

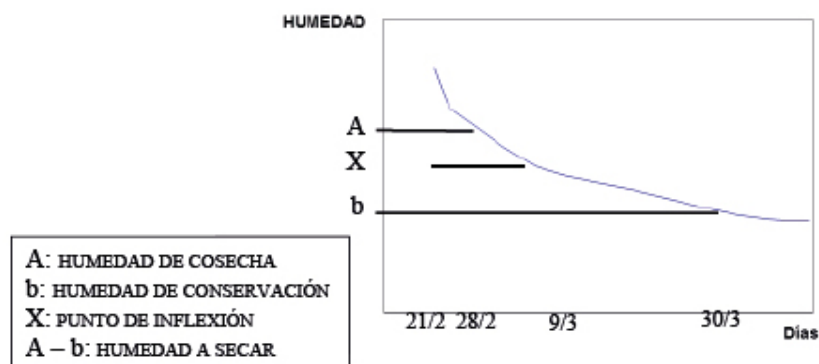


CONSERVACIÓN DE GRANOS



SECADO

Es el proceso artificial mediante el cual se elimina cierta cantidad de agua del grano, que sería perjudicial para el almacenamiento del mismo. Con la difusión de la cosecha anticipada, la práctica del secado artificial se hace obligatoria.



¿Cuáles son las ventajas de la cosecha anticipada?

1- Aumenta el rendimiento: Menor vuelco de plantas. Cuando se retrasa la cosecha se incrementa el porcentaje de plantas volcadas, por otro lado las plantas más verdes se pueden levantar con mayor facilidad. Se anticipa a la gran invasión de malezas: éstas dificultan la cosecha y perjudican el manejo, acondicionamiento y conservación.

2- Permite desocupar antes el potrero: importante en el caso de siembras de segunda: por ejemplo soja luego trigo.

3- Por lo general se pueden obtener mejores precios.

4- Se puede hacer un mejor aprovechamiento de las máquinas cosechadoras.

5- Se tiene menos problemas de disponibilidad de almacenamiento.

Se debe analizar el aspecto económico, por lo que además de las ventajas técnicas se debe tener en cuenta:

- Falsos costos de cosecha y fletes.
- Costos de secado, etc.

Por lo general conviene cosechar antes del punto de inflexión ya que los gastos diferenciales pueden ser elevados.

Lamentablemente la práctica de secado resulta un cuello de botella en el acondicionamiento y por ésta razón se busca darle la mayor rapidez, descuidando en muchos casos la eficiencia y la calidad del grano.

Las estimaciones actuales nos dicen que el 70% del maíz, el 80% de la soja, el 60% del sorgo y girasol y el 30% del trigo se secan artificialmente, como podemos apreciar la gran mayoría se seca.

Si no se seca se produce calentamiento y pérdida de calidad. Tomando al tiempo como una variable en función de la humedad y la temperatura de la especie en cuestión, se confeccionaron las curvas de T.A.S. (tiempo de almacenaje seguro). Estos gráficos se confeccionaron en condiciones ideales, y sirven como orientación.

TABLA DE TIEMPO DE ALMACENAJE SEGURO								
		Humedad de Grano (% b.h.)						
		13	15	17	20	23	25	30
Grano	Tº (°C)	Tiempo de Almacenaje seguro (días)						
Maíz	10	1010	466	167	48	31	17	10
Maíz	15	510	259	92	27	14	9	5
Maíz	24	253	116	30	12	6	4	2
Cebada	10	360	230	160	20	7		
Cebada	25	180	90	15	3.5	1.5		
Avena	10	220	150	35	2.5	1.7		
Avena	25	60	30	3.5	1			
Trigo	10	310	190	30	1.5	1		
Trigo	25	90	30	3	1	0.5		
Centeno	10	230	170	30	2	1		
Centeno	25	70	20	3	1	0.5		
Trigo semilla	10	140	50	15				
Tomando como parámetro la disminución del poder germinativo								

La temperatura y el tipo de grano influyen directamente en la interacción de las variables. Cuanto mayor sea la temperatura, menor será la humedad del grano para una determinada humedad relativa.

El aire está compuesto por muchos gases (oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono) en una pro-

porción más o menos estable, siendo muy variable su cantidad de vapor de agua. Cuanto mayor es la temperatura del aire, más vapor de agua puede contener.

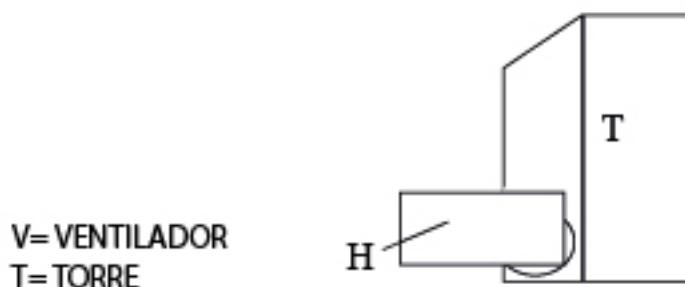
Por lo que si se calienta un aire y se mantiene constante su contenido de humedad absoluta, disminuye su humedad relativa.

Esto es lo que sucede en la máquina secadora.

DESCRIPCION DE UNA SECADORA

La máquina cuenta básicamente de tres partes:

- Torres.
- Ventilador.
- Horno.



El calentamiento del aire que se utiliza en el país es el directo, es decir que el aire natural se mezcla con productos de la combustión creando una masa gaseosa ávida de agua. En este caso se corre el riesgo de transmitir malos olores al grano, así como hacer llegar chispas. El calentamiento directo es el que aprovecha mejor el calor producido por el combustible. Por lo general se usa gas-oil; en donde es posible se recomienda el uso de gas, que resulta sensiblemente más económico. En los lugares cercanos a los bosques se está implementando el uso de leña, (Ej.: eucaliptos). La torre tiene la importante función de permitir el máximo contacto entre el aire y el grano, también deben ser fáciles de limpiar.

METODOS DE SECADO

El secado de granos y semillas puede realizarse en forma natural o artificial.

- **SECADO NATURAL:** se emplea el calor del sol y/o la humedad relativa del aire ambiente baja. Los granos o semillas se extienden en capas delgadas sobre una superficie plana y firme como un piso de concreto. También pueden emplearse mallas de alambre con orificios de menor tamaño que el de las semillas con marco de madera y elevados de manera de aumentar la superficie de contacto entre las semillas y el aire que las rodea y acelerar el proceso de secado. En otros casos se construyen estructuras rectangulares con malla de alambre, con la cara de mayor superficie expuesta hacia los vientos dominantes, cubiertas con un techo protector y que aísla a las semillas de probables precipitaciones de agua o nieve mientras dura el proceso de secado.



• **SECADO ARTIFICIAL:** el secado artificial consiste en hacer pasar una corriente de aire a temperatura ambiente o calentada artificialmente a través de la masa de granos o semillas por medio de ventiladores.

El aire utilizado para extraer el agua desde el grano puede tener la temperatura del ambiente o puede ser calentado artificialmente. En éste último caso el calor cumple las funciones de incrementar la presión de vapor del agua dentro del grano, lo que facilita la pérdida de humedad. Una parte del calor del aire aumenta la temperatura del producto y otra parte proporciona el calor requerido para la vaporización del agua contenida en los granos.

Los granos o semillas pueden encontrarse estáticos o en movimiento durante el proceso, por lo cual el secado puede ser:

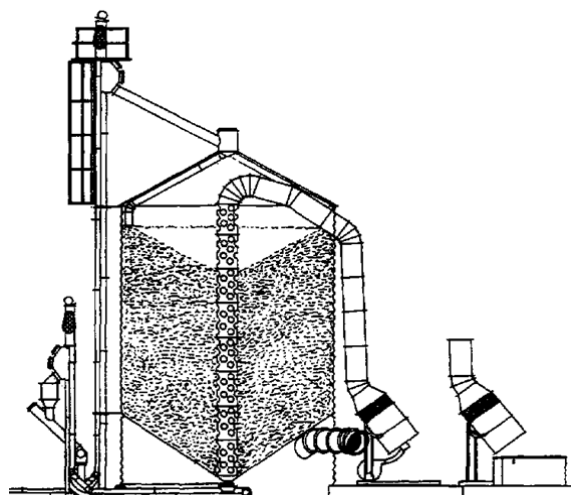
- Estacionario.
- Continuo.

El secado continuo normalmente se realiza con secadoras de gran capacidad, sin embargo también puede realizarse en silos en los que el grano está permanentemente en circulación. A pesar del costo que implica el secado artificial presenta una serie de ventajas respecto del secado natural ya que:

- El secado puede realizarse independientemente de las condiciones ambientales.
- Se puede programar las operaciones con más facilidad.
- La rapidez del proceso impide la contaminación con hongos.

SILOS DE SECADO

Los silos de secado consisten de un silo con fondo falso de chapa perforada. La parte inferior del piso del silo de secado se denomina "plenum" y tiene por finalidad crear una zona de presión estática constante para que el aire atravesase la masa de granos a velocidad uniforme. La altura de la masa de granos depende del destino que se le dará a ese producto. En el secado de granos se puede llenar completamente el silo, mientras que para semillas se aconseja que la cama no supere una altura de 1,5m para que no haya diferencias muy grandes de humedad y temperatura a la entrada y a la salida del aire, de manera de evitar daños por sobre secado.



En el secado de granos en el silo suelen agregarse dispositivos de remoción del grano que son tornillos sin fin accionados desde la parte superior del silo. Estos producen el ascenso del grano seco desde la parte inferior del silo mientras que el grano más húmedo desciende, proceso este que permite un secado más rápido y uniforme.

TIPOS DE SECADORAS

Las maquinas secadoras que comercialmente mas se emplean son las siguientes :

A) Secadoras de flujo continuo:

- Verticales (tipo torre):

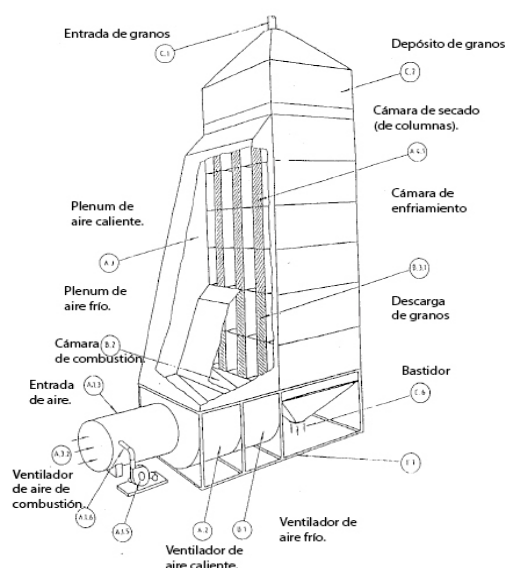
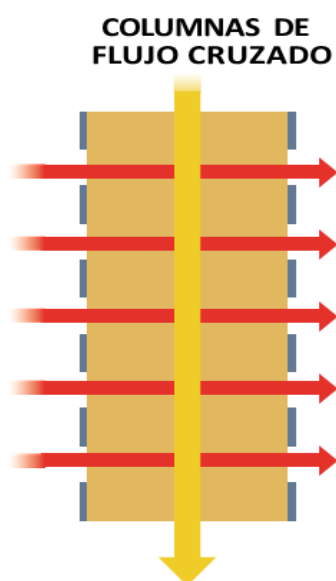
- **DE FLUJO CRUZADO (DE COLUMNAS).**
- **DE FLUJO MIXTO (DE CABALLETES).**
- **DE FLUJO CRUZADO (DE COLUMNAS):**

Son aquellas en las que el grano se introduce y descarga en forma continúa o intermitente, permaneciendo constantemente llenas las secciones de secado y enfriamiento. Las operaciones de secado y enfriamiento se efectúan en forma simultánea e ininterrumpida.

En este caso entra grano húmedo y sale grano seco durante el tiempo de funcionamiento. Por lo general poseen 2/3 partes con módulos de calor y el tercio inferior con módulo de frío.

Las secadoras de flujo continuo varían en tamaño pero consisten de una estructura metálica que contiene el grano, de un interior que funciona como plenum y de ventiladores para impulsar el aire caliente o frío a través de la masa de granos.

■ Grano ■ Aire caliente ■ Chapa



Esquema de una secadora de flujo continuo, de columnas (Doc. IRAM)

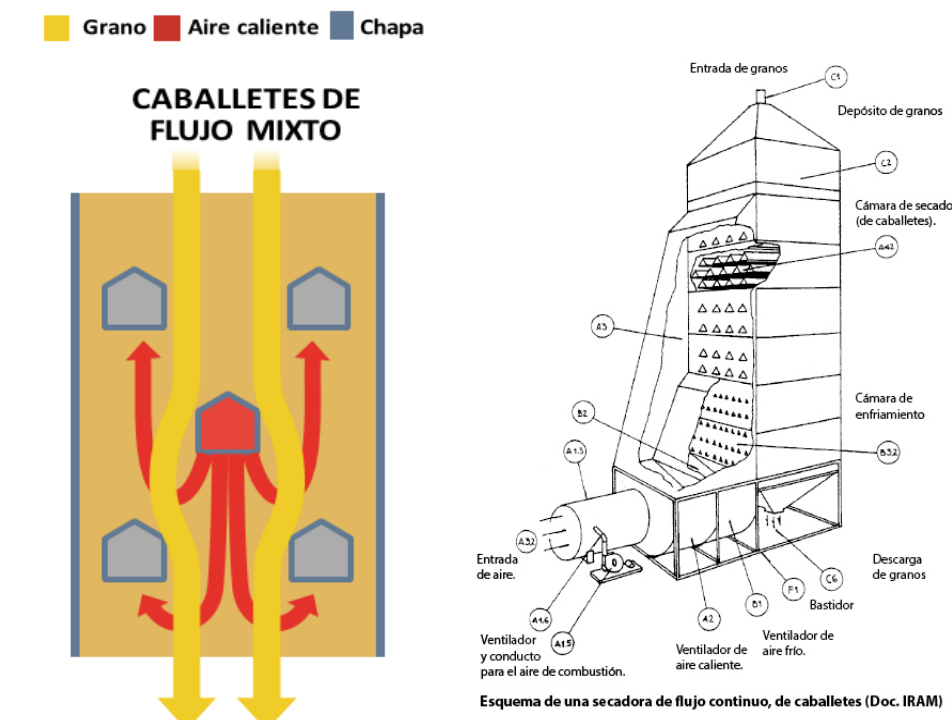


La principal desventaja de este sistema es que el grano cercano a la pared por donde ingresa el aire caliente se sobrecalienta y se sobreseca respecto al grano cercano a la pared por donde sale el aire de la columna de secado. Esta característica obliga a ajustar el manejo de la máquina, sobre todo en la regulación de la temperatura, ya que pueden producirse problemas de desuniformidad de secado, exceso de grano fisurado (en maíz), exceso de grano partido (en soja) y daño de gluten (en trigo).

Una manera de mejorar este tipo de secadoras es a través de la inversión en el sentido del flujo del aire a mitad de la zona de secado. Esta mejora se encuentra en la mayoría de las secadoras de columnas de flujo cruzado del país.

• DE FLUJO MIXTO (DE CABALLETES):

Poseen pequeños caballetes por donde circula el aire, el grano sufre movimiento sinuoso con lo que se logra un buen secado. Se debe cuidar la limpieza del material más que en otros casos.



PRESION ESTÁTICA

La presión estática es la resistencia al paso del aire que producen los distintos granos o semillas y depende de:

- Tipos de granos.
- Compactación de la masa de granos.
- Presencia de contaminantes.
- Humedad de los granos.
- Altura de la camada de granos.



El proceso de secado es influenciado por:

- Tipo de grano.
- Contenido de humedad inicial y final.
- Temperatura.
- Humedad relativa.
- Flujo de aire.
- Altura de la camada de granos.

TEMPERATURAS MAXIMAS

Por lo general se recurre al aumento de temperatura para darle mayor eficiencia (t/h) a la secadora. Esto redundará en un mayor daño al grano (pérdida de calidad) y alto incremento de la energía consumida por tonelada. La temperatura que se le puede dar sin daño, depende del tipo de grano, destino, contenido de humedad y características del secado.

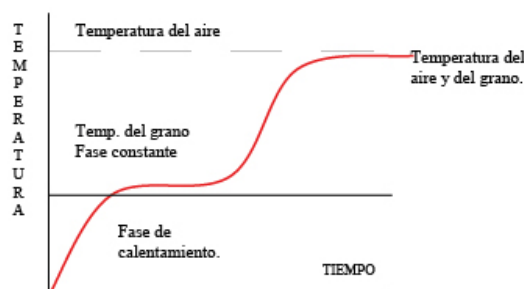
La soja es más sensible que el maíz y el trigo, y éstos más que el sorgo. El grano para semilla debe tratarse con mayor cuidado que el de consumo, forraje o industrialización. El que tiene mayor humedad se puede someter a mayor temperatura ya que el grano no se calentará; de todas maneras no resulta conveniente aumentar tanto la temperatura ya que se gasta mucha energía innecesariamente, ya que el agua está fácilmente disponible y se puede extraer con menor temperatura.

¿Qué sucede cuando el grano se somete a temperaturas muy elevadas?

- Entra el grano húmedo.
- Se genera una rápida evaporación del agua periférica.
- Tenemos el grano seco y caliente en la periferia y húmedo y frío en el centro (los poros periféricos se cierran y dificultan el movimiento del agua de la zona central). Las altas temperaturas del grano, sobre todo en la periferia, afectan las características de sus componentes (Ej. Pierde elasticidad el gluten en el trigo).
- En el módulo frío sufre contracciones y se acentúan las tensiones internas, el grano se fragiliza (Ej. Fisuras en el maíz).
- El grano sale excesivamente seco de la periferia, busca equilibrio, movilizándolo el agua interna hacia la periferia y si se dan las condiciones busca absorber agua del ambiente, dando lugar al REVENIDO.

En la próxima figura se observa la variación de la temperatura del grano en una secadora continua.

En la próxima figura se observa la variación de la temperatura del grano en una secadora continua.





Las temperaturas máximas recomendadas son:

GRANO	Tº DEL GRANO (°C)	ºT DEL AIRE (°C)
Trigo (base 16% de humedad)	50	60
Maíz industria (18 % de humedad)	45-55	60
Maíz forraje (18 % de humedad)	45-50	70-80
Maíz semilla (18 % de humedad)	45-50	50
Sorgo	45-50	50-60
Soja (19 % de humedad)	25-45	55
Arroz (20 % de humedad)	35	45
Girasol	40-45	55-60

Se debe chequear permanentemente la temperatura de la secadora, así como las características del grano: pre y post-secado (brillo, estructura, temperatura, humedad y poder germinativo). Esto nos permitirá tener el mejor conocimiento del efecto del secado sobre la calidad.

VELOCIDAD DE SECADO

Velocidad: es la cantidad de agua extraída por hora, se expresa en porcentaje por hora. Los puntos que se extraen dependen de:

- Temperatura.
- Tiempo de exposición.
- Caudal de aire.

Para un determinado grano el operario por lo general aumenta la temperatura con el afán de disminuir el tiempo de exposición y darle mayor eficiencia a la máquina.

Se recomienda:

GRANO	%/HORA
Girasol (15 a 10%)	Menor o igual a 5%
Maíz, sorgo (18 a 13%)	Menor o igual a 5%
Trigo (16 a 13%)	Menor o igual a 4%
Soja (17 a 14%)	Menor o igual a 3%
Cereales (semillas) (15 a 13%)	Menor o igual a 3%

Si se realiza un secado muy rápido, se pierde el agua periférica, se cierran los poros y se dificulta la salida del agua más interna.

Se debe tratar de secar con suavidad, permitiendo la reposición del agua periférica. A continuación se puntualizan las normas de manejo de una secadora continua:



- 1- Revisar si tiene suficiente cantidad de combustible.
- 2- Completar la torre con grano y ajustar el termostato.
- 3- Encender el ventilador.
- 4- Encender el quemador.
- 5- Accionar la descarga.
- 6- Volver a la secadora el tercio inferior para completar el secado.
- 7- No extraer más humedad que la máxima recomendada.
- 8- Realizar el control permanente del grano pre y post-secado (medir la humedad) 1-2 hs luego del secado.
- 9- Al final apagar el quemador y dejar el ventilador hasta la salida de todo el grano.

CALCULO DE LA MERMA

Cuando un grano se seca de 18 a 14%, la merma no es del 4% sino un poco más; esto se calcula con la siguiente fórmula:

Merma (porcentaje de extracción de agua):

$$\text{Merma} = \frac{100 \times (H_i - H_f)}{(100 - H_f)}$$

Si la H^o es de 14% se puede multiplicar la diferencia entre H_i y H_f por 1.16

La humedad se expresa sobre base húmeda, esto significa que cuando se define el 14% de humedad el grano tiene 86 gramos de materia seca y 14 gramos de agua en 100 gramo.

Cuando hablamos de humedad, refiriéndonos al grano, lo que hacemos es establecer una relación entre la cantidad de agua y la masa del grano. Según convenga, la humedad puede referirse a la masa húmeda o a la masa seca. Nos vamos a referir a la relación entre la humedad del grano y la masa húmeda del mismo. Las formas reglamentarias que rigen estas relaciones son las siguientes:

$$\% M = \frac{(H_i - H_f)}{(100 - H_f)} \times 100$$

% M: Cantidad de agua a evaporar.

H_i : Humedad inicial.

H_f : Humedad final.

$$KG = \frac{(100 - H_i)}{(100 - H_f)} \times Kg \text{ de grano}$$

Kg. P: Peso de grano seco

H_i : Humedad inicial

H_f : Humedad final

Son entonces las mermas de humedad que hay que descontar a los productores que entregan granos húmedos. Hay que aclarar que, de acuerdo a las reglamentaciones, el descuento es algo



mayor, pues se acepta que la humedad final para calcular esas mermas es de 1,5 puntos menos para Sorgo, un punto para maíz y 0,5 puntos para los restantes granos y oleaginosas, el objetivo de esta metodología es cubrir posibles mermas que se puedan producir por el sobre secado de partida de distintos niveles de humedad.

Grano	Base o Tolerancia	Diferencia	Humedad final para el cálculo de la merma
Maíz	14.5	1.0	13.5
Sorgo	15.0	1.5	13.5
Avena, cebada. Centeno trigo, trigo- pan, arroz ciscara	14.0	0.5	13.5
Mijo	15.0	0.5	14.5
Cártamo	10.0	0.5	9.5
Lino		0.5	9.5
Colza	8.0	0.5	7.5
Girasol	11.0	0.5	10.5
Mani (descascarado)	9.0	0.5	8.5
Soja	13.0	0.5	12.5

CALCULO DE PESO FINAL

Formula:

$$\frac{100 - H_i}{100 - H_f} \times 100$$

Hi: humedad inicial.

Hf: humedad final.

Pi: peso inicial.

Pf: peso final.

Ej: Maíz

Hi: 20%

Hf: 13,5%

Pi: 1000 Tn

$$\frac{20 - 13.5}{100 - 13.5} \times 100 = 7,51 \% \text{ merma por humedad}$$

$$\frac{100 - 20}{100 - 13,5} \times 1000 \text{ tn} = 924,85 \text{ tn peso final}$$



Debe diferenciarse la merma teórica de la real, para el caso del ejemplo si la humedad final es 13%, la merma real es:

$$\frac{20 - 13}{100 - 13} \times 100 = 8.04 \%$$

Vemos que para el grueso de la producción, por la forma que se sobreseca, las mermas por humedad oficiales no llegan a cubrir las reales.

CAPACIDAD DE UNA SECADORA

Está en función de las variables temperatura y humedad.

Cuanto más fuertemente retenida está el agua del grano más energía (combustible) se debe gastar para extraerla.

CALOR REQUERIDO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

La secadora debe tomar aire a temperatura ambiente y elevar su temperatura, impulsarlo de manera que caliente el grano y el agua del mismo y evapore una parte de esta; se debe tratar de disminuir las pérdidas de calor por conductos, salidas de aire etc.

La capacidad de la máquina, así como el consumo de combustible, deben ser calculados en la práctica, ya que tiene gran influencia la temperatura ambiente y la de régimen, los niveles de humedad del grano, etc. Por lo tanto debemos hacer el seguimiento de estas variables y comparar los guarismos con las especificaciones del fabricante.

Cuanto menor sea el nivel de humedad de grano, más fuertemente retenida estará el agua y por lo tanto más energía (combustible) costará eliminarla.

DAÑOS OCASIONADOS POR UN MAL SECADO

Son de distinta naturaleza y gravedad, y como se ha expresado en reiteradas ocasiones, dependen de la severidad con que se realiza el proceso, y del diseño de la secadora, amén de otros factores ya mencionados:

Los daños pueden clasificarse en:

- Daños visuales.
- Daños económicos.
- Daños industriales.

Los daños visuales son diversos como:

- Decoloración de los granos.
- Oscurecimiento de los granos.
- Cuarteado o fisurado.



La decoloración es más evidente en algunos granos, como el maíz, y más en los híbridos colorados que en los dentados; la disminución de color no es evidente si se compara la coloración del mismo grano antes del secado. Sin embargo, hay que destacar que la pérdida de color puede ser más acentuada luego de un prolongado período de almacenamiento.

Los granos oscuros (de un color pardo) se producen por haber permanecido durante un tiempo bastante largo en algún lugar de la secadora, sobre todo en zonas donde pueden quedar atascados.

El cuarteado o fisurado, consiste en la aparición de fisuras en el interior de los granos debido a procesos de transferencia de calor y humedad.

Este fenómeno es notable en granos de maíz y de arroz, menos común en el sorgo y de poca o nula importancia en otros granos.

Estas fisuras significan que el grano está casi partido en su interior, pero no se disgrega porque lo sostiene el pericarpio. Cuando este grano es sometido a diversos movimientos, como el transporte por elevadores o por caída libre de grandes alturas, se produce un alto porcentaje de rotura. Cuanto mayor sea el porcentaje de granos cuarteados, mayor será la proporción que se rompa.

Daños económicos:

Pueden ser los siguientes:

- Sobresecado.
- Mayor predisposición al ataque de hongos e insectos. Un secado violento produce generalmente la muerte de la mayoría de los granos, es decir, se disminuye casi totalmente el poder germinativo. Los granos muertos son más propensos a ser atacados por hongos e insectos.

Daños industriales:

- TRIGO: se deben considerar 3 aspectos:

1- Molinero: Desde el punto de vista molinero, el grano secado con excesiva temperatura disminuye su rendimiento en harina, aumentando la contaminación con cenizas.

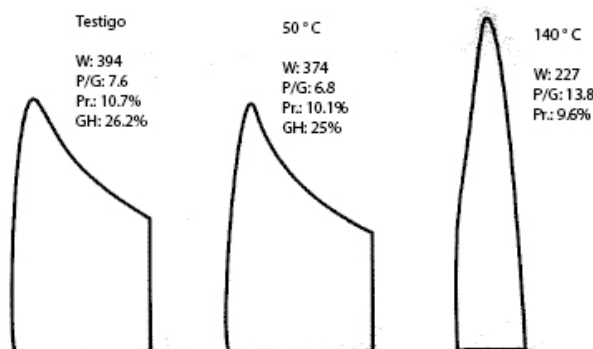
2- Bromatológico: En el caso por calentamiento directo, los productos de la combustión pueden quedar sobre el grano, éstos residuos son peligrosos ya que actúan como sustancias cancerígenas, por lo tanto se debe estar atento a la combustión, de manera que sea lo más completa posible, preferir combustible más liviano (el fuel-oil es pesado) y si es posible usar gas que resulta mucho más barato y no crea problemas de residuos.

3- Panadero: El mal secado afecta las dos condiciones básicas de la harina:

- **Buena fermentación:** La fermentación requiere de la acción diastásica, ésta se ve disminuida por el uso de elevadas temperaturas.



- **La retención de gases:** se da gracias al gluten; si se utilizan temperaturas excesivas, se afecta la tenacidad y la extensibilidad de la masa, dos propiedades dependientes de la calidad y cantidad del gluten. La masa es dura y se corta por lo que el pan resultante es pesado, de mal color y con la corteza dura.



- **MAÍZ:** el deterioro por el secado convencional violento se puede apreciar fácilmente, a simple vista porque aumenta considerablemente el grano fisurado.

Esto se debe a las altas temperaturas, seguido de bruscos enfriamientos, cuando el grano tiene menos del 16% de humedad (dilataciones y contracciones diferenciales). El grano fisurado con el manipuleo posterior resulta grano quebrado.

Se recomienda tener mucho cuidado en el secado cuando la humedad del grano es de menos de 16% se deben usar temperaturas moderadas o bajas.

- **Con respecto a la Molienda Húmeda se produce:**

- Dificultad en la separación de los componentes.
- Bajo rendimiento de aceite.
- Baja viscosidad del almidón.
- Pérdida de pigmentación del gluten.

Es común el endurecimiento de la proteína, por lo que se debe dar más horas de maceración, para disminuir las pérdidas de rendimiento. La migración de aceite del germen (donde se encuentra el 80-90% del total) al endosperma, significa la pérdida del aceite (en el caso de la molienda seca disminuye el rendimiento). Se produce sémola con mucha grasa. Las altas temperaturas afectan la calidad del almidón (disminuye la viscosidad y pureza).

- **SOJA:** el secado violento produce un descascarado y consecuentemente partido del grano. También se altera la proteína y el aceite.

- **GIRASOL:** al igual que la soja alteran las características de las proteínas y el aceite.

- **Efecto sobre los alimentos balanceados:** el secado en general, no tiene gran incidencia sobre el valor nutricional de los granos para alimentación animal. Puede decirse que no afecta mayormente los contenidos de proteína, materias grasas y otros constituyentes, siempre que las temperaturas de secado o los tiempos de permanencia en la secadora no sean desmesuradamente elevados.



- **Efecto sobre el peso hectolítrico:** el secado artificial siempre produce una reducción del peso hectolítrico del maíz, y de otros granos. En el caso del maíz, las partículas secadas en secadoras comerciales alcanzaron valores máximos de 77 kg/hl, mientras que los mismos maíces secados naturalmente llegaban hasta 81kg/hl, siempre ambos grupos llevados a 14% de humedad.

SISTEMAS COMBINADOS DE SECADO

1- SECADO-AIREACIÓN (DRYERATION).

2- RETORNO.

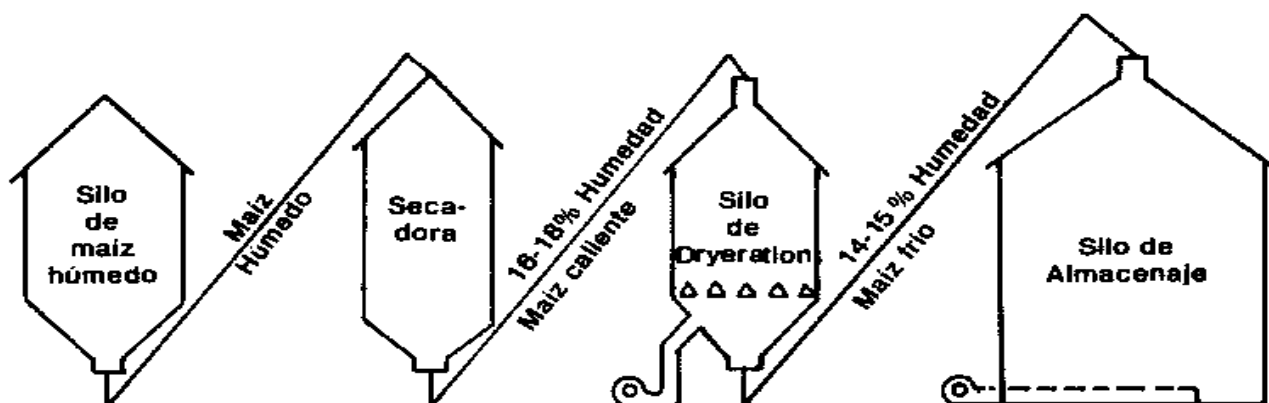
3- ENFRIADO EN SILO (BIN-COOLING).

Estos sistemas se idearon ante la necesidad de aumentar la capacidad de secado, luego se vio en ellos la posibilidad de disminuir el consumo de combustible y el deterioro en el secado (disminución de cuarteados).

1- SECADO - AIREACIÓN (DRYERATION):

Este sistema se estudió en primera instancia en maíz. Fue creado en Estados Unidos en la década del 60. Se lo denomina en inglés "Dryeration" como una combinación de las palabras "dry" (secar) y "eration" (aireación).

En Argentina los primeros ensayos se conocieron hacia 1967, pero por falta de experiencia en su manejo se presentaron diversos problemas que motivaron el abandono de la técnica. Posteriormente alrededor de 1973 se comenzaron a instalar nuevas plantas con seca-aireación y en la actualidad existe un renovado interés por parte de los acopiadores y centros de almacenamientos.



Es un método de secado que consiste en detener el proceso en la secadora cuando el grano ha bajado su humedad a 16-18% y pasarlo entonces caliente a silos especiales donde se le deja reposar unas horas, en esos mismos silos se concluye el secado y enfriamiento mediante el pasaje de aire a temperatura ambiente utilizando equipos de aireación debidamente diseño.

Como se indica en la siguiente figura, el grano húmedo de maíz se recibe en la secadora desde los silos respectivos y se calienta a las temperaturas corrientemente usadas hasta obtener el porcentaje de humedad indicado (16-18%). Como la secadora no tiene que enfriar el grano (pues se ha eliminado previamente el proceso de enfriado en la maquina), se puede utilizar totalmente su volumen en solo calentar y secar y de esa manera aumentar su capacidad en buena proporción.

La secadora trabaja entonces “todo calor”, como se dice corrientemente.

El grano caliente es extraído de la secadora y sin enfriarlo, transferido a un silo de enfriamiento provisto de equipo de aireación. En éste permanece el maíz unas pocas horas (entre 4-6) en reposo, luego se pone en funcionamiento el equipo de aireación para que se enfríe y pierda el 1 % a 3% mas de humedad antes de ser llevado seco y frío, a los silos de almacenaje definitivo. Vaciando el silo, puede volver a ser llenado con grano caliente.

En el silo de enfriamiento, los lotes de grano que están calientes se acumulan durante el día y se mantienen unas horas para su templado. La aireación se demora hasta que el silo esté lleno o por la mitad o menos aun, dependiendo de la capacidad del sistema de aireación y se realiza generalmente durante un periodo de 8 a 12 horas.

La temperatura que tiene el grano calienta el aire que ingresa, disminuyendo su humedad relativa, con lo que adquiere una buena capacidad de secado. En esta forma el grano termina de reducir su humedad a 14*15%.

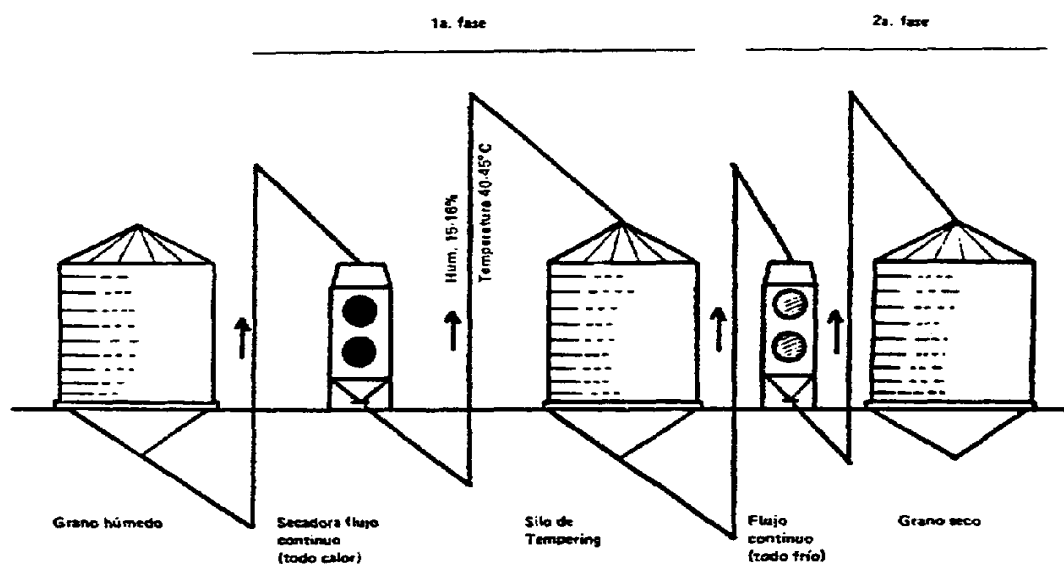
La calidad del grano obtenido es mucho mejor que la del sistema convencional. Este sistema de trabajo obliga a disponer de silos con buena aireación, para trabajar en combinación con la secadora.

2- SECADO POR RETORNO:

Consiste en emplear una secadora “toda caliente” en la primera pasada, como si fuera seca-aireación, y luego transferir igualmente a un silo de reposo. Transcurrido el periodo de “tempering” (8 a 10 horas), se retorna el grano a la secadora, funcionando ésta con sus ventiladores sin prender los quemadores, para un periodo de enfriamiento y secado final.

Este método implica también un movimiento adicional de norias y un pasaje doble por la secadora, pero mantiene una calidad aceptable del grano y el costo por tonelada resulta mas bajo que el secado convencional. Con respecto a seca-aireación, tiene la ventaja de que no requiere silos especiales de enfriamiento con aireación reforzada, por lo cual las inversiones son menores.

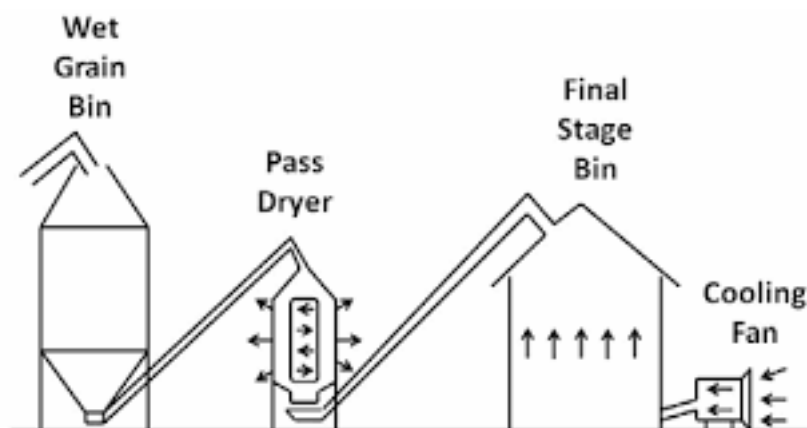
En este caso se aumenta en cierta proporción la capacidad horaria de la secadora.





3- ENFRIADO EN SILO (BIN-COOLING):

Esta es una variante del sistema de seca-aireación (dryeration). En este caso los dos primeros pasos son iguales a la seca-aireación, pero se termina de secar y enfriar y se almacena en el mismo silo, por lo que el silo de almacenamiento debe estar provisto de una buena aireación de manera que se pueda completar el secado antes que comience el deterioro. Como es obvio se evita un movimiento extra de la mercadería. La aireación para un silo donde se pueda hacer bin-cooling debe proveer un gran caudal, ya que se trata de muchas toneladas de grano.



RECUPERACION DEL CALOR:

En los últimos años el incremento del precio de los derivados del petróleo, hizo que se buscara fuentes de energía renovable (ej. Secado utilizando energía solar), y que se tratara de aumentar la eficiencia en el uso de combustible. Un rápido análisis del aire que se manda a la atmósfera a la salida de una máquina secadora continua, nos da la pauta del derroche de energía que se realiza; por lo general los dos tercios interiores de los módulos de calor y el módulo de frío, largan aire caliente y no saturado de humedad, que conserva importantes aptitudes para secar. Las secadoras modernas, con el propósito de aprovechar este aire secante, poseen recuperadores, el aire se puede recalentar o utilizar directamente. Estas alternativas son de gran importancia para la economía de la planta de acopio.