

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL GRANO



La conservación de la cosecha, para disponer de alimentos en los periodos de escasez, ha sido una necesidad de la Humanidad a lo largo de toda su historia. Todavía en la actualidad, en países con climas cálidos y húmedos, las pérdidas de cosecha posteriores a la recolección alcanzan porcentajes que en muchas ocasiones superan el 30%.

Mirando hacia atrás en el tiempo, se puede observar que el almacenamiento y la conservación de los alimentos, especialmente de los granos y semillas, no ha sido tarea sencilla. El efecto de los parásitos, que en los granos tenían su forma de vida, y, sobre todo, de los procesos naturales que se desarrollaban como consecuencia de la presen-

cia de humedad, dificultaban la conservación. Seguidamente se analizan los diferentes aspectos relacionados con el manejo y almacenamiento de los granos de manera que quede asegurada su conservación en el tiempo, y, próximamente, se presentará, con más detalle, todo lo que se relaciona con el secado de los granos y con las instalaciones que lo hacen posible.

UN POCO DE HISTORIA

Repasando la historia agrícola de España se alcanza a encontrar referencias en las que se señalan que ya en el siglo XVI se empieza a construir en Burjassot (Valencia) un sistema de almacenes para granos. Este ingenioso sistema de silos estaba basado en

COSECHAR



Juan José Ramírez
Ing. Agrónomo

construcciones subterráneas con forma de tinaja y con capacidades variables que oscilaban entre los 30 y los 260 m³.

Antes de llenarlos se procedía a comprobar si en el interior del silo había oxígeno. Para ello se introducía un candil; si se apagaba, indicativo de que no había oxígeno suficiente para la combustión de la llama, se dejaba que el silo se airease durante unos días.

Pasado algún tiempo, un operario descendía, mediante un torno manual, y se encargaba de cubrir el fondo del silo con una estera formada por esparto, cañas y paja, con el fin de aislar el grano de la humedad. Además, se continuaba con el revestimiento de las paredes con un entramado realizado con paja y cañas cocidas con yeso.

Una vez realizada esta operación se llenaba el silo hasta medio metro de la boca y, sobre la superficie, se quemaba carbón vegetal; el CO₂ producido en la combustión, que es más denso que el aire, llegaba hasta el fondo de las tinajas, eliminando así insectos y roedores.

Sobre las cenizas del carbón se colocaba una capa de paja de medio metro de espesor y encima una estera de esparto; realizada esta operación se cubría el silo con una piedra semiesférica y las juntas se sellaban con arcilla.

La ausencia de oxígeno impedía, además, los procesos naturales de modificación del grano. Hoy los métodos han cambiado bastante, pero se siguen utilizando sistemas que aprovechan las ventajas de una atmósfera controlada, pero sobre todo, se procura, antes de su almacenamiento, el adecuado secado del grano, ya que un bajo contenido de humedad del mismo es esencial para conseguir una buena conservación.

■ ALMACENES Y SILOS

El almacenamiento del grano exige unas instalaciones dimensionadas de acuerdo con las cantidades totales que se deben guardar y el tiempo que el grano debe permanecer en ellas. Estas instalaciones pueden concebirse sobre la base de silos, o celdas inde-

“El grano almacenado está vivo. Hay que evitar transformaciones que lo deterioren”

pendientes, de formas cilíndricas, poligonales o cuadradas, o bien naves polivalentes con trojes para la separación de las diferentes partidas de grano.

Los materiales empleados en la construcción de celdas de almacenamiento son diversos: chapa ondulada, madera o incluso paneles prensados de fibra vegetal, instalados en una es-

tructura con suficiente resistencia. Es imprescindible, por tanto, cuidar la cimentación ya que ésta proporcionará:

- Adecuada resistencia.
- Evitará la entrada de humedad por el fondo del silo.
- Posibilitará la instalación de dispositivos de ventilación del grano almacenado.

El almacenamiento en trojes de naves polivalentes es de menor inversión, pero no da las garantías necesarias para la conservación del grano almacenado (pueden aparecer problemas en la ventilación y en el acceso de roedores e insectos). Las paredes del almacén exigen que tengan la suficiente resistencia para la altura que se le vaya a dar al montón,

además de que tenga una buena impermeabilización que impida la llegada de humedad al grano.

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



Carga de un remolque utilizando un transportador neumático.

MODIFICACIONES EN EL GRANO ALMACENADO

Cambios de la temperatura del grano

Hay que considerar que el grano es un mal conductor del calor –bajo coeficiente de conductividad térmica– y que, en el volumen total de grano almacenado, hay entre un 30 y un 50% de aire, que también actúa como elemento amortiguador.

Si el grano se mantiene en reposo, la elevación de la temperatura en un punto del silo se mantiene en el foco inicial; el calor no se difunde en las proximidades con suficiente rapidez, lo que produce el deterioro de los granos en el sector sobrecalentado.

Además, esto provoca la circulación del aire que ocupa el espacio entre los granos dentro del silo, desplazándose entre zonas con temperatura diferente y aumentando puntualmente la humedad.

Se pueden encontrar diferencias de temperatura superiores a 20°C y hay que considerar que con diferencias de 5 a 8°C ya pueden aparecer fenómenos de migración de humedad. Este incremento de humedad puede provocar graves daños, ya que mientras el grano se conserve con un 13% de humedad no existen problemas, pero a partir del 16% se produce un notable incremento de hongos.

Corrientes de aire

También se establecen corrientes de aire como consecuencia de la diferencia de temperatura entre la masa de grano y el ambiente exterior; esto se produce principalmente en los silos metálicos por los problemas de aislamiento que plantean.

Las corrientes de aire varían según la estación del año. Durante el verano, el grano que está en el centro de la celda tiene menor temperatura que el que está cerca de las paredes.

El aire que ocupa los espacios entre los granos de la periferia, al calentarse con el grano, se dilata y tiende a elevarse en el interior del silo, a la vez que aumenta su contenido de humedad, por su



mayor capacidad de saturación, tomándola del grano que la rodea.

Al llegar a la parte superior del silo, el aire tiene que descender por la zona central, ya que en el fondo del silo se ha producido una depresión debida al aire que asciende por las zonas próximas a las paredes.

Esto hace que se encuentre con grano más frío, que le hace perder

En invierno el proceso se invierte, pero el resultado es el mismo. En definitiva, este incremento de la humedad del grano puede afectar a una capa de 25 cm de espesor que puede aumentar su humedad en 5-6 puntos sobre la media del silo.

Tomar precauciones

Evitar la aparición y desarrollo de los hongos aumenta las necesidades de mano de obra, ya que se deben de realizar rastrillados de la costa superior y con todo no se garantiza que no vuelvan a aparecer, además de ser una tarea peligrosa por el alto índice de micotoxinas y de esporas que puede contener el aire que ocupa la parte superior del silo.

Para minimizar todos estos riesgos es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Utilizar instalaciones adecuadas y en buen estado de conservación.
- Realizar de manera habitual su limpieza y desinfección.
- Introducir el grano con el nivel de humedad apropiado evitando las mezclas de partidas de origen diferente y la presencia de materias extrañas y polvo.

“ Mantener bajas la
humedad y la
temperatura del grano
favorece su
conservación ”

temperatura provocando una condensación de la humedad que lleva, la cual pasa al grano situado en una zona del centro del silo próxima a la superficie, en la cual se producen reacciones metabólicas del grano iniciándose la germinación, o activándose los procesos de respiración que derivarán en la fermentación del grano.



- Control periódico de la temperatura y de la humedad del grano en el silo procediendo a la ventilación si fuera necesario.
- Control de hongos e insectos dando los tratamientos adecuados para eliminarlos.

ALGUNOS DATOS TÉCNICOS PARA LA VENTILACIÓN

Para la refrigeración completa de un lote de granos se necesita un volumen de aire sensiblemente constante, que varía escasamente con las temperaturas del aire utilizado y del grano ventilado, conocido como dosis específica, la cual es de 1 000 m³ de aire por m³ de grano almacenado.

La refrigeración debe realizarse antes de que la capa superior del grano pueda deteriorarse, lo que permite disponer de 2 ó 3 semanas si el grano se encuentra según establecen las normas de humedad. Sobre la base de una ventilación de 10 h/día en 15-20 días se dispondrá de 150 a 200 horas, lo que da un margen de seguridad suficiente.

Una instalación de ventilación se caracteriza por el caudal específico que proporciona en relación con los metros cúbicos de grano ventilado. Se

recomienda utilizar para el maíz un caudal específico de 20 m³/h por m³ de grano ventilado.

Los fabricantes de ventiladores proporcionan unas curvas características del ventilador en las que se relacionan caudales y presiones para cada régimen de funcionamiento, así como la potencia consumida para su accionamiento y el rendimiento. La elección del ventilador debe hacerse sobre la base de esta información, considerando el caudal de ventilación y la presión que se necesita para vencer la resistencia que opone el grano al paso de la corriente de aire de ventilación.

En los conductos primarios de ventilación el aire no debe circular a más de 8 m/s y en los secundarios a más de 4 m/s. Además, el flujo de aire se debe repartir uniformemente, sobre todo el fondo de la celda que contiene el grano de manera que no queden espacios sin ventilar. En la entrada del aire a la celda no debe sobrepasar la velocidad de 0.25 m/s.

Es importante, también, evitar que se recicle el aire de ventilación, alejándolo de las salidas de la toma del ventilador y evacuándolo al exterior del edificio para que no se produzcan condensaciones en la parte

superior del silo, o acumulaciones de polvo que el incremento de riesgo de incendio.

Las tomas de aire de los ventiladores deben ser exteriores en zonas protegidas de los vientos húmedos y el ventilador deben estar protegido de la lluvia, además de contar con pantallas que eliminen el contacto con las partes móviles y amortigüen el ruido emitido.

EQUIPO AUXILIAR

El control del grano que llega a la instalación en la que se va a realizar el secado y el proceso de conservación, necesita de un equipo auxiliar que permita controlar con exactitud las cantidades de grano que se van a manejar y las características físicas y químicas a las que nos referíamos al principio, en especial el contenido en humedad.

Pesada del grano

En las explotaciones ganaderas son muy frecuentes las tolvas que incorporan dispositivos de pesada para la formulación de piensos a partir de materias primas de origen diverso. Pero no ocurre así en el resto de las ex-

“ El flujo de aire de ventilación debe de circular uniformemente a través de la masa de grano ”



Secadores de descarga automática por flujo de aire radial, para instalación en nave.



plotaciones agrícolas, ya que no todas controlan las masas de grano que llegan al almacenamiento.

Este control se puede realizar con distintos tipos de equipos:

- Equipos que controlan la carga con la pesada del vehículo que lo transporta, como son: las básculas-puente y los pesa-ejes.
- Equipos que forman parte del circuito de grano como: las básculas-tolva y las básculas de circulación.

Las **básculas-puente** controlan vehículos completos de hasta 40 t con una precisión de ± 10 kg. Necesitan un espacio amplio para su instalación y tienen un coste elevado.

Los **pesa-ejes** también necesitan un espacio amplio para su instalación, pero su coste casi se reduce a la mitad.

Las **básculas-tolva** se adaptan bien a las explotaciones ganaderas, ofrecen como ventaja una evacuación rápida, teniendo capacidades de 1 a 10 toneladas. Pueden ocasionar importantes tiempos muertos si no se dispone de un circuito de granos de alto caudal.

Las **básculas-circuito** que actúan por unidades (50-100 kg) a medida que se llenan, tienen un coste menor pero hay que cuidar los dispositivos de carga para que la velocidad de caída del grano no afecte a la pre-

cisión de la pesada. La precisión en un circuito bien ajustado es superior a ± 1 kg.

Toma de muestras

El control de las características, que definíamos al principio, de la masa de grano que llega a la instalación exige que se tomen muestras representativas.

Dependiendo de que el grano se encuentre ya almacenado o en movimiento, la toma de muestras se hará de una forma u otra.

Si está almacenado hay que recurrir a sondas de manera que se saque el grano en las diferentes partes del volumen considerado. Para este menester lo ideal es utilizar una sonda de alvéolos.

Si el grano se encuentra en movimiento la muestra se debe obtener a lo largo de todo el proceso de descarga de manera que se corte completamente el flujo de grano en cada toma.

Determinación de la humedad del grano

Para realizar con precisión la medida de humedad del grano, habría que realizarlo en un laboratorio teniendo que proceder a un proceso de secado a la estufa. Como alternativa suficientemente precisa, si se actúa de manera cuidadosa, está el empleo de indicadores rápidos basados en las propiedades dieléctricas de los granos. Cuando se trabaja con granos enteros se puede medir la humedad con presión de ± 1 punto.

Valores adecuados para asegurar la capacidad germinativa del grano durante el almacenamiento están en torno al 14-15% de humedad.

En la mayoría de las ocasiones, previo almacenamiento del grano, se necesita bajar su contenido de humedad. Para ello, si las condiciones son favorables, la atmósfera se encarga de hacerlo a bajo coste, pero esto requiere tiempo.

Cuando las condiciones climáticas no son favorables, hay que intensificar el secado del grano con el empleo de secaderos. El conocimiento de las características de humedad del grano que entra en el secadero hace imprescindible contar con los medidores de la humedad del grano. 🔥