



SECADO DE GRANOS

Ing. Agr., Ph. D. Juan C. Rodríguez
Ing. Agr., M.Sc. Ricardo Bartosik
EEA INTA Balcarce, Grupo de Poscosecha

El secado artificial produce la principal transformación del grano en la postcosecha y a su vez es el procedimiento que más atención requiere para no afectar la calidad de éstos. De la energía utilizada en el proceso de producción de granos, el secado insume alrededor del 50%. Tomando en cuenta estos dos factores, es decir calidad y consumo energético, se puede apreciar la importancia que adquiere su correcta realización.

Los objetivos principales del secado son: reducir la humedad de cosecha de los granos y semillas a niveles seguros para el almacenamiento y óptimos para su comercialización.

El secado se puede realizar con aire natural o con aire caliente y generalmente nos referimos a la temperatura del aire de secado y rara vez nos referimos a la temperatura del grano. Sin embargo, la temperatura que el grano adquiere en los procesos de secado determinará si el mismo mantiene la calidad inicial que poseía antes de iniciado dicho proceso.

Tabla N° 1. Temperatura máxima que no debe sobrepasar el grano para mantener su calidad. Fuente: J. C. Rodríguez 2004.

Grano	Uso final	Temp. Máx.(°C)
Maíz	Molienda seca y Semilla	38 a 43
	Molienda húmeda	55 a 60
	Consumo animal	71 a 82
Trigo	Semilla	44
	Molienda de harina	49 a 66
Soja	Semilla	38
	Aceite	48
Girasol	Confitería	60 a 75
	Aceite	75 a 80
Arroz	Molienda	40

La siguiente tabla muestra las temperaturas máximas que el grano no debería sobrepasar para mantener la calidad de acuerdo al uso final al que se lo destine.

Velocidad de secado

Cada grano tiene una velocidad de extracción de agua por hora para no sufrir deterioro. Si nosotros sobrepasamos ese valor cuando lo secamos artificialmente, no podremos mantener su calidad. La siguiente tabla muestra los valores de extracción de agua máxima por hora (en porcentaje) para los distintos granos.

Tabla N° 2. Porcentajes máximos de extracción de agua por hora, para los rangos de humedad comunes a cada cereal. Fuente: J. C. Rodríguez 2004.

Grano	% de Extracción por hora
Maíz -Sorgo- Girasol	Menos de 5 %.
Trigo	Menos de 4 %.
Soja	Menos de 3 %.
Arroz	Menos de 1 %.

Clasificación de los sistemas

Si hacemos una clasificación de los sistemas de secado sobre la base de la temperatura del grano tenemos:

I-Secado a Baja Temperatura.

Se realiza con aire natural o a muy baja temperatura (5 a 8°C por encima del aire ambiente). Generalmente son silos secadores con aire natural o con un quemador de bajas calorías. Se debe lograr secar el grano antes que comience a deteriorarse, ya que si las condiciones climáticas no son adecuadas, se requerirán varios días para

finalizar el secado dependiendo de la humedad inicial que el grano tenía al ingresar al silo secador.

2- Secado a Temperatura Media.

Temperatura del grano por debajo de 43°C para semillas o granos usados para molinenda seca y debajo de 60°C para todos los otros granos (incl. maíz grado 2, ceroso, alto contenido de aceite). Generalmente se lo puede realizar en silo o secadoras de alta capacidad.

3- Secado a Alta Temperatura.

Temperatura del grano por encima de los 60°C.

Secado en silo a alta temperatura

Se debe tener muy en cuenta la temperatura del aire de secado de estos sistemas, ya que la temperatura que alcanzan los granos en la parte inferior del silo es aproximadamente igual a la temperatura del aire de secado, por lo que en algunos casos (trigo) no se debería secar a temperaturas superiores a los 60-65°C.

Muchos de estos sistemas poseen roscas mezcladoras. Estas tienen la función de homogeneizar la humedad del grano en el interior del silo, pero son más útiles cuando la temperatura de secado es baja (sólo unos grados por encima de la temperatura ambiente). En caso de sistemas que funcionen a alta temperatura (40° o más) es conveniente utilizar roscas extractoras que vayan “barriando” la capa más seca de granos de la parte inferior del silo. En estos casos el sistema puede funcionar como seca-aireación, ya que el grano sale caliente (40-60°C) y debe ser enfriado en otro silo.

La condensación de vapor de agua es uno de los principales problemas de estos sistemas, y en la mayoría de los casos sólo puede ser solucionado colocando extractores de aire en el techo de los silos.

Secadoras de columnas

El principal problema de este tipo de máquinas es el gradiente de humedad que se crea en la columna de secado. El grano cercano a la pared por donde ingresa el aire caliente se sobrecalienta y sobreseca respecto al grano cercano a la pared por donde sale el aire de la columna. Esta característica obliga a ajustar el manejo de la máquina, sobre todo en cuanto a la regulación de la temperatura se

refiere ya puede producir ciertos problemas de desuniformidad de secado, exceso de grano cuarteado en maíz, partido en soja y daño de gluten por alta temperatura en trigo. Una manera de mejorar este tipo de secadoras es a través de una inversión en el sentido del flujo de aire a mitad de la zona de secado. Esta mejora se encuentra en la mayoría de las secadoras de columna o de flujo cruzado de nuestro país. Por efecto de la inversión del aire de secado se pasa, por ejemplo, de un gradiente de humedad al final del secado de 5% en una secadora sin cambio del sentido del aire a 1,3% en aquella que se invierte el mismo y además se mejora la energía específica utilizada. El gradiente se mejora en un 74% y la energía en un 30%. Otra forma de mejorar a este tipo de secadoras, son los inversores de flujo de grano que se colocan en la mitad de la zona de secado. Es una práctica muy común en las secadoras de USA.

Las secadoras de caballetes

Realizan un secado más homogéneo del grano, evitando en gran medida los problemas que poseen las secadoras de columnas y permiten trabajar a temperaturas de secado superiores a las máquinas de columnas. Lo que sí es un problema en las secadoras de caballetes es el secado de girasol, ya que por características de su diseño son más propensas a tener problemas de incendio. La principal práctica preventiva es una buena limpieza del grano antes de ingresar a la máquina. Existe una secadora en nuestro país que se la denomina de flujo mixto con columnas. Tiene las cualidades de una de caballetes y a su vez las ventajas de las de columna. Generalmente utilizan menor energía para mover el aire a través de los granos y por lo tanto son más eficientes.

4- Secado Combinado.

En este caso se realiza un secado todo calor a una temperatura media y luego se utiliza el sistema “Seca-Aireación” o se realiza un post-enfriado.

En el secado convencional el grano sale de la máquina frío y seco, ya listo para ser almacenado, o sea que la misma máquina posee una sección de enfriado

del grano. Las máquinas adaptadas para un sistema de seca aireación están convertidas a todo calor. El grano sale de la misma caliente y con 2 puntos de humedad por encima de la humedad de recibo, luego de salir de la máquina se lo deja estabilizar en un silo al menos por 6 horas y finalmente se lo enfría y se le extraen los dos últimos puntos de humedad. Este sistema fue ideado para disminuir el porcentaje de grano fisurado en maíz, el cual se produce al no dejar estabilizar el grano luego del período de calentamiento y antes del enfriado, como en el caso del secado convencional.

Los principales aspectos a tener en cuenta en seca aireación son:

- El rendimiento de los equipos puede aumentar en más de un 50%.
- La calidad de secado es mejor.
- El consumo de combustible es menor.
- Se debe contar con equipos de aireación correctamente dimensionados en los silos destinados para el enfriado y secado final. El caudal específico de aire debe ser de 0,4 a 0,8 m³ de aire por minuto por tonelada de grano (comparado con 0,1 para aireación común).

Secado de distintos granos

Trigo

Si bien en nuestro país se seca menos del 30 % del trigo que se cosecha el volumen de este cereal que pasa por las secadoras es importante. El principal uso del trigo en nuestro país es la panificación, por lo que el principal aspecto a tener en cuenta es el efecto del secado sobre la calidad del gluten. Es importante tener en cuenta que el gluten puede haber sido totalmente dañado por una mala práctica de secado y aun así el porcentaje de proteína de la muestra no sufre variación. El porcentaje de proteína no sirve para evaluar la calidad de secado.

El gluten se comienza a deteriorar cuando el grano supera temperaturas de 60°C, por lo que la temperatura del aire de secado debe ser tal que la máxima temperatura que alcancen los granos en el interior de las secadoras sea inferior a dicha temperatura límite.

Maíz

Casi el 80% del maíz producido en nuestro país se cosecha con un contenido de humedad superior a la de recibo. Es el grano que más se seca en nuestro país y en todos los países productores de grano.

El fisurado es el principal efecto de la práctica de secado sobre la calidad de este grano. Las fisuras son microrrajaduras que se producen en el endosperma harinoso pero que no llegan al pericarpio por lo que el grano permanece entero. Con el posterior movimiento el grano se termina partiendo, lo cual es penalizado por el estándar de comercialización. El fisurado es causado por los procesos de dilatación y contracción diferenciales de las distintas fracciones (pericarpio, endosperma, etc) que conforman el grano de maíz. Este efecto se puede disminuir al diferir el enfriamiento luego de la etapa de calentamiento y extracción de humedad del proceso de secado, tal como fue explicado en el sistema de seca aireación. Esas tensiones están directamente relacionadas con la tasa de extracción de humedad. Cuanto más puntos de humedad se bajen por pasada por la máquina, mayor será la incidencia de granos fisurados.

Maíz pisingallo

Este grano se está tornando poco a poco en una interesante alternativa para los productores de la zona maicera argentina. Se cree que en los próximos años la importancia económica de este cultivo continuará aumentando, y cada vez más personas deberán informarse acerca de las particularidades de su producción y manejo en post-cosecha.

El factor de calidad más importante del maíz pisingallo es el volumen de expansión, el cual es principalmente afectado por la humedad del grano, la temperatura de secado y el peso hectolítrico. Cuando la humedad a cosecha aumenta y la temperatura de secado es mayor, se observa una substancial disminución en el volumen de expansión. Un alto peso hectolítrico también está relacionado con un gran volumen de expansión.

Por todos estos motivos el secado en silo a baja temperatura (aire calentado hasta 6°C sobre la temperatura ambiente) ha sido el principal método artificial de secado utilizado por los productores y procesado-

res de maíz pisingallo en los EEUU. Este método de secado puede ser fácilmente adaptable a cualquier área geográfica que tenga la humedad relativa suficientemente baja durante la época de secado. Un mal cálculo al relacionar el contenido de humedad del grano y el poder secante del aire de una determinada región resultará en cuantiosas pérdidas.

Soja

El grano de soja posee una gran capacidad de intercambiar humedad con el aire. Esta característica, y la de ofrecer menor resistencia al pasaje de aire, hacen que la soja se seque con mayor facilidad que el maíz. Se aconseja no superar temperaturas de secado mayores a 80°C, ya que de lo contrario se puede provocar excesivo desprendimiento de cáscara y soja partida. Los deterioros son más notables cuando el grano se seca a un contenido de humedad inferior al 12%.

Estos problemas adquieren mayor gravedad cuando se quiere almacenar soja con alto porcentaje de partido y sin cáscara por un tiempo prolongado, observándose problemas de acidificación y desmejorando la calidad de los aceites, sin embargo no se afecta el contenido total de aceite y proteína del grano.

En este grano también es factible implementar el sistema de seca aireación.

Girasol

El girasol puede perder humedad fácilmente, tal es así que se lo puede llegar a cosechar con humedades cercanas a la de recibo, aun siendo un cultivo de cosecha otoñal. Esta característica permite que el girasol se pueda secar con aire natural más fácilmente que el resto de los granos.

Si el secado de girasol se realiza a alta temperatura, sobre todo con secadoras de caballetes, es muy recomendable la limpieza del grano al ingresar a la planta para eliminar cuerpos extraños y basura para reducir los riesgos de incendio. La temperatura del aire de secado, y el tiempo de secado no influyen en la cali-

dad industrial de la semilla de girasol, pero para disminuir el peligro de incendio ya mencionado se suelen emplear temperaturas de aire menores a 75°C.

Para el secado de girasol con aire natural es conveniente que el grano no supere el 17% de humedad para lograr disminuir el contenido de humedad rápidamente. El girasol húmedo es muy propenso a autocalentarse, produciéndose en ese caso un notable incremento en la acidez del aceite con importantes pérdidas de calidad.

Consideraciones finales

- La clave para realizar un secado exitoso con un sistema de secado con Aire Natural o Baja Temperatura es el flujo de aire. Cuanto más aire se mueva a través del grano, más agua se podrá extraer.
- La inversión del flujo del aire en los sistemas de secado de columna de alta temperatura y alta capacidad de secado permiten realizar un secado con gradientes de humedad bajos.
- Las secadoras de caballetes no producen gradientes de humedad y son más eficientes que las de columnas.
- El secado a alta temperatura y muy rápido produce un grano de baja calidad muy susceptible a la rotura, gran porcentaje de granos cuarteados, baja calidad de molienda, baja calidad para su uso final. La solución es no exceder la temperatura máxima que cada grano posee para un determinado uso y no exceder la extracción de agua máxima por hora de acuerdo al grano de que se trate.
- El sistema de seca-aireación es más eficiente y produce menos granos cuarteados en maíz cuando se lo compara con sistemas convencionales.

Material preparado por:

Ing. Agr. Ph.D. Cristiano Casini - EEA Manfredi
Ing. Agr., Ph. D. Juan C. Rodríguez, Ing. Agr., M.Sc. Ricardo Bartosik
EEA INTA Balcarce, Grupo de Poscosecha

Coordinación: INTA E.E.A. Manfredi

Tel.: 03572 - 493039/493058/ 53 / 61
Ruta Nacional N° 9. km 636. (5988). Manfredi, Córdoba.

Precop@correo.inta.gov.ar
poscosecha@correo.inta.gov.ar

www.cosechaypostcosecha.org

