



---

**Milho**

**Cultivo do Milho**

---

## Sumário

Colheita e pós-colheita

## Dados Sistema de Produção

### Embrapa Milho e Sorgo

Sistema de Produção, 1

ISSN 1679-012X 1

Versão Eletrônica  
9ª edição | Nov/2015



## Cultivo do Milho

### Colheita e pós-colheita

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

O agricultor deve integrar a colheita ao sistema de produção e planejar todas as fases, para que o grão colhido apresente bom padrão de qualidade. Nesse sentido, várias etapas, como a implantação da cultura, até o transporte, secagem e armazenamento dos grãos têm de estar diretamente relacionadas.

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. Nesse aspecto cuidados especiais devem ser tomados na [secagem e armazenamento](#).

São várias as [pragas de grãos armazenados](#) 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.

### Colheita

O agricultor deve integrar a colheita ao sistema de produção e planejar todas as fases, para que o grão colhido apresente bom padrão de qualidade. Nesse sentido, várias etapas, como a implantação da cultura, até o transporte, secagem e armazenamento dos grãos têm de estar diretamente relacionadas.

um melhor escoamento da safra depois de colhida, alguns aspectos devem ser levados em consideração desde o planejamento de instalação. Num sistema de produção em que, por exemplo, o milho vai começar a ser colhido com o teor de umidade superior a 13%, alguns pontos decisivos devem ser destacados:

- área total plantada e data de plantio de cada gleba;
- produtividade de cada gleba;
- número de dias disponíveis para a colheita;
- número de colhedoras;
- distância entre os silos e as glebas;
- número de carretas graneleiras;
- velocidade da colheita;número de horas de colheita/dia;
- teor de umidade do grão;
- capacidade do secador;
- capacidade do silo de armazenamento.

O milho está pronto para ser colhido a partir da maturação fisiológica do grão, o que acontece no momento em que 50% das sementes na espiga apresentam uma pequena mancha preta no ponto de inserção das mesmas com o sabugo. Todavia, se não houver a necessidade de antecipação da colheita, esta deve ser iniciada quando o teor de umidade estiver na faixa entre 18-20%. Para tal, o produtor deve levar em consideração a necessidade e disponibilidade de secagem, o risco de deterioração, o gasto de energia na secagem o preço do milho na época da colheita.

## Planejamento da colheita

Para melhorar o rendimento, as áreas devem ser divididas com carregadores, de forma a facilitar a movimentação da colhedora e o escoamento da colheita pelas carretas ou caminhões.

Diferença de produtividade das glebas, assim como desuniformidade nas condições da cultura no campo, também podem alterar a capacidade efetiva de utilização da colhedora, isto é, a quantidade de milho colhida em determinada área, por unidade de tempo.

A fim de obter uma boa colheita, devem ser considerados também os seguintes itens:

- a regulagem do espaçamento entre cilindro e côncavo;
- a velocidade de rotação do cilindro;
- o teor de umidade do grão;
- a qualidade do grão e as perdas.

O conjunto formado pelo cilindro e o côncavo constitui-se no que pode ser chamado de "coração" do sistema de colheita, e exige muita atenção na hora da regulagem. O cilindro adequado para a debulha do milho é o de barras, e a distância entre este e o côncavo é regulada de acordo com o diâmetro

médio das espigas. A distância deve ser tal que a espiga seja debulhada sem ser quebrada e o sabugo saia inteiro ou, no máximo, quebrado em grandes pedaços.

Outro ponto fundamental diz respeito à relação entre a rotação do cilindro e o teor de umidade. A rotação do cilindro debulhador é regulada conforme o teor de umidade dos grãos, ou seja, quanto mais úmidos, maior será a dificuldade de debulhá-los, exigindo maior rotação do cilindro bateador. À medida que os grãos vão perdendo umidade, eles se tornam mais quebradiços e mais fáceis de serem destacados, sendo necessário reduzir a rotação do debulhador.

A regulagem de rotação do cilindro e a abertura entre o cilindro e o côncavo é uma decisão entre a opção de perda e grãos quebrados, sem nunca ter os dois fatores 100% satisfatórios. Por exemplo, em caso de sementes, pode-se optar por uma perda maior, com menos grãos quebrados.

Pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo, com uma colhedora automotriz, confirmam que, em teores de umidade mais altos (22-24%), há uma maior dificuldade para se destacar a semente do sabugo, sendo recomendado colher com rotações na faixa entre 600 e 700 rpm. À medida que os grãos vão secando no campo, as rotações mais baixas são recomendadas, pela facilidade de debulhar, além de reduzir risco de danificação mecânica na semente.

No caso da colhedora de cilindro helicoidal, acoplada ao trator, verificou-se que a debulha foi mais eficiente, tendo-se conseguido retirar praticamente todos os grãos dos sabugos, apesar de o mecanismo debulhador não ter regulagem para variação de rotação.

Durante a regulagem do sistema de debulha, devem ser verificadas algumas partes da colhedora como: tanque granelero, para ver se há grãos quebrados; elevador da retrilha, para saber se há muito material voltando para o sistema de debulha; e saída da máquina, a fim de verificar se está saindo grão preso ao sabugo e se o sabugo está sendo muito quebrado.

## Qualidade dos grãos

No final da década de 70, a Embrapa realizou uma avaliação dos danos mecânicos em grãos de milho durante a colheita. O método utilizado aliava inspeção visual à determinação de um índice de danos, baseado na avaliação do poder germinativo de sementes com diferentes categorias de danos. Os resultados mostraram que, em todas as situações, o índice de danos é menor quando os grãos foram colhidos em rotações mais baixas e teores de umidade inferiores a 16%.

Verificou-se, também, que a quantidade de grãos com danificação muito severa (grãos quebrados com mais da metade faltando) não foi afetada pela rotação do cilindro na faixa de 400 a 700 rpm, para a automotriz, e na faixa de 850 a 980 rpm, para a colhedora acoplada ao trator. Entretanto, a danificação dessa categoria aumentou à medida que o teor de umidade aumentava de 12 a 14%, (dano de 2 a 3%) para 20 a 24% (dano de 6 a 8%), tendo sido maior também na colheita pela máquina acoplada ao trator.

A quantidade de grãos com danos considerados grandes (trincas no embrião, menos da metade do grão faltando) não foi afetada pela rotação do cilindro (550 a 700 rpm) quando o teor de umidade estava alto, começando a ser afetada pela rotação (400 a 550 rpm) nas faixas mais baixas de umidade.

Grãos com danos aparentemente menos severos apareceram em maior quantidade em todos os casos, em teores de umidade mais baixos, mesmo tendo-se usado rotações de cilindro mais baixas. Os resultados mostram que, para rotações do cilindro debulhador entre 400 e 550 rpm e grãos com umidade

entre 14% e 20%, o percentual de danos foi em torno de 25%, considerando a colhedora automotriz. Já no caso da colhedora acoplada ao trator, mais de 50% dos grãos apresentaram esse tipo de dano em todas as situações.

## Perdas

A velocidade de trabalho recomendada para uma colhedora é determinada em função da produtividade da cultura do milho, por causa da capacidade admissível de manusear toda a massa que é colhida junto com o grão. A faixa de velocidade de trabalho varia de 4 a 6 km/h, mas em colheita, o trabalho é medido em toneladas/hora. Portanto, ao tomar a decisão de aumentar ou diminuir a velocidade, não se deve preocupar com a capacidade de trabalho da colhedora em hectares/hora, mas verificar se os níveis toleráveis de perdas de 1,5 sacos/ha para o milho estão sendo obtidos.

### Existem quatro tipos de perdas:

**Pré-colheita** - O primeiro tipo de perda ocorre no campo sem nenhuma intervenção da máquina de colheita e deve ser avaliada antes de iniciar a colheita mecânica. Essa avaliação, tem, também, o objetivo de saber se uma cultivar apresenta ou não problemas de quebramento excessivo de colmo, se é adaptada ou não para colheita mecânica.

**Plataforma** - As perdas de espigas na plataforma são as que causam maior preocupação, uma vez que apresentam efeito significativo sobre a perda total. Podem ter sua origem na regulagem da máquina de colheita, mas, de maneira geral, estão relacionadas com: a adaptabilidade da cultivar à colhedora (uniformidade da altura da inserção de espiga, altura de inserção de espiga, porcentagem de acamamento de plantas, porcentagem de quebramento de plantas); o número de linhas das semeadoras, que deverá ser igual ou múltiplo do número de bocas da plataforma de colheita, e parâmetros inerentes à máquina de colheita (velocidade de deslocamento, altura da plataforma, regulagem das chapas de bloqueio da espiga e regulagem do espaçamento entre bocas).

**Grão soltos** - As perdas de grãos soltos (rolo espigador e de separação) e de grãos no sabugo estão relacionadas com a regulagem da máquina. O rolo espigador, geralmente no final da linha, recebe um fluxo menor de plantas e, com isso, debulha um pouco a espiga, ou então a chapa de bloqueio está um pouco aberta e/ou com espigas menores que o padrão, entrando em contato com o rolo espigador. As perdas por separação são ocasionadas quando ocorre sobrecarga no saca-palha, peneiras superior ou inferior um pouco fechadas, ventilador com rotação excessiva, sujeira nas peneiras.

**Grãos nos sabugos** - Esse tipo de perda ocorre em função da regulagem do cilindro e côncavo e apresenta, como possíveis causas, a quebra do sabugo antes da debulha, grande folga entre cilindro e côncavo, velocidade elevada de avanço, baixa velocidade do cilindro debulhador, barras do cilindro tortas ou avariadas, côncavo torto e existência de muito espaço entre as barras do côncavo.

Nos teores de umidade mais altos, testes indicaram que a perda de grãos no sabugo foi o que mais contribuiu para o aumento da perda total. Por isso, rotações mais altas (600 a 800 rpm) são mais indicadas.

Nos teores de umidade mais baixos, a perda de espigas, após a colheita, foi a maior responsável pelas perdas totais, e a rotação mais indicada está na faixa de 400 a 600 rpm.

A secagem natural do milho no campo traz benefícios no sentido de economizar energia na secagem artificial, mas, à medida que o milho seca, diminui a concorrência com as plantas daninhas, aumentando a incidências destas. Este fato traz inúmeros problemas para a operação de colheita mecânica, como,

por exemplo, o embuchamento das colhedoras com plantas daninhas, impedindo que as máquinas tenham bom desempenho.

### Exemplo de cálculo para uso da colhedora

Considerando-se uma colhedora trabalhando a uma velocidade de 5 km/h e com plataforma de quatro bocas, espaçadas 90 cm entre si, em um campo cuja produtividade é de 6.000 kg/ha, a capacidade teórica de colheita é:

$$\text{Capacidade teórica} = \frac{(5000 \text{ m/h} \times 3,6 \text{ m})}{1,000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 1,8 \text{ ha/h}$$

Se no período de uma hora foram colhidos 1,42 ha de milho, a eficiência de campo é igual a:

$$\text{Eficiência de campo} = \frac{1,42 \times 100}{1,8} = 80\%$$

No caso de colheita mecânica, são aceitáveis valores médios de eficiência de campo entre 70% e 80% ou, em outras palavras, 20% a 30% do tempo perdido em manobras, desembuchamento, consertos, entre outros.

Considerando que as áreas a serem colhidas, de modo geral, apresentam produtividades (t/ha) desuniformes, é importante relacionar a capacidade efetiva de trabalho em colheita em t/h.

### Cálculo de Capacidade Efetiva de Trabalho (CET)

Se, por exemplo, uma determinada colhedora automotriz estiver trabalhando em dois locais diferentes, campos A e B, com produtividades de 7 t/ha e 3 t/ha, respectivamente, e eficiência de campo de 80%, o tempo necessário para colher o campo B poderá ser menor, mas a quantidade colhida, por tempo, é maior em A. Justifica-se, assim, a redução da velocidade de colheita, para evitar embuchamento. Pode-se, então, fazer o seguinte cálculo de Capacidade Efetiva de Trabalho (CET):

**Campo A: velocidade 3 km/h**

$$\text{CET} = \frac{(3.000 \text{ m/h} \times 3,6 \text{ m} \times 0,8 \times 7.000 \text{ kg/ha})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 6.048 \text{ kg/h}$$

**Campo B: Velocidade 5 km/h**

$$\text{CET} = \frac{(5.000 \text{ m/h} \times 3,6 \text{ m} \times 0,8 \times 3.000 \text{ kg/ha})}{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 4.320 \text{ kg/h}$$

Para estimar esta velocidade, com colhedoras que não possuem medidores de velocidade (velocímetro), procede-se da seguinte maneira:

Conta-se o número de passos largos (cerca de 90 cm/passos) tomados em 20 segundos, caminhando na mesma velocidade e ao lado da colhedora;

Multiplica-se este número de passos por um fator 0,16 para obter a velocidade em km/h.

$$\text{Velocidade da Colhedora, km/h} = n^\circ \text{ de passos}/20 \text{ segundos} \times 0,16$$

## Secagem e Armazenamento

### Introdução

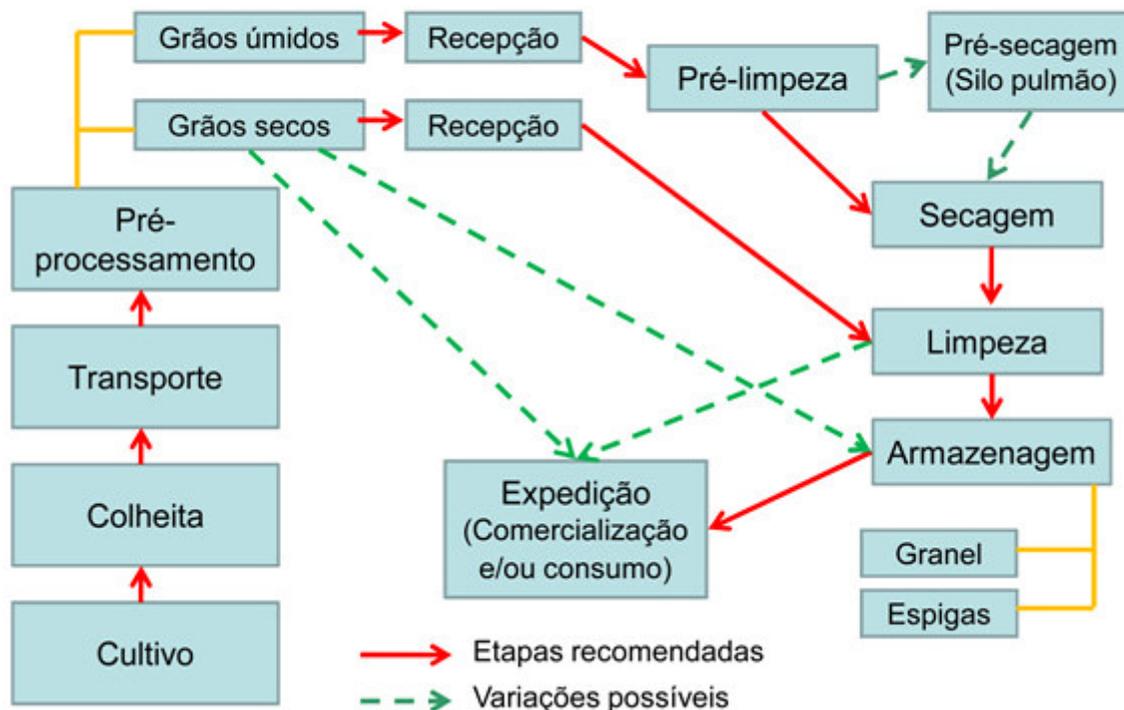
Apesar de o milho ser um dos principais produtos da agricultura nacional, tendo papel importante na alimentação humana e de animais, ainda são registradas grandes perdas durante o armazenamento, devido a insetos, fungos e roedores. Os cuidados no armazenamento do milho objetivam manter a qualidade do produto colhido durante todo período que for armazenado.

Após o cultivo e colheita, inicia-se a fase de pré-processamento do produto colhido. Nesta etapa o milho pode estar úmido (com conteúdo de água acima de 20%) ou seco (com conteúdo de água próximo a 13-14%). Realizada a recepção do produto na unidade armazenadora, o produto úmido deverá seguir para as operações de pré-limpeza, secagem e limpeza. Posteriormente à secagem e à limpeza, o produto poderá ser armazenado ou diretamente destinado à indústria, consumo ou produção de ração. O produto seco, que sofreu processo de secagem em campo, poderá ser encaminhado para a limpeza e em seguida armazenado. Em algumas ocasiões, quando não houver disponibilidade de secadores ou quando o consumo dos grãos for imediato, o produto colhido seco pode ser encaminhado para o armazenamento. Contudo, o processo de limpeza dos grãos antes do armazenamento é prática agrícola recomendada para assegurar a qualidade do produto durante o armazenamento (Figura 1). O grão colhido seco é conduzido diretamente ao

armazenamento deve ser monitorado quanto à infestação por insetos-praga. Caso exista infestação proveniente do campo, este produto deve ser submetido a tratamento curativo (expurgo) com fosfina (vide [Pragas de grãos armazenados](#)) (DALPASQUALE, 2002; SILVA, 2008; WEBER, 1995, 2005).

**Crédito:** Marco Aurélio Guerra Pimentel

## Etapas de produção e pré-processamento



**Figura 1.** Fluxograma apresentando as etapas de produção e pré-processamento de milho.

O tipo de armazenamento ideal é função da necessidade de armazenar grão ou espiga de milho. Além disso, o nível tecnológico do armazenamento será estabelecido de acordo com o volume a ser armazenado e a disponibilidade de recursos para a construção e para os equipamentos que constituirão a unidade armazenadora.

Caso se queira armazenar grãos, estes podem ser armazenados a granel, em silos (metálicos, de alvenaria ou concreto), em armazéns convencionais (sacarias), em armazéns graneleiros e em sistemas de armazenagem temporária, como silo bolsa. As unidades armazenadoras para recebimento de grãos a granel devem apresentar projetos adequados, estrutura e gerenciamento para atender às etapas de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição. Assim, estas unidades armazenadoras devem possuir máquinas de pré-limpeza, máquinas de limpeza, secadores, transportadores de grãos

(correias transportadoras, elevadores, redlers e transportadores helicoidais ou pneumáticos), moegas, silos intermediários (silos-pulmão e silos para seca-aeração), silos e/ou graneleiros para armazenagem e setor de expedição.

Caso se queira armazenar espigas, estas podem ser armazenadas em paiol ou ensacadas em armazém convencional. Atualmente, o armazenamento do milho a granel é a forma predominante de armazenagem e a mais recomendada. Contudo, como o milho é amplamente cultivado em pequenas propriedades familiares, que geralmente apresentam baixos níveis tecnológicos e de investimento, que armazenam o milho em espigas em estruturas improvisadas ou em paióis, como se pode observar em diversas regiões do país.

## Fatores pré-colheita que afetam a qualidade do milho

A qualidade do milho armazenado, bem como as perdas na colheita e pós-colheita, depende de fatores como cultivar, época de colheita, região de cultivo e da regulagem das máquinas colheitadeiras. Todos estes fatores e suas interações conferem características próprias ao milho e que irão determinar as respostas do produto ao manejo pós-colheita e sua qualidade final. Estima-se em 3% o percentual de perdas que ocorrem no milho produzido no Cerrado, abaixo da média nacional (4%), devido às condições climáticas que ocorrem na região de abrangência do bioma Cerrado (SILVA et al., 2000).

## Cultivar

As cultivares disponíveis para os agricultores se destinam a suprir necessidades como: adaptabilidade a características de solo e clima, ciclo, tipo e cor de grão, resistência a doenças, adequação a colheita mecanizada ou composição nutricional. Desta forma, as diferenças entre as características dos produtos colhidos, refletidos em sua composição química, na resistência a danos mecânicos e ao ataque de pragas e fungos, influenciam a qualidade final do milho armazenado. Atualmente, a maioria das cultivares comercializadas são decumbentes, ou seja, aquelas cujas espigas se curvam para baixo quando ocorre a maturação fisiológica (32% de umidade) favorecem a qualidade pós-colheita devido a dificuldade de penetração de água de chuva, dentro da espiga, ainda no campo. A infestação por insetos e fungos também será dificultada quando da adoção e uso de cultivares que apresentam grãos duros ou semiduros e com bom empalhamento das espigas. Estas características favorecem a qualidade dos grãos durante o armazenamento. O bom empalhamento permite boa cobertura da ponta da espiga, evitando danos por insetos e por fungos que propiciam a ocorrência de grãos ardidos. Estas características, assim como aspectos relacionados à sanidade das cultivares, são informações fornecidas pelos produtores de sementes, que estão à disposição dos agricultores (PINTO, 2007; COSTA et al., 2010). Além das informações fornecidas pelos fabricantes de sementes, maiores informações sobre recomendação de cultivares de milho para a resistência a grãos ardidos podem ser obtidas nas publicações disponibilizadas na página da Embrapa Milho e Sorgo, sobre [Reação de Cultivares com Relação à Produção de Grãos Ardidos em Milho](#) e [Recomendação de Cultivares de Milho para a Resistência a Grãos Ardidos](#)

## Secagem natural no campo

A secagem natural do grão de milho na planta ainda é um método corriqueiro em muitas propriedades brasileiras. A manutenção da planta de milho por tempo excessivo no campo deve ser evitada, o atraso em demasia da colheita pode prejudicar a qualidade dos grãos, expô-los a condições adversas de clima, a insetos e fungos, favorecer a germinação de grãos na espiga, favorecer o acamamento, quebra de plantas e gerar maior susceptibilidade ao trincamento na trilhagem. Quando o produtor optar pela secagem do milho na lavoura até 13-14% de umidade, a qualidade do produto dependerá das condições do ambiente durante este período.

## Condições climáticas

As condições climáticas na época de produção e da colheita afetam a qualidade final do milho. Caso as condições climáticas não difiram daquelas para a qual a cultivar foi desenvolvida, a tendência é de que a qualidade física e sanitária do milho correspondam às expectativas baseadas nos testes de produção a que foi submetido. Caso a umidade seja maior que a prevista, pode ocorrer maior incidência de doenças e, possivelmente, grãos ardidos. Na região do Cerrado, em geral não chove na época da colheita, favorecendo a qualidade pós-colheita do milho. Em épocas e regiões mais úmidas, ou em regiões e épocas que a colheita coincide com período chuvoso, pode ocorrer maior incidência de grãos ardidos, que são causados principalmente pelos fungos presentes no campo. O produtor também deverá observar a época correta para semeadura, conforme zoneamento agrícola da região, para garantir a produção e evitar problemas na época da colheita (SANS; GUIMARÃES, 2010). Mais informações sobre o zoneamento agrícola para a cultura do milho podem ser obtidas na Embrapa Milho e Sorgo.

## Ponto de colheita

O ponto de colheita se refere às características relacionadas ao momento ótimo para se colher o milho, de acordo com o tipo de armazenamento disponível ou finalidade a que se destina. O milho-doce, por exemplo, é colhido com 72 a 75% de umidade, de 20 a 28 dias após o florescimento. Já o milho pipoca é colhido com 20% de umidade, quando se utiliza secagem artificial, após a colheita ou com 13% a 15%, quando se utiliza secagem natural. Outro caso, que será discutido com mais detalhes, é o caso do grão de milho que será seco em silo cheio, devendo ter, no máximo, 20% de umidade, pois o tempo de secagem é longo, podendo atingir mais de cinco dias, dependendo das condições climáticas. O milho geralmente é colhido com 25% de umidade, utilizando-se colheitadeiras mecanizadas. No caso do milho a granel, para o armazenamento após a colheita na propriedade ou em armazéns, os grãos deverão ter no máximo 13% de umidade. Desta forma, é interessante colher o produto com menor teor possível de umidade, em torno de 12 a 14%, quando não há possibilidade de secagem após a colheita.

## Tipo de colheita

A colheita manual promove menos danos à espiga, bem como a debulha manual. Estimam-se em 1,0 a 1,5% as perdas promovidas pela colheita manual. Entretanto, o rendimento da colheita é muito baixo, requerendo muita mão de obra e aumentando os custos. É mais apropriada para pequenas propriedades e terrenos declivosos. Na colheita mecanizada, a regulagem adequada das máquinas é importante para se reduzir as perdas quantitativas e qualitativas, ou seja, perda de grãos ou de massa de grãos, propriamente dita, e redução da qualidade por trincamento e quebra do grão, além da ocorrência de doenças. As perdas devido a colheita mecanizada são da ordem de 8 a 10% (SILVA, 1997; SANTOS, 2008a).

## Amostragem

A amostragem consiste na obtenção de uma porção representativa de um lote de grãos com o objetivo de determinar os padrões qualitativos dos grãos que compõem o lote, por exemplo: conteúdo de água, impurezas, quebrados, ardidos e carunchados. Quando o milho é armazenado a granel, a amostragem pode ser realizada em diferentes momentos, antes da recepção na unidade armazenadora, na fila de espera para descarga, na recepção ou descarga, após a secagem, durante o armazenamento e na expedição ou transferência do produto armazenado. A amostragem é realizada com auxílio de instrumentos, como por exemplo, caladores simples, sondas manuais para sacarias, amostradores automatizados, como os do tipo pneumático, sondas torpedo e canecos (DALPASQUALE, 2002).

As amostras podem ser simples, que são retiradas de diferentes pontos de um lote; composta, que é formada pela mistura das amostras simples retiradas do lote; amostra média, que é resultante da homogeneização e redução da amostra composta; e amostra de trabalho, que é a obtida no laboratório, por homogeneização e redução da amostra média.

O atual padrão oficial de classificação do milho (Portaria nº 845 de 08/11/1976 e portaria SDR nº 11 de 12/04/1996) estabelece os padrões para amostragem do milho em sacaria e a granel. De acordo com a regulamentação em vigor a retirada de amostra, para fins de classificação oficial, para os lotes de milho ensacado, deverá ser realizada por furação ou calagem, no mínimo em 10% dos sacos que compõem o lote numa proporção mínima de 30 gramas de cada saco (BRASIL, 1976, 1996).

A amostragem de milho armazenado a granel será realizada com retirada de 20 quilogramas de amostra quando o lote for inferior a 100 toneladas, e quando o lote for superior a 100 toneladas, será realizada a retirada de 15 quilogramas, para cada série de 100 toneladas ou fração. As amostras extraídas nestas condições devem ser homogeneizadas, reduzidas e divididas em três ou mais partes, com o peso de um quilograma para cada parte, devidamente identificadas, destinando-se duas vias ao classificador e uma ao interessado, sendo fornecida ainda, quando solicitada, uma via ao comprador ou armazenador (BRASIL, 1976, 1996).

As recomendações de amostragem podem ser variáveis, dependendo das exigências do mercado consumidor, da empresa que está recebendo o milho, da destinação final do produto, se está sendo exportado ou importado. Contudo, existem recomendações de amostragem para diferentes situações. Em veículos, recomenda-se a retirada de no mínimo cinco pontos para veículos de até 15 toneladas; oito pontos de amostragem em veículos de 15 a 30 toneladas; e no mínimo onze pontos em veículos de mais de 30 toneladas. Nos silos recomenda-se realizar a amostragem em cinco pontos, sendo um deles no centro do silo, e retirar amostras a cada metro de profundidade. A amostragem em armazéns graneleiros é recomendada conforme o lote. Lotes com até 100 toneladas, recomenda-se retirar 10 amostras; lotes de 100 até 500 toneladas recomenda-se a retirada de 30 amostras; e lotes acima de 500 toneladas recomenda-se a retirada de 30 amostras, mais 15 amostras para cada série 500 toneladas ou fração excedida (BRASIL, 1976, 1996). Em navios, recomenda-se a adoção dos procedimentos especificados no Manual de Serviço de Fiscalização Sanitária Vegetal em Portos, elaborado e disponibilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Normas específicas podem ser adotadas de acordo com as exigências ou empresas que atuam nos portos, como ocorre no porto de Paranaguá, no Paraná, onde a Empresa Paranaense de Classificação de Produtos (CLASPAR) estabelece padrões de amostragem para os produtos movimentados no porto.

Em alguns casos especiais, a amostragem em lotes de milho pode ser mais rigorosa, retirando-se maior número de amostras que o convencionado pela legislação. A retirada de maior número de amostras em um lote pode ser uma medida adotada com o objetivo de assegurar melhor caracterização do lote de produtos. Este procedimento já vem sendo adotado por indústrias, cooperativas e outros segmentos que demandam grão com qualidade. A amostragem não deve se restringir apenas à etapa de recepção ou expedição do produto, mas também durante o período de armazenamento do milho, para verificar a presença de infestações por insetos e a presença de fungos. A frequência de amostragem durante o armazenamento dependerá da disponibilidade operacional e da necessidade do armazenador.

## Limpeza

O processo de limpeza dos grãos é uma operação que visa reduzir o teor de impurezas, matérias estranhas, restos culturais e de grãos trincados, quebrados ou ardidos do lote a um nível aceitável para a armazenagem e comercialização. A limpeza deve se realizar previamente ao armazenamento, com ou sem secagem, para que se garanta a qualidade dos grãos normais e sadios, reduzindo umidade e minimizando contaminações, uniformizando a massa de grãos, para os processos de aeração e/ou secagem (DALPASQUALE, 2002).

Para cada produto vegetal são estipulados limites de tolerância de impurezas. No caso do milho estes padrões são preconizados pela portaria nº 845 de 08/11/1976 e pela portaria SDR nº 11 de 12/04/1996 (BRASIL, 1976, 1996). O enquadramento do grão de milho nos diferentes tipos depende, entre outros fatores, do percentual de impurezas contido no lote de grãos. O milho classificado como tipo 1 deverá apresentar tolerância máxima de 1,5 % de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; o tipo 2 permite tolerância máxima de 2,0% e o tipo 3 permite tolerância máxima de 3,0%. O produto "sujo", quando classificado, fica enquadrado em tipos inferiores, cujas cotações sofrem baixas substanciais (BRASIL, 1976, 1996).

O teor de impurezas de um lote de grãos é determinado no momento da classificação do produto utilizando-se peneiras recomendadas para cada produto. As peneiras recomendadas para classificação oficial do milho, nas análises de grãos quebrados e impurezas são as peneiras de crivos circulares de 5 mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64 polegadas. O teor de impurezas de determinado lote é determinado pelo valor percentual de impurezas na amostra (em peso), de acordo com a Equação 1:

$$\text{Percentagem de impurezas} = \text{Peso de impurezas (g)} \times 100 / \text{Peso da amostra (g)} \text{ (Equação 1)}$$

Quando da análise da amostra coletada na recepção das unidades de armazenamento de milho, o percentual de impurezas é determinado, e dependendo da quantidade de impurezas no lote, pode sofrer descontos, em conformidade com os padrões estabelecidos pelo armazenista ou indústria. Este desconto também pode ser chamado de quebra de impurezas (QI). A quebra de massa devido às impurezas de um lote pode ser determinada pela Equação 2:

$$QI = (I_i - I_f) \times 100 / (100 - I_f) \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

$QI$  = Quebra ou desconto por impurezas;

$I_i$  = Percentual inicial de impurezas;

$I_f$  = Percentual final de impurezas (desejado, normatizado ou estipulado).

A limpeza de grãos é realizada pela separação das impurezas baseando-se nas propriedades físicas dos grãos. Os equipamentos utilizados para realizar a limpeza dos grãos separam as impurezas em função do tamanho, forma, peso e velocidade terminal do produto.

A limpeza é feita através de máquinas de pré-limpeza e limpeza até os níveis adequados para armazenagem e comercialização. O objetivo da limpeza é reduzir ao máximo o nível de impurezas e matérias estranhas. Os métodos de limpeza dos grãos podem ser manuais ou mecanizados. Os métodos manuais são os mais simples, e podem utilizar o vento para separar as impurezas dos grãos, assim como peneiras com malhas apropriadas para os diferentes produtos.

A limpeza mecanizada pode ser realizada com o auxílio de máquinas com ventilação, com peneiras cilíndricas, e através do método mais comum, que utiliza máquinas de ar e peneira. As máquinas de limpeza com ventilador e peneira constituem um dos sistemas mais eficiente de limpeza de milho a granel. O sistema de limpeza nas máquinas de ar e peneira atua por peneiramento, no qual são retiradas as impurezas maiores e menores, e por aspiração onde são retiradas as impurezas leves através do ventilador (Figura 2) (DALPASQUALE, 2002, WEBER, 1995, 2005).



**Figura 2.** Máquina de ar e peneira utilizada para limpeza de grãos a granel.

A limpeza do milho destinado ao armazenamento a granel nas unidades armazenadoras é realizada nas máquinas de ar e peneira, cuja capacidade nominal de limpeza é variável tanto para pré-limpeza quanto para a limpeza após a secagem. A capacidade nominal de limpeza também varia conforme o teor de água do produto no momento da operação de limpeza. A capacidade das máquinas de ar e peneira nas operações de pré-limpeza e limpeza, após a secagem, pode variar de cinco a até mais de 100 t por hora.

## Secagem

A secagem tem por finalidade reduzir o conteúdo de água dos grãos, reduzindo a deterioração durante o armazenamento pela ação de fungos, bactérias, insetos e pelo processo de respiração dos grãos que provoca perda de massa e gera calor. A operação de secagem permite colher os grãos com maior

umidade liberando a área colhida para plantio de nova lavoura. Além desta vantagem, através da secagem é possível armazenar os grãos por períodos mais longos desfavorecendo o desenvolvimento de fungos e insetos-praga, pela redução do conteúdo percentual de água dos grãos.

A secagem torna-se uma operação crítica quando a colheita é antecipada ou quando os grãos são colhidos com umidade elevada. A secagem inadequada ou a falta de secagem é uma das principais causas de deterioração dos grãos durante o armazenamento. A secagem envolve a retirada parcial da água do grão por transferência de calor do ar de secagem para o grão e, ao mesmo tempo, através do fluxo de vapor de água do grão para o ar ambiente (BROOKER et al., 1992, PORTELLA; EICHELBERGER, 2001).

## Determinação da umidade dos grãos

A determinação do conteúdo de água dos grãos é importante para a comercialização e para o armazenamento do produto por períodos prolongados. A massa de um grão de milho é composta pela massa de água e massa de matéria seca. Desta forma, podemos determinar o conteúdo de água dos grãos (também denominado umidade do grão) de determinado lote, em base úmida (bu), que geralmente é expresso em valores percentuais, pela Equação 3:

$$U (bu) = (Ma / Mt) \times 100 \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

$U (bu)$  = Conteúdo de água em base úmida;  
 $Ma$  = Massa de água da amostra;  
 $Mt$  = Massa total da amostra.

Já o conteúdo de água em base seca (bs), geralmente representado por valor decimal, é representado pela Equação 4:

$$U (bs) = (Ma / Mms) \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

$U (bs)$  = Conteúdo de água em base seca;  
 $Ma$  = Massa de água da amostra;  
 $Mms$  = Massa de matéria seca da amostra.

Para realizar as conversões de conteúdo de água de base úmida para base seca e vice-versa, podem-se utilizar as Equações 5 e 6 a seguir:

$$U (bu) = 100 \times [U (bs)] / 1 + U (bs) \text{ (Equação 5)}$$

$$U (bs) = U (bu) / 100 - U (bu) \text{ (Equação 6)}$$

Onde:

$U (bs)$  = Conteúdo de água em base seca;  
 $U (bu)$  = Conteúdo de água em base úmida.

O conteúdo de água expresso em base úmida é utilizado para designações comerciais e estabelecimento de preços. Enquanto, o conteúdo de água expresso em base seca é usado em trabalhos de pesquisa e equações de secagem.

A determinação do conteúdo de água dos grãos pode ser realizada através de métodos diretos, em que a umidade do produto é retirada pela ação direta do calor, em estufa com ou sem circulação forçada de ar, com temperatura estabilizada em  $105 \pm 2$  °C, durante 24 h, ou ainda por destilação. O conteúdo de água dos grãos pode ainda ser determinado pelo método indireto, em que a umidade é medida a partir da relação entre a umidade do produto e uma de suas propriedades físicas, geralmente, propriedades elétricas. Os equipamentos mais utilizados baseiam-se em propriedades como a capacitância e a resistência elétrica que os grãos podem oferecer à passagem da corrente. Estes equipamentos são amplamente utilizados pelo fato de permitirem obter resultados rápidos, o que é necessário, principalmente, durante a operação de secagem e pela facilidade de uso e manuseio. Entretanto, não dispensam o uso dos métodos direto para a sua calibração periódica (BROOKER et al., 1992; SILVA, 2008; WEBER, 1995, 2005).

## Perda de massa devido à secagem

A secagem retira água dos grãos e o conteúdo de matéria seca permanece constante. A matéria seca de um lote de grãos antes da secagem deve ser o mesmo após a secagem. Assim, no processo de secagem o produto perderá massa (pela retirada de água do grão) e o percentual de perda de massa não poderá ser calculado diretamente. Por exemplo: um lote de grãos de milho com 20% de umidade será submetido à secagem até 13% de umidade. A quebra (perda de massa pela secagem) não será de 7%, mas de 8,05%. O percentual de água retirada pela secagem, ou desconto (quebra) devido à umidade (conteúdo de água) do produto pode ser determinada pela Equação 7:

$$\text{Massa de água retirada} = [(U_i - U_f) / (100 - U_f)] \times 100 \text{ (Equação 7)}$$

Onde:

$U_i$  = Conteúdo de água inicial do lote (umidade antes da secagem) e  
 $U_f$  = Conteúdo de água final do lote (umidade após a secagem).

O resultado obtido pela equação significa a porcentagem de quebra em peso, devido à saída de água dos grãos.

Para o cálculo da massa de água (quebra de umidade) retirada durante o processo de secagem pode-se utilizar a Equação 8:

$$\text{Massa de água retirada} = [(U_i - U_f) / (100 - U_f)] \times Mtg \text{ (Equação 8)}$$

Onde:

$U_i$  = Conteúdo de água inicial do lote (umidade antes da secagem);  
 $U_f$  = Conteúdo de água final do lote (umidade após a secagem) e  
 $Mtg$  = Massa total de grãos em peso (quilogramas ou toneladas).

A temperatura de secagem e o fluxo de ar são parâmetros determinantes da velocidade de secagem. A determinação da temperatura do ar de secagem e da massa de grãos depende de fatores, como: o sistema de secagem empregado, o tipo de secador, o fluxo de ar, a umidade inicial do produto e o destino final do grão. Quando os grãos apresentam elevada umidade, a temperatura de secagem deve ser menor do que se estivessem menos úmidos (PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; WEBER, 1995, 2005).

## Secagem natural do milho

A secagem do milho pode ser realizada de forma natural ou artificial. A secagem natural emprega a radiação solar para aumentar o potencial de secagem do ar. A secagem natural do milho no campo é prática comum no Brasil, e ocorre, principalmente, pela facilidade, economia e falta de equipamentos de secagem artificial nas propriedades. Estima-se que de 20 a 30% da produção nacional de grãos é submetida a secagem artificial e de 70 a 80% da produção é secada a campo, de forma natural, permanecendo na lavoura até atingir o percentual de umidade ideal ao armazenamento, ou seja, 13% de umidade.

A secagem do milho na planta é uma alternativa interessante para agricultores que não dispõem de secadores na propriedade ou mesmo para aqueles agricultores que plantam o milho para consumo na propriedade na alimentação de animais. Contudo, a manutenção das espigas por tempo excessivo na planta, para secagem naturalmente, prejudica a qualidade do milho pela exposição das espigas a intempéries climáticas, ao ataque de pragas de grãos armazenados e fungos. Tais fungos podem causar podridões nas espigas e produzir micotoxinas, que podem intoxicar o homem e os animais, causando doenças e prejudicando o desenvolvimento normal das criações.

A secagem por tempo excessivo do milho na planta, além da perda de qualidade, poderá acarretar perda de massa de matéria seca dos grãos devido ao processo respiratório. O processo de respiração do grão de milho ocorre pela completa oxidação de carboidratos em água e dióxido de carbono. Com a oxidação dos carboidratos o grão perde massa de matéria seca, ou seja, perde peso. A perda de peso pela respiração pode ser influenciada pela condição climática local, por características genéticas da cultivar e pelo sistema de cultivo. A redução de peso pode ser de até 1% de massa de matéria seca a cada ponto percentual de água reduzido dos grãos. Ou seja, na secagem do milho no campo de 18% de umidade para 13%, há uma redução de 5% de massa de matéria seca dos grãos ocasionada pelo processo respiratório. No armazenamento, em condições ambientais favoráveis à atividade metabólica dos grãos como alta umidade e alta temperatura, o fenômeno da respiração é o principal responsável pela deterioração do milho (NIELSEN, 2000, 2008).

O agricultor deve verificar o ponto de colheita do milho para não retardar em excesso a colheita, observando quando as plantas estiverem secas, as espigas voltadas para baixo e puderem ser facilmente quebradas da planta. Outra forma fácil de observar quando o milho está no ponto de colheita é quando os grãos não se deixam riscar pela unha. Neste ponto, o milho deverá apresentar cerca de 13% a 14% de umidade, que é o recomendado para o armazenamento.

Em algumas regiões do Brasil, onde ocorrem chuvas na época da colheita, ou quando há excesso de chuvas durante o cultivo e dependendo da época de plantio, a secagem natural do milho na planta pode acarretar problemas à qualidade dos grãos. O milho cultivado em regiões onde é comum a ocorrência de chuvas ou há umidade elevada no período da colheita pode ocorrer maior incidência de fungos e aumento no percentual de grãos ardidos. Neste caso, é interessante colher o milho e executar a secagem artificial em secadores, avaliar a condição climática e as possibilidades do agricultor para antecipar a colheita. Entretanto, o milho cultivado na segunda safra (safrinha) na região Centro-Oeste apresenta menor incidência de grãos ardidos, devido à condição climática de baixa umidade relativa na época da colheita, que favorece a secagem natural do milho na planta, dispensando, na maioria das vezes, secagem artificial.

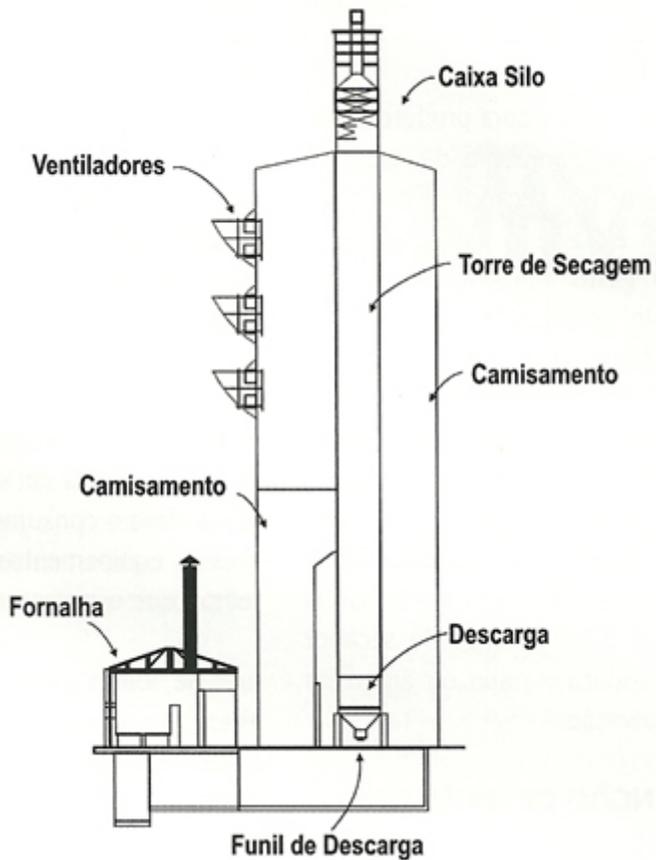
A secagem natural do milho na planta é uma opção interessante que deve ser analisada pelo agricultor, considerando a época do plantio e da colheita (safra ou safrinha), o investimento realizado na lavoura, a condição climática local durante o cultivo, a época de colheita, a conjuntura econômica da cultura e a disponibilidade de secadores na propriedade ou na região. A grande desvantagem da secagem natural dos grãos no campo é a dependência das condições climáticas e a maior exposição dos grãos e espigas aos insetos e aos fungos. Maior vantagem é a menor ocorrência de grãos trincados ou quebrados (PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; PUZZI, 2000; WEBER, 1995, 2005).

## **Secagem artificial do milho**

A secagem artificial do milho consiste no uso de estratégias que aceleram o processo de perda de água dos grãos. O milho geralmente é colhido com 25% de umidade e deve ser seco com até 13%. Com o auxílio de secagem artificial, desta forma pode-se conservar o produto por até mais de um ano com este conteúdo de água.

A forma mais comum de secagem artificial consiste no uso de secadores. Estes aparelhos apresentam, como principais componentes estruturais, um sistema de aquecimento do ar, que pode ser composto de fornalhas a lenha queimadores de gás (GLP), caldeiras ou sistema de aquecimento solar; ventiladores, que compõem o sistema de movimentação e insuflação de ar; podem apresentar também transportadores de grãos, como elevadores de caçambas, transportadores helicoidais, fitas ou correias transportadoras (Figura 3).

Fonte: Adaptado de Revista SEED news, volume XIV, nº 6, 2010



**Figura 3.** Secador de torre e seus componentes básicos.

Os secadores podem ainda ser classificados em função da temperatura do ar de secagem, sendo subdivididos em secadores de secagem a baixa e a alta temperatura. Na secagem de grãos a baixa temperatura, o ar de secagem é aquecido a no máximo 8 °C a 10 °C acima da temperatura ambiente. No caso da secagem a baixa temperatura em silo secador, o agricultor deve considerar a regiões do país que se encontra e a época do ano que está realizando a secagem. Em regiões que apresentam temperaturas próximas a 30 °C e umidade relativa do ar abaixo de 50-60%, como nas épocas de seca, por exemplo, a secagem dos grãos com o ar ambiente é favorecida nestas condições. Desta forma, é fundamental analisar a condição climática local, pois o grão de milho entrará em equilíbrio higroscópico com as condições do ar ambiente, pode secar naturalmente ou adsorver e absorver umidade do ambiente. De acordo com a Tabela 1, pode-se observar os valores de umidade do milho em equilíbrio com as condições de temperatura e umidade relativa do ar ambiente (BROOKER et al., 1992; PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; PUZZI, 2000; WEBER, 1995, 2005).

**Tabela 1.** Valores de conteúdo de água (umidade) de equilíbrio do milho (%) em função da temperatura (°C) e umidade relativa (%) do ar ambiente

T (°C)	Produção (1.000 t)													
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
24	7,2	8,0	8,7	9,5	10,3	11,0	11,8	12,6	13,4	14,3	15,2	16,3	17,5	19,1
26	7,1	7,9	8,6	9,4	10,1	10,9	11,6	12,4	13,2	14,1	15,0	16,1	17,3	18,8
28	7,0	7,8	8,5	9,3	10,0	10,7	11,5	12,3	13,1	13,9	14,9	15,9	17,1	18,6
30	6,9	7,7	8,4	9,1	9,9	10,6	11,3	12,1	12,9	13,8	14,7	15,7	16,9	18,4
32	6,8	7,6	8,3	9,0	9,8	10,5	11,2	12,0	12,8	13,6	14,5	15,5	16,7	18,2
34	6,7	7,5	8,2	8,9	9,6	10,4	11,1	11,8	12,6	13,4	14,4	15,4	16,6	18,0
36	6,6	7,4	8,1	8,8	9,5	10,2	11,0	11,7	12,5	13,3	14,2	15,2	16,4	17,9
38	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4	10,1	10,8	11,6	12,3	13,2	14,1	15,0	16,2	17,7
40	6,5	7,2	7,9	8,6	9,3	10,0	10,7	11,5	12,2	13,0	13,9	14,9	16,0	17,5

A secagem do milho a baixa temperatura pode ser realizada diretamente em silos metálicos, que possuem na parte inferior uma câmara plenum (fundo falso) com chapa perfurada, com capacidade estática máxima de 300 t (aproximadamente 5.000 sacas) e altura máxima de 6 m. Este tipo de sistema de secagem recebe grãos com menos de 20% de umidade, e apresenta fluxo de ar de secagem variável. Contudo, recomendam-se valores entre 1,0 e 10 m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup> t<sup>-1</sup> de milho. A secagem a baixa temperatura é uma prática que também pode ser utilizada para sementes de milho. O silo secador deve possuir aberturas (suspiros) no telhado para saída do ar úmido proveniente da secagem dos grãos. Neste tipo de secador, a secagem do milho é mais lenta, quando comparado a sistemas de secagem com alta temperatura, e pode ser realizada de 15 a 30 dias, dependendo das condições locais de temperatura e umidade relativa do ar, e da vazão do ar de secagem.

Neste sistema, o milho pode ser seco em camada única ou pode ser realizado o enchimento gradual do silo por mais de uma camada. A secagem do milho através do enchimento do silo por camadas é um método mais rápido, exige um fluxo de ar menor, contudo deve-se ter maior cuidado e controle do processo de secagem. O processo de secagem em camada única pode exigir ainda o revolvimento do produto em regiões com umidade relativa média inferior a 60% ou onde há necessidade de aquecimento do ar de secagem. Nestes casos, o revolvimento pode ser realizado através de um equipamento revolvidor composto de uma ou mais roscas verticais.

A secagem com alta temperatura é realizada com aquecimento do ar de secagem superior a 10 °C, com variações na temperatura do ar de secagem de acordo com a destinação final do produto. O aquecimento do ar de secagem pode ser realizado utilizando-se fornalhas a lenha, queimadores a gás (GLP), através de energia solar e através de caldeiras (Figura 4). A temperatura de secagem do milho destinado à semente deve ser inferior a 44 °C, sob pena de comprometer o vigor e a germinação das sementes. Para grãos de milho que se destinam à indústria de moagem na produção de gritiz (grãos de milho selecionados e processados) e derivados para alimentação humana, a temperatura de secagem deve ser inferior a 55 °C. Os grãos de milho destinados à fabricação de ração animal devem ser submetidos à temperatura de secagem inferior a 82 °C, sob pena de comprometer a qualidade e aumentar o percentual de grãos quebrados (BROOKER et al., 1992; PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; PUZZI, 2000; WEBER, 1995, 2005).

Foto: Felipe Humberto da Silva



**Figura 4.** Caldeira acoplada ao secador para aquecimento do ar de secagem.

Os secadores de leito fixo ou de torre são os mais utilizados para a secagem a alta temperatura. Os secadores de torre são classificados de acordo com o fluxo dos grãos em relação ao ar de secagem. Os secadores de fluxos cruzados apresentam fluxo de ar de deslocamento horizontal, perpendicular a trajetória vertical dos grãos. Os secadores de fluxos concorrentes apresentam fluxo de ar e grãos na mesma direção e sentido. Neste caso, os grãos descem através do corpo do secador, ou torre, e o ar de secagem entra por calhas e descem até encantar outra calha ou duto de saída. Nos secadores de fluxos contracorrentes, o ar de secagem e os grãos seguem em direções iguais, mas em sentidos contrários. Nos secadores de fluxos mistos, o ar de secagem é insuflado em dois ou mais fluxos de ventilação.

Os secadores de torre apresentam capacidade variável, dependendo do produto a ser seco (Figura 5). No caso do milho, atualmente, existem secadores de pequeno porte que apresentam capacidades que variam de menos de 6,0 t h<sup>-1</sup> até secadores de grande porte com capacidade de aproximadamente 200 t h<sup>-1</sup>. Nestes secadores, a temperatura do ar de secagem pode variar, desde 40 até 100 °C, contudo, recomenda-se não ultrapassar a temperatura máxima dos grãos durante a secagem de acordo com a finalidade a que se destina o milho (BROOKER et al., 1992; PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; PUZZI, 2000; WEBER, 1995, 2005).

Foto: Felipe Humberto da Silva



**Figura 5.** Secador de torre.

Os secadores de leito fixo atuam com temperatura do ar de secagem superior ao ar ambiente acima de 10 °C, com camada de grãos inferior a um metro de altura. Este tipo de secador apresenta baixo custo operacional e de instalação, fácil construção, a possibilidade de armazenar o produto no próprio secador e a secagem se processa da base para o topo da massa de grãos e em camadas, de acordo com a frente ou zona de secagem. Abaixo da zona de secagem encontram-se os grãos secos e com alta temperatura e acima os grãos úmidos e com baixa temperatura. A Embrapa Suínos e Aves disponibiliza um modelo de secador de grãos em cimento para pequenas propriedades que possui fácil construção e baixo custo (OLIVEIRA; MARTINS, 1992). Maiores informações sobre este secador estão disponíveis na publicação [Secador de grãos pré-fabricados em cimento para pequenas propriedades](#).

No processo de secagem, as recomendações para os grandes e pequenos agricultores também são as mesmas, considerando que ambas as categorias de produtores armazenam os grãos a granel e em silos grandes ou pequenos. Os principais problemas ocorrem devido à demora no início do processo de secagem, mantendo os grãos úmidos e muitas vezes tampados sob lonas, nas carrocerias dos caminhões, favorecendo o desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas que se multiplicam rapidamente em condições de umidade e temperatura elevada. Outro ponto que afeta a qualidade do grão está relacionado à pretensão de se proceder a secagem rapidamente, aumentando excessivamente a temperatura de secagem causando trincas e/ou quebra nos grãos.

Recomenda-se antes de iniciar o processo de secagem realizar uma boa limpeza do milho para que a operação de secagem transcorra sem problemas. Os grãos limpos, além de proporcionarem uma secagem mais adequada, evitam também problemas durante a armazenagem do milho, pois o milho armazenado com impurezas favorece o ataque de insetos e fungos que causam perdas durante o período de armazenagem.

A limpeza e a inspeção do secador antes da recepção da safra, o planejamento das operações e o monitoramento do secador durante a operação de secagem são operações fundamentais e devem ser consideradas independentemente da escala da produção. O treinamento dos operadores de secadores é fundamental para garantir a qualidade do produtor e maximizar o consumo e os custos com energia, visto que a secagem é uma operação que demanda elevada quantidade de energia (BROOKER et al., 1992; PORTELLA; EICHELBERGER, 2001; PUZZI, 2000; WEBER, 1995, 2005).

## Aeração

A aeração consiste na movimentação do ar através da massa de grãos, com o objetivo de modificar o microclima intergranular desfavorecendo, o desenvolvimento de fungos e insetos, reduzindo o uso de agrotóxicos na massa de grãos.. Atualmente, a aeração é controle ambiental mais utilizado para preservar a massa de grãos, mantendo a qualidade da massa de grãos a granel por longos períodos (BROOKER et al., 1992; LORINI et al., 2002; PUZZI, 2000).

A aeração possui como objetivos criar um ambiente com baixa temperatura na massa de grãos, uniformizar a temperatura no interior da massa de grãos, prevenir o aquecimento da massa de grãos úmidos e promover secagem limitada. Os sistemas de aeração mais utilizados no armazenamento de grãos e cereais estão presentes em silos metálicos, graneleiros, silos elevados de concreto e de alvenaria e armazém graneleiros de fundo plano. O sistema de aeração é composto por um conjunto de dutos de aeração, dutos de alimentação, ventilador e um equipamento de controle das operações do ventilador.

Os dutos de aeração são perfurados, geralmente com chapas perfuradas, e podem apresentar diferentes conformações, de acordo com a estrutura armazenadora. O fluxo de ar recomendado para o processo de aeração varia conforme a estrutura armazenadora (tipo do armazém), do produto e o objetivo da aeração. A aeração com fins de resfriamento da massa de grãos, deverá ter fluxo de ar variando de 3 a 6 m<sup>3</sup> (h-1 t-1) para armazém vertical e de 6 a 12 m<sup>3</sup> (h-1 t-1) para armazém horizontal. A aeração de manutenção deverá adotar fluxo de ar variando de 15 a 30 m<sup>3</sup> (h-1 t-1) em armazéns horizontais ou verticais e para fins de fumigação com recirculação de ar recomenda-se fluxo de ar de 1,5 m<sup>3</sup> (h-1 t-1) (BROOKER et al., 1992; PUZZI, 2000; SILVA, 2008; WEBER, 1995, 2005).

## Armazenamento a granel

É a forma mais comum de armazenar milho, atualmente, devido aos avanços tecnológicos disponíveis aos produtores, como colheitadeiras e estruturas de armazenamento/secagem de grãos. O armazenamento do milho a granel é apropriado para o armazenamento de produções em maior escala, contudo, pode também ser adotado por agricultores que desejam armazenar sua produção na fazenda. Pode ser feita em silos aéreo ou subterrâneo, e em armazéns convencionais (sacarias), em sistema hermético e em sistemas de armazenagem temporária (PUZZI, 2000; WEBER, 1995, 2005).

## Silos

É o método mais seguro de armazenamento, permitindo maior controle da qualidade, devido à facilidade de associação com sistemas de secagem com ar forçado, sistema de aeração e de controle de temperatura (termometria). Pode ser vertical ou horizontal, de acordo com a proporção altura:largura. O silo vertical possui proporção de 2:1, podendo ser de chapa metálica, alvenaria ou de concreto. O silo horizontal, ou graneleiro, possui altura baixa e base maior, não sendo vedados, dificultando a fumigação.

Os silos metálicos são muito utilizados e possuem capacidade estática bastante variável, variando de 16 até mais de 13.000 t de capacidade, ampliando assim a oferta por armazenagem desde agricultores, que armazenam na fazenda, desde grandes cooperativas e agroindústrias (Figura 6). Em grandes unidades armazenadoras, os silos metálicos podem ser dispostos em conjuntos circulares ou lineares.

Foto: Felipe Humberto da Silva



**Figura 6.** Unidade armazenadora com conjunto de silos metálicos, transportadores e secador de torre.

No descarregamento dos grãos, o milho pode ser seco após o enchimento completo do silo em lotes ou em camadas. Quando se adota a secagem em lotes (silo cheio) a secagem é lenta e, portanto, a umidade do grão deve ser de, no máximo 20%. Isto reduzirá o desenvolvimento de patógenos em pós-colheita. A secagem também pode se realizar em camadas, de forma a se realizar a secagem numa massa de grãos, interrompendo o enchimento do silo, até que esta camada esteja seca. Em seguida, é descarregada nova camada de grãos e realizada nova secagem. Isto se repetirá até que se atinja o limite de armazenagem do silo. Na secagem em camadas é recomendável adotar-se a aeração de manutenção nos grãos que aguardam a secagem. A secagem de ambos os processos poderá ser em temperatura ambiente, com o ventilador sendo ligado ao mesmo tempo em que se realiza o enchimento do silo. Ao se associar um aquecedor ao ventilador, realiza-se secagem com ar aquecido, acelerando esta etapa do processo, porém correndo-se o risco de secar o milho além do recomendado. A secagem com ar aquecido deve ser seguida de seca-aeração para se reduzir a temperatura da massa de grãos, ainda um pouco úmida, mais rapidamente. Durante o armazenamento, a massa de grãos tende a ter sua temperatura elevada naturalmente devido à liberação de calor proveniente do processo respiratório. Deve-se proceder aeração de resfriamento quando existir um gradiente de temperatura superior a 5 °C entre

a massa de grãos e a temperatura externa, no próprio silo de armazenagem ou com a transferência da massa de grãos para outro silo (transilagem) (SINHA; MUIR, 1973; BROOKER et al., 1992).

Os silos de alvenaria são mais recomendados para armazenagem em fazenda (OLIVEIRA; MARTINS, 1991; SANTOS, 2004). Este tipo de silo apresenta facilidade na construção, baixo custo e de fácil manejo. O tamanho varia conforme a necessidade do produtor, contudo é comum encontrar projetos circulares, com diâmetro de 2,0 a 3,0 m e altura de cilindro de 3,0 m o que corresponde a uma capacidade estática de aproximadamente 14 a 16 t de milho. Maiores informações sobre modelos de silo de alvenaria para armazenamento de milho e outros grãos podem ser obtidos na publicação [Silo de alvenaria de alvenaria para armazenamento de milho](#). Maiores informações sobre armazenagem a nível de fazenda podem ser obtidas no documento [Armazenagem de milho a granel na fazenda](#).

## Silo subterrâneo

O armazenamento em silo subterrâneo está em desuso. Apesar de viável tecnicamente e economicamente, a descarga é difícil, sendo sugerido que se construam vários pequenos silos para que sejam descarregados totalmente, a medida que for necessário. O silo consiste de uma vala escavada, revestida de lona plástica, firmada com barras de ferro na parte superior, para fixação. Por debaixo da lona plástica, no fundo do silo é recomendável a colocação de uma camada de palha do próprio milho, ou outra cultura. O milho então é descarregado, com umidade entre 12% e 13%, e coberto com a lona. Acima da lona coloca-se uma camada de solo, outra de palha e outra de solo, formando uma estrutura côncava para escoamento de água de chuva e não empoçamento. Deve-se construir canaletas para escoar água de chuva e evitar contato quando da abertura do silo ou penetração por alguma abertura acidental (PUZZI, 2000).

## Sistema hermético em armazém ou depósito

Consiste em se acondicionar grãos de milho com 12% de umidade em tambores metálicos ou plásticos (200 L, por exemplo), vedando-o com parafina de modo a eliminar trocas gasosas e a entrada de umidade, ou em sacos plásticos, para 40 kg de grãos. Os sacos plásticos cheios devem ser colocados dentro de outro saco que também deverá ser vedado. Assim, realiza-se a modificação da atmosfera pelo consumo de oxigênio pela massa de grãos e acúmulo de dióxido de carbono. Esta modificação torna o ambiente impróprio para o desenvolvimento de fungos e de insetos. Os tambores ou os sacos devem ser previamente limpos e após seu enchimento devem ser colocados em ambiente coberto, fresco, sem incidência de raios solares e protegidos do ataque de ratos, pelas providências que se pode tomar em armazéns e que estão descritos no armazenamento em sacaria (PUZZI, 2000).

## Armazenamento convencional

Em armazéns convencionais, o armazenamento é feito em sacaria. O milho deve estar com umidade entre 13% e 14%, a sacaria deve ser mantida sobre estrados suspensa do piso, e mantida distante das paredes para circulação de carrinhos hidráulicos ou de pessoas, para movimentação da carga e facilitar inspeções. As instalações devem possuir boa ventilação. O piso deve ser concretado, impermeabilizado e estar 30 cm acima do nível do solo. Deve-se proceder ao controle de ratos, com telas em todos os ralos, janelas e nos vãos entre a estrutura e os telhados. Além de consumir o milho em sua alimentação, os roedores podem transmitir doenças através da urina e dos pêlos. Os grãos contaminados são impróprios para o consumo humano e animal. O expurgo periódico dos lotes deve ser realizado sempre que se identificar alta incidência de traça e de caruncho. A garantia deste tipo de armazenamento depende de cuidados como: limpeza dos grãos antes de ensacá-los, umidade adequada do grão, limpeza e desinfestação do armazém,

eliminação e inspeções periódicas de focos de ratos e de insetos, uso de sacaria limpa e empilhamento adequado. O armazenamento em sacaria requer maior mão de obra e requer maiores espaços que os silos, além do custo da sacaria em si, como inconveniente. Porém, a detecção de poucos sacos contaminados, impede a inviabilização de lotes inteiros, pela facilidade de remoção e de inspeção.

## Armazenamento de espigas

É um método mais empregado em pequenas propriedades, com baixo investimento tecnológico, requerendo atenção durante o período de armazenamento, devido às maiores perdas inerentes ao sistema. O empalhamento das espigas favorece a conservação, desfavorecendo o ataque de pragas. As estruturas para o armazenamento do milho em espigas se caracterizam pelo baixo custo (aproveitando materiais da propriedade), durabilidade, presença de barreiras contra a penetração de ratos ("chapéu chinês" e folhas de zinco), arejamento, facilidade para o controle de pragas e para o manejo da carga e descarga. É apropriado para a alimentação de animais na propriedade ou para estocagem e comercialização. Permite ao agricultor colher o milho com umidade elevada (18%), ocorrendo continuação da secagem natural já no paiol. Em caso de colheita das espigas com umidade inferior a 16%, são mínimos os problemas com fungos, desde que o paiol possua boa ventilação. Pode ser feito em paióis abertos (espigas com palha), paióis fechados (espigas sem palha) ou em armazéns (SANTOS, 2004, 2008a).

Os paióis que apresentam aberturas ou são telados, apresentando possibilidade de aeração e ventilação natural são os modelos mais apropriados para o armazenamento do milho em espigas com palha. A palhada promove proteção adicional aos grãos, possibilitando que o produtor possa esperar melhor época para consumo ou comercialização. Os materiais utilizados para construção deste tipo de estrutura podem ser madeira, bambu, alvenaria ou materiais reaproveitados. Com exceção dos paióis de alvenaria, os demais possuem frestas para circulação de ar e são construídos sobre colunas de 0,8 a 1,0 m de altura do nível do solo. Independente do material utilizado para sua construção, tais colunas devem ser fixadas em sapatas de concreto.

No momento do armazenamento, o produtor deve classificar as espigas, separando as espigas bem empalhadas das espigas mal empalhadas. A palha da espiga serve como uma proteção natural contra insetos. Assim, o produtor deverá utilizar primeiro as espigas que estão com pouca palha ou estão com a palha danificada, separando as espigas que apresentam-se bem empalhadas, com a palha cobrindo toda espiga sem falhas ou aberturas que permitam a entrada de insetos. As espigas devem ser armazenadas quando os grãos apresentarem teor de umidade de 13% a 14%.

Antes de colocar o milho no paiol, o produtor deve limpar o local de armazenamento, os equipamentos, o maquinário e as ferramentas que utiliza para manuseio e acondicionamento do milho. Manter a limpeza é uma das principais medidas para armazenar os grãos com qualidade. Dependendo da necessidade, o produtor pode reservar diferentes locais para o armazenamento de milho em espigas. Contudo, estas estruturas de armazenamento devem apresentar características como: serem cobertas, devem ter baixo custo (aproveitando materiais da propriedade), durabilidade e devem ter barreiras contra a penetração de ratos (chapas de zinco ou "chapéu chinês"). As estruturas devem ser arejadas, estar localizadas fora de locais úmidos ou com goteiras, ter capacidade ajustada a produção da propriedade, facilidade para o controle de pragas e permitir o carregamento e a descarga do milho de forma simples.

A Embrapa Milho e Sorgo, em parceria com a Emater-MG, desenvolveu um modelo de paiol, o paiol "Balaio de Milho", para armazenagem de milho, o qual reúne várias características muito desejáveis e constitui, no momento, uma interessante opção para o agricultor familiar armazenar o seu milho (Figura 7). O uso do paiol "Balaio de Milho" resolve o problema de pragas como insetos, fungos, ratos com baixo custo (SANTOS, 2008b). Maiores informações sobre a construção e uso do paiol "Balaio de Milho" estão disponíveis na publicação [Paiol Balaio de Milho: prevenção contra caruncho e roedores](#).



**Figura 7.** Paiol “Balaio de Milho” desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo e Emater-MG, com revestimento de folhas de zinco como barreiras contra penetração de ratos.

A construção de paiol de alvenaria deve seguir recomendações da construção de armazéns, com impermeabilização do piso, que deve estar a 30-40 cm do nível do solo. Suas paredes podem ser de tijolos furados ou de tijolos maciços afastados de 2,0 a 3,0 cm. Nas duas opções, o início de sua colocação deve ser a partir de 80 cm do nível do solo. As portas e janelas devem ser acima do dispositivo antirratos.

## Recomendações gerais

As instalações e equipamentos citados devem ser limpos antes de novos carregamentos, de modo a se eliminar focos de infestação e de contaminação. Deve se ter em mente que todo procedimento realizado no milho colhido não aumentará sua qualidade pós-colheita, mantendo, no máximo, a qualidade obtida durante o processo de produção no campo. Assim, deve-se ter cuidado na escolha da cultivar, adequada às condições de cada região e às condições de armazenamento, aos tratamentos culturais e controle de pragas, época de colheita e adequada regulação das máquinas utilizadas na colheita. Deve-se ainda realizar registros de origem e das características de qualidade de cada lote individual, para que se garanta a rastreabilidade do milho, devido a ocorrências que possam acontecer no destino final do produto.

# Pragas de grãos armazenados

## Introdução

O Brasil é um país cujo grande potencial de produção de grãos ainda não foi plenamente explorado. O milho é uma das culturas mais amplamente difundidas e cultivadas, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas. A cultura do milho, segundo dados da CONAB da safra 2010/11, ocupa, em todo o território nacional, cerca de 13.838,7 mil hectares, com uma produção na safra 2010/11 estimada em torno de 57.514,1 mil toneladas, concentrada na região Centro-Sul, que responde por cerca de 86,88% da produção nacional. Embora seja uma cultura apropriada ao uso de alta tecnologia e com potencial para produzir acima de 16 t ha<sup>-1</sup>, predomina o uso de tecnologia de baixo investimento, o que tem mantido a produtividade média nacional na safra de 2010/11 em 4.156 kg ha<sup>-1</sup>.

O Brasil é um país de contrastes. Se, por um lado, um número relativamente pequeno de produtores desenvolve uma agricultura muito vigorosa, em grandes propriedades, plantações e pastagens imensas, onde se plantam cultivares de alto potencial genético, alto nível tecnológico, como agricultura de precisão, sistema de plantio direto, integração lavoura-pecuária, e geralmente alcançando altas produtividades, por outro, convive com 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, o armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem, combate a pragas e prevenção de fungos.

Um lote de grãos armazenado 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, microrganismos, insetos, roedores e pássaros.

É fundamental que a qualidade dos grãos seja preservada, mantendo-os saudáveis, limpos e livres de resíduos de agrotóxicos utilizados para combater as pragas que sempre atacam os grãos armazenados. As alternativas nesta 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 a alimentação de suínos e a armazenagem de grãos secos, seja a granel ou em espiga.

## 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 a com possibilidade de comprometer sua qualidade, provocando-lhes quebras e trincas, tornando-os mais vulneráveis a serem atacados por insetos. 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 infraestrutura de secagem artificial, normalmente ele 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 e das condições de armazenamento, e necessidade de comercialização pelo produtor. 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 reduzidas.

Nas regiões onde normalmente não chove no período que antecede a colheita, como na segunda safra no Centro-Oeste, o grão colhido é, geralmente, de excelente qualidade e as perdas no período da pré-colheita são pequenas. Nas regiões Sudeste e Sul, essas perdas são maiores, havendo dados de pesquisa apontando perdas na pré-colheita, podem chegar de 4 a 5%, especialmente em locais onde normalmente chove no período da colheita e a umidade relativa é muito alta, e o milho que não é colhido mecanicamente.

### **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. O trabalho manual de coleta das espigas contribui para reduzir as perdas nessa fase, que ocorrem na magnitude de 0,5 a 1,0%. 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 pelo 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, criando a necessidade de se adotar um controle preventivo de pragas, antes de armazenar os grãos.

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

A colheita mecânica do milho, no Brasil, atinge cerca de 70% 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-lhe quebras e trincas contribuirá para maior ocorrência de insetos durante o armazenamento, criando a necessidade de se tomar medidas preventivas de controle de pragas.

### **Perdas na pós-colheita**

Serão consideradas aqui as perdas que ocorrem durante o transporte e o pré-processamento dos grãos, principalmente durante o armazenamento.

## 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.

## Armazenamento

Perdas durante a fase de pós-colheita são geralmente elevadas e irre recuperáveis por se tratar do produto final, situação em que tal perda não é mais passível de recuperação. Na fase de armazenamento especificamente, os índices de perdas são variáveis conforme o nível tecnológico, a forma de armazenamento, o clima local. No entanto, os valores oficiais de perdas ainda são pouco conhecidos, existindo apenas algumas estimativas que podem variar de 1,5% a 50%, dependendo, principalmente, do nível tecnológico.

Estima-se que nos países desenvolvidos as perdas oscilam em patamares inferiores a 10% (em torno de 5% nos EUA), enquanto em países em desenvolvimento estas perdas chegam a até 50% (FAO, 1994). As perdas de grãos armazenados no Brasil variam dependendo da unidade armazenadora e manejo da mesma - perdas semelhantes a de países desenvolvidos são normalmente associadas a grandes unidades armazenadoras, enquanto unidades armazenadoras mais simples a nível de fazenda incorrem em perdas que se aproximam a 50% após seis meses de armazenamento. No armazenamento de milho em espiga, utilizando estruturas rústicas, como são os paióis de madeira, as perdas de peso causadas por insetos e roedores podem atingir valores acima de 15% do milho armazenado nessas condições. 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, como a construção de estruturas armazenadoras tecnicamente adequadas e dispostas de equipamento de termometria e aeração; armazenar o milho com baixo teor de umidade nos grãos (13%); reduzir ao máximo o teor de impurezas no lote de grãos, através de sistemas de limpeza; garantir a ausência de pragas e microorganismos; e proceder corretamente quanto a manipulação e movimentação dos grãos.

Para se prevenirem perdas na armazenagem em espigas deve-se combater insetos e roedores, principalmente. A limpeza do local de armazenamento, a umidade dos grãos em torno de 13-14% e o monitoramento das infestações também são práticas que garantem menores perdas e maior qualidade ao milho armazenado. A correta armazenagem não melhora a qualidade dos grãos, mas objetiva mantê-la. Para isso, alguns fatores devem ser observados:

- características das cultivares, como bom empalhamento, decumbência das espigas, dureza e alta densidade dos grãos, resistência a danos mecânicos, resistência a insetos e microrganismos;
- condições ambientais, ataques de lagartas e pássaros às espigas durante o desenvolvimento no campo;
- atraso na colheita, ocorrência de chuva durante o processo de secagem natural e durante a própria colheita;
- tipo de colheita, manual ou mecanizada, e regulação da colhedora;
- método e temperatura de secagem artificial;

- 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.

## Principais insetos-pragas dos grãos armazenados

A qualidade do grão de milho armazenado pode ser afetada pela ação de diversos fatores. Entre esses, os insetos-pragas de grãos armazenados, em especial os carunchos ou gorgulhos e besouros *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Lasioderma serricorne* e as traças *Sitotroga cerealella*, *Ephestia kuehniella*, *E. elutella* e *Plodia interpunctella*, podem ser responsáveis pela deterioração da qualidade do milho armazenado.

O conhecimento do hábito alimentar de cada praga constitui elemento importante para definir o manejo a ser implementado nos grãos durante o período de armazenagem. Segundo esse hábito, as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias.

- Pragas primárias: são aquelas que atacam sementes e grãos inteiros e sadios e, dependendo da parte que atacam, podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas. As primárias internas perfuram as sementes e nestas penetram para completar seu desenvolvimento. Alimentam-se de todo o tecido de reserva da semente ou grão e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração (fungos, por exemplo). Exemplos dessas pragas são as espécies *R. dominica*, *S. oryzae* e *S. zeamais*. As pragas primárias externas destroem a parte exterior da semente e grãos e, posteriormente, alimentam-se da parte interna sem, no entanto, se desenvolverem no interior da mesma. Há destruição da semente e dos grãos apenas para fins de alimentação.
- Pragas secundárias: são aquelas que não conseguem atacar sementes e grãos inteiros, pois depende que estes estejam danificados ou quebrados para deles se alimentarem. Essas pragas ocorrem nas sementes quando estão trincadas, quebradas ou mesmo danificadas por pragas primárias, e geralmente ocorrem desde o período de recebimento até o beneficiamento do milho. Multiplicam-se rapidamente e causam prejuízos elevados. Como exemplo cita-se as espécies *C. ferrugineus*, *O. surinamensis* e *T. castaneum*.

A atividade dos insetos é muito sensível à temperatura e pode ser controlada mantendo a massa de grãos ao redor de 19-20 °C, o que se torna difícil nos climas tropicais ou subtropicais durante os meses mais quentes. Além da influência da temperatura, também deve ser observada a correta identificação dos insetos em questão, tendo em vista seus ciclos evolutivos diferenciados, bem como longevidade dos adultos e capacidade de postura, o que determinará a adoção de estratégias de controle e desenvolvimento de modelos de programas de crescimento populacional em massa de grãos. Na Tabela 2, estão apresentados, de maneira geral, algumas características biológicas dos principais insetos que atacam grãos de milho armazenado, segundo Loeck (2002).

**Tabela 2.** Características biológicas dos principais insetos de grãos armazenados

Inseto	Temperatura desenvolvimento (°C)	Ciclo evolutivo (dias)	Longevidade (dias)	Capacidade de postura (n° ovos)
<i>Lasioderma serricorne</i>	32-20	25-100	85	100
<i>Rhyzopertha dominica</i>	34-22	25-84	120	400
<i>Tribolium castaneum</i>	34-22	22-75	360	500
<i>Sitophilus zeamais</i>	28	34	140	280

Sitophilus oryzae	29	25	140	280
Oryzaephilus surinamensis	30	22	250	370
Sitotroga cerealella	28-30	30-35	10-52	100-150

Fonte: LOECK (2002).

Dentre as pragas, *S. oryzae* e *S. zeamais* são as mais preocupantes economicamente e justificam a maior parte do controle químico praticado nos armazéns. Além dessas pragas, há roedores e pássaros causadores de perdas, principalmente qualitativas, pela sujeira que deixam no produto final, que também devem ser considerados no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

### ***Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* (Coleoptera, Curculionidae) – carunchos ou gorgulhos dos cereais**

Essas duas espécies são muito semelhantes em caracteres morfológicos e podem ser distinguidas somente pelo estudo da genitália. Ambas podem ocorrer juntas no mesmo lote de grãos ou sementes, independentemente do produto onde é encontrada.

Os adultos são gorgulhos de 2,0 a 3,5 mm de comprimento, de coloração castanho-escuro, com manchas mais claras nos élitros (asas anteriores), visíveis logo após a emergência. A principal característica para identificação da espécie é a cabeça projetada à frente, na forma de rostro (expansão da parte frontal da cabeça) curvado (Figura 8). Nos machos, o rostro é mais curto e grosso, e nas fêmeas, mais longo e afilado. As larvas são de coloração amarelo-clara, com a cabeça de cor marrom-escuro, e as pupas são brancas. O período de oviposição é de 104 dias, e o número médio de ovos por fêmea é de 282. A longevidade das fêmeas é de 140 dias. O período de incubação oscila entre 3 e 6 dias, e o ciclo de ovo até a emergência de adultos é de 34 dias.

Ilustração: Irineu Lorini



**Figura 8.** Adulto de caruncho do milho (*Sitophilus sp.*).

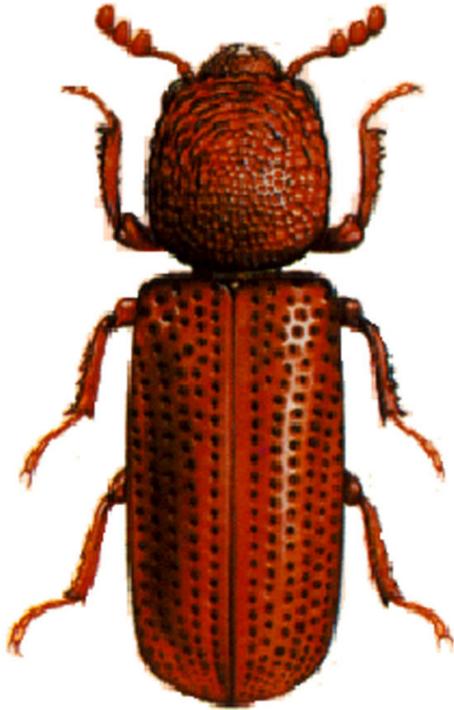
*S. oryzae* e *S. zeamais* são pragas primárias internas de grande importância, pois podem apresentar infestação cruzada, ou seja, infestar sementes no campo e também no armazém, onde penetra profundamente na massa de grãos. Apresenta elevado potencial de reprodução, possui muitos hospedeiros, como trigo, milho, arroz, cevada, triticale e aveia. Tanto larvas como adultos são prejudiciais e atacam sementes e grãos inteiros, podendo atacar também produtos processados, como massas, biscoitos e outros produtos processados. A postura é feita dentro da semente; as larvas, após se desenvolverem, empupam e se transformam em adultos. Os danos decorrem da redução de peso, contaminação da massa de grãos por impurezas, redução da qualidade física e fisiológica da semente.

### ***Rhyzopertha dominica* (Coleoptera, Bostrichidae) - besourinho dos cereais**

Os adultos são besouros de 2,3 mm a 2,8 mm de comprimento, coloração castanho-escura, corpo cilíndrico e cabeça globular, normalmente escondida pelo protórax (Figura 9). A coloração das pupas varia de branca, inicialmente, a castanha, próximo à emergência dos adultos; possuem 3,9 mm de comprimento e 1,0 mm de largura do corpo, aproximadamente. As larvas são de coloração branca, com cabeça escura, e medem cerca de 2,8 mm quando completamente desenvolvidas. Os ovos são cilíndricos, embora variáveis na forma, inicialmente brancos e posteriormente rosados e opacos, com 0,6 mm de comprimento e 0,2 mm de diâmetro.

O período de incubação, variável em função da temperatura, é de 15,5 dias a 26 °C e de 4,5 dias a 36 °C. Os ovos podem ser colocados em grupos ou isolados, em fendas ou rachaduras das sementes ou mesmo na própria massa de sementes. A duração do período larval é de, aproximadamente, 22 dias, o período de pupa é de 5 dias, e a longevidade dos adultos atinge 29 dias, a 30 °C e 70% de umidade relativa. O ciclo de vida da praga é de, aproximadamente, 60 dias. A fêmea tem fecundidade média de até 250 ovos, a qual depende da qualidade do alimento e das condições de temperatura e de umidade.

Ilustração: Irineu Lorini



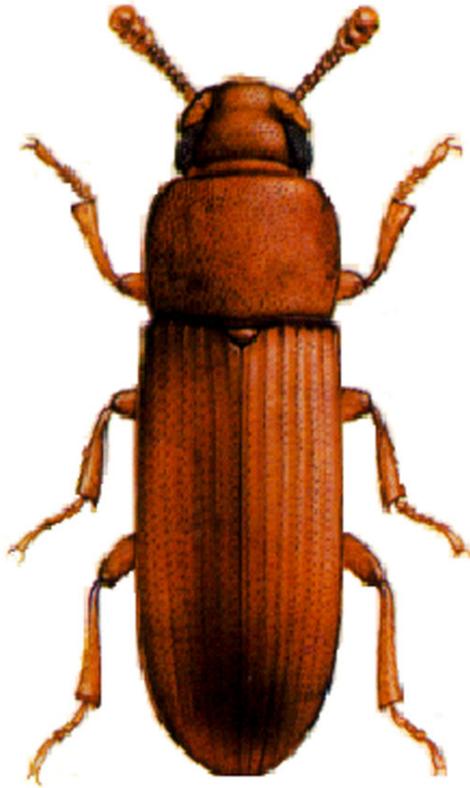
**Figura 9.** Adulto do besourinho dos cereais, *Rhyzopertha dominica*.

*R. dominica* é praga primária interna e possui elevado potencial de destruição em sementes e grãos de trigo, arroz, milho, cevada, aveia, centeio e triticale, pois é capaz de destruir de 5 a 6 vezes seu próprio peso em uma semana. É a principal praga na armazenagem no Brasil, em razão da incidência e da grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos produtos.

Deixa as sementes perfuradas e com grande quantidade de resíduos na forma de farinha, decorrentes do hábito alimentar. Tanto adultos como larvas causam danos às sementes armazenadas. Possui grande número de hospedeiros, e adapta-se rapidamente às mais diversas condições climáticas sobrevivendo mesmo em extremos de temperatura.

### ***Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae)**

Os adultos são besouros de coloração castanho-avermelhada, medindo de 2,3 a 4,4 mm de comprimento; o corpo é achatado e possui duas depressões transversais na cabeça (Figura 10). As larvas são branco-amareladas, cilíndricas, medindo até 7 mm de comprimento. As fêmeas colocam de 400 a 500 ovos em fendas de paredes, na sacaria e sobre os grãos. A duração de uma geração pode ser inferior a 20 dias, em condições favoráveis.



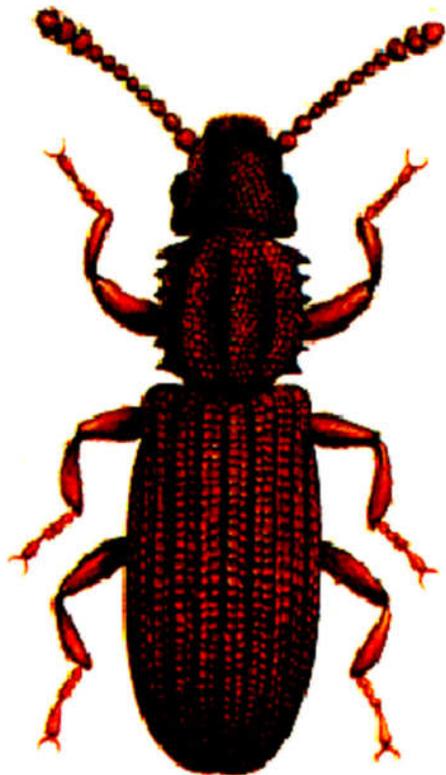
**Figura 10.** Adulto de *Tribolium castaneum*.

Como é praga secundária, depende do ataque de outras pragas para se instalar nos grãos armazenados. Alimenta-se de grãos de várias espécies e causa prejuízos ainda maiores do que os resultantes do ataque de pragas primárias que permitiram sua instalação.

### ***Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera, Silvanidae)**

Os adultos são besouros alongados, achatados, de coloração vermelho-escura, com comprimento variável de 1,7 a 3,3 mm (Figura 11). Possui três carenas longitudinais no pronoto, além de apresentarem seis dentes laterais, o que permite identificá-los. O ciclo de vida varia de 24 a 50 dias. As fêmeas fazem a postura em orifícios dos grãos ou no interior da massa de grãos, podendo colocar de 50 a 300 ovos. Os caracteres biológicos, acima citados, variam com as condições da massa de grãos e conforme alterações na temperatura e na umidade dos grãos. *O. surinamensis* é uma praga considerada secundária que ataca grãos quebrados, fendidos e restos de grãos. Pode danificar a massa de grão, sendo expressiva em grande densidade populacional. Aparece praticamente em todas as unidades armazenadoras, onde causa a deterioração dos grãos pela elevação acentuada da temperatura. É uma espécie muito tolerante a inseticidas químicos, sendo uma das primeiras a colonizar a massa de grãos após aplicação desses produtos.

Ilustração: Irineu Lorini



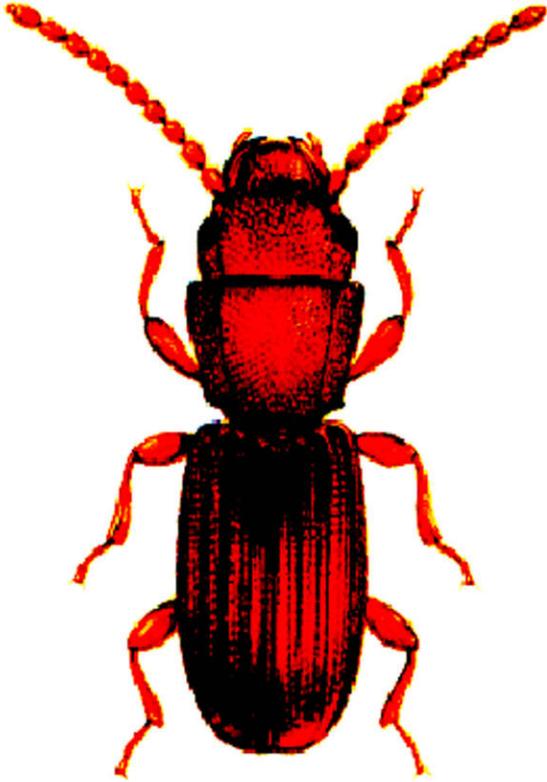
**Figura 11.** Adulto de *Oryzaephilus surinamensis*.

### ***Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera, Cucujidae)**

Os adultos (Figura 12) são pequenos besouros de, aproximadamente, 2,5 mm de comprimento, de corpo achatado e antenas longas. Têm cor marrom-avermelhada-pálida e grande facilidade de deslocamento. As posturas são realizadas na superfície ou no interior da massa de grãos. A fêmea pode ovipositar de 300 a 400 ovos. O ciclo de vida pode variar de 17 a 100 dias, dependendo da temperatura e da umidade da massa de grãos, possuindo, portanto, elevado potencial de reprodução, em relação a outras pragas de armazéns.

*C. ferrugineus* é uma praga secundária que pode destruir grãos fendidos, rachados e quebrados, neles penetrando e atacando o germe. Consome grãos quebrados e restos de grãos e de farinhas, causando elevação na temperatura da massa de grãos e deterioração de grãos. Da mesma forma que *O. surinamensis*, aparece em grande quantidade em armazéns, após o tratamento com inseticidas, e é muito tolerante a esses tratamentos. Esse inseto merece preocupação e estudos para se determinar o potencial de dano, tendo em vista a facilidade de reprodução em massas de grãos armazenados.

Ilustração: Irineu Lorini

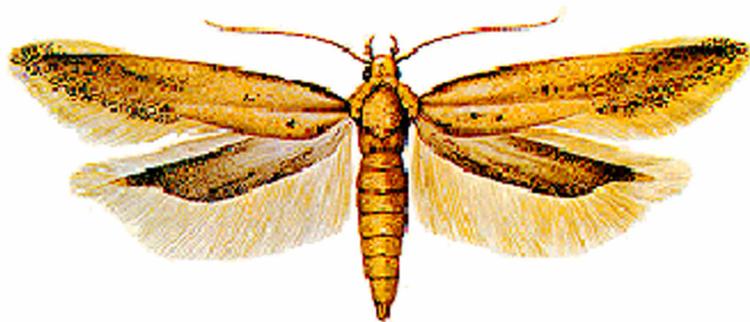


**Figura 12.** Adulto de *Cryptolestes ferrugineus*.

### ***Sitotroga cerealella* (Lepidoptera, Gelechiidae) - traça dos cereais**

Os adultos (Figura 13) são mariposas com 10 mm a 15 mm de envergadura e 6 mm a 8 mm de comprimento. As asas anteriores são cor de palha, com franjas, e as posteriores são mais claras, com franjas maiores. Vivem de 6 a 10 dias. Os ovos são colocados sobre as sementes, preferentemente naquelas danificadas e/ou fendidas. A fêmea pode ovipositar de 40 a 280 ovos, dependendo do substrato. Após a eclosão, as larvas penetram no interior das sementes, onde se alimentam e completam a fase larval, que se estende por, aproximadamente, 15 dias. As larvas podem atingir 6 mm de comprimento e são brancas com as mandíbulas escuras. A pupa varia de coloração desde branca, no início, a marrom-escura, próximo à emergência do adulto. O período de ovo a adulto dura, em média, 30 dias. *S. cerealella* é uma praga que ataca sementes intactas (primária), porém afeta mais a superfície do lote de sementes. As larvas destroem a semente, alterando o peso e a qualidade. Também atacam as farinhas, nas quais se desenvolvem, causando deterioração de produto pronto para consumo.

Ilustração: Irineu Lorini



**Figura 13.** Adulto de *Cryptolestes ferrugineus*.

### ***Ephestia kuehniella* e *E. elutella* (Lepidoptera, Pyralidae) - traças**

As duas espécies são muito semelhantes. Os adultos (Figuras 14 e 15) são mariposas de coloração parda, com 20 mm de envergadura, com asas anteriores longas e estreitas, de coloração acinzentada, com manchas transversais cinza-escuras. As asas posteriores são mais claras. A fêmea oviposita de 200 a 300 ovos. As larvas atingem até 15 mm de comprimento; possuem coloração rosada e pernas e cabeça castanhas; tecem um casulo de seda, em cujo interior empupam. O período de ovo a adulto estende-se por aproximadamente 40 dias. O período de incubação dura cerca de 3 dias, a fase larval 32 dias, a fase de pupa 7 dias, e a longevidade de adultos é de, aproximadamente, 15 dias.

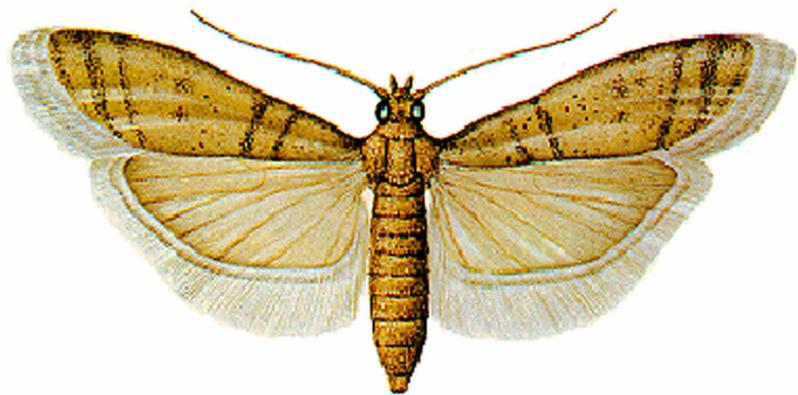
*E. kuehniella* e *E. elutella* são pragas secundárias, pois as larvas se desenvolvem sobre resíduos de grãos e de farinhas deixados pela ação de outras pragas. Seu ataque prejudica a qualidade das sementes armazenadas, devido à formação de uma teia sobre a massa de sementes ou mesmo nas sacarias durante o armazenamento. Penetra no interior das pilhas de sementes, fazendo a postura nas costuras da sacaria ou bags. Esta praga é responsável pela grande quantidade de tratamentos em termonebulização, durante o período de armazenamento dos lotes de semente.

Ilustração: Irineu Lorini



**Figura 14.** Adulto de *Ephestia kuehniella*.

Ilustração: Irineu Lorini



**Figura 15.** Adulto de *Ephestia elutella*.

***Plodia interpunctella* – traça indiana dos cereais**

É uma espécie comum nas regiões tropicais e subtropicais. É praga secundária de grãos de cereais e primária de grãos e outros produtos destinados à moagem. O adulto mede cerca de 18 mm de envergadura e é bem distinto em suas cores; as asas anteriores são de cor amarelada e café, e as posteriores, esbranquiçadas (Figura 16). As larvas podem chegar a atingir 13 mm de comprimento e sua cor vai do branco-amarelado ao branco-esverdeado. A fêmea deposita de 100 a 500 ovos isolados e em grupos nos produtos em que ataca. A larva produz um fio de seda onde se acumulam restos de alimentos e excreções. Dentro de silos, seu ataque é superficial; sua ocorrência maior é em sacos de produtos armazenados, gretas e pequenos esconderijos de paredes e pisos. Seu ciclo de vida é de 26 dias a 30 °C e 70% UR. Seu controle é difícil, uma vez que entra em diapausa durante a fase de pré-pupa, conseguindo sobreviver em períodos de condições adversas de temperatura.

Ilustração: Irineu Lorini

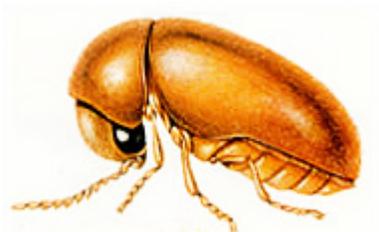


**Figura 16.** Adulto de *Plodia interpunctella*.

### ***Lasioderma serricorne***

É um inseto de cor castanho-avermelhada, que mede de 2,0 a 3,0 mm. O adulto tem forma ovalada, cabeça pequena, coloração castanho-avermelhada, antenas longas inteiramente serradas, élitros sem estrias (lisos) e corpo coberto com fina pubescência (Figura 17). É um inseto-praga associado ao fumo armazenado, sendo que as fêmeas ovipositam nos fardos de fumo, mas não há relatos de oviposição nas folhas de fumo no campo. Logo após a eclosão, as larvas são ágeis e abrem galerias cilíndricas nas folhas do fumo; quando desenvolvidas, consomem áreas extensas das folhas. Além de praga primária do fumo, atualmente, tem-se observado infestações em milho armazenado e em subprodutos de milho, como farinhas, canjicas, fubá, entre outros. O adulto tem capacidade de perfurar embalagens de plástico, causando sérios problemas em produtos alimentícios, como frutos secos, grãos, farelos, farinhas e rações. As condições ótimas de desenvolvimento compreendem temperaturas em torno de 32 °C e 75% UR.

Ilustração: Irineu Lorini



**Figura 17.** Adulto de *Lasioderma serricorne*.

## Métodos de Controle

O manejo das pragas de grãos armazenados depende praticamente de três métodos de controle: inseticidas químicos (tratamento preventivo), inseticidas naturais a base de terra de diatomáceas (tratamento preventivo), e o expurgo com o inseticida fosfina (tratamento curativo). Esses três métodos podem ser usados isoladamente ou em combinação.

### Controle químico com inseticidas protetores (tratamento preventivo)

As sementes e os grãos, após terem sido beneficiados, expurgados ou não, podem ser tratados preventivamente para obter proteção contra o ataque das pragas durante o armazenamento.

Se o período de armazenagem for superior a 60 dias, pode-se fazer este tratamento químico preventivo, que consiste em aplicar inseticidas líquidos sobre os grãos, na correia transportadora ou na tubulação de fluxo do produto, no momento de ensacar ou de armazenar os grãos nos silos. O inseticida aplicado deverá ser homogeneizado, de forma que toda semente receba o inseticida. A homogeneização do inseticida nas correias transportadoras dá-se pelo uso de tombadores que tem objetivo de misturar os grãos tratados. Esse inseticida protegerá os grãos contra o ataque de pragas que tentarão se instalar durante a armazenagem.

Para o tratamento, é necessário instalar adequadamente o equipamento de pulverização, que pode ser específico para armazéns ou adaptado a partir de um pulverizador de campo. Deve-se instalar uma barra de pulverização, sobre a correia transportadora, com 3 até 5 bicos, distribuídos de maneira que todos os grãos recebam o inseticida. Também devem ser colocados tombadores sobre a correia transportadora para que as sementes sejam misturadas quando estiverem passando sob a barra de pulverização. Durante esse processo, devem ser verificadas a vazão dos bicos e a da correia transportadora. Se houver necessidade, deve-se fazer o ajuste de acordo com as doses de inseticidas e de calda por tonelada de sementes.

Os bicos de pulverização devem sofrer inspeção periódica devido a possibilidade de entupimento ou mal funcionamento que pode afetar significativamente a uniformidade de aplicação assim como o volume de calda que deverá ser aplicado. Para se calcular qual a vazão necessária em cada bico, podemos empregar a equação a seguir (Equação 9):

$$\text{Vazão (bico min}^{-1}\text{)} = \text{Volume de calda (ml min}^{-1}\text{)} \times \text{capacidade de transporte da correia (t h}^{-1}\text{)} / (60 \text{ min} \times \text{número de bicos)}$$

(Equação 9)

Um exemplo para simulação do cálculo da vazão pode auxiliar na escolha dos bicos mais adequados. Considerando os dados a seguir de volume de calda desejado de 1.500 ml min<sup>-1</sup>, capacidade de transporte da correia de 200 t h<sup>-1</sup> e considerando três bicos instalados para aplicação do inseticida. Utilizando a fórmula obtêm-se vazão de 1.666,7 ml bico<sup>-1</sup>. Assim, deve-se optar por um bico que apresente capacidade de aplicação do volume desejado por minuto. Para verificar a calibração dos bicos, deve-se medir o volume aplicado utilizando uma proveta graduada e coletar a calda aplicada durante 30 segundos, por pelo menos três vezes (três repetições).

Para verificar se o conjunto de pulverização está aplicando a dosagem correta preconizada pelos fabricantes dos inseticidas, pode-se utilizar a seguinte equação (Equação 10):

**$Dosagem\ de\ inseticida\ aplicada\ (ml\ t^{-1}) = (vaz\tilde{a}o\ total\ dos\ bicos\ x\ dosagem\ de\ inseticida\ desejada\ t^{-1}) / [capacidade\ de\ transporte\ da\ correia\ (t\ min^{-1})\ x\ volume\ de\ calda\ t^{-1}]$**  (Equação 10)

Utilizando como exemplo vazão dos 3 bicos de 2.500 ml min<sup>-1</sup>, dosagem de inseticida desejada de 16 ml t<sup>-1</sup>, capacidade de transporte da correia de 2,5 t min<sup>-1</sup> e volume da calda por tonelada de 1.000 ml, obtm-se exatamente 16 ml t<sup>-1</sup>. Assim, observa-se que o conjunto de pulverizao está aplicando a dosagem preconizada pelo fabricante do inseticida.

Para o cálculo do volume de inseticida que será utilizado para mistura no tanque de pulverizao, pode-se utilizar a seguinte equao (Equao 11):

**$Volume\ de\ inseticida\ no\ tanque = [capacidade\ do\ tanque\ (ml)\ x\ dosagem\ de\ inseticida\ t^{-1}] / volume\ de\ calda\ por\ tonelada\ (ml\ t^{-1})$**  (Equao 11)

Em um exemplo hipotético desejando aplicar 1,5 litro (1.500 ml) de calda, com 20 ml de inseticida por tonelada de gráos e considerando um tanque de pulverizao com capacidade de 300 litros, obtm-se que o volume de inseticida necessário no tanque para os dados acima  de 4.000 ml ou 4,0 litros de inseticida.

Para pulverizao protetora dos gros na correia antes do armazenamento, recomenda-se a dosagem de 1,0 a 2,0 litros de calda por tonelada, a ser pulverizada sobre os gráos, e uso dos inseticidas pirimifós-metlico, fenitrotiona, deltametrina ou bifentrina (Tabela 3), de acordo com a espécie-praga. Não se deve realizar tratamento via líquida na correia transportadora, caso exista infestao de qualquer praga, pois poderá resultar em falhas de controle e início de problema de resistência das pragas aos inseticidas.

Os inseticidas indicados são deltametrina e bifentrina, para controle de *R. dominica*, e pirimifós-metll, para *S. oryzae* e para *S. zeamais*. Para as demais pragas, geralmente se obtm elevada eficácia usando-se um dos inseticidas indicados na Tabela 3, salientando-se que são poucos trabalhos existentes na literatura que tratam da eficácia de inseticidas sobre outras espécies-pragas, uma vez que, normalmente, não são alvo direto de controle. Detalhes sobre os inseticidas citados, como doses, nomes comerciais, intervalo de segurança, entre outros, podem ser obtidos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Inseticidas químicos de contato utilizados na proteo de gráos e sementes de milho armazenado.

Comercial	Inseticidas		Intervalo de Segurança (dias)	Concentrao (g/litro ou kg)	Aplicao direta nos grãos (doses/1000 kg)		Aplicao em instalaes e sacarias (doses/100 m <sup>2</sup> )	
	Princípio ativo	Dose i.a. (g t <sup>-1</sup> )			Grãos	Sementes	Sacarias	Instalaes
K-Obiol 25 EC <sup>1</sup>	Deltametrina	0,35-0,50	30	25,0	14-20 ml	40-80 ml	53-80 ml	53-80 ml
K-Obiol 2P <sup>1</sup>	Deltametrina	00,2	30	2,0	250-500 g	500-1.000 g	-	-
Actellic 500 EC <sup>2</sup>	Pirimifs-metlico	4,0-8,0	30	500,0	8-16 ml	-	50 ml	100-200 ml
Actelliclambda <sup>3</sup>	Lambdacialotrina	0,35-0,50	30	50,0	7-10 ml	-	-	-
Prostore 25 CE <sup>4</sup>	Bifentrina	0,40	30	25,0	16 ml	-	-	-
Piredan <sup>2</sup>	Permetrina	4,03	60	384,0	10,5 ml	-	-	-
Pounce 384 EC <sup>1</sup>	Permetrina	4,0	60	384,0	10,5 ml	-	-	-
Starion <sup>4</sup>	Bifentrina	0,40	30	25,0	16 ml	-	-	-

Insecto <sup>4</sup>	Terra de diatomácea	-	-	867,0	1.000 g	-	-	500-1.000 g
Keepdry	Terra de diatomácea	-	-	860,0	1.000 g	-	-	-

<sup>1</sup> Recomendado para *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitotroga cerealella* em milho armazenado.

<sup>2</sup> Recomendado para *Sitophilus zeamais* e *Sitotroga cerealella* em milho armazenado.

<sup>3</sup> Recomendado para *Rhyzopertha dominica* em milho armazenado.

<sup>4</sup> Recomendado para *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em milho armazenado.

Fonte: AGROFIT (1998) e ANDREI (2009).

Os inseticidas químicos protetores também podem ser utilizados para aplicações na superfície da massa de grãos em silos e armazéns graneleiros e também em blocos de sacaria, em armazéns convencionais e sementeiros. Esta prática constitui uma medida complementar, quando se conclui o tratamento preventivo na esteira de transporte ou, ainda, após a realização de expurgos à base de fosfina, a fim de evitar a reinfestação dos produtos estocados.

As pulverizações de superfície devem ser renovadas quando da limpeza das instalações. A limpeza das instalações e maquinários deve ser realizada antes da aplicação protetora ou a cada 60 dias, principalmente nas regiões e nas épocas mais quentes do ano, quando a atividade dos insetos é mais intensa. Também nos armazéns convencionais e/ou sementeiros, as aplicações de superfície nas pilhas e blocos de produtos ensacados, oferecem excelentes resultados.

O tratamento espacial das instalações e maquinários também pode ser realizado com termonebulizadores. O tratamento espacial com auxílio de termonebulizadores tem como grande mérito, a eliminação dos insetos adultos nos locais inacessíveis à ação dos pulverizadores, como vigamentos e estruturas do telhado e passarelas, por exemplo. Este tipo de aplicação é indicado no combate às traças, como *S. cerealella*, *P. interpunctela*, *E. kuehniella*, *E. elutella* e *Corcyra cephalonica*.

A operação de termonebulização é realizada com um gerador de neblina, ou seja, com um termonebulizador, utilizando as dosagens recomendadas pelos fabricantes de inseticidas com adição de óleo mineral. Antes da aplicação é necessário proceder a cubagem do ambiente que será nebulizado, determinando o volume do local em metros cúbicos. O uso de óleo diesel não é recomendado devido ao risco de explosão. O volume de um litro de calda inseticida é suficiente para aplicação em aproximadamente 4.000 m<sup>3</sup> de armazém.

### Recomendações gerais para o controle químico com inseticidas protetores

Algumas recomendações básicas devem ser observadas quando do uso de inseticidas protetores em grãos e sementes armazenadas. Tais observações podem afetar diretamente a eficiência dos inseticidas, reduzindo as possibilidades de ocorrência de falhas de controle, contaminação ambiental e exposição e contaminação dos operadores que trabalham com a aplicação destes inseticidas.

- O uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) é obrigatório, e deverão ser compostos de um macacão de mangas compridas, chapéu de aba larga, luvas impermeáveis, botas, avental impermeável e máscara apropriada.
- Os grãos de milho só devem receber aplicação de inseticidas após passar por limpeza e secagem.
- Lotes de grãos de milho que apresentem infestação visível não devem ser tratados com inseticidas protetores, e devem ser expurgados previamente a aplicação de inseticida protetor.

- A aplicação de inseticidas protetores deve ser realizada com os grãos de milho em temperatura ambiente. Não deve ser efetuado o tratamento preventivo de grãos recém saídos do secador. A temperatura dos grãos é fonte de degradação dos inseticidas, interferindo na sua eficiência no controle das infestações. O calor remanescente nos grãos, provenientes da secagem, podem gerar condensação da umidade e contribuir para o desenvolvimento de fungos.
- O equipamento de aplicação (pulverizador) deve sofrer manutenção periódica e o volume de calda do tanque deve ser monitorado. A calda inseticida deve ser preparada imediatamente antes do uso e no mesmo dia. Não é recomendado preparar calda com antecedência para aplicações a serem efetuadas no dia seguinte, por exemplo.

## Fumigação ou Expurgo (Tratamento curativo)

A fumigação ou expurgo é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em sementes e grãos armazenados mediante uso de gás. Deve ser realizada sempre que houver infestação, seja em produto recém-colhido infestado na lavoura ou mesmo após um período de armazenamento em que houve infestação no armazém. Esse processo pode ser realizado nos mais diferentes locais, desde que seja observada a perfeita vedação do local a ser expurgado e as normas de segurança para os produtos em uso. Assim, pode ser realizado em pilhas de sacos (lotes), silos de concreto e metálico, em armazéns graneleiros, em tulhas, em vagões de trem, em porões de navios, em câmaras de expurgo, entre outros, observando-se sempre o período de exposição e a hermeticidade do local. O gás introduzido no interior da câmara de expurgo deve ficar nesse ambiente em concentração letal para as pragas. Por isso, qualquer saída ou entrada de ar deve ser vedada, sempre com materiais apropriados, como lona de expurgo. Para lotes de sementes ensacadas, é essencial a colocação de pesos ao redor das pilhas, sobre lonas de expurgo, para garantir vedação.

O inseticida indicado para expurgo, pela eficácia, facilidade de uso, segurança de aplicação e versatilidade, é a fosfina (Tabela 4), independentemente da apresentação comercial. No entanto, é importante lembrar que já foram detectadas raças de pragas resistentes a esse fumigante. A fosfina é oferecida comercialmente sob dois diferentes princípios ativos, como fosfeto de alumínio (AIP) e como fosfeto de magnésio (Mg3P2). O fosfeto de magnésio reage mais rapidamente com a umidade do ar ambiente (20% mais rápido) em relação ao fosfeto de alumínio, que é menos higroscópico que o fosfeto de magnésio. Sob temperaturas moderadas e baixa umidade, a completa decomposição pode requerer cinco dias ou mais. Esta reação começa lentamente e vai se acelerando gradualmente, até a completa reação do fosfeto de alumínio ou de magnésio. Cada grama de fosfeto de alumínio ou de magnésio libera um terço de seu peso em fosfina (PH3).

As duas formulações são oferecidas em diferentes formas e embalagens, compreendendo os comprimidos de 0,6 g, diâmetro de 9 mm e superfície esférica; as pastilhas de 3,0 g, diâmetro de 16 mm e superfície esférica; e os sachês compostos por saquinhos permeáveis com 34,0 g de produto na forma de pó seco (Tabela 4).

A fosfina oferece vantagens na sua aplicação para o controle de insetos como a liberação gradual do gás, conferindo maior segurança para o aplicador, facilidade de dosar e aplicar, evitando erros de aplicação, economia de mão de obra na aplicação, não deixa pó residual após o expurgo (em forma de sachês), o gás apresenta densidade similar a densidade do ar, facilitando sua distribuição uniforme no volume expurgado, é de fácil transporte, não afeta a viabilidade de sementes e pode ser gerada in situ pela reação da formulação com a umidade do ar ambiente.

**Tabela 4.** Inseticidas indicados para tratamento curativo (expurgo) de sementes e grãos de milho armazenados.

Nome comercial	Dose (i.a.) (g m <sup>-3</sup> )	Concentração (g i.a. kg <sup>-1</sup> )	Dose comercial (g m <sup>-3</sup> )	Apresentação	Ingrediente ativo	Intervalo de segurança
----------------	-------------------------------------	--	--	--------------	-------------------	------------------------

Gastoxin <sup>1</sup>	2,0	570,0	6,0	pastilhas (3 g), comprimidos (0,6 g) e sache (34 g)	Fosfeto de alumínio	4 dias
Gastoxin-B 57 <sup>2</sup>	2,0	570,0	6,0	pastilhas (3 g), comprimidos (0,6 g) e sache (34 g)	Fosfeto de alumínio	4 dias
Phostek <sup>2</sup>	2,0	570,0	6,0	pastilhas (3 g), comprimidos (0,6 g) e sache (34 g)	Fosfeto de alumínio	4 dias
Fermag <sup>3</sup>	2,0	333,3	6,0	pastilhas (3 g), comprimidos (0,6 g)	Fosfeto de alumínio	4 dias
Fertox <sup>3</sup>	2,0	560,0	6,0	pastilhas (3 g), comprimidos (0,6 g) e sache (34 g)	Fosfeto de alumínio	4 dias
Phostoxin <sup>4</sup>	2,0	560,0	6,0	pastilhas (3 g), comprimidos (0,6 g) e sache (34 g)	Fosfeto de alumínio	4 dias

<sup>1</sup> Registrado para *Cathartus quadricolis*, *Laemophloeus minutus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tenebroides mauritanicus*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus zeamais*, *Sitotroga cerealella* e *Plodia interpunctella* em milho armazenado.

<sup>2</sup> Registrado para *Laemophloeus minutus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tenebroides mauritanicus*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Sitotroga cerealella* e *Plodia interpunctella* em milho armazenado.

<sup>3</sup> Registrado para *Tribolium castaneum*, *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae* e *Sitotroga cerealella* em milho armazenado.

<sup>4</sup> Registrado para *Sitophilus zeamais* e *Sitotroga cerealella* em milho armazenado.

Fonte: AGROFIT (1998) e ANDREI (2009).

Por outro lado, a fosfina oferece algumas desvantagens para sua aplicação para o controle de insetos, como a necessidade de ambientes herméticos para o sucesso do expurgo, o elevado período de exposição requerido, que varia de 96 a 288 horas, desenvolvimento de resistência pelos insetos, a geração de resíduos dos comprimidos e das pastilhas, que devem ser recolhidos após a fumigação, perigo de autoignição que pode existir no caso de uma alta concentração de fosfina (acima de 27,1 g m<sup>-3</sup>) e problemas de corrosão a metais, como ferro e cobre.

A temperatura e a umidade relativa do ar no armazém a ser expurgado, para uso de fosfina, são de extrema importância, pois determinarão a eficiência do expurgo. O tempo mínimo de exposição das pragas à fosfina deve ser de 168 horas para temperatura superior a 10 °C. Abaixo de 10 °C, não é aconselhável usar fosfina em pastilhas, pois a liberação do gás será prejudicada, afetando o expurgo. Quanto à umidade relativa do ar, deve-se observar que no intervalo de 168 horas seja superior a 25%, desaconselhando-se o expurgo com umidade inferior a 25%. Deve-se associar temperatura com umidade relativa do ar para definir o período de exposição, prevalecendo sempre o fator mais limitante dos dois.

Para o expurgo do milho em espigas com palha, a quantidade recomendada de fosfina é de 10 pastilhas de 0,6 gramas para 15 sacos ou 2 comprimidos de 3 gramas para a mesma quantidade de milho. Para o expurgo de grãos a granel e em sacaria (em sacos de 60 quilos) recomenda-se 2 pastilhas de 3 g m<sup>-3</sup> ou 10 comprimidos de 0,6 g m<sup>-3</sup>, ou ainda 1 sache de 34 g 6 m<sup>-3</sup> (Tabela 4). Recomenda-se ainda que a dosagem seja calculada sempre em função do volume (m<sup>3</sup>) do total a ser ocupado, considerando que o milho possui densidade aparente média de 750 kg m<sup>-3</sup>. O período de exposição dos grãos ao gás fosfina também é de extrema importância para o sucesso do expurgo. Sendo assim, recomenda-se período de exposição, para temperaturas acima de 25 °C, variando de 96 horas para sementes, 120 horas para sacarias, 240 horas para silos metálicos e porões de navios e 280 horas para graneleiros horizontais. Para temperaturas entre 15 °C a 25 °C, recomenda-se prolongar o tempo de exposição em 20% para sacaria, silos metálicos e graneleiros horizontais, exceto para sementes.

**COMO FAZER O EXPURGO:** Para o expurgo do milho, tanto em espigas com palha, sem palha, grãos ensacados ou a granel, o agricultor deve dispor de lona grande, apropriada à operação de expurgo, como as de PVC ou polietileno, com espessura mínima de 150 microns, sem furos, que permita a cobertura do milho com sobra, em todas as laterais, de 20 a 30 cm no mínimo. O local do expurgo deve ser plano, preferencialmente com piso de cimento. Dar preferência a local coberto, para proteção contra a chuva e umidade.

## PROCEDIMENTOS:

1. Pesar ou cubar (determinar o volume) o milho no local do expurgo.
2. Cobrir com a lona, de modo a sobrar, no mínimo, 20 cm a 30 cm em todas as laterais (Figura 18).
3. Fechar as partes laterais da lona com “cobras de areia” ou material pesado, para não permitir a saída de ar (Figura 19). Deixar duas aberturas pequenas nos cantos, em lados opostos.
4. Colocar a fosfina em comprimidos ou pastilhas, de acordo com a quantidade de milho nos dois cantos abertos (Figura 20).
5. Imediatamente após a colocação da fosfina, fechar os cantos abertos com as “cobras de areia”, justapostas para evitar vazamento do gás (Figura 21).
6. Deixar coberto durante o período de exposição recomendado para cada finalidade de produto, para que o expurgo seja efetuado com eficiência.
7. Por medida de segurança, usar o milho de três a quatro dias após o expurgo.
8. O uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) é obrigatório. Deve-se utilizar máscara própria para gases e luvas protetoras para fazer o expurgo e repeti-lo a cada três meses ou quando verificar infestação na massa de grãos.

Foto: [Alexandre Esteves Neves](#)



**Figura 18.** Cobertura das sacarias com lona plástica apropriada.

Foto: Alexandre Esteves Neves



**Figura 19.** Cobertura das laterais da lona com “cobras de areia”.

Foto: Alexandre Esteves Neves



**Figura 20.** Aplicação de comprimidos ou pastilhas de fosfina nos cantos abertos da lona plástica.

Foto: Alexandre Esteves Neves



**Figura 21.** Detalhe da colocação das “cobras de areia” de forma justaposta para evitar o vazamento do gás fumigante.

### **Inseticida natural à base de terra de diatomáceas (Tratamento preventivo)**

Métodos alternativos de controle estão sendo enfatizados, a fim de reduzir o uso de produtos químicos, diminuir o potencial de exposição humana e reduzir a velocidade e o desenvolvimento de resistência de pragas a inseticidas. Recentemente disponibilizados no mercado, os pós inertes à base de terra de diatomáceas constituem uma alternativa para o produtor controlar as pragas durante o armazenamento, por meio do tratamento preventivo dos grãos.

O pó inerte à base de terra de diatomáceas é proveniente de fósseis de algas diatomáceas, que possuem naturalmente fina camada de sílica, e podem ser de origem marinha ou de água doce. O preparo da terra de diatomáceas para uso comercial é feito por extração, secagem e moagem do material fóssil, o qual resulta em pó seco, de fina granulometria. No Brasil, apenas dois produtos comerciais, Insecto® e Keepdry®, à base de terra de diatomáceas, estão registrados como inseticidas e são recomendados para controle de pragas no armazenamento de sementes e de grãos.

O tamanho reduzido do corpo dos insetos e seus apêndices longos e delgados resultam em área de grande superfície de evaporação por unidade de volume. Sabe-se que os insetos morrem quando perdem cerca de 30% de seu peso total ou 60% do teor corpóreo de água e que estes são protegidos da

desidratação por uma barreira lipídica epicuticular com espessura média de 0,25  $\mu\text{m}$ . Em virtude dos insetos de produtos armazenados viverem em ambientes cujas condições são muito secas, a conservação de água é crucial para sua sobrevivência.

O pó inerte adere à epicutícula dos insetos por carga eletrostática, levando à desidratação corporal, em consequência da ação de adsorção de ceras da camada lipídica pelos cristais de sílica ou de abrasão da cutícula ou de ambas. Quando as moléculas de cera da camada superficial são adsorvidas pelas partículas de sílica, ocorre o rompimento da camada lipídica protetora, o que permite a evaporação dos líquidos do corpo do inseto.

A atividade inseticida do pó inerte, entretanto, pode ser afetada pela mobilidade dos insetos, pelo número e distribuição de pêlos na cutícula, pelas diferenças quantitativas e qualitativas nos lipídios cuticulares das diferentes espécies de insetos, pelo tempo de exposição e pela umidade relativa do ar, fatores que influenciam a taxa de perda de água, afetando conseqüentemente a eficiência dos pós inertes.

Pesquisas demonstraram que, a terra de diatomáceas pode ser usada diretamente na semente, polvilhando-a no momento imediatamente anterior ao ensaque. A dose empregada é de 1-2 kg de terra de diatomáceas por tonelada de semente (Tabela 2). Esse tratamento é realizado com auxílio de uma máquina desenvolvida especificamente para aplicação do produto, a qual proporciona mistura homogênea do produto com a semente, o que é fundamental para o sucesso do controle de pragas. O produto também pode ser usado para o tratamento de estruturas de armazenamento de grãos e sementes, polvilhando-se as paredes na dose 20 g  $\text{m}^{-2}$  para evitar a infestação externa de pragas.

O tratamento de sementes e/ou grãos com terra de diatomáceas possui algumas vantagens em relação aos demais tratamentos, tais como: a) Controle das diversas pragas que atacam sementes armazenadas; b) Longo efeito residual; c) Segurança para os operadores manusearem o produto, pois é de origem natural; d) Controle de populações de pragas resistentes aos inseticidas químicos e não promove a resistência em insetos.

Trata-se de produto seguro para o usuário e de efeito inseticida duradouro, pois não perde eficácia ao longo do tempo. O uso de pós inertes à base de terra de diatomáceas para controlar pragas em sementes e grãos armazenados é um avanço substancial no setor, pois vem ao encontro das exigências dos usuários por produtos eficientes e que respeitem a saúde das pessoas e o ambiente.

## Controle físico

O controle físico foi um dos primeiros métodos empregados para controlar insetos de produtos armazenados. No entanto, sua utilização foi deixada de lado com a introdução dos inseticidas sintéticos. Este método de controle é uma manipulação do meio físico sobre a população de insetos, diminuindo, eliminando ou reduzindo estas pragas. Os parâmetros físicos referem-se à temperatura, umidade relativa, teor de umidade dos grãos, estruturas que contêm os produtos (silos, graneleiros e armazéns) e pressão no produto (compressão e impacto). Os gases também são componentes do meio físico, mas são considerados agentes de controle químico, classificados como fumigantes.

A limpeza e higienização dos silos e armazéns, depósitos, máquinas, equipamentos, passarelas, poços dos elevadores e demais estruturas nas unidades armazenadoras são absolutamente essenciais e representam um altíssimo percentual no sucesso de um perfeito controle de insetos, fungos e ácaros. Condições de limpeza inadequadas tanto no interior como em torno das unidades armazenadoras, devem ser evitadas a qualquer custo. Para se obter êxito pleno na preparação da nova safra, seria ideal que todo o remanescente de produtos da safra anterior fosse retirado, com o objetivo de eliminar a mais remota possibilidade de existência de focos de infestação. Esses detritos nunca devem ser simplesmente amontoados nas proximidades e sim, queimados de forma controlada, compostados ou enterrados. O uso de ar comprimido e de aspiradores pneumáticos pode contribuir bastante para o bom êxito das operações de limpeza. Após o processo de limpeza, é necessário o tratamento periódico de toda a estrutura armazenadora, com inseticidas protetores de longa duração, para evitar reinfestações de insetos.

A temperatura da massa de grãos é afetada por vários fatores, os quais podem ser controlados ou modificados para maximizar o controle físico das pragas de grãos armazenados (Tabela 5). A temperatura ótima para a fecundidade e o desenvolvimento dos insetos de produtos armazenados está entre 25 °C e 33 °C. À baixa temperatura, a fecundidade é reduzida e os insetos desenvolvem-se mais lentamente. Uma maneira eficaz de controle da temperatura da massa de grãos é feita pela aeração. O processo de aeração força o movimento do ar, em condições próximas ao ambiente, pelos grãos armazenados para trazê-los para uma temperatura uniforme, próxima da temperatura do ar ambiente. A aeração normalmente tem pouco efeito no conteúdo de água dos grãos armazenados, porque a quantidade de ar requerida para modificar a temperatura do grão é muito menor que a necessária para diminuir o teor de água do grão.

O efeito da aeração na massa de grãos pode ser mais bem compreendido se considerar a massa de grãos como um ecossistema onde os grãos, a microflora e os insetos são seus principais componentes bióticos; e o ar intergranular, as impurezas e matérias estranhas são os seus principais componentes abióticos. A interação entre esses componentes é afetada pelas condições ambiente, podendo causar a deterioração dos grãos. A aeração tem como principal objetivo modificar o microclima, tornando-o desfavorável ao desenvolvimento de organismos nocivos que atacam os grãos armazenados e, ao mesmo tempo, criar condições favoráveis para a preservação da qualidade dos grãos durante o período de armazenamento.

**Tabela 5.** Resposta dos insetos a temperaturas extremas.

Faixas	Temperatura (°C)	Efeito
Letal	50-60 45	Morte em Minutos Morte em horas
Sub-ótima	35 33-35	Interrompe o desenvolvimento Desenvolvimento lento
Ótima	25-33	Taxa máxima de desenvolvimento
Sub-ótima	13-25 13-20	Desenvolvimento lento Interrompe o desenvolvimento
Letal	5 -10 a 5	Morte em dias (aclimatado), interrompe o movimento Morte em semanas a meses (aclimatado)

Fonte: LOECK (2002).

## Consequências do ataque de insetos

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

### 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. A esses índices de carunchamento corresponderam reduções no peso de 3,1%, 10,4% e 14,3%. 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 e/ou pela traça, há um correspondente de perda de peso, o qual varia, 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; OLIVEIRA, 1991). Mais informações sobre método para estimar o percentual de redução de peso em um lote de grãos podem ser obtidas na publicação disponibilizada na página da Embrapa Milho e Sorgo: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30659/1/ct-6.pdf>

## 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. Todas as fases de desenvolvimento do caruncho (gorgulho) do milho, *S. zeamais*, causaram redução significativa na germinação, sendo a redução em função da idade do inseto no interior da semente (SANTOS et al., 1990).

Estudos apontam que 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% (SANTOS et al., 1990).

## Perda do valor nutritivo

A infestação por insetos-praga pode reduzir o valor nutritivo do milho durante o armazenamento. 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 proteico 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.

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 73,70 g, sendo que essa quantidade garantiu um ganho de peso de 4,58 g, 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 (46,71 g) e provocou uma redução de 1,442 g, ou seja, 31%, no peso inicial dos ratos.

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 digestibilidade da dieta da qual fez parte o milho de pior qualidade. 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.

Em outra pesquisa, 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 do grão de milho passou de 78,47% para 33,30%. 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.

## **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, definidos através de padrões pré-fixados representados por tipos de valores decrescentes. A classificação do milho é feita com base em normas ditadas pela Portaria nº 845 de 08/11/1976 e portaria SDR nº 11 de 12/04/1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Seu objetivo é determinar a qualidade do produto, garantindo a comercialização por preço justo. Assim, paga-se mais por um produto de melhor qualidade e penaliza-se o de qualidade inferior.

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 AP.

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.

No sudoeste Paranaense, frequentemente 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 acima de 18% de umidade.

Estudos foram realizados 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. Observou-se que em apenas 13% das propriedades o milho foi classificado como Tipo 1. Apresentou Tipo 2 também em outros 13% das propriedades. Entretanto, observou-se 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 se somar 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 CLASPAR, órgão da Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná na época, que realizou 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.

## **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.

## 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 22). Os fungos são propagados por esporos, que têm nos insetos-pragas de grãos um dos principais agentes disseminadores.

Foto: Fabrício Eustáquio Lanza



**Figura 22.** Espigas e grãos colonizados por 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 °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 e água, 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.

Pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo demonstraram que o controle dos 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. Estudos da Embrapa Milho e Sorgo avaliam cultivares de milho quanto a resistência a grãos ardidos ([http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2010/circular/Circ\\_154.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2010/circular/Circ_154.pdf))

## 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.

## Influência da cultivar na qualidade dos grãos

De modo geral, as cultivares que produzem grãos 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.

## 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.

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.

## **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.

## **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.

### **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 (Tabela 6). 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 em relação às condições do ar intergranular. 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.

### **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 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 conseqüente perda de peso podem ser observadas na Tabela 6. 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 5,4 t. 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 0,2 t. 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.

**Tabela 6.** Influência do resfriamento na perda de matéria seca, considerando 1.000t de milho a 15% de umidade e tempo de armazenamento de 30 dias.

Condições ambientais	Temperatura	Perda de matéria seca (%)
Temperatura ambiente alta	35 °C	0,54 (=5,4 t.)
Temperatura ambiente baixa	25 °C	0,12 (=1,2 t.)
Grãos resfriados	10 °C	0,02 (=0,2 t.)

Fonte: HEINRICH (1989). Dados para regiões de clima temperado.

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 °C 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 °C 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 7. 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. 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 °C 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 °C 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 7. 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.

**Tabela 7.** Tempo de duração, ou intervalo necessário para novo resfriamento para garantir a qualidade do milho, a partir de uma refrigeração inicial de 10 °C.

Teor de umidade do grão (%)

Tempo até novo resfriamento

12,0-15,0	Aproximadamente 8 a 12 meses
15,5-17,5	Aproximadamente 6 a 10 meses
17,5-18,5	Aproximadamente 4 a 6 meses
18,5-20,0	Aproximadamente 1 a 4 meses
20,0-23,0	Aproximadamente 2 a 8 semanas

---

Fonte: HEINRICH (1989).

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.

## 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.

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.
- a 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, pirimifós-metílico e bifentrina, 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. Esta fumaça, de baixa densidade, carrega as

micropartículas de inseticida para os pontos mais altos da unidade armazenadora, onde normalmente não são atingidos por pulverização. Este 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.

## Formas de armazenamento e recomendações para reduções de perdas

Os insetos-pragas e fungos 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.

### 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, geralmente, 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 nestas 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.

### Silagem de grãos úmidos

A silagem de milho preparada com grão úmido, cujo teor de umidade deve estar entre 30 e 35%, é uma técnica diferente da silagem feita a partir da planta inteira picada. Neste 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.

### Armazenamento a granel

O armazenamento de milho a granel, em estruturas com sistemas de termometria e aeração forçada, é o método que permite 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. Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo introduziram modificações (cobertura com laje pré-fabricada) em um silo de alvenaria que viabiliza o armazenamento de 100 a 200 toneladas de milho a granel, em fazendas, 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 está na possibilidade de se armazenar o milho colhido com 13 a 14% de umidade, completar a secagem com aeração natural e fazer o expurgo após os silos terem sido carregados e quando for observada infestação por insetos-praga. Alguns modelos de silo para armazenamento a granel podem ser obtidos no endereço: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/comtec/cot181.pdf>

O expurgo com fosfina, na dose recomendada (Tabela 4), é um método de comprovada eficiência para se controlar os insetos no milho armazenado a granel. Recomenda-se, a partir de resultados de pesquisas, que a operação de expurgo no armazenamento do milho a granel deve ser repetida a cada três meses. A aplicação de inseticida aos grãos, seguindo-se as doses recomendadas na Tabela 2, também garante o controle dos insetos.

### Armazenamento em sacaria

O armazenamento de milho em sacaria, em armazéns convencionais, pode ser empregado com sucesso, desde que as estruturas 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 2 e 3. Nesse tipo de armazenamento, as perdas que ocorrem devido ao ataque de insetos podem ser minimizadas, porque os métodos para seu controle são eficientes.

### Armazenamento hermético

O armazenamento em ambiente hermético é também uma alternativa não química para o armazenamento de grãos secos a granel. Neste 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 sobrevivem e os fungos não se multiplicam e, portanto, não haverá nenhum dano aos grãos durante todo o período de armazenagem. O mercado hoje oferece um produto chamado "SILO BAG®" que é constituído de uma máquina para transporte de grãos e uma bolsa plástica que fecha muito bem, criando um ambiente hermético.

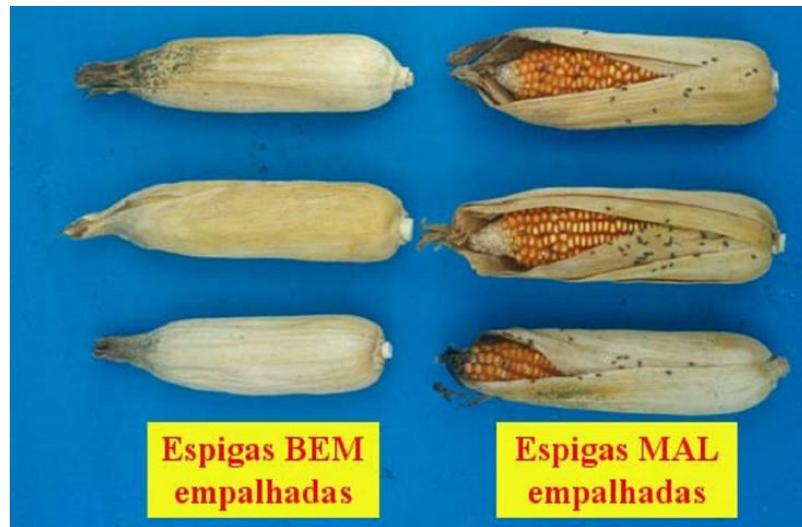
### Armazenamento em espigas

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*, *Sitophilus oryzae* e *Sitotroga cerealella* provocam perdas que atingem até 15% (SANTOS et al., 1983) do peso. Essas pragas comprometem, ainda, a qualidade nutritiva do milho.

O armazenamento de milho em espigas sempre foi adotado 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 23) da espiga atua como uma proteção natural dos grãos contra as pragas enquanto que o mal empalhamento favorece o ataque de pragas (Figura 24).

Foto: Jamilton Pereira dos Santos



**Figura 23.** Proteção grãos pela cobertura da espiga.

Foto: Simone Martins Mendes



**Figura 24.** Danos por pragas em espigas mal empalhadas.

Como desvantagens do armazenamento em espigas, podem-se citar:

- Maior dificuldade de controle dos insetos.
- Maior espaço requerido para armazenamento, devido ao maior volume estocado.
- Aumento da mão de obra para manuseio no momento da utilização.

O expurgo com fosfina, sob lonas plásticas, 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 tábua, de tela ou de madeira roliça, 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 modelos de paióis que permitem realizar a fumigação após o armazenamento.

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.

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 25) surgiu, 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 através de 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;

Foto: Jamilton Pereira dos Santos



**Figura 25.** Paiol Balaio de Milho.

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 publicado pela Embrapa Milho e Sorgo (SANTOS, 2008). Maiores informações sobre a construção e uso do paiol "Balaio de Milho" estão disponíveis no endereço: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/circular/Circ\\_99.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/circular/Circ_99.pdf)

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 avaliada a eficiência do inseticida piretroide deltametrina (0,2%) na formulação em pó no controle de insetos-pragas de milho armazenado em espigas (Figura 26). Resultados obtidos em pesquisas conduzidas em Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, indicaram que o uso do deltametrina (0,2%) na formulação em pó, reduziu o dano médio por insetos em aproximadamente quatro vezes.

Foto: Simone Martins Mendes



**Figura 26.** Espigas de milho polvilhadas com inseticida em pó para proteção do milho no paiol.

**Autores deste tópico:** Evandro Chartuni Mantovani, Irineu Lorini, Jamilton Pereira dos Santos, Marco Aurelio Guerra Pimentel, Marcos Jose de Oliveira Fonseca

## Expediente

### Embrapa Milho e Sorgo

#### Comitê de publicações

Sidney Netto Parentoni  
[Presidente](#)

Elena Charlotte Landau  
[Secretário executivo](#)

Flávia Cristina dos Santos  
Guilherme Ferreira Viana  
Eliane Aparecida Gomes  
Flávio Tardin  
Paulo Afonso Viana  
Rosângela Lacerda de Castro  
[Membros](#)

#### Corpo editorial

Israel Alexandre Pereira Filho  
[Editor\(es\) técnico\(s\)](#)

Antonio Claudio da Silva Barros  
Guilherme Ferreira Viana  
[Revisor\(es\) de texto](#)

Rosângela Lacerda de Castro  
[Normalização bibliográfica](#)

Enilda Alves Coelho  
Arnaldo Macedo Pontes  
[Editoração eletrônica](#)

### Embrapa Informação Tecnológica

Selma Lúcia Lira Beltrão  
Rúbia Maria Pereira  
[Coordenação editorial](#)

#### Corpo técnico

Cláudia Brandão Mattos (Auditora)  
Karla Ignês Corvino Silva (Analista de Sistemas)  
Talita Ferreira (Analista de Sistemas)  
[Supervisão editorial](#)

Cláudia Brandão Mattos  
Mateus Albuquerque Rocha (SEA Tecnologia)  
[Projeto gráfico](#)

### Embrapa Informática Agropecuária

Kleber Xavier Sampaio de Souza  
Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruha  
[Coordenação técnica](#)

#### Corpo técnico

Leandro Henrique Mendonça de Oliveira (Suporte operacional)  
[Publicação eletrônica](#)

Dácio Miranda Ferreira (Infraestrutura de servidor)  
[Suporte computacional](#)