



3) Perfure a tampa da embalagem com um objeto pontiagudo.



4) Coloque uma camada de milho até a primeira marca (25cm). Polvilhe K-Obiol 2P sobre o milho. Repita a aplicação a cada 25cm de milho.

Período de carência: o milho pode ser utilizado para o consumo de animais e aves após sete dias do tratamento.

**Figura 11.10.** Aplicação de inseticida em pó para proteção do milho no paiol.

**Tabela II.12.** Comparação entre diversos tratamentos para controle dos insetos-pragas de milho armazenado em paiol.

Tratamentos <sup>1</sup>	Épocas de avaliação e % de grãos danificados			
	Julho	Outubro	Dezembro	Fevereiro
Malathion - 4% pó	1,55	13,16	30,11	36,13
Testemunha	1,19	4,77	19,84	33,54
Seleção de espigas bem empalhadas	0,50	1,60	8,30	14,00
Expurgo com fosfina uma vez	0,83	1,56	4,20	21,89
Expurgo com fosfinaa cada três meses	1,50	1,50	4,00	5,00
Deltamethrin - 2 P	0,99	1,51	2,08	3,07

<sup>1</sup>Doses utilizadas: Deltamethrin - 2 P a 500 g / t ; Expurgo - 1 g fosfina / m3.

**Tabela II.13.** Eficiência do controle de insetos no milho armazenado em paiol, em unidades de observação conduzidas por extensionistas.

Estados	Grãos danificados (%)					
	Deltamethrin-2 P <sup>1</sup>			Testemunha		
	Jun.	Dez.	Varição	Jun.	Dez.	Varição
Minas Gerais (53-46) <sup>2</sup>	4,8	9,6	4,8	4,5	21,3	16,9
São Paulo (71-55)	5,1	12,5	7,4	5,5	38,6	33,1
Paraná (18-18)	10,0	18,3	8,3	8,98	30,7	21,8
Santa Catarina (22-14)	5,9	12,4	6,5	4,7	29,8	25,1
Rio Grande do Sul (15-14)	3,60	9,0	5,4	5,1	35,4	30,3
Média geral <sup>3</sup>	5,8	10,7	4,9	5,0	30,3	25,3

<sup>1</sup>Deltamethrin -2 P, aplicado na dose de 500 g / t de milho em espiga.

<sup>2</sup>Valores entre parênteses representam o número de Unidades de Observação conduzidas, sendo o primeiro o tratamento e o segundo, a testemunha.

<sup>3</sup>Média geral calculada considerando o número de Unidades em cada estado

### 11.13 Referências

AGRAWAL, N. S. Grain storage fungi associated with granary weevil. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 50, p. 659-663, 1957.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. E FERREIRA, J. J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 544 p.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **O Paio Balaio de Milho**. Sete Lagoas, dez. 2006. Folder de Divulgação Técnica.

HARA, T.; CORRÊA, P. C. **Silo de Alvenaria para armazenagem de milho a granel, na fazenda, com capacidade para 100 a 200 toneladas, com aeração**. Viçosa: UFV, 1981. 10 p. (Informe Técnico).

HEINRICH, B. Grain preservation by means of refrigeration in tropical countries. **Sulzer Technical Review**, Winterthur, v. 71, n. 4, p. 19-23, 1989.

MAIA, J. D. G.; SANTOS, J. P.; CRUZ, I. Controle de pragas no milho armazenado em silo de alvenaria. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., 1984, Maceió. **Resumos dos trabalhos...** Maceio: EMBRAPA/DDT/EPEAL, 1984. p.110. (EPEAL-Documentos, 2)

MATIOLI, J. C.; ALMEIDA, A. A. Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação do *Sitophilus oryzae*. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 4, p. 36-46, 1979.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603 p.

REED, C.; ARTHUR, F. H. Aeration. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, W. D. (Ed.). **Alternative to pesticide in stored-product IPM**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 51-72.

SANTOS, J.P. Influência do atraso na colheita sobre perdas de grãos, no campo e na armazenagem. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1985-1987**, Sete Lagoas, v. 4, p.70-71, 1991.

SANTOS, J. P. Controle de pragas de grãos armazenados. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19.; REUNIAO TECNICA ANUAL DO MILHO, 37.; REUNIAO TECNICA ANUAL DO SORGO, 21., 1992, Porto Alegre. **Conferências...** Porto Alegre: SAA, SCT, ABMS, EMATER/RS, EMBRAPA-CNPMS, CIENTEC, 1992. P. 191-209.

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; CAJUEIRO, I. V. M.; ARLEU, J. R.; FANTON, C.; FORNAZIER, M. Situação do armazenamento de milho a nível de propriedade no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1988b. p. 237-247. (EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 6).

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; CAJUEIRO, I. V. M.; BIANCO, R.; SEPULCRI, O.; LAZZARINI, F.; BEDANI, J.L. Levantamento de perdas causadas por insetos no milho armazenado em pequenas propriedades do Estado do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1988b. p. 254-275. (EMBRAPA-CNPMS. Documentos, 6).

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; CRUZ, I., FERRARI, R. A. R. Avaliação de danos e controle de pragas de grãos armazenados a nível de fazenda no Estado de Minas Gerais, Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO DE PERDAS PÓS-COLHEITA DE GRÃOS, 1., 1983. Viçosa. **Anais...** Viçosa: CENTREINAR, 1983. p.105-110.

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; MANTOVANI, B. H. M.; MANTOVANI, E. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; ANDREOLI, C. Perdas de grãos na cultura do milho. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**, Sete Lagoas, v. 6, p.122-124, 1994.

SANTOS, J. P.; MAIA, J. D. G.; CRUZ, I. Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sitotroga cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.25, n. 12, p. 1687-1692, 1990.

SANTOS, J. P.; OLIVEIRA, A. C. **Perdas de peso em grãos armazenados devido ao ataque de insetos**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1991, 6 p. (EMBRAPA-CNPMS. Comunicado Técnico, 6).

SOUZA, O. W. Silagem de milho úmido. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H. E, SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002.

SUTHERLAND, J. W. Control of insects in wheat store with an experimental aeration system. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 13, p. 310-219, 1968.

VILELA, H.; SILVA, J. F. C.; VILELA, D.; SILVESTRE, J. R. A. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.17, n. 5, p. 428-433, 1988.