

Compare os valores obtidos das perdas em sua lavoura, com os valores mostrados na coluna "Limites Aceitáveis de Perda".

Se os valores obtidos estão dentro de tais limites aceitáveis, sua colheitadeira está bem regulada e a condição de lavoura é considerada boa.

Determine a produtividade de sua lavoura, em kg/ha, durante a colheita; lance no Quadro 4, e calcule as perdas parciais e total em porcentagem. Se a perda total foi inferior a 7,0%, a colheita mecânica está dentro de limites aceitáveis.

#### REFERÊNCIA

AYRES, G. E.; BABCOCK, C.E. & HULL, D.O. Com combine field performance in Yowa. In: GRAIN damage symposium. St. Joseph, ASAE, 1972. p. 12- 28.

BIG, D.M. *Guidelines for improved machine efficiency when field shelling com.* St. Joseph, ASAE, 1970. 7 p. (Paper 70.605).

BRANDININI, A.; FINCH, E.O. & SILVA NETTO, P. de. *Termo de referência para um programa nacional de pesquisa e desenvolvimento em engenharia agrícola*; documento interno. Brasília, EMBRAPA/DTC, 1977. 68 p.

CHOWDHRY, M. *A preliminary report on corn and sorghum harvest loss and damage studies at Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil*; a consultant report to EMBRAPA/Purdue Univ./USAID. West Lafayette, s.e., 1977. 111 p.

MOREY, R.V.; ZACHARIAH, G.L. & PEART, R.M. *Optimum policies for corn harvesting.* St. Joseph, ASE, 1970. 20 p. (Paper 70.601).

NEWNAM, J.E. The weather risk during the corn harvest. *Implemento & Tractores*, 78: 21-2.

PETERSON, R.G. *Selection and economic justification of combine harvesters.* St. Joseph, ASAE, 1970. 17 p. (Paper 70.602).

PICKARD, G.E. & BATEMAN, H.P. Experiments in harvesting dwarf corn. *Agricultural engineering*, 40 (12): 732-5, 1959.

SITTERLEY, W.H. & BERE, R. The effect of weather on the days available todo selected crop operations. In: JOHNSON, N.H. & LAMP, B.J. *Influence of weather on harvesting.* Wooster, s.e., 1966. cap. 6, p. 103-4.

# Secagem e armazenamento

Renato de Alencar Fontes  
Pesquisador/CNPMS-EMBRAPA

## INTRODUÇÃO

Os grãos armazenados dependem de fatores físicos, químicos e biológicos que inter-relacionados condicionarão sua qualidade.

A variedade, o período, época e método de colheita, impurezas, método de secagem e condições de armazenamento definirão a qualidade final do produto.

A variedade influencia na qualidade final pela sua composição química e pela resistência à danificação mecânica e ao ataque de insetos.

O período e época de colheita são importantes, uma vez que grãos expostos a condições adversas de clima, após sua maturação, estão sujeitos a uma maior incidência de fungos. A incidência de pragas aumenta com o tempo de permanência do produto no campo, e o teor de umidade dos grãos na colheita relaciona-se com a danificação mecânica. O método de colheita e trilhagem, assim como a regulação das máquinas, determinarão uma maior ou menor danificação física do milho.

As impurezas do produto, fragmentos do próprio grão e materiais estranhos, como restos culturais e insetos, serão sempre foco de infestação e desenvolvimento de microorganismos que aceleram a deterioração do produto, além de dificultarem a secagem, tornando-a desuniforme.

As temperaturas de secagem podem ter efeitos significativos na qualidade dos grãos. Grãos de milho que atingem altas temperaturas durante a secagem apresentam rachaduras, quebras, descoloração, além de oferecerem dificuldades no processamento, baixa taxa de extração de amido, de óleo e baixa qualidade de proteínas.

As condições de armazenamento definirão a paralisação, continuação ou retardamento da deterioração iniciada em qualquer das fases de processamento do grão, devido a

qualquer dos agentes descritos. As principais causas de perdas qualitativas e quantitativas durante a armazenagem são fungos, insetos, roedores e ácaros.

## LIMPEZA

A operação de eliminação de materiais estranhos como palhas, restolhos, sementes de outros vegetais, insetos, terra e pó de modo geral, além de grãos quebrados ou estragados, é de grande importância antes da secagem e/ou armazenamento. A limpeza promove a redução da quantidade de umidade a ser removida, minimiza a contaminação por material estranho e fornece um produto mais uniforme para a passagem do ar de secagem e/ou aeração.

Materiais estranhos finos e leves acumulam-se sob o cano de descarga do elevador de carga em silos inibindo o fluxo natural de ar ou obstruindo o fluxo de ar da aeração forçada.

## SECAGEM

### Secagem na Planta

O método mais utilizado para a secagem de milho nas propriedades brasileiras é ainda a secagem natural na própria planta, no campo. Há grandes inconvenientes neste processo, visto que o milho permanece no campo por muito tempo além do necessário, sujeito a condições adversas de clima, ataque de fungos e insetos, além de sofrer, por ocasião da trilhagem, maiores danos mecânicos.

### Secagem em Silos

O sistema mais econômico, a nível de fazenda, para uma secagem segura é a secagem no próprio silo em que o produto será armazenado. Este sistema pode ser adequado a qualquer tamanho de propriedade.

A utilização, hoje, de fontes alternativas de energia que têm sido pesquisadas, como o álcool, energia solar, gasogênio, biogás, além da queima de restos culturais e lenha, bem como a energia elétrica e da possibilidade, em muitas regiões produtoras, de utilização das condições favoráveis do ar ambiente, põem à disposição do produtor um número elevado de opções para a instalação de um conjunto de secagem em silos. O desenvolvimento de motores de combustão interna para a utilização do álcool, gasogênio e biogás estende esta tecnologia a agricultores de qualquer região.

O sistema de secagem em silos é, normalmente, em camadas, acompanhando o desenvolvimento da colheita. As primeiras camadas do produto são geralmente colocadas com teor elevado de umidade (início da colheita), mas recebem um maior fluxo de ar uma vez que a altura da camada é pequena. As últimas camadas são colocadas com teor de umidade mais baixo (fim de colheita), sendo o fluxo de ar neste momento mais baixo pela maior altura da camada existente.

A frente de secagem deve atingir o topo da massa de grãos sem que os fungos tenham condições de desenvolvimento.

**Secagem em silos com ar natural** — Em muitas regiões, as condições climáticas na época da colheita, permitem a utilização do ar natural, sem aquecimento suplementar, para a secagem de grãos e sementes.

Neste processo, tão logo se inicie o enchimento dos silos, o ventilador deve ser ligado e assim mantido continuamente durante a noite, até que a frente de secagem atinja o topo da camada. Neste ponto, o ventilador deve ser desligado durante os períodos de alta umidade relativa para evitar reumedecimento excessivo das camadas inferiores.

Empregando-se este processo para a secagem de grãos com 20% de umidade inicial ou menos, a segurança é grande, sendo apenas comprometida pela ocorrência de longos períodos de alta umidade relativa do ar ambiente.

O dimensionamento do sistema não pode ser generalizado para todas regiões. A vazão de ar deve ser adequada ao produto, à sua utilização, teor de umidade inicial e às condições ambientais médias na época da secagem.

Segundo Villa et al, na região de Campinas-SP, a secagem com ar natural de milho industrial deve ser realizada com uma vazão de ar entre  $1,0$  e  $2,3 \text{ m}^3/\text{t}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $2,2$  e  $4,6 \text{ m}^3/\text{t}\cdot\text{min}^{-1}$  para o produto com 18% e 20% de umidade inicial, respectivamente. Na região de Ribeirão Preto-SP, podem-se usar com segurança, para as piores condições,  $2 \text{ m}^3/\text{t}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $3 \text{ m}^3/\text{t}\cdot\text{min}^{-1}$  para, respectivamente, milho industrial com teores de umidade iniciais de 18% e 20%, segundo os autores.

**Secagem em silo com ar aquecido** — A secagem com ar aquecido envolve, além do silo e ventilador, um dispositivo para o aquecimento do ar.

A pesquisa tem mostrado a viabilidade de utilização de fontes alternativas de energia, tanto para a movimentação dos ventiladores, como para o aquecimento do ar de secagem. Para a secagem em silos, a utilização de ar aquecido, até  $10^\circ\text{C}$  acima da temperatura ambiente, tem mostrado ser de larga aplicação.

Dentre as fontes opcionais de energia para o aquecimento do ar, a energia solar aparece com grande possibilidade

de emprego, dependendo apenas das condições climáticas locais na época da secagem, podendo seu emprego estender-se às propriedades agrícolas e aos grandes sistemas de secagem.

A construção de coletores solares simples, com o aproveitamento, às vezes, de materiais existentes na propriedade e utilização de mão-de-obra não especializada pode tornar o processo bastante vantajoso economicamente.

A Figura 1 mostra um coletor solar de construção bastante simples, cuja eficiência tem sido comprovada em diversos Centros de Pesquisa.

Na secagem em silo com ar aquecido, ocorre, geralmente, supersecagem das camadas mais próximas da entrada de ar. Contudo, este problema pode ser satisfatoriamente resolvido com a ventilação noturna, com ar natural, em geral mais frio e úmido, que, além de reduzir e homogeneizar a temperatura da massa de grãos, reduz o gradiente de umidade estabelecido.

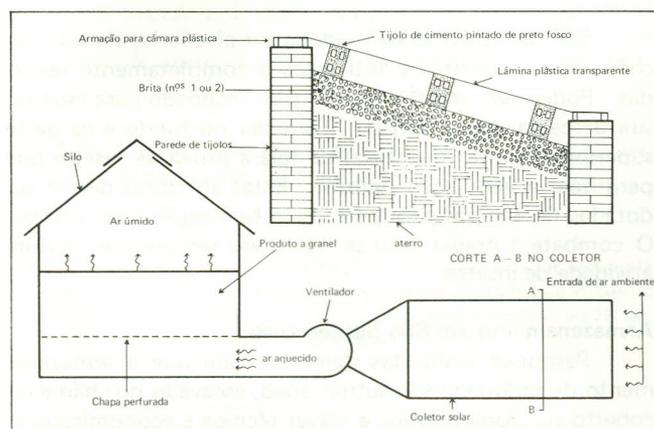


Fig. 1 — Ligação coletor/ventilador/silo

### Secadores Contínuos

O emprego de secadores contínuos, utilizando altas temperaturas e desenhados para o processamento de grande quantidade de grãos, em pouco tempo, difundiu-se rapidamente no Brasil. O ar é, normalmente, aquecido pela queima de combustíveis fósseis ou lenha.

Neste processo, a inversão inicial de capital é alta, a eficiência térmica é baixa, em geral, inferior a 50%, tornando o custo de secagem elevado. A qualidade do produto pode ser alterada, devido ao emprego das altas temperaturas, acima de  $70^\circ\text{C}$  e a uniformidade da secagem pode ser comprometida.

## ARMAZENAMENTO

### Armazenamento de Milho em Espiga

O armazenamento do milho em espigas é normalmente utilizado pelos agricultores, seja a espera de preços mais elevados ou para o consumo gradual na entressafra.

**Espigas com palha** — A colheita deve ser realizada tão logo o milho esteja com a umidade entre 13 e 14%, evitando-se que o produto permaneça no campo mais tempo que o necessário.

As construções, neste caso, paiois, podem ser bastante rústicas erguidas com material existente nas propriedades como varas roliças ou ripas e tábuas ou mesmo alvenaria. É

importante considerar em sua construção os seguintes aspectos:

- O piso deve ser elevado do chão, sobre estacas.
- A cobertura, bem feita, não pode ter goteiras e o beiral deve projetar-se.
- As laterais devem permitir ventilação, mantendo-se espaços entre as peças de sua construção.
- Devem possuir dispositivos anti-ratos, peças metálicas côncavas, colocadas em cada estaca de sustentação com a concavidade voltada para baixo.

A escada deve ser removível e mantida separada do paiol. Deve-se realizar combate às pragas.

**Espigas sem palha** — Este processo permite um melhor controle da qualidade do produto, diminuindo as perdas por ataques de pragas, facilitando seu controle e reduzindo o custo de seu combate. Exige utilização de construções melhor elaboradas sem, contudo, exigir habilidade no manuseio do produto armazenado e equipamentos mais sofisticados.

São construções de madeira ou alvenaria, elevadas do chão, com dispositivos anti-ratos e completamente fechadas. Podem ser erigidas com o piso inclinado para facilitar sua descarga por gravidade. Deve ter no fundo e na parte superior aberturas revestidas de tela a prova de insetos que permitam a ventilação natural. Estas aberturas devem ser dotadas de tampas para permitir a fumigação com fosfina. O combate a pragas deve ser realizado sempre que se note atividade de insetos.

#### Armazenamento em Silo Subterrâneo

Pesquisas realizadas demonstraram que o armazenamento de milho em silo subterrâneo, escavado no chão e recoberto por lona plástica é viável técnica e economicamente. Apresenta dificuldades operacionais na descarga, devendo por isso ser dimensionado de acordo com as conveniências de cada produtor. Uma maneira de facilitar o manejo do milho assim armazenado é a instalação de silos pequenos e em maior número.

A Figura 2 ilustra a construção e o fechamento do silo subterrâneo. Este é construído de uma vala escavada, em cujo fundo é colocada uma camada de palha de arroz ou de milho e então, recoberta por lona plástica, onde é colocado o produto a granel. Para seu fechamento pode-se utilizar fita adesiva apropriada que apesar de relativamente onerosa, é de fácil manejo, além de diminuir a quantidade de lona plástica requerida. O uso de duas barras de ferro do comprimento do silo, que firmam o plástico entre si, presas de espaço em espaço por braçadeiras tipo sargento, promove, também um fechamento seguro. Após o fechamento, é colocada uma camada de terra de 10 a 15 cm, seguida de uma camada de palha com a mesma altura e outra camada de terra.

O teor de umidade do milho deve estar em torno de 12 a 13%. Os experimentos realizados em Campinas e Botucatu demonstram uma excelente conservação, sem prejuízos quantitativos ou qualitativos, e, também, que é dispensável o tratamento prévio contra pragas. Os estudos foram feitos para um tempo máximo de oito meses, sendo um dos silos instalados em época chuvosa. O processo apresenta ainda a vantagem de dispensar o uso de sacaria que onera em muito o armazenamento convencional.

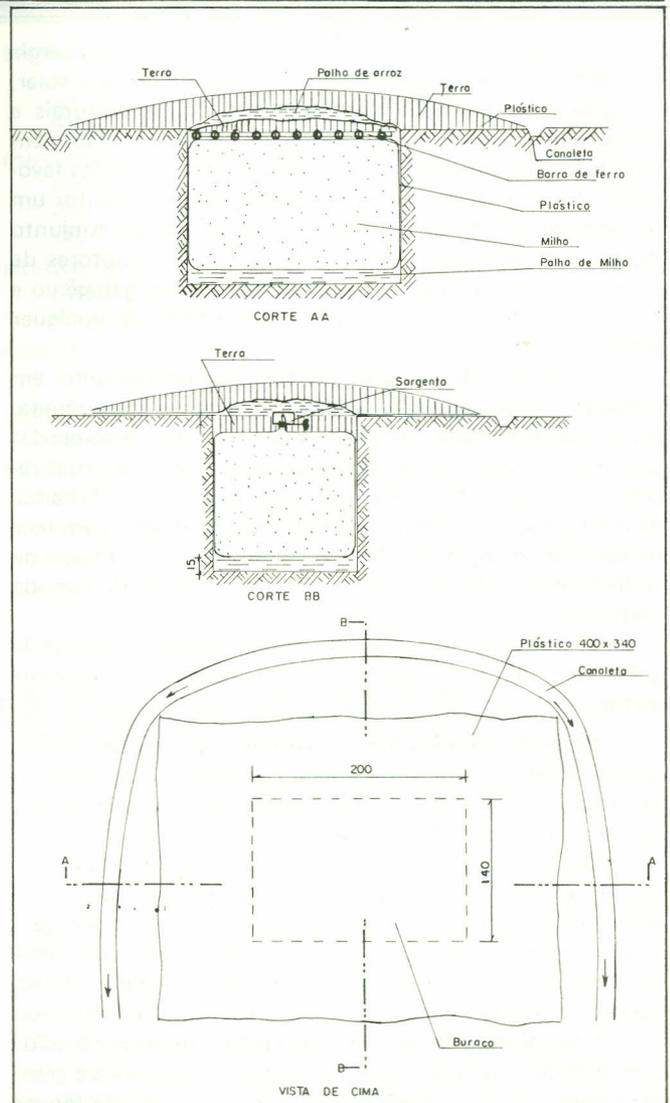


Fig. 2 — Silo subterrâneo visto em cortes e de cima

#### Armazenamento Convencional

O armazenamento de milho em sacaria é bastante utilizado, mas vem cedendo lugar ao armazenamento a granel. O controle da qualidade do produto em armazéns é mais problemático que em silos dotados do sistema de aeração.

Na construção ou recuperação de armazéns, alguns pontos são importantes para que se possa aumentar a proteção ao produto armazenado. Em seu ponto mais alto deve possuir lanternins que permitam a saída do ar quente, assim como junto ao piso, comportas reguláveis que permitam a entrada de ar frio, ambos protegidos por tela de malha fina para se evitar a entrada de insetos, pássaros e roedores. A utilização de exaustores é desejável, de modo a permitir a retirada do ar impregnado de gases após a operação de expurgo. O piso dos armazéns deve ser impermeabilizado. As pilhas de sacos devem ser levantadas sobre estrados e afastadas das paredes.

Antes de ser colocada nova safra, deve-se proceder a uma completa limpeza do armazém e equipamentos, eliminando-se restos de produtos, além da desinfestação para assegurar a eliminação de focos de infestação. O expurgo do produto armazenado deve ser realizado.

### Armazenamento em Silos

A armazenagem em silos dotados de sistema de ventilação forçada, apresenta-se como o método mais seguro, que permite o melhor controle da qualidade do produto armazenado.

A aeração, operação pela qual se força ar através da massa de grãos, visa a manter a temperatura dos grãos uniforme e menor que a externa, prevenindo a migração de umidade que provoca pontos de deterioração.

O fluxo de ar na aeração é baixo, variando, em geral de 0,1 a 0,5 m<sup>3</sup> ar/m<sup>3</sup> de grão x min<sup>-1</sup>, em função da umidade e temperatura do grão e do ar externo. Recomenda-se a aeração quando a temperatura externa está 5<sup>o</sup> a 7<sup>o</sup>C abaixo da temperatura interna.

A utilização de silos de alvenaria, construídos na própria fazenda, com aproveitamento de materiais e mão-de-obra própria, tem-se mostrado tecnicamente viável e com um custo de implantação até cinco vezes menor que os similares comerciais, segundo técnicos da Universidade Federal de Viçosa e EMATER-MG.

### REFERÊNCIAS

BITRAN, E.A. A importância da fumigação em ensaios de preservação de milho armazenado em paiol. *Revista brasileira de amaz.*, 4 (1): 15-22, jun.

CHRISTENSEN, M.C. *Storage of cereal grains and their products*, St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1974. 549 p.

D'ANTONINO L.R.; DAN, E.R. & DAN, E. Expurgo e proteção de milho em palha. *Rev. bras. de amaz.*, 3 (4): 39-45, dez. 1978.

FERREIRA, N.A. NAKAGAWA, J. MUIR, W. E; CEREDA, M. P. & MATSUI, E. Estudo do silo subterrâneo como um sistema de armazenagem de milho a granel. *Rev. bras. de amaz.*, 4 (2): 39-44, 1979.

GIUDICE, P.M. del & HARA, T. *Recomendações para um programa de incentivo à armazenagem a nível de fazenda*. Sete Lagoas, CNPMS, s.d. 4 p.

HARA, T. O armazenamento em fazendas e as novas fontes energéticas. *Jornal da Armazenagem*, 2 (5): 10, jun. 1980.

ROA, G. & VILLA, L.G. *Secagem e armazenamento de grãos e sementes em silos, mediante a utilização de ar ambiente e com auxílio de coletores solares*. Viçosa, CETREINAR, 1980, 42 p.

SARTORI, M.R. Armazenamento de milho em silo subterrâneo. *Jornal de Armazenagem*, 1 (2): 8, jul./ago./set. 1979.

VILLA, L.G.; ROA, G. & BANCHI, S.D. Secagem com ar ambiente de milho e soja em silos nas regiões de Campinas e Ribeirão Preto, S.P. Curitiba, s.e., 1978. 34 p. (Apresentado ao III Seminário Nacional de Armazenagem).

# COLHA FARTURA

Fartura você colhe plantando um híbrido campeão de produtividade. E as sementes dos campeões de produtividade AGROCERES, desenvolvidas especialmente para as condições de sua região, estão nos revendedores Agroceres. São sementes produzidas por quem entende de milho, para



quem quer colher fartura.

Nas áreas de solos férteis, ou corrigidos e adubados — inclusive nos cerrados melhorados — os híbridos Agroceres mostram como produzir fartura.

Faça como os campeões de produtividade de milho. Colha Fartura, plantando os híbridos Agroceres.

Em São Paulo:  
Av. Vieira de Carvalho, 40 - 10º andar  
Vendas: 223-4419 e 222-8522 - Ramais 18 e 31



**AGROCERES**<sup>®</sup>  
O milho que vale um milhão.