



Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Secado y almacenamiento de los granos

Función principal

Secaderos:

El secado del grano es imprescindible hasta alcanzar unos límites que permiten su conservación. Para el caso del maíz esto significa evaporar entre un tercio y un cuarto de la masa del grano seco antes de que alcance la instalación de almacenamiento.

Para la eliminación del exceso de humedad se utiliza lo que se conoce como secadero en el que el grano se somete a la acción de una corriente de aire caliente, de manera que aumenta su temperatura hasta la de vaporización del agua. Primero se evapora el agua libre, lo cual precisa relativamente poca energía; en el maíz se encuentra agua libre cuando se supera el 27 % de humedad. A continuación el agua situada en los capilares, lo que no resulta más difícil, con un límite que es el que se conoce como umbral de estabilización que se alcanza cuando la humedad llega al 13 %. A partir de aquí el agua se encuentra unida químicamente a los componentes de los granos y se precisa una gran energía para su evaporación. Desde el punto de vista práctico, la humedad del grano para el buen almacenamiento se sitúa en el 14%.

Almacenamiento (silos):

El almacenamiento de los granos exige unas instalaciones dimensionadas de acuerdo con las cantidades totales que se deben guardar y el tiempo en que el grano debe permanecer en ellas. Para reducir las inversiones habrá que tener en cuenta los edificios ya disponibles, así como las características de espacio con que se cuenta y la naturaleza del suelo y del subsuelo sobre el que se realizará el almacenamiento. El contenido de humedad del grano almacenado y las condiciones climáticas de la zona puede aconsejar que en la instalación de almacenamiento se dispongan los elementos que permitan la ventilación de los granos, como forma de reducir el riesgo de pérdida de contenido en materia seca y la merma de la calidad.

Descripción general

Secaderos:

El proceso de secado se acelera en los secaderos utilizando a una corriente de aire caliente y con bajo contenido de humedad. La calidad del secado y la eficiencia energética del proceso guardan relación con las características técnicas del secadero, y puede señalarse que, a medida que aumenta su tamaño, se reduce el consumo específico de energía, ya en ellos se utilizan mejor los circuitos de recuperación de calor.

Silos y almacenes

Las instalaciones de almacenamiento pueden concebirse sobre la base de silos, o celdas independientes, de formas cilíndricas, poligonales o cuadradas, o bien naves polivalentes con trojes para la separación de las diferentes partidas de grano. En el caso de celdas independientes, el empleo de las que tiene sección circular significa ocupar el 50 % más de suelo, que si se utilizan celdas cuadradas o rectangulares. Por el contrario, las celdas cilíndricas resisten mejor la presión del grano, por lo que se pueden fabricarse con materiales más livianos.

Tipología

Pueden establecerse tres **grupos de secaderos**:

Secaderos estáticos, en los el grano permanece quieto en todo el proceso, aunque en los más perfeccionados se dispone de elementos que realizan su removido en el transcurso del secado. El aire caliente entra por la parte inferior de la capa de grano y sale por la superior arrastrando de manera progresiva su humedad. Esto trae como consecuencia diferencias de contenido de humedad entre las capas superior (más húmeda) y inferior (más seca) aun en el caso de trabajar sobre espesores reducidos (30 a 50 cm). El rendimiento térmico de los secaderos estáticos es bajo, del orden de 1500 a 2000 kcal/kg de agua evaporada.

Secaderos estáticos con recirculación de grano, con un sistema de recirculación del grano, lo cual lleva a un secado por lotes sucesivos. Pueden ser:

- **Móviles con recirculación por tornillo sin-fin**, en los que el aire caliente que atraviesa el grano llega desde el generador a una cámara central de paredes perforadas, que rodea al tornillo sin-fin, en la que se distribuye por todo el volumen; el consumo específico de energía es de 900 a 1000 kcal/kg de agua evaporada y disponen de tolvas para 10 a 20 t de grano.
- **De columna con recirculación mediante elevador de cangilones**, en los que el grano desciende por una columna central, siendo atravesada la masa de grano por el aire caliente que procede de canales situados en la propia masa. El grano efectúa tantos recorridos como son necesarios para su secado, de lo cual se encarga un transportador de cangilones que lo eleva desde la parte inferior hasta la parte superior del secadero.

Con los secaderos de recirculación de grano se produce un aumento del 2 al 3 % de los granos partidos como consecuencia de los numerosos recorridos que tiene que realizar el grano hasta su completo secado.

Secaderos continuos

- **De cascada**, en los que se utiliza una superficie inclinada, sobre la que circula el grano ayudado por un transportador de travesaños, formada por láminas colocadas en persiana que dejan pasar el aire caliente. El espesor de la capa de grano es de 15 a 20 cm. Existen dos tipos de secaderos en cascada: los que realizan el secado con una sola pasada del grano y los de "doble flujo", especialmente apropiados para el secado de maíz, en los que el grano realiza un recorrido de ida y otro de vuelta sobre dos superficies inclinadas superpuestas. Esto mejora el rendimiento del secadero, ya que el aire alcanza mayor saturación.
- **De celda**, con silos cilíndricos, como los que se precisan para el almacenamiento del grano, con el fondo perforado por el que se difunde el aire caliente procedente de un generador con temperatura entre 40 y 80 °C según la naturaleza del producto que se tiene que secar. El aire atraviesa la masa de grano que se encuentra en la celda, que no debe superar la altura de 2 metros, precisándose un caudal de 300 m³/h y m³ de grano almacenado. Cada cierto tiempo (tiempo calculado de secado de la capa inferior) se pone en marcha un tornillo sin-fin de fondo que extrae de la celda una capa de grano de unos 30 cm, que se considera suficientemente seca, a la vez que actúa el sistema de llenado para compensar el volumen de grano extraído. Puede ser utilizados posteriormente como celda de almacenamiento de grano.

Secaderos continuos verticales

En ellos el grano desciende por gravedad desde una tolva, que sirve además como zona de precalentamiento del grano, a través de unas conducciones formadas por chapas dobladas y dispuestas en persiana, que dejan pasar el aire caliente que realiza el secado y que obligan al grano a presentar todas sus caras para conseguir mayor uniformidad. El conjunto se automatiza controlando la velocidad de avance del grano en las conducciones. La parte inferior de las conducciones de grano se puede utilizar como zona de enfriamiento, o como zona de secado, si está previsto el enfriamiento lento diferido del mismo. Los elementos que componen el secadero son de fabricación modular, de manera que puede montarse en el lugar deseado adaptándose a las necesidades de la instalación. En algunos casos los canales por los que circula el grano son dobles, en cuyo caso el grano que circula más próximo a la entrada del aire caliente lo hace a mayor velocidad que en el otro lado del canal.

Silos y almacenes

Las planchas de chapa ondulada, la madera, o incluso los paneles prensados de fibra vegetal, instalados en una estructura con suficiente resistencia, son, junto con los silos de fábrica, alternativas utilizables para la construcción de celdas de almacenamiento. Desde el punto de vista práctico es preferible recurrir a varias celdas de menor tamaño que contar con una sola celda grande. Es necesario cuidar la cimentación, no solo para que proporcione la suficiente resistencia mecánica, sino también para que evite la entrada de humedad por el fondo del silo, y permita la instalación de los dispositivos de ventilación del grano almacenado si esto fuera necesario.

El almacenamiento en trojes de naves polivalentes, aunque precisa menor inversión, no siempre proporciona las suficientes garantías para la conservación del grano almacenado. Las mayores dificultades aparecen para la ventilación, y también para impedir el acceso de roedores e insectos. El apoyo del grano sobre las paredes del almacén exige que éstas estén construidas con la suficiente resistencia para la altura que se le vaya a dar al montón, a la vez que cuenten con la impermeabilización que impida la llegada de humedad al grano.

Como alternativa al almacenamiento del grano seco está la conservación con alto contenido de humedad recurriendo a silos herméticos, o a la adición de conservantes como el ácido propiónico.

Operaciones agrícolas en las que se utiliza

En el procedimiento tradicional **el secado y la refrigeración del grano se realiza en una sola pasa**; su mayor inconveniente es la falta de flexibilidad para atender al secado de la cosecha a medida que esta llega del campo, sobre todo cuando lo hace con un contenido elevado de humedad.

Otra alternativa es **el secado en dos pasadas**. En la primera pasada se seca el grano que atraviesa el secadero hasta que alcance el 22-25% de humedad, procediendo a su almacenamiento ventilado durante un período entre 15 y 30 días para proceder en ese momento a un nuevo secado hasta la humedad de conservación definitiva. La capacidad de secado aumenta entre el 60 y el 70%, pero se necesita una instalación de ventilación para maíz semi-seco, capaz de proporcionar un caudal específico de aire de 40 a 50 m³/h por m³ de grano almacenado. Hay que pasar dos veces el grano por el secadero, lo que aumenta los riesgos de daño mecánico, y la pérdida de materia seca por respiración, así como el riesgo de que se produzcan alteraciones en el grano durante el almacenamiento intermedio.

Con **el enfriamiento lento diferido o "dryeration"** el proceso de secado no se realiza en el mismo secadero, sino en un conjunto de celdas con un sistema de ventilación especial. En la primera etapa se produce el secado acelerado del maíz que entra con un alto contenido de humedad hasta que alcanza el 18%. Se utiliza aire caliente que recorre toda la columna de grano con lo que la zona de enfriamiento se convierte en zona de secado. En la segunda etapa se transfiere el maíz que se encuentra a una temperatura entre 50 y 60 °C a una celda que se denomina de "dryeration" en la que se deja reposar durante un periodo entre 8 y 12 horas. Esto permite que el agua interior se desplace por capilaridad al exterior del grano, ya que en esta zona es en la que se ha perdido la mayor cantidad de agua durante el proceso de secado, con lo cual el grano se homogeniza y desaparecen las tensiones internas que se han producido durante la primera fase de secado. En la tercera etapa se realiza un enfriamiento lento del maíz, utilizando un caudal de aire de 40 a 60 m³ por hora y metro cúbico de grano, almacenado a la temperatura ambiente durante un período de 12 a 15 horas. Esta operación permite, a la vez que se refrigera el grano, utilizar su calor como energía para la evaporación de la humedad que todavía resulta excesiva. La cantidad de agua evaporada durante esta fase se encuentra entre 1.5 y 2 puntos. Para conseguir suficiente efecto de secado durante esta tercera etapa se debe iniciar con el grano a una temperatura alrededor de 60 °C, sin que se llegue a las temperaturas de secado de 110 a 120 °C, y procurar que la corriente de aire de ventilación se distribuya con uniformidad sobre toda la masa del grano, lo que exige un sistema de reparto especial y un llenado uniforme de la celda. Finalizado el período de enfriamiento el grano se puede trasladar a la celda de almacenamiento definitivo.

Figuras y esquemas

Fijación del agua en el grano

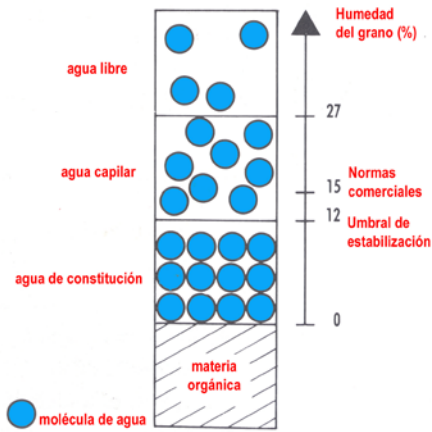
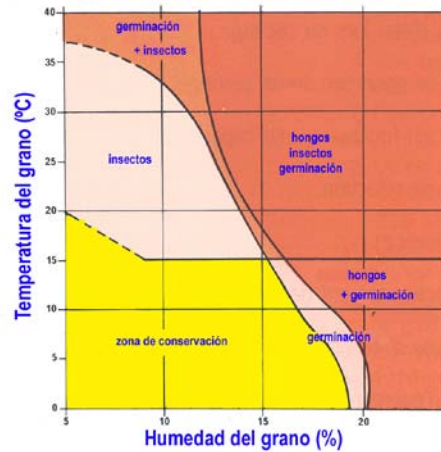
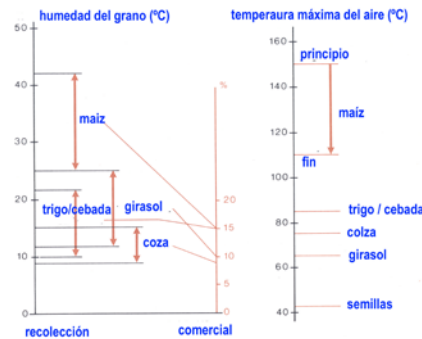


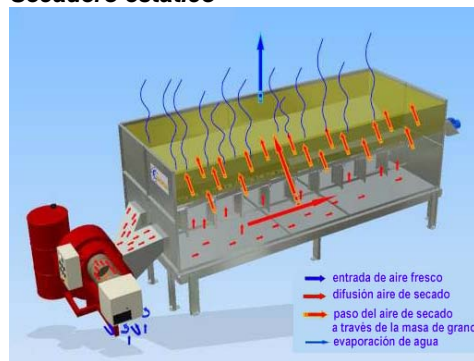
Diagrama de conservación de los cereales



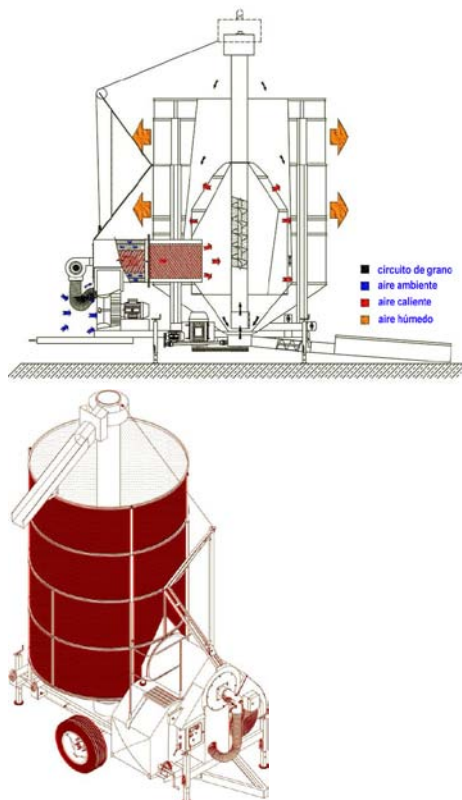
Temperaturas y humedades del aire para el secado de diferentes granos



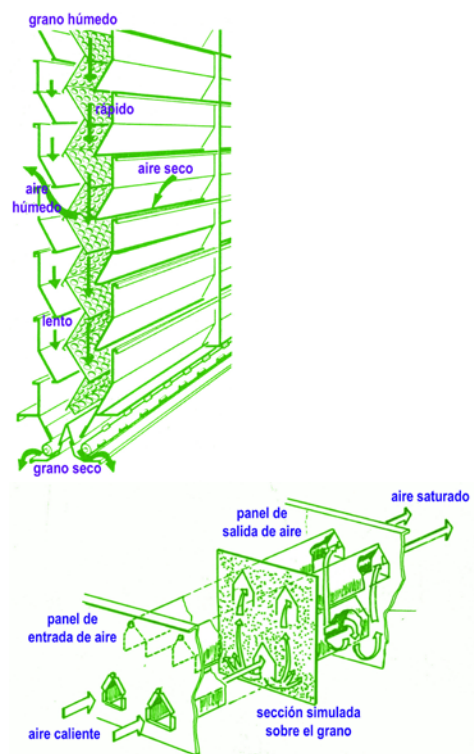
Secadero estático



Secadero estático con recirculación de granos



Secadero continuo vertical



EL ALMACENAMIENTO Y LA CONSERVACIÓN DE LOS GRANOS

Parte 1 - Principios básicos



Análisis de los sistemas de embolsado y los equipos que lo hacen posible. Finalmente se revisan los conceptos básicos sobre el almacenamiento, el secado y la conservación de los granos.

El Manual
FOLIO 200/07/15 88 (8 páginas)
Osvaldo Puentes
Ingeniero en ICTA, Ingeniero en Alimentos

El almacenamiento de granos en la granja es una actividad que requiere ser tratada con especial cuidado. Para ello, es necesario tener en cuenta los aspectos de seguridad, salud y bienestar de los animales, así como el bienestar de los productores. En este sentido, es importante tener en cuenta los aspectos de seguridad y salud de los animales, así como el bienestar de los productores. En este sentido, es importante tener en cuenta los aspectos de seguridad y salud de los animales, así como el bienestar de los productores.

EL ALMACENAMIENTO Y LA CONSERVACIÓN DE LOS GRANOS

Parte 2 - Instalaciones para el secado de los granos



En esta segunda parte se analiza las instalaciones en las que se realiza el secado de los granos, así como algunas características de los combustibles que se utilizan en los secaderos.

El Manual
FOLIO 200/07/15 88 (8 páginas)
Osvaldo Puentes
Ingeniero en ICTA, Ingeniero en Alimentos

El proceso de secado de los granos requiere de un sistema de calefacción que puede ser a gas, a carbón o a biomasa. La elección del combustible depende de las características de cada región y de la disponibilidad de los recursos.

EL ALMACENAMIENTO Y LA CONSERVACIÓN DE LOS GRANOS

Parte 3 - Conservación de los granos mediante embolsado



El almacenamiento de granos puede realizarse en atmósfera normal, en el que el aire que rodea los granos tiene la misma composición de gases que el aire atmosférico, o bien en una atmósfera modificada obtenida al mantener los granos en un recipiente hermético. En estas condiciones, como consecuencia de la respiración de los hongos e insectos que acompañan a los granos, se produce una disminución de la concentración del oxígeno, o a la vez aumenta la de anhídrido carbónico. De esto forma se controla su desarrollo evitando el daño sobre los granos. Esta tecnología conocida desde mucho tiempo atrás, solo puede ponerse en práctica con la puesta en el mercado de los bolsos plásticos de grandes dimensiones y el equipo mecánico que para el llenado y el vaciado de los mismos.

El Manual
FOLIO 200/07/15 88 (8 páginas)
Osvaldo Puentes
Ingeniero en ICTA, Ingeniero en Alimentos

Los principales requerimientos para la conservación de los granos en atmósfera modificada son: la disponibilidad de los granos, para un gran poder