

CONSERVACIÓN DE GRANOS

ÍNDICE

Principios básicos del almacenamiento.....	3
El concepto de calidad	5
Manejo de los granos en post-cosecha.....	6
Los granos y sus propiedades.....	6
Estructura del grano	6
Factores que afectan la conservación.....	7
Norma básica de la conservación	7
Factores que afectan la conservación.....	7
Factores físicos: del medio.....	7
Factores físicos: de los granos.....	9
Factores químicos: del medio.....	12
Factores químicos: de los granos.....	12
Factores biológicos: del medio	13
Factores biológicos: de los granos	15
Insectos de los granos almacenados	16
Principales insectos.....	17
Microorganismos	19
Roedores.....	19
Control de insectos y ácaros.....	22
Medidas de sanidad y control preventivo	22
Control mecánico y físico	22
Control químico	23
Tratamientos preventivos y curativos de la mercadería	24
Control de roedores.....	29
Métodos De Lucha	29
Calentamiento espontáneo	33
Focos de calentamiento húmedo y seco	33
Explosiones.....	35
¿Cómo prevenir las explosiones?	36
Aireación	37
Equipos de aireación.....	38
Parámetros a tener en cuenta en la aireación.....	39
Movimiento ascendente y descendente del aire.....	40
Refrigeración	42
Secado	45

Principio del Secado.....	46
Elementos que componen una secadora	46
Tipos de secadoras	48
Variables que condicionan el secado	53
Métodos alternativos de secado	54
Daños producidos por un mal secado	55

Principios básicos del almacenamiento

El principio del almacenamiento es guardar los granos secos, sanos y limpios. Para esto, la consigna básica y válida para todo tipo de almacenamiento, es la de mantener los granos “vivos”, con el menor daño posible.

Cuando los granos se guardan sin alteraciones físicas y fisiológicas, mantienen los sistemas propios de autodefensa y se conservan mejor durante el almacenamiento. Son tan importantes las características y condiciones de los granos al entrar al sistema, como la tecnología de post-cosecha en sí misma.

Todo grano dañado, roto o alterado en su constitución física es propenso a un mayor riesgo de deterioro. El mismo problema se presenta cuando se guardan granos sucios (tierra, impurezas, etc.) que favorecen el ataque de hongos, bacterias, insectos y ácaros.

Cosecha

Otro factor que altera la calidad del grano es el daño mecánico que se produce durante la cosecha por una mala regulación de los equipos. Este daño no altera sólo la integridad física de los granos, sino que también incide directamente sobre su aptitud para la posterior conservación (almacenamiento).

En esta etapa es necesario destacar que cualquier daño de tipo físico, sea causado por insectos y/o por el clima, predispone a los granos a una mayor susceptibilidad al ataque de hongos, como los del grupo *Aspergillus* spp. Esto se agrava cuando la humedad relativa del aire supera el 75% y la humedad del grano es superior al 14%.

Este daño también ocurre por los impactos que reciben los granos a través de los movimientos del transporte interno de la cosechadora y también en su posterior manipulación durante la post-cosecha, acondicionamiento y almacenaje.

La cosecha debe ser realizada a tiempo y correctamente, para asegurar que granos limpios y sanos sean depositados en las plantas de acopio.

La Post-cosecha de granos

Desde la recolección en adelante, todas las operaciones a que se someten los granos, corresponden a la llamada “post-cosecha de granos”, que en diversas etapas llevan el material hasta el consumo final. El estudio de la actividad se realiza mediante el enunciado de una cadena; esto es una descripción didáctica del ordenamiento que pone de manifiesto, la interrelación de las etapas y la necesidad de encarar toda mejora en forma conjunta, con un objetivo común: SATISFACER AL CONSUMIDOR.

El establecimiento de la cadena agroalimentaria de los granos, permite reconocer los flujos que van del productor hasta el consumidor y en sentido contrario.



Los flujos involucrados son varios, algunos de materiales (granos, insumos), otros de dinero e información. La información sobre calidad es esencial y procede del consumidor, pues es la señal para que un producto o servicio sea demandado.

Sólo los productos que satisfacen al consumidor tienen posibilidades de subsistir en el mercado.

Para ello, la necesidad que todos los involucrados participen en la obtención de la calidad.

Antes de implementar el cultivo, el productor agropecuario decide sobre aspectos de calidad de la producción, optando por determinados cultivares, prácticas culturales, insumos, momento de la cosecha, etc.; iniciando la cadena.

Mientras que en el cultivo, el clima decide todas las fases, es el hombre quien controla las variables durante el almacenamiento.

Con la cosecha anual, culmina el esfuerzo de los agricultores y de muchos profesionales que aportan su experiencia científica y técnica para la producción. Antes de la cosechadora, difundida a partir de los años 20, la recolección de trigo insumía 45 horas- hombre por hectárea; en la actualidad la misma operación requiere apenas 3 horas-hombre, completando la operación en pocos días.

El momento de cosecha se fija una vez que el grano llega a la maduración fisiológica (cuando no se acumula más materia seca), pero sujeto a otras situaciones, como el estado del tiempo y la disponibilidad de maquinaria, que influyen en la decisión.

Frecuentemente se cosechan cereales, con humedad superior al valor que asegura el almacenamiento satisfactorio (humedad hasta 14%). Con humedad entre 14,1 y 16% es posible almacenar, pero sólo por períodos limitados y siempre que se realicen algunas tareas. De hecho, una serie de factores, que incluyen las condiciones ambientales, definen la humedad de los granos cosechados cada año y en cada región.

En años de cosecha “seca” la conservación será fácil, pero en los años “húmedos” se deben tomar cuidados de inmediato. Para los granos oleaginosos la humedad de almacenamiento sin problemas de conservación es bastante inferior, dependiendo de la especie (contenido de aceite) y de la temperatura.

Las condiciones del grano cosechado, definen el comportamiento del mismo en las etapas siguientes, condicionando el modo de proceder para mantener cantidad y calidad.

Todos los eslabones de la cadena, disponen de un sector dedicado al almacenamiento de granos, con objetivos ligeramente diferentes. Las instalaciones tienen características particulares en cada sector, pues hay grandes diferencias en el giro o rotación (tonelaje anual acopiado dividido la capacidad de almacenamiento).

Así, el almacenamiento de chacra de los productores agropecuarios, tiene prioridad para conservar semilla y grano forrajero, ambos para la propia explotación. El giro es muy bajo.

La actividad comercial de plantas acopiadoras y prestadoras de servicios de acondicionamiento (limpieza, secado, desinsectación), movilizan la mercadería, desde la zona de producción hacia la demanda. Otros son comerciantes dedicados a la exportación, que hacen uso de instalaciones de terminales portuarias, de alto giro.

Las instalaciones del sector industrial de granos (molinos, fábricas de aceite, de alimento balanceado), almacenan mercadería para uso propio y tienen un giro bajo.

Objetivos de la post-cosecha

En la post-cosecha es prioritario eliminar o minimizar las pérdidas, tanto de cantidad como de calidad, optimizando el uso de los demás insumos (combustibles, electricidad, plaguicidas). La reducción de las pérdidas de alimentos es un tema prioritario para la economía del sector, pero también para las estrategias tendientes a reducir el hambre en el mundo.

Durante la cosecha y el almacenamiento el grano está expuesto a sufrir pérdidas. Las causas son múltiples, desde los procesos bioquímicos del grano, hasta la falta de atención o desconocimiento del personal encargado del almacenamiento.

Los términos “pérdida” y “merma” son sinónimos, pero el último se usa preferentemente, para reducciones de peso por eliminación de agua o de impurezas, que en realidad no son destrucción de mercadería seca y limpia.

Los principales agentes que causan deterioro en alimentos son:

- ✓ Microorganismos
- ✓ Insectos y ácaros,
- ✓ Roedores,
- ✓ Pájaros,
- ✓ Actividad metabólica y la
- ✓ Exposición a temperaturas extremas.

Las pérdidas pueden ser de varias clases, peso, valor nutritivo o calidad. Todas tienen su ponderación en dinero, pero hay otros como la pérdida de clientela y de confianza, más difíciles de evaluar.

Las exigencias de seguridad laboral han aumentado notablemente en las últimas décadas, con legislaciones que tienden a proteger la salud de los trabajadores, promoviendo la prevención de riesgos. Todas las actividades donde se mueven los granos, producen desprendimiento de polvo más o menos fino, generando un riesgo para la salud de las personas y la posibilidad de explosiones, con efectos devastadores.

El uso racional de los recursos energéticos, posibilita la mejora en la calidad de vida de los habitantes, asegurando su utilización a las generaciones futuras. Las tendencias propician el ahorro de energía, además de sustituir los combustibles no renovables, incorporando nuevas fuentes y tecnologías. Estos estudios, se centran en el “secado”, porque este consume hasta un 83% de la energía total usada en la post-cosecha de granos.

La inclusión de la variable referida al impacto ambiental, como un parámetro de la gestión empresarial, implica la toma de conciencia en los niveles más altos de la empresa, para

transmitirlo a todo el personal. El manipuleo de los granos, como toda actividad económica produce impactos positivos y negativos al medio ambiente, que deben ser controlados con una gestión tendiente a conseguir un impacto compatible.

Actualmente se difunde el sistema de gestión medioambiental, según las normas ISO 14000. Los principales problemas de las plantas del sector se vinculan a la emisión de ruido y polvo, que afectan al personal ocupado y vecindad.

El concepto de calidad

El concepto de calidad ha evolucionado en las últimas décadas, incorporando el punto de vista del usuario, con expectativas que trascienden al producto. Del criterio de calidad desde la sola visión del productor, se pasó a nuevos métodos y organizaciones para lograrla. En lugar de aplicar el control a los productos terminados, se usan ahora instrumentos preventivos, practicados a lo largo de toda la cadena de gestión.

La definición moderna del concepto de Calidad: “Calidad Total es un sistema eficaz para integrar esfuerzos en materia de desarrollo, mantenimiento y mejoramiento de la calidad, realizado por los diversos grupos en la organización, para producir bienes y servicios a niveles económicos, compatibles con la plena satisfacción de los clientes”

De las regulaciones y normas técnicas (Estándares de granos) de calidad obligatorias para los productos, dictadas y verificadas por organismos públicos para preservar condiciones de sanidad, higiene, etc., se ha pasado a procedimientos para obtener y asegurar la calidad, convenidas libremente entre los miembros de la comunidad, de uso voluntario y certificación optativa. Los dos modelos confluyen en la actualidad.

Las normas ISO de la serie 9000 (disponibles desde 1987), son discutidas y reformadas periódicamente, constituyen un valioso instrumento de los principios rectores para certificación de la gestión empresarial. Son instrumentos eficaces, reconocidos internacionalmente, que han unificado la terminología y los conceptos utilizados en esta materia. Así las normas tienen una interpretación única y las certificaciones a las que acceden las empresas, tienen alcance universal.

Calidad, por tanto no es un concepto absoluto, va asociado a una serie de propiedades y características de los productos, en estrecha relación con las expectativas del cliente.

Para asegurar la inocuidad de los alimentos es necesario considerar todos los aspectos de la producción primaria hasta la venta al consumidor, evaluando en cada eslabón las posibilidades de influir. Los sistemas de calidad que adoptan las empresas, constituyen una herramienta para la mejora continua, siendo una inversión a largo plazo. La primera etapa para su implementación, es documentar los procesos y gestiones que se realizan, para luego optimizarlas. Todos los instrumentos que se consideren oportunos, se incorporan a los Manuales del Sistema de Calidad de la empresa, de manera que en el futuro se ejecuten, en forma rutinaria. Varios instrumentos, las Buenas Prácticas (BPAg,-de agricultura, BPM-de manufactura) o el Sistema HACCP (Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control) están disponibles. El HACCP es obligatorio en algunos países para la producción e importación de algunos productos, en listas que se amplían periódicamente.

Red almacenadora de granos

Una red almacenadora de granos es una infraestructura destinada a recibir la producción de granos, conservarlos en perfectas condiciones técnicas, y redistribuirlos posteriormente. Para la agricultura, una red almacenadora constituye un elemento indispensable para el incentivo de la producción. Para el consumidor es uno de los principales factores para estabilizar los precios, además de garantizar un abastecimiento normal.

La producción de granos es periódica, mientras que la necesidad de alimentos y la demanda de las agroindustrias son ininterrumpidas. Una cosecha se recoge en dos meses, y se va a consumir durante un año o más. Las redes almacenadoras reciben la producción que no tiene consumo inmediato, forman los stocks que permiten su distribución cronológica, e impiden las fluctuaciones de precios que resultan de las cosechas e intercosechas.

Además de las variaciones estacionales, existen las variaciones interanuales. Estas presentan un superávit y déficits: los precios bajos disminuyen los estímulos al productor y la plantación se reduce; entonces la producción cae y ello induce el alza de los precios; éstos estimulan mayor plantación y en consecuencia mayor producción y por eso bajan los precios y así sucesivamente.

No hay política cerealera posible sin la existencia de una red almacenadora convenientemente dimensionada para atender la demanda interna y exportar los excedentes. Por otro lado, no será posible hacer avanzar la producción de granos sin la existencia de instalaciones adecuadas de almacenamiento.

Manejo de los granos en post-cosecha

Es necesario considerar que la etapa de post-cosecha es tan importante como la de producción a campo y cosecha. El almacenamiento de granos no debe considerarse como una acción donde simplemente se guardan granos en un depósito y luego de un tiempo se los extrae para la venta, sin preocuparse de lo que sucede durante ese tiempo.

Es una actividad que se debe asumir con características propias y que tiene como objetivo fundamental la conservación de los granos cosechados al menor costo posible, dentro de un contexto de aseguramiento de la calidad.

En este sentido, es muy importante destacar como actividad fundamental en post-cosecha, el criterio del "SLAM", S: sanidad, L: limpieza, A: aireación, M: monitoreo; cuatro condiciones indispensables para una buena conservación de granos durante su almacenamiento.

Dentro de la dinámica del manejo de post-cosecha es necesario considerar las medidas preventivas que se pueden tomar, ya que muchas veces el deterioro de los granos se manifiesta con eventos no tan visibles, como son: la pérdida de poder germinativo, disminución de peso hectolítrico y acidez de la materia grasa. Muchas veces este tipo de deterioro en "Peso y Calidad" pasa desapercibido y el productor cree que sus granos no sufrieron ningún cambio, pero en realidad hay una pérdida encubierta. Cuando el deterioro se hace visible, la merma del valor industrial es mayor y consecuentemente las pérdidas económicas son más significativas.

Los granos y sus propiedades

Una masa de granos, es un sistema ecológico creado por el hombre, cuyos componentes son:

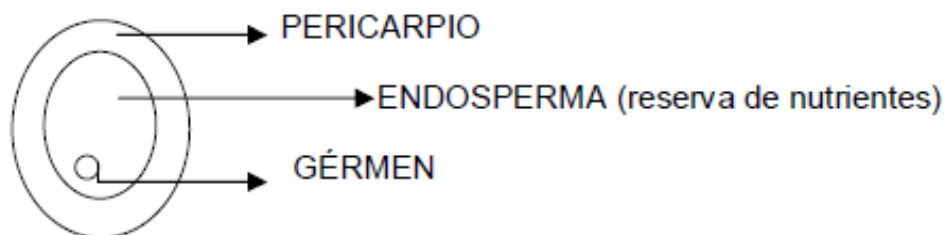
- ✓ Organismos vivos (componentes bióticos): granos, microflora, plagas, que interactúan entre sí en forma compleja y con,
- ✓ Materiales no vivos (componentes abióticos): vapor de agua, materia extraña, aire intergranario, y factores ambientales (temperatura, composición del aire, humedad).

En ese sistema ecológico, el principal *componente biótico* es el grano, que se desea conservar vivo en estado de vida latente, manteniendo todos sus atributos de calidad.

El deterioro de los granos almacenados, es la resultante de la interrelación de variables físicas y químicas en un proceso lento donde los factores raramente actúan solos, siendo poco perceptibles al principio. El proceso se acelera, cuando se produce una combinación favorable a la actividad biológica del grano y a los demás organismos vivos del medio.

CONSERVAR ES MANTENER EL VALOR NUTRITIVO DEL GRANO, A TRAVÉS DEL TIEMPO, CON EL MENOR COSTO POSIBLE.

Estructura del grano



- ✓ PERICARPIO: parte externa que recubre y protege al grano, constituida en su mayoría por fibra.
- ✓ ENDOSPERMA: parte interna en donde se encuentra toda la reserva de nutrientes, que servirán para el desarrollo de la planta, es la fracción del grano que constituirá la harina.

- ✓ GÉRMEN: constituido en su mayoría por lípidos, es la parte del grano que contiene el embrión.

FACTORES QUE AFECTAN LA CONSERVACIÓN

Norma básica de la conservación

Condición del grano:

- ✓ SANO: íntegro y libre de plagas. El pericarpio no debe estar roto porque puede ser atacado por hongos, microorganismos, etc.
- ✓ SECO: con la humedad necesaria y suficiente para vivir, con el fin de que no lo ataquen los microorganismos, insectos, etc.
- ✓ LIMPIO: libre de impurezas y materias extrañas, esto genera un menor gasto de secado.
- ✓ BAJA TEMPERATURA: la necesaria para que el grano viva, con el fin de disminuir el ritmo de los procesos que pueden iniciar el deterioro.

Entre los alimentos de producción estacional, los granos son uno de los principales recursos para el hombre, ya que son estructuras de supervivencia, siendo capaces de soportar condiciones extremas gracias a que los mismos pueden permanecer en estado de vida latente.

EL GRANO UNA VEZ COSECHADO NO ESTÁ SEGURO EN EL SILO PUDIENDO OCURRIR, QUE SE DETERIORE Y DISMINUYA TANTO EN CALIDAD COMO EN CANTIDAD.

Factores que afectan la conservación

- ✓ FÍSICOS
- ✓ QUÍMICOS
- ✓ BIOLÓGICOS

A su vez, estos tres pueden pertenecer tanto al medio ambiente (donde están los granos: silos, celdas, galpones) como ser propios de los granos (dependen de su naturaleza).

Factores físicos: del medio

- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad
- ✓ Condiciones de cosecha, acondicionamiento, manipuleo y almacenamiento

Temperatura

Los granos son malos conductores del calor, por lo que cuando toman temperatura no se enfrían por sí solos. Poseen conductividad térmica mínima, es decir, que el calor pasa de zonas calientes hacia las más frías, muy lentamente. Ello explica que en toda elevación de temperatura, sea por efecto exterior o de focos del interior, la velocidad de intercambio calórico no es suficiente para neutralizar ese efecto, afectando a ese sector (foco). La conductividad térmica de metales es, unas 300 veces mayor a la de granos; se dice por ello que el grano es un buen aislante del calor. Cuanto más temperatura tengan, más posibilidades hay que tengan problemas de humedad, insectos, ácaros y pérdidas de peso. Los granos respiran y si la temperatura es excesiva, aumenta su ritmo respiratorio y pierden peso. Siempre es recomendable reducir la temperatura de los granos a valores compatibles con el almacenamiento (20-25°C).

La temperatura puede provenir directamente de la secadora cuando no se baja la temperatura posteriormente o puede ser por efecto del consumo de los granos por las plagas o cuando se cosecha en días de alta temperatura. Afecta directa o indirectamente a todas las variables restantes.

No solo debe tenerse en cuenta la temperatura excesiva sino también su desuniformidad, ya que en el granel existen zonas frías y zonas calientes; el aire, el calor y la humedad se movilizarán creando problemas aún mayores.

En general podemos asegurar que:

- ✓ Los insectos no son peligrosos con menos de 15°C
- ✓ Los ácaros no son peligrosos con menos de 5°C
- ✓ A menor temperatura menor problema en el desarrollo de hongos, hay menor respiración de los granos y menor degradación de insecticidas residuales.

Humedad

Es la cantidad de agua que tiene una masa de aire. El agua se presenta como vapor y para cada temperatura el aire tiene una determinada capacidad de contener agua. Cuando el aire se satura de agua se dice que ha llegado a la humedad de saturación, es decir que tiene el máximo de agua que podría contener a esa temperatura.

Como la humedad se expresa en g agua/m³ aire, se buscó una forma más sencilla de expresar la humedad, por eso se trabaja con humedad relativa.

La humedad relativa (HR) es la relación entre la cantidad de agua que tiene el aire y la máxima cantidad de agua que podría tener a esa temperatura.

$$HR = H/HS \times 100 (\%)$$

Siendo:

H= humedad

HS= humedad de saturación

Cuanta más temperatura tiene el aire, más capacidad de contener agua tendrá.

Es la variable primaria que afecta en casi mayor grado la conservación de un granel conjuntamente con la temperatura. Ella limita el desarrollo de los factores bióticos y todos ellos en mayor o menor medida aparecen y se expresan en función de los niveles de humedad.

Se debe considerar la humedad de la atmósfera intergranaria y también la humedad del grano, que normalmente están en permanente búsqueda del equilibrio.

El grano puede tomar o ceder agua en forma de vapor de agua desde el medio que lo rodea, es decir, busca su equilibrio higroscópico.

Medición de la humedad relativa del aire

Para conducir la aireación, la principal información es la humedad relativa del aire y se debe medir.

La medición de la humedad relativa del aire, puede hacerse de diversas maneras.

- ✓ Psicrómetro: consta de dos termómetros de mercurio, que se exponen al flujo de aire de un ventilador (VL 2 m/s= constante= velocidad del aire) Otro modelo es impulsado manualmente a través del aire, es el llamado tipo honda. El termómetro con el bulbo descubierto mide la temperatura del bulbo seco y con el otro, con el bulbo envuelto en una tela embebida con agua, se lee la temperatura del bulbo húmedo. La lectura de ambos termómetros se hace, cuando las marcas se mantienen. La diferencia entre ambos valores, permite leer la humedad relativa del aire en tablas y diagramas, que acompañan el equipo.
- ✓ Higrómetro de cabello: lleva un manejo de cabellos humanos (preferentemente femeninos) tensionados, que por sus propiedades higroscópicas, varía su longitud según la humedad relativa ambiente. Indica mediante lectura directa, sobre una escala la humedad relativa.
- ✓ Higrómetros electrónicos: no muy difundidos por su elevado costo, se trata de sensores de película fina, capacitivos o de alguna otra propiedad eléctrica sensible a la absorción de vapor de agua. Los equipos son de lectura directa, con bajo tiempo de respuesta y de alta exactitud. La medición con este tipo de sensores cubre toda la escala desde 0 hasta 100%, pero el rango de mayor precisión está en 25 a 85% y las mediciones pueden realizarse hasta temperaturas de 160°C. La calibración se realiza, ubicando el sensor en pequeñas cámaras con soluciones saturadas de sales.

¿Cómo se encuentra el agua en los granos?

Entre los materiales sólidos de los granos y el agua existen ciertas afinidades. La humedad contenida en los granos, se presenta en distintas formas de asociación con los sólidos, según uniones químicas que se establecen, a distintos niveles de hidratación.

La fracción de **agua ligada** está estrechamente vinculada a la sustancia adsorbente, en parte por uniones químicas como parte integrante de los sólidos e incluye una capa mono molecular que le cubre. Se libera sólo en condiciones extremas de temperatura y tiempo, produciendo en tal caso, desnaturalización de los componentes orgánicos. Sobre la anterior capa, se extiende otra de *agua adsorbida* que está ligada a los constituyentes del grano por uniones electromagnéticas, con una intensidad que aumenta con la cercanía al sólido. Es agua pseudoligada no solvente, sin papel biológico que puede ser separada del grano por evaporación, en una reacción reversible, pero con un calor de vaporización notoriamente

superior a la del agua líquida. El **agua osmótica** está ligada a la materia, con fuerzas de atracción molecular a los componentes coloidales. Es agua solvente que contiene en solución algunas sustancias propias del grano y permite reacciones enzimáticas y el desarrollo de hongos y bacterias. El **agua de impregnación**, se mantiene libre en los poros de los granos por fuerzas capilares y se moviliza fácilmente, algunos autores la llaman agua libre o no absorbida. Es la primera fracción de agua que se desprende al secar el grano. Este tipo de agua, está disponible para el desarrollo de hongos y bacterias. Entre los diversos tipos de agua no existe una separación neta, pasando de una forma a otra, en forma gradual.

Equilibrios entre humedad del grano y aire

El agua del grano y del aire, se pueden intercambiar toda vez que exista una diferencia entre las presiones del vapor en la superficie del grano y la propia del aire. Estos mecanismos se llaman de "sorción" y los materiales, como los granos, se llaman higroscópicos. Cuando la tensión parcial de vapor en los capilares del grano P_G es igual a la tensión del vapor ambiente P_L , decimos que hay equilibrio higroscópico, es decir que $P_G =$ humedad relativa del aire. Si los valores son diferentes se producirá una migración de agua; cuando los granos incorporan humedad, se habla de adsorción y cuando pierden, desorción.

Los equilibrios de humedad se establecen lentamente. En la práctica el llenado de los depósitos se hace con partidas que no son idénticas, ni reúnen las condiciones ideales de temperatura y humedad. Además los depósitos pueden tener defectos, paredes conductoras de calor, etc.

EN GENERAL DEBEMOS TENER PRESENTES 4 CONCEPTOS:
LA HUMEDAD DEL GRANEL GENERALMENTE NO ES UNIFORME
NO SE PUEDE MEDIR CON PRECISIÓN LA HUMEDAD DEL GRANO CON LOS MÉTODOS DE RUTINA
LOS MEDIDORES DEBEN SER CALIBRADOS PERIÓDICAMENTE
SE DEBE REALIZAR UN SEGUIMIENTO DE LA HUMEDAD EN EL ESPACIO Y TIEMPO, YA QUE LA MISMA NO PERMANECE ESTABLE.

Condiciones de cosecha, acondicionamiento, manipuleo, almacenamiento y materias extrañas

Existen variables previas a la cosecha que afectan la post-cosecha, ejemplo: control de malezas, condiciones climáticas, momento del llenado del grano, etc.

En la cosecha, en el acondicionamiento y en el manipuleo se suele tratar agresivamente el grano provocando daños mecánicos que afectan la conservación, por lo tanto debemos tratar de hacer el mínimo daño ya que si no los granos se verán afectados:

- ✓ Respirarán más intensamente
- ✓ Captarán con mayor facilidad la humedad del medio
- ✓ Se facilitará el desarrollo de los microorganismos y los insectos

Otro daño mecánico que se produce en los granos es en el manipuleo como consecuencia de la utilización de elementos de transporte no adecuados como por ejemplo: tornillos sinfines o chimangos, redler, cintas transportadoras, transporte a canchales, conductos de gravedad.

Otro aspecto a tener en cuenta para la conservación son las características de depósitos. Herméticos, con sus conos o bases impermeabilizadas, en sus techos deben encontrarse extractores para evitar los problemas de condensación, deben tener acceso a la mercadería para poder muestrearla.

Las materias extrañas generalmente se presentan quebradas, y por esto tienden a absorber más humedad que los granos, provocando un aumento de humedad del granel o la aparición de focos húmedos. Además, ocupan el espacio intergranario, impiden la circulación natural del aire dentro del depósito y obstruyen el proceso de aireación.

Factores físicos: de los granos

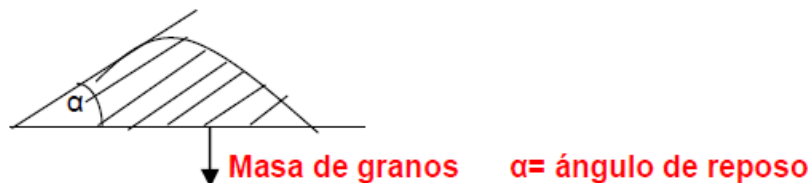
- ✓ Porosidad
- ✓ Fluidéz
- ✓ Segregación
- ✓ Sorción
- ✓ Termo-Física

Porosidad

Es la cantidad de aire que hay entre los granos (aire intergranario) dentro de un silo o depósito. Normalmente en un silo, el 30 o 40% está ocupado por aire y el resto es grano. Cuanta mayor porosidad se tenga, mejor conservación porque es posible airear, bajar la temperatura, fumigar.

Fluidez

Es la capacidad de deslizamiento que tienen los granos. Si dejamos caer un montón de granos al piso, se formará una pequeña montañita que tendrá una determinada pendiente, el ángulo que se forma entre la ladera del montón y el piso, se llama: *ángulo de reposo*. Cuando los granos fluyan más, tendrán menos ángulo. (el maíz por su forma tiende a fluir).



- ✓ A mayor tamaño
- ✓ Superficie lisa
- ✓ Menor humedad
- ✓ Forma esférica
- ✓ Menor cantidad de impurezas
- ➔ MAYOR FLUIDEZ
 - MENOR ANGULO DE REPOSO
 - MENOR CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Segregación

Es la separación natural de los componentes de un granel por peso y tamaño, durante el llenado de un depósito o camión, etc. Sometidas a un mismo movimiento las partículas responden de distinta manera según su peso específico, sus formas, etc. Por lo tanto los componentes más pesados caen verticalmente (granos grandes, sanos, pesados) y el material liviano (granos rotos, dañados, pequeños) es arrastrado por las corrientes de aire hacia las paredes del depósito o camión. Por lo tanto tendremos una distribución heterogénea de los componentes del granel. La acumulación de material liviano reducirá el espacio intergranario, dificultando la aireación, por lo que este proceso será dispar en toda la masa de granos. Además el material liviano tiende a absorber mayor humedad que los granos enteros.

Sorción

Es la retención de un gas por un sólido (grano). Se clasifica en:

- ✓ Adsorción: el gas es retenido en la superficie del grano.
- ✓ Absorción: el gas es retenido en toda la masa del grano.
- ✓ Sorción química: hay una combinación química entre grano y gas.

Termo-física

Se refiere al movimiento de humedad y temperatura dentro del granel y se incluyen:

conductividad térmica y conductividad húmeda.

Conductividad Térmica: implica la capacidad para transferir o propagar el calor. El grano tiene una conductividad térmica sumamente baja, del orden de 0,0004 calorías por cm por segundo.

Es decir que tiene una capacidad aislante. Como consecuencia de ello puede provocar importantes alzas de temperatura en focos bien localizados.

Difusividad Térmica: es la velocidad de cambio de temperatura de los granos y es muy baja.

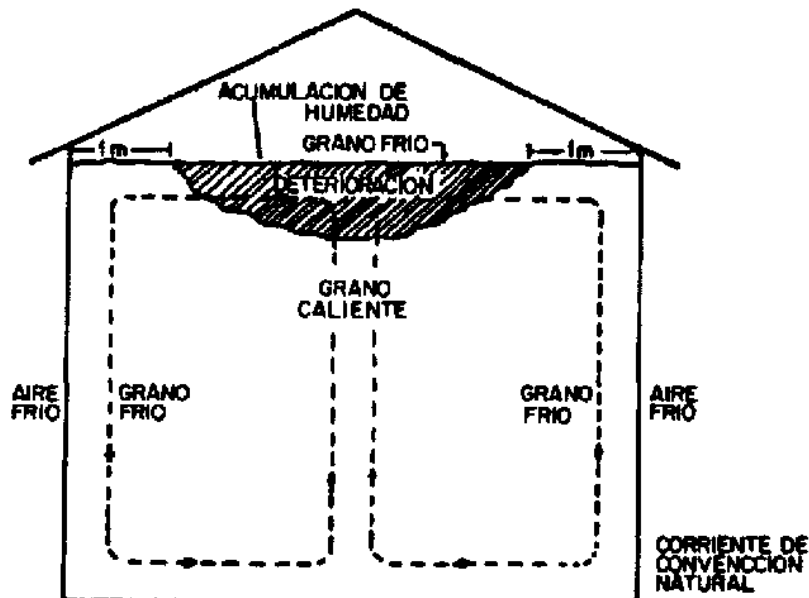
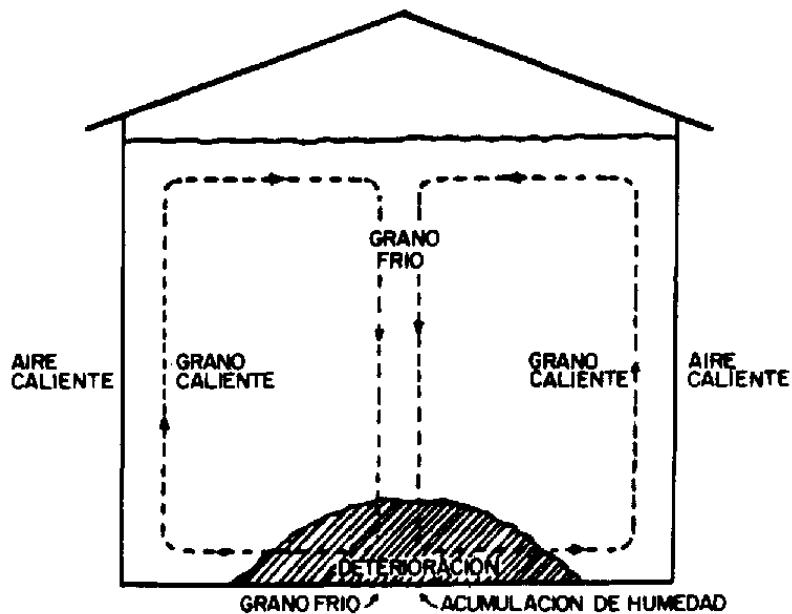
Conductividad Húmeda: es la capacidad de conducir la humedad que tienen los granos por diferencias de temperatura dentro del granel. El aire tiende a desplazarse de zonas calientes a zonas frías y también debemos recordar que el aire más caliente es más liviano que el frío y además es capaz de transportar mayor cantidad de agua en forma de vapor. A mayor diferencia de temperatura más importante es el movimiento de humedad.

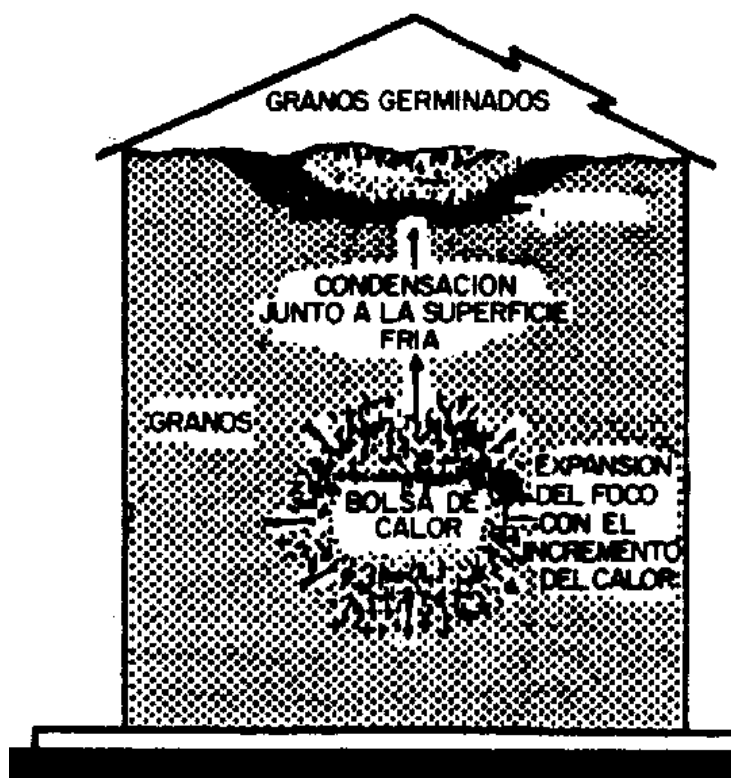
En el invierno el aire caliente asciende y puede condensarse en la parte superior del silo, produciendo el COPETE DE LOS GRANOS (granos fermentados en la parte superior del granel).

En general la humedad del aire intergranario y parte de la humedad del grano es arrastrada por el movimiento del aire que se produce siempre que exista una parte caliente y otra fría. Al llegar a la fría la humedad se condensa y daña la parte de granos en contacto con ella.

Las diferencias de temperatura entre el cereal y el medio, provocan dentro de la masa del cereal corrientes de conexión a través del grano acompañadas por un desplazamiento de humedad que contiene el grano desde las zonas más calientes a las zonas de menor temperatura.

En los silos de chapa cuando el aire exterior es frío, el grano en contacto con las paredes y el aire intergranario de esa zona se enfrían. Este aire se hace más pesado y desciende arrastrando humedad. Este aire frío y húmedo cuando llega al piso se dirige al centro donde la temperatura es mayor. Se calienta y arrastra la humedad hacia las capas superiores que están en contacto con el aire frío. La humedad se condensa y moja esa capa. Parte a su vez escapa del granel, como vapor de agua y se condensa en el techo del silo cayendo como lluvia. Allí se produce el COPETE DE GRANOS mohosos, fermentados, podridos, brotados.





Factores químicos: del medio

- ✓ Composición del aire intergranario

El grano es una materia orgánica compuesta por: hidratos de carbono, proteínas, lípidos, minerales, vitaminas y agua. Su almacenamiento depende del equilibrio entre sus componentes y las restantes variables físicas y biológicas del medio.

Composición del aire intergranario

La provisión de oxígeno afecta el desarrollo de las plagas ya que los ácaros, insectos y la mayoría de los hongos requieren oxígeno libre. Se han practicado distintos sistemas para utilizar la baja concentración de oxígeno para ayudar a la conservación.

En la construcción de depósitos herméticos lo que se busca es la disminución del oxígeno favoreciendo así al almacenamiento prolongado. Uno de los métodos se fundamenta en reemplazar el aire por gas nitrógeno (solamente los anaerobios pueden sobrevivir). Este sistema permite conservar los granos casi indefinidamente, pero requiere costo y mantenimiento, que debe ser evaluado previamente. Otra alternativa es el uso de CO₂ que inyectado en el aire intergranario, limita el desarrollo de la vida y reduce la respiración de los granos.

Cuando la interrelación entre el grano sano y la humedad, la temperatura y el oxígeno del aire intergranario es la ideal ocurren sólo pequeños cambios en la composición del grano, pero cuando ésta se rompe por condiciones de almacenamiento desfavorable, se producen alteraciones en los componentes del grano que originan el deterioro de los mismos.

Factores químicos: de los granos

- ✓ Proteínas
- ✓ Hidratos de carbono
- ✓ Lípidos

Proteínas

Tanto los granos como los microorganismos poseen un paquete enzimático capaz de degradar las proteínas llevándolas a polipéptidos y éstas a aminoácidos. Esta degradación y pérdida de estructura lleva a una disminución de la solubilidad y digestibilidad disminuyendo el valor nutritivo.

Hidratos de carbono

Entre las transformaciones más existentes encontramos la baja de los azúcares. También se produce merma de almidones hasta llegar a los componentes más simples del almidón como son las moléculas de glucosa, CO₂ y alcohol.

Lípidos

Las grasas y los aceites se oxidan por acción de las enzimas y se producen ácidos grasos libres oxidados, que caracteriza a la materia grasa dándole acidez y enranciamiento.

Factores biológicos: del medio

Los granos en el almacenamiento conviven con otros seres vivos, que inevitablemente los afectan.

Los **insectos** constituyen la plaga más peligrosa para la conservación. Los insectos tienen 3 pares de patas y 2 pares de alas, se clasifican en:

- ✓ Coleópteros (cascarudos)
- ✓ Lepidópteros (polillas)

El estado de desarrollo pasa por 4 fases: HUEVO-LARVA-PUPA-ADULTO. Tienen amplia capacidad de reproducción y cuando desarrollan una infestación modifican la condición del medio, aumentando la temperatura y la humedad. Pueden ser de:

- ✓ Infestación primaria: cuando pueden perforar los granos sanos.
- ✓ Infestación secundaria: cuando no pueden perforar los granos sanos y se alimentan de granos partidos, dañados, etc.

Los insectos viven entre 15°C y 35°C y con humedades de granos a partir del 12%.



Los **ácaros** arácnidos, tienen 4 pares de patas y no vuelan. Son de tamaño minúsculo (1mm), prefieren los lugares oscuros y húmedos, se mueven lentamente y se agrupan en colonias. Son más resistentes que los insectos a bajas temperaturas, pero necesitan más humedad para vivir. Se pueden encontrar ácaros hasta temperaturas de 5°C. En el desarrollo pasan por: HUEVO → NINFAHYPOPUS (estado de resistencia) → ADULTO. Son resistentes a los plaguicidas comunes y se los califica como de INFESTACIÓN SECUNDARIA.

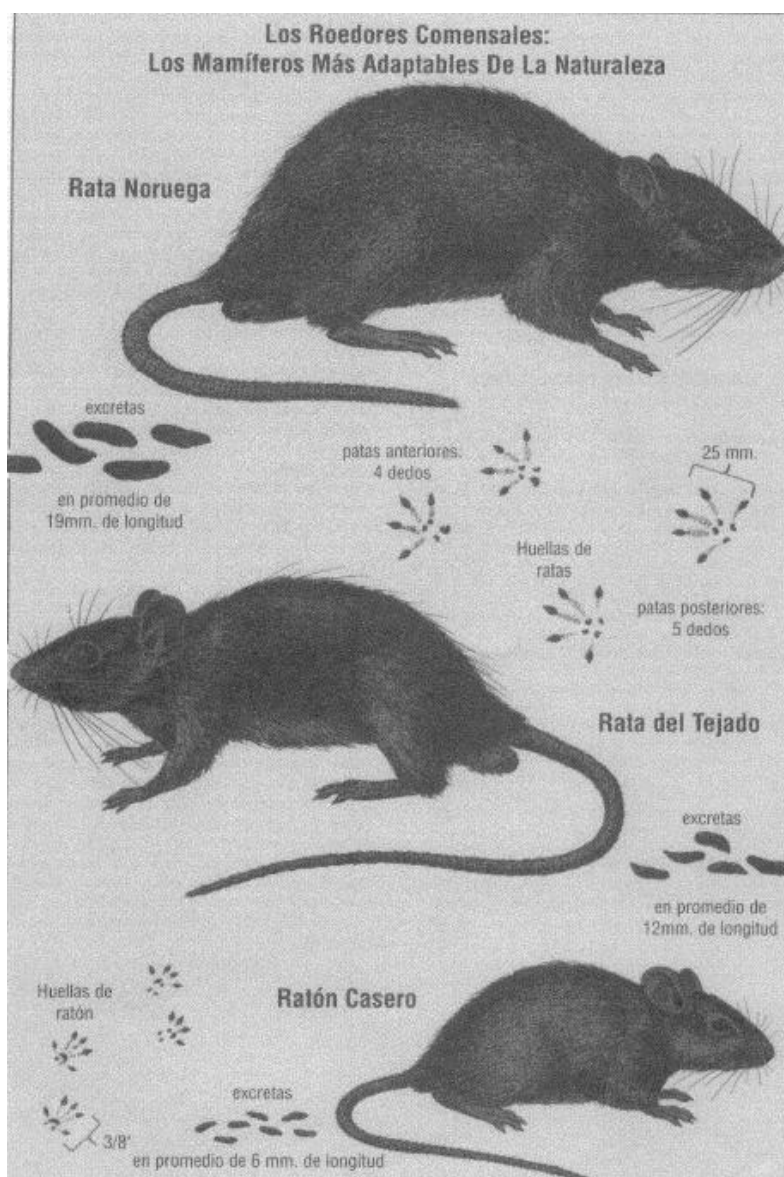
Los **microorganismos** son pequeños organismos vivos, que conviven con los granos en el granel y en determinadas ocasiones se desarrollan. Cuando la humedad relativa ambiente (HRA) supera el 70% comienza la posibilidad de desarrollo de hongos. Cuando en el medio encuentran mercadería húmeda se desarrollan rápidamente produciendo un incremento del ritmo respiratorio de los granos y la formación de focos de calentamiento. Si la HRA supera el 80% pueden desarrollarse levaduras y a partir del 90% las bacterias. Los hongos además son peligrosos porque pueden producir **micotoxinas**, que son sustancias químicas tóxicas de alta estabilidad y efectos nefastos para las aves, mamíferos e incluso el hombre.

Las **ratas** son consumidores naturales de granos, pero además de comer destruyen y contaminan el granel, por otro lado son peligrosas por la transmisión de enfermedades y los daños en instalaciones eléctricas. En el almacenamiento pueden detectarse las siguientes especies:

- ✓ RATA COMÚN O DOMÉSTICA

- ✓ RATA PARDA O NORUEGA
- ✓ RATA NEGRA O DE TEJADO

Se las combate con productos químicos anticoagulantes.



En un silo vamos a tener los PRODUCTORES, que son los granos (es una variable biológica ya que es el grano el que produce los nutrientes), los CONSUMIDORES, que son los insectos (se pueden controlar con insecticidas) y los DESCOMPONEDORES, que son principalmente los hongos (se controlan con la temperatura y humedad).

Factores biológicos: de los granos

- ✓ Longevidad
- ✓ Respiración
- ✓ Madurez post-cosecha
- ✓ Germinación o brotación

Los granos después de cosechados siguen produciendo acciones fisiológicas, las cuales pueden provocar una alteración en su conservación. En cuanto al almacenamiento, es más fácil conservar cereales que oleaginosas, y dentro de las mismas, es más fácil conservar trigo que maíz y soja que girasol.

Longevidad (tiempo de vida que tienen los granos)

Es imprescindible mantener el grano con vida en el granel y las teorías tendientes a explicar la muerte de los granos se dividen en: FACTORES

INTRÍNSECOS (propios) y EXTRÍNSECOS (ajenos). Los primeros adjudican la muerte a problemas metabólicos, como degradación de proteínas, destrucción de núcleos celulares, pérdida de la permeabilidad celular. Un grano vivo es menos susceptible al ataque de los microorganismos a la vez que mantiene aceptablemente las propiedades que se desean conservar. En general la vida de los granos almacenados está regulada por temperatura, humedad, microorganismos circundantes, tipo de grano, etc.

Respiración

Puede darse en presencia de oxígeno (aeróbica) o en ausencia de él (anaeróbica), este último caso es también llamado fermentación. El grano siempre está cargado de microorganismos, las condiciones que favorecen la respiración del grano son iguales a las que favorecen a los microorganismos.

La respiración significa:

- ✓ Pérdida de peso (merma volátil)
- ✓ Ganancia de humedad
- ✓ Incremento de dióxido de carbono y disminución de oxígeno

OXÍGENO (Consume el grano, insecto, hongos) → DIÓXIDO DE CARBONO+AGUA+CALOR

Madurez post-cosecha

Luego de la madurez fisiológica y, antes que el grano se estabilice en el almacenaje, se dan una serie de procesos que se denominan madurez post-cosecha, que involucran procesos de síntesis de azúcares, proteínas y grasas. Si la respiración se ve acelerada, el grano no tendrá una adecuada madurez post-cosecha, lo que dificultará su conservación. En general se acepta que la madurez post-cosecha es un complejo de fenómenos biológicos que se producen en días o semanas después de haberse cosechado.

Para madurar normalmente debe predominar la síntesis de azúcares, proteínas y grasas sobre otros procesos como es el de la respiración; si esto no se da y la respiración aumenta el grano no llega a madurar correctamente y vive menos.

Germinación o Brotación

Cuando el grano tiene contenido de humedad muy elevado (30-36%) germina, es decir, crece el embrión y da como consecuencia el grano brotado (se consume el almidón, hidratos de carbono).

TODAS ÉSTAS VARIABLES ESTÁN EN PERMANENTE INTERACCIÓN YA QUE SE AFECTAN MUTUAMENTE. EL ANÁLISIS DE UN GRANEL NUNCA SE DEBE REALIZAR EN FORMA PARCIAL SINO QUE SE DEBEN INTEGRAR TODOS LOS ASPECTOS. EL DETERIORO POR FALTA DE CONTROL DE LAS VARIABLES PUEDE OCASIONAR: PÉRDIDA DE PODER GERMINATIVO PÉRDIDA DE ENERGÍA GERMINATIVA CONTAMINACIÓN CON PLAGUICIDAS

INCREMENTO DE ACIDEZ
FERMENTACIÓN
APARICIÓN DE TOXICIDAD
AUMENTO DE HUMEDAD Y TEMPERATURA
DISMINUCIÓN DEL VALOR COMERCIAL

INSECTOS DE LOS GRANOS ALMACENADOS

Los insectos que atacan los granos almacenados tienen características propias que los distinguen de los que se encuentran en la mayor parte de los cultivos. Son pequeños, prefieren los sitios oscuros, son capaces de esconderse en grietas muy reducidas y se caracterizan por su elevada capacidad de reproducción, lo que permite que pocos insectos formen una población considerable en muy poco tiempo. Por esta razón, una pequeña infestación inicial puede dañar dentro de pocos meses una gran cantidad de granos almacenados.

Los insectos que atacan los granos almacenados se dividen en primarios y secundarios, según su tipo de alimentación. Los insectos primarios tienen la capacidad de atacar los granos enteros y sanos. Algunos insectos que pertenecen a este grupo pasan sus etapas inmaduras en el interior del grano y sólo los adultos pueden ser observados en la superficie. Otro grupo de insectos primarios vive y se desarrolla afuera de los granos y se alimenta del embrión o germen. Los insectos secundarios son los que no consiguen atacar los granos enteros. Se alimentan de los granos quebrados, partículas de granos y polvos que quedan después del ataque de los insectos primarios. Algunos de los insectos de este grupo se alimentan también de los hongos que se desarrollan en los granos húmedos.

Lugares de ataque

- 1) A campo: antes de la cosecha. Ej: gorgojo del poroto, gorgojo del arroz, gorgojo del maíz, palomita de los cereales. Normalmente las infestaciones son pequeñas, pero se debe informar al responsable inmediato de los granos que con la cosecha puede estar recibiendo una infestación oculta. Ya que es poco práctico y antieconómico un control químico a campo.
- 2) Vuelo a depósito: algunas plagas tienen gran capacidad de vuelo, esto les permite desplazarse del campo al depósito o de un silo a otro o a un transporte.
- 3) Contaminación por instalaciones infestadas: algunos tipos de depósitos brindan una cantidad de rincones donde se refugian las plagas a la espera de la nueva cosecha. El polvillo, grano quebrado, materia extraña, etc., pueden constituirse en una excelente fuente de infestación. Por eso se insiste en la LIMPIEZA como una herramienta básica y fundamental. Varias especies de carcomas pueden pasar mucho tiempo sin alimentarse, consumiendo sus reservas corporales a la espera de grano nuevo para reiniciar un comportamiento activo.

Concepto, ciclo de vida y características

Los insectos son animales artrópodos, cuyo cuerpo está cubierto de un tegumento denominado EXOESQUELETO y está dividido en tres partes distintas: CABEZA, TÓRAX Y ABDÓMEN. En la cabeza están los órganos de los sentidos y el aparato bucal, mientras que el tórax contiene los tres pares de patas y las alas; en el abdomen están los órganos digestivos y respiratorios. Los insectos respiran a través de tráqueas que son pequeños tubos membranosos y ramificados que se comunican con el exterior por medio de orificios llamados estigmas.

Ciclo de vida: los insectos que atacan los granos almacenados pertenecen al orden Coleóptero (pequeños escarabajos llamados "gorgojos") y al orden Lepidóptero (pequeñas mariposas, palomillas o polillas). Se desarrollan a través de la **metamorfosis** (cambio de forma) que puede ser gradual o incompleta y completa.

- ✓ Metamorfosis gradual o incompleta: huevo, ninfa (semejante al adulto, de tamaño menor y sin alas) y adulto.
- ✓ Metamorfosis completa: huevo, larva (forma alargada, bien diferenciada del adulto), pupa (estado de reposo cuando la larva se transforma en adulto) y adulto. La mayor parte de los insectos de los granos almacenados se desarrollan a través de la metamorfosis completa. Ponen el huevo dentro o sobre la superficie del grano, que pueden ser de varias formas y tamaños. Después del período de incubación, que varía de una especie a otra dan origen a las formas inmaduras o larvas. La larva, que representa la etapa comprendida entre la aparición del huevo y la de pupa, presenta dos características bien definidas: alimentación y crecimiento. Durante el crecimiento

consume una cantidad de alimento varias veces superior a su propio peso. En la etapa de pupa, el insecto sufre cambios profundos, internos y externos. Es un período de reposo aparente, a lo largo del cual adquiere las características de adulto. La etapa de insecto adulto, escarabajo o mariposa, tiene como principal función la reproducción y propagación de la especie.

Principales insectos

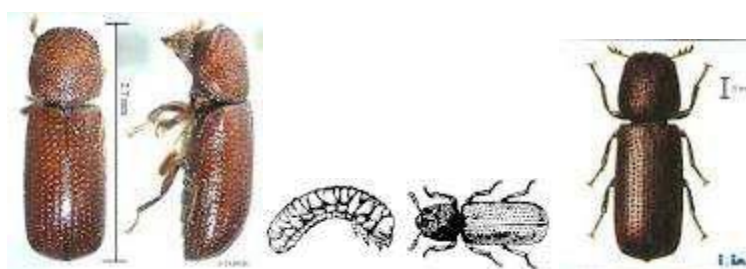
1) Gorgojo de los cereales (*Sitophilus spp.*)

Existen tres especies que son plagas importantes de los cereales almacenados; el gorgojo de los graneros o del trigo, *Sitophilus granarius* (L.), el gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), y el gorgojo del arroz, *Sitophilus orizae* (L.). Las especies *Sitophilus orizae* y *Sitophilus zeamais* son prácticamente idénticas. Aunque las dos especies pueden encontrarse a menudo atacando el mismo producto, se ha observado que *S. zeamais* es el principal responsable por las infestaciones que preceden a la cosecha, debido a la mayor tendencia de la especie a volar. Ponen los huevos dentro del grano y la larva, que no tiene patas, hace un túnel y se alimenta en el interior del grano. Desde que la hembra pone los huevos hasta la salida del adulto se requieren de 30 a 40 días, bajo condiciones climáticas favorables. Cada hembra puede poner aproximadamente 300 huevos.



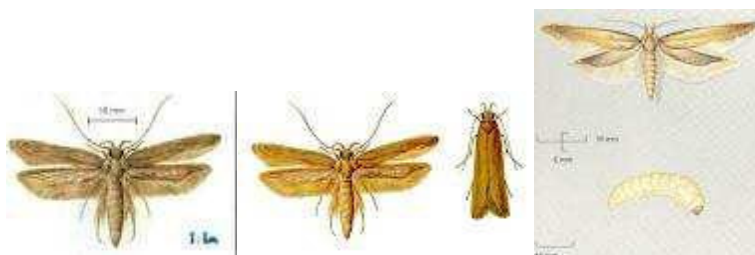
2) Pequeño barrenador o taladrilla de los granos (*Rhyzopertha dominica* F.)

En general ataca a la mayoría de los granos. El adulto mide alrededor de 3 mm de largo y su tamaño puede variar según el ambiente en el que se desarrolla. Cada hembra puede poner de 400 a 500 huevos en la parte posterior del grano. Desde el momento en que ponen los huevos hasta la salida del adulto son necesarios 30 días para su desarrollo bajo condiciones climáticas favorables.



3) Polilla o palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*)

Es una pequeña mariposa de coloración amarilla pajiza, que se reconoce fácilmente por estar siempre volando en el almacén o andando rápidamente por sobre los granos o los sacos. Bajo condiciones ideales necesita 35 días para complementar su ciclo evolutivo. El promedio de huevos que pone la hembra, a los dos o tres días luego de que sale del grano, es cercano a 80. Los adultos no se alimentan y no viven más que unos cuatro días.



4) Gorgojo de la harina o Tribolio castaño (*Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum*)

Como estos insectos adultos o sus larvas no tienen mandíbulas muy resistentes, no son capaces de atacar granos enteros y sanos; atacan harinas y granos quebrados o dañados por otros insectos. Son pues, insectos secundarios. El adulto mide de 3 a 4 mm de ancho y posee el cuerpo muy ancho y ligeramente plano. El *Tribolium castaneum* es un poco menor que el *Tribolium confusum*. La hembra pone de 300 a 500 huevos en el exterior de los granos. El desarrollo, desde el huevo hasta el adulto, necesita 30 a 35 días en condiciones favorables.

**5) Gorgojo del frijol** (*Acanthoscelides obtectus*)

Posee el cuerpo compacto, de 3 a 4 mm de largo, y es similar a las demás especies de bruquidos (coleópteros de pequeño tamaño). Inicia su ataque en el campo. Las hembras ponen los huevos en el interior de las vainas y después del nacimiento las larvas se introducen en los granos. Cada hembra puede poner unos 100 huevos. El período de desarrollo del insecto es de 23 a 27 días bajo temperaturas óptimas. Los adultos viven poco tiempo, alrededor de 20 días. Varios insectos pueden desarrollarse dentro de una misma semilla. La infestación se reconoce porque los granos de frijol presentan minúsculos orificios de entrada del insecto. Además del *Acanthoscelides obtectus*, el *Zabrotes subfasciatus* es también responsable por grandes daños al frijol almacenado.

**6) Polilla o palomilla de las harinas** (*Plodia interpunctella*)

Ataca los cereales, sobre todo al trigo, maíz y arroz. Es una pequeña mariposa de color gris oscuro, con un tercio de base clara, blanco grisáceo. Cada hembra pone un promedio de 170 huevos, a los tres o cuatro días de nacer. Los adultos viven alrededor de 10 días. El período para su desarrollo es de unos 30 días en condiciones favorables. Durante el día tiende a evitar la luz, permaneciendo quieta, y es de noche cuando presenta mayor capacidad de vuelo.

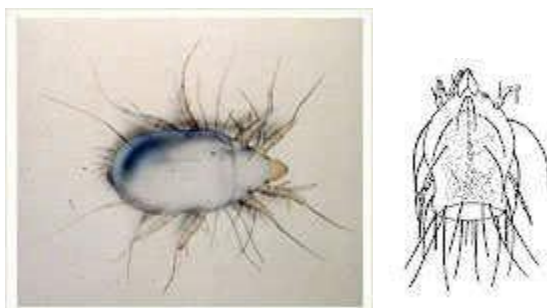


Los daños indirectos son el calentamiento y la migración de la humedad, la distribución de parásitos a los seres humanos y a los animales, y el rechazo del producto por parte de los compradores. Los granos pueden calentarse como resultado directo de un ataque de insectos. A este fenómeno se le denomina bolsa de calor, debido a que los granos poseen una baja conductividad térmica y las pequeñas cantidades de calor generadas por los insectos no se disipan. La alta temperatura estimula a los insectos a una mayor actividad, lo que resulta en la formación de nuevos focos, hasta que toda la masa de granos se encuentra infestada y caliente.

Entre los daños causados por el tratamiento químico contra los insectos, los más importantes son los costos de los insecticidas, los equipos utilizados en el tratamiento fitosanitario y los residuos tóxicos, que afectan al trabajador.

Ácaros de los granos

No es un insecto como los anteriores, sino un arácnido pequeño (0,5 mm) de color blanco traslúcido, que prolifera especialmente en granos húmedos. Es muy resistente a la mayoría de los plaguicidas. Esto se hace más evidente cuando se transforma en un estado especial de resistencia llamado "Hipopus". Si la infestación es fuerte, provoca olor a humedad y roen los granos.



Microorganismos

Básicamente se pueden mencionar 3 grupos: Hongos, Bacterias y Levaduras:

De éstos los hongos son los más importantes ya que se pueden desarrollar con menores niveles de humedad, les siguen las levaduras y por último las bacterias, que requieren una gran humedad para multiplicarse.

Estos organismos son microscópicos, no se ven a simple vista, hasta que se produzca un desarrollo muy avanzado y puedan detectarse. Siempre están entre los granos en estado de vida latente y cuando se dan las condiciones, fundamentalmente de humedad, de desarrollan.

Se pueden diferenciar Hongos:

- ✓ De campo: Requieren elevada humedad para desarrollarse (ej 22-23% en cereales). Entre ellos encontramos algunos causantes de diversas enfermedades: género Fusarium, Alternaria, etc. En el almacenamiento no continúan creciendo, salvo que el material mantenga niveles muy elevados de humedad.
- ✓ De depósito: estos pueden desarrollarse con humedades relativas del 70-79 % que son frecuentes cuando se realiza una mala conservación. Existen 10-15 especies de Aspergillus y varias de Penicillium que son las más comunes. Lo que se observa es una sucesión de especies en el deterioro, una crea condiciones inadecuadas para su vida y favorable para la especie que la sucederá. Aspergillus requiere menor humedad que Penicillium. Los hongos forman cadenas de células (hifas), ramificadas, éstas constituyen la parte vegetativa y se denomina MICELIO. La reproducción puede ser por formación de espora. La invasión de hongos ocasiona diferentes tipos de daños, los resultantes de la respiración, alteraciones sensoriales de los granos, tales como malos olores y sabores, mal aspecto, etc. Algunas especies de hongos pueden producir sustancias tóxicas, llamadas micotoxinas, responsables de enfermedades en humanos y animales.

Roedores

Plaga: Una especie es considerada una plaga, cuando se encuentra en una proporción o densidad que puede llegar a dañar o constituir una amenaza para el hombre y su bienestar.

Plaga urbana: Según O.M.S. las plagas urbanas son aquellas especies implicadas en la transferencia de enfermedades infecciosas para el hombre y en el daño o deterioro del hábitat y del bienestar humano.

Infestación: Refiere al número de individuos de una especie considerada como nociva en determinado lugar.

Vector: Desde el punto de vista de salud pública, vector es el vehículo de un agente etiológico (bacteria, virus, etc.)

A través del tiempo, el hombre ha debido acostumbrarse a convivir con distintas especies de roedores, una de ellas son los ROEDORES COMENSALES, grupo compuesto por el ratón

doméstico o laucha (*Mus musculus*), la rata negra o de los tejados (*Rattus rattus*) y la noruega o parda o colorada (*Rattus norvegicus*). Estas especies invaden los hogares, roban y contaminan los alimentos, destruyen las estructuras y transmiten más de 30 enfermedades graves, entre las cuales encontramos: Hanta Virus, leptospirosis, rabia, salmonelosis, peste bubónica, tífus, triquinosis, etc., lo que los convierte en una PLAGA de importancia para el hombre.

Enfermedades importantes

Peste: Ocasionada por un bacilo que se dispersa de las ratas a la gente, cuando entra en contacto con roedores moribundos. Produce infección en los pulmones; se conoce como peste neumónica. Es totalmente contagiosa y se difunde de una persona a otra por el esputo o en las gotas que esparcen por la tos las personas infectadas.

Tifo murino: Causada por un organismo rickettsial, tipo de bacteria, la transmiten las ratas infectadas y la pulga de la rata oriental el organismo se infecta por la mordedura de la pulga o en las heces de las pulgas al rascarse la piel. Erupción Rickettsial: La transmiten los ácaros de ratones infectados. Síntomas similares a la varicela, erupción, fiebre, dolor de cabeza.

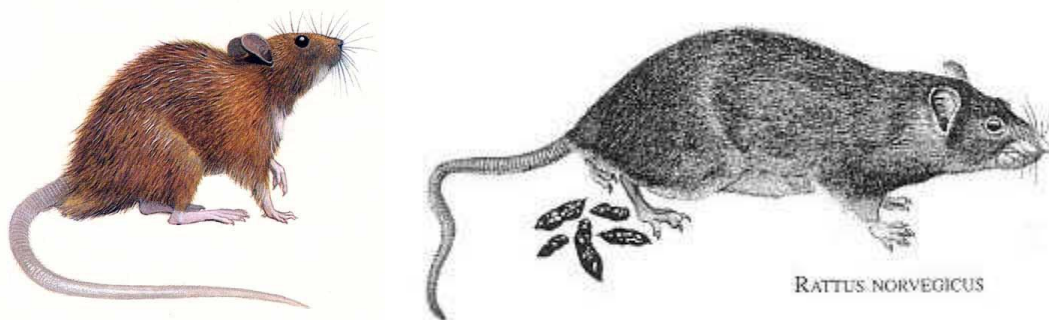
Salmonelosis: Provocada por una bacteria. Habita las alcantarillas, en instalaciones pecuarias, fosas sépticas, letrinas, en basura acumulada y en otros medios no sanitarios. Los roedores frecuentan estos lugares y luego en nuestros hogares y contaminan los alimentos con las heces de los roedores infectados.

Fiebre por mordida de ratas: Provocada por una bacteria que vive en la saliva de ratas y ratones. Los síntomas son similares a los de la gripe y dura varios días, en casos severos puede ser fatal.

Leptospirosis: Provocada por una bacteria espiroqueta del género *Leptospira*. Con manifestaciones variables, fiebres repentina, cefaleas, escalofríos, mialgia intensa (en pantorrillas y muslos) y sufusión de las conjuntivas. Otras manifestaciones que pueden coexistir son meningitis, erupciones, anemia hemolítica, hemorragia en la piel y las mucosas, insuficiencia hepato renal, ictericia, confusión y depresión y afección en los pulmones con o sin hemoptisis. Es transmitida por las ratas a los perros, ganado o cerdos estos animales los transmiten a la gente. Las ratas directamente a través de la orina de la al agua o al alimento de los animales domésticos. Y también la gente, por el contacto con la piel o mucosas, con agua, tierra húmeda o vegetación con orina.

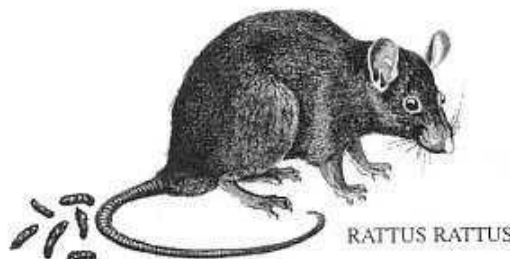
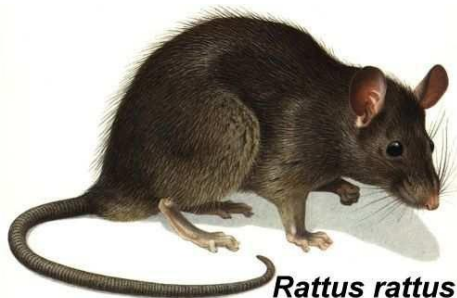
Rata de noruega, parda, colorada o de alcantarilla

Es el más grande y pesado de estos roedores. Presenta muslos robustos, orejas pequeñas, ojos pequeños, hocico mocho, cola menor que el cuerpo, y pesa como término medio, en estado adulto, 350 g, con un largo aproximado de 25 cm. Sus heces o "capsulas" son de 2 cm de largo aproximadamente. Las camadas nacen alrededor de 22 días después del apareamiento, cada camada consta de 7 u 8 crías y una rata hembra puede producir 10 – 12 camadas al año. Estas ratas duermen durante el día y su actividad se desarrolla por la noche, dañan muebles, ropa, libros, etc. y se comen los alimentos almacenados. Viven en madrigueras bajo tierra, en basureros, alcantarillas, desagües. Es buena trepadora, saltadora, nadadora, buceadora y muy agresiva, es la especie más dañina y perjudicial y transmisora de muchas enfermedades.



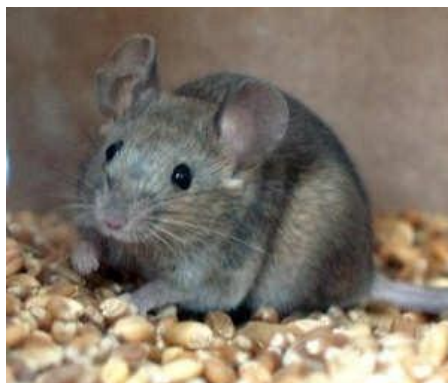
Rata negra o de los tejados

Ofrece una gran variedad de color en su pelaje desde el gris oscuro al negro, en la misma camada pueden ser encontrados animales de diferentes colores. La rata de los tejados prefiere las frutas, las semillas y los granos; cuando no puede encontrar estos alimentos se va. Tienen hábitos nocturnos, construyen nidos voluminosos con ramas y hierbas, es buena trepadora, vive en interiores y exteriores, muy raro en alcantarillas, forma colonias y ataca zonas de cultivos ya establecidos y zona de almacenes y graneros. Presenta muslos delgados, piel dura, ojos grandes, hocico en punta, orejas grandes y cola más larga que el cuerpo, pesando en promedio 200g, con un largo de 20cm aproximadamente. Sus heces o “cápsulas” son afiladas en los dos extremos y miden 1,3cm aproximadamente. Las patas delanteras tienen 4 dedos y se imprimen delante de las huellas traseras que son más grandes y tienen 5 dedos.



Ratón doméstico

Es un roedor de piel suave, nariz puntiaguda y orejas grandes, comparadas con su porte pequeño: el largo de la cola es igual al del cuerpo, mide de 10 a 15cm aproximadamente. Sus heces o “cápsulas” zona afiladas en los extremos con un tamaño de 0,6cm aproximadamente. Tiene un olor característico y desagradable, que se transmite a los granos y a los lugares donde habita. Los ratones son de hábitos solitarios, a veces forman grupos de varias hembras y un macho. Cada macho marca su territorio, en cada territorio hay más de una hembra, una fuente de comida y más de un nido. No comparte su territorio y no se desplaza más de 5 o 10 metros desde su refugio. El ratón doméstico come únicamente de 3 a 4 gr. al día, y de agua 3ml/día, aunque pueden sobrevivir sin agua varios meses.



Habilidades sensoriales

Las ratas y ratones son de hábitos crepusculares, iniciando su actividad al atardecer. Los roedores hacen uso especial de sus sentidos para moverse en busca de alimento y escapar del peligro.

- ✓ Visión: Las ratas y los ratones tienen una mala visión que llega al metro y medio aproximadamente pero son muy sensibles al movimiento hasta unos 9 a 15 mts. En su mayoría los roedores no distinguen el color. Los roedores son más activos durante la noche cuando los niveles de luz son más bajos. En este momento se apoyan menos en su vista utilizando más los otros sentidos, particularmente el olfato, el tacto y el oído.
- ✓ Oído: Los roedores utilizan el oído para ubicar los objetos cercanos. Las ratas y los ratones tienen un rango de frecuencia de 50 Khz o más que es mucho más alto que los

humanos que tienen aproximadamente 20 Khz. Los roedores hacen ruido de alta frecuencia en situaciones diversas.

- ✓ Olfato: El olor es uno de los sentidos más importantes de los roedores, marcan los objetos y las trayectorias con orina o secreciones glandulares. Los roedores utilizan el sentido del olfato para reconocer los olores de las trayectorias, las fuentes alimenticias, los miembros del sexo opuesto que están listos para aparearse, para diferenciar entre los miembros de sus colonias y los extraños y para saber si un extraño es más fuerte o débil.
- ✓ Tacto: Los roedores tienen este sentido altamente desarrollado a través de unos pelos corporales muy sensitivos y las vibrisas que usan para explorar su ambiente. En gran parte el movimiento de los roedores en un área familiar recae grandemente en el sentido del tacto y el olfato, que dirigen sus movimientos de exploración y rango hogareño.
- ✓ Gusto: Los roedores tienen un sentido del gusto altamente desarrollado que les permite detectar ciertas sustancias químicas en concentraciones de partes por millón. Esta sensibilidad al gusto puede llevar a rechazar un cebo si los cebos están contaminados con olores de insecticidas u otros productos químicos.

CONTROL DE INSECTOS Y ÁCAROS

Medidas de sanidad y control preventivo

Las medidas de sanidad pretenden eliminar los insectos o, por lo menos, reducir su multiplicación. Los controles preventivos sirven para complementar otros métodos de control. Para administrar un control integrado, preventivo y curativo, es muy importante que se haga a menudo una inspección del almacén y del producto.

Inspección

La inspección es el paso más importante del control preventivo y tiene como objetivo encontrar las probables fuentes de infestación y contaminación. Debe inspeccionarse el grano cuando se lo recibe y con cierta regularidad durante el período de almacenamiento. Los factores a observar durante la inspección son: la humedad, la temperatura, el índice de infestación, los hongos, las materias extrañas, las impurezas y la contaminación por roedores y pájaros.

Preparación y limpieza de la unidad almacenadora

Antes de ocupar nuevamente una unidad de almacenaje se debe limpiar cuidadosamente la parte interna y externa del almacén. En el área alrededor de las instalaciones se debe observar si hay acumulación de granos, depósitos de sacos, hierba alta, aberturas por donde podrían entrar los pájaros y roedores, goteras en el techo y filtraciones en las paredes laterales. Se debe también desinfectar toda el área alrededor de la unidad almacenadora en el período entre cosechas.

Se deben tomar medidas para que el almacén se conserve siempre limpio, no solamente las paredes y pisos, sino también todos los equipos que allí estén. En el período entre cosechas, la parte interna del almacén y los equipos deben ser desinfectados con insecticidas de buena capacidad residual. Tales medidas contribuirán a que el nuevo lote de granos no se infeste durante su almacenaje.

Medidas para que el almacén y los equipos se conserven limpios.

Otra medida de control preventivo se refiere al uso de envolturas resistentes a la penetración de insectos. Esta resistencia dependerá del material usado, de su espesor y del sistema de cierre o costura de tales envolturas. Entre los materiales más resistentes están las películas policarbonadas, el poliéster, las hojas de aluminio, las películas de polietileno, el papel celofán y el papel kraft.

Control mecánico y físico

Incluye la humedad y la temperatura, el impacto, el almacenaje hermético, el transilaje, las envolturas resistentes a la penetración de insectos, los polvos abrasivos, la radiación y la resistencia del grano.

La humedad y la temperatura

La humedad y la temperatura son muy importantes en el control de plagas de los granos almacenados. Para los insectos, la principal fuente de humedad es la humedad inicial del grano y, en menor escala, la humedad atmosférica y el "agua metabólica". Por ello, es importante almacenar los granos con contenidos bajos de humedad, que reducen la posibilidad de incidencia de insectos. Las bajas humedades y temperaturas limitan la sobrevivencia y la reproducción de muchos insectos. El porcentaje mínimo de humedad en los granos, requerido para la reproducción de los insectos, es de 9 por ciento, pero es difícil alcanzarlo debido al equilibrio higroscópico del grano, con el medio ambiente y, además, no es conveniente por la pérdida de peso de los granos. Cuando la humedad aumenta del 12 al 15 por ciento, los insectos se desarrollan y se reproducen con mayor intensidad. Por encima de estos límites, predominan los ácaros y los hongos, y a mayores humedades prevalecen las bacterias. La proliferación de los insectos puede provocar un aumento sensible en la temperatura de la masa de granos. El vapor de agua se desplaza y se acumula en la capa más fría de la superficie. Para obtener un buen control, se necesita conservarlos a bajas temperaturas, a través de sistemas de aireación o transilaje, dentro de niveles económicamente aceptables. La mayor parte de los insectos no se reproduce si se los mantiene a temperaturas inferiores a los 21°C o superiores a los 35°C por largos períodos de tiempo. Las temperaturas favorables a la reproducción están entre estos puntos, considerándose como ideal los 28°C.

El almacenaje hermético

Consiste en no permitir que haya entrada del aire al interior del silo. Los granos e insectos consumen el oxígeno presente y lo sustituyen por el CO₂, muriendo por asfixia..

El empleo de variedades resistentes

El control de insectos mediante el empleo de variedades de granos resistentes a su ataque representa un método seguro y económico. Se considera variedad resistente la que, bajo condiciones iguales y gracias a su constitución genotípica, se daña en menor intensidad por el ataque de un determinado insecto que otra variedad menos resistente. Este sistema se usa principalmente para prevenir ataques de insectos en el campo.

Control químico

El método del control químico debe ser considerado como un complemento a las otras medidas, como la sanidad, el manejo de la temperatura y la humedad, el uso de instalaciones adecuadas, etc. Las principales desventajas del uso del control químico son, entre otras, que el control no es permanente, que puede haber riesgos de explosiones, residuos y toxicidad en el momento de la aplicación, y, además, que causa resistencia de los insectos a determinados productos. El costo de los insecticidas y equipos es elevado y aumenta considerablemente el costo total de almacenaje de los granos en períodos prolongados. Actualmente hay una tendencia a desarrollar productos que ofrezcan menores riesgos, que sean selectivos, biodegradables y que dañen el ambiente lo menos posible.

Definición

Un insecticida es un producto que, bajo ciertas circunstancias y concentraciones, es tóxico y mortal para los organismos considerados plagas de los granos almacenados. Los insecticidas pueden ser productos naturales, como el piretro (de origen vegetal) y las tierras diatomáceas (de origen mineral), o productos químicos desarrollados por laboratorios especializados, cuyo objetivo principal es el control de las plagas con el menor daño posible para las personas, los animales domésticos y el ambiente.

Toxicidad

Todos los insecticidas sintéticos son tóxicos para los seres humanos, en mayor o menor grado. Por lo tanto, es importante seleccionar convenientemente el producto, con el fin de evitar graves accidentes y contaminaciones. La FAO y la Organización Mundial de la Salud han establecido normas para el uso y aplicación de insecticidas aprobados.

Poder residual

El poder residual de un insecticida es la capacidad que tiene de permanecer activo por un cierto período de tiempo; es decir su capacidad para matar los insectos durante días, semanas

o más tiempo. Es sumamente importante seleccionar adecuadamente los insecticidas para proveer el control más efectivo al menor costo.

Principales diferencias entre un insecticida y un fumigante

Insecticida y fumigante son dos palabras que se usan generalmente como sinónimos, pero en realidad tienen significados muy diversos. Con el fin de escoger debidamente el producto para un control sanitario, es necesario conocer las diferencias entre estos dos términos. Un insecticida, como se ha visto, es un producto sólido, líquido o gaseoso que sirve para controlar el desarrollo de los insectos. En cambio, un fumigante es un gas, cuyas moléculas se difunden en el aire y llegan más fácilmente al centro de la masa del grano infestado.

Tratamiento de depósitos, productos y equipos

Actualmente se cuenta con técnicas adecuadas para realizar un almacenamiento inocuo del grano, sin embargo, se siguen produciendo a nivel nacional, importantes pérdidas ocasionadas por las plagas de almacenamiento, y esto se debe a que los conocimientos y técnicas, o bien no se divulgan lo suficiente o bien se interpretan mal. Para alcanzar con éxito la lucha contra las plagas deben considerarse las siguientes reglas básicas:

- ✓ Máximo nivel de higiene antes de pensar en plaguicida.
- ✓ Uso de depósitos y transportes que impidan el ingreso de las plagas.
- ✓ Continua inspección de los depósitos.
- ✓ Empleo de plaguicidas respetando las indicaciones de los prospectos.
- ✓ Aplicar técnicas que permitan eliminar el 100 % de la plaga para evitar que estas creen resistencia.

Se deben clasificar los tratamientos en:

- ✓ Tratamiento de instalaciones, medios de transporte y envases vacíos.
- ✓ Preventivos y curativos de la mercadería.
- ✓ Tratamientos complementarios.

Tratamiento de instalaciones

Se deben efectuar los siguientes tratamientos sobre las mismas.

1. Barrer techos, paredes, columnas y pisos y si es posible con la utilización de aparatos aspiradores.
2. Eliminación de los residuos fundamentalmente si es posible quemarlos.
3. Luego de lo anterior aplicar un plaguicida residual ya sea en polvo o líquido y las alternativas más usadas son:
 - Pulverización con plaguicidas líquidos emulsionados en agua y de aplicación con mochila.
 - Nebulización: Similar al anterior pero con gotas muy pequeñas.
 - Termonebulización: Igual al anterior pero se calienta el producto antes de la nebulización. (Se expande más la nube)
 - Espolvoreo: Hay veces que este no se adhiere a las paredes, esto se soluciona agregando talco o algún otro producto inerte que ayude a su adherencia.

Medios de transporte: deben pulverizarse o espolvorearse los vehículos abiertos por ejemplo camiones, antes de iniciarse la carga. Si los transportes son cerrados como vagones o bodegas de barcos, pueden llegar a nebulizarse.

Tratamientos preventivos y curativos de la mercadería

Tratamientos preventivos

Son los destinados a proteger la mercadería con productos protectores, llamados así porque unen su alta eficiencia y baja toxicidad a un largo poder residual.

El tratamiento se realiza con el grano en movimiento, y luego del acondicionamiento, con el fin de crear un medio inadecuado para el desarrollo de las plagas.

Son tratamientos económicos, no requieren de depósito hermético, son menos peligrosos que los fumigantes y brindan protección prolongada. Se debe lograr una buena dosificación, ya que se deben distribuir pequeñas cantidades de plaguicida en grandes masas de granos. El plaguicida se puede aplicar en polvo o líquido.

Se deben utilizar únicamente los permitidos por la SAGyP, la que permite únicamente a los órgano-fosforados para ser utilizados en el control de plagas, prohibiendo totalmente los órgano-clorados para el control de:

- ✓ Granos

- ✓ Subproductos dedicados al consumo humano o animal.

Desde el punto de vista de la toxicidad, estos productos tienen fijados una tolerancia, es decir una cantidad máxima de residuos en los alimentos que se miden en partes por millón (1 gramo por tonelada). Los productos que además de ingestión y contacto, actúan por inhalación, pueden realizar un efecto curativo.

La elección de un plaguicida y la dosis a utilizar implica conocer:

- ✓ Plagas potenciales
- ✓ Tiempo de almacenaje
- ✓ Tipo de depósito
- ✓ Estado general de la mercadería
- ✓ Uso futuro del grano
- ✓ Nivel tecnológico del operador
- ✓ Ubicación de los picos.

Productos preventivos:

- ✓ Mercaptotión
- ✓ Metilpirimifós
- ✓ Metilclorpirifós
- ✓ DDVP
- ✓ Deltametrina+Butóxido de piperonilo
- ✓ Metacrifos
- ✓ Esfenvalerato+Fenitrotión+Butóxido de piperonilo
- ✓ Fenitrotión+Permetrina

Factores que afectan su eficiencia: se alteran con el incremento de la temperatura y su vida media se reduce con alta humedad. Algunos insectos generan resistencia a determinados productos (como el taladrillo), sobre todo si se utilizan dosis ineficientes. Además, una aplicación deficiente aumenta la posibilidad de reinfestación. Por eso debe cuidarse la dosificación exacta y muchas veces debe utilizarse mezcla de productos.

Tratamientos curativos

En caso de que la mercadería llegue al depósito infectada o se descubre durante los controles periódicos, debe procederse a la aplicación de tratamientos curativos.

Las técnicas a utilizar con estos tratamientos, varían según el producto la clase y estado del grano y las instalaciones, ya que algunos requieren que las mismas sean herméticas, otros que deba moverse a otro silo la mercadería.

Fundamentalmente el uso de fumigantes que son catalogados como curativos y capaces de eliminar el 100 % de las plagas en sus distintos estadios, también brindan protección para futuras infestaciones. Algunos requieren hermeticidad del depósito y otros transilar la mercadería. En general se debe hermetizar lo mejor posible.

Un fumigante es aquella sustancia que a temperatura y presiones normales, puede permanecer en estado gaseoso y alcanzar concentraciones que resulten tóxicas para las plagas presentes.

Factores que influyen en la fumigación

- ✓ Temperatura: a mayor temperatura, menor sorción del grano, alcanzando fácilmente la concentración letal. Además existe mayor actividad biológica de los insectos. No se aconseja fumigar por debajo de 5°C.
- ✓ Estado de desarrollo del insecto: el estado de pupa es el de mayor resistencia. Cuando se encuentran individuos en esta fase, hay que repetir el tratamiento a los 7 y 15 días.
- ✓ Concentración de gas carbónico: actúa como limitante de la vida, por lo que un aumento en su concentración ayuda a la fumigación, ya que el insecto respira más.

Productos más usados

- ✓ Mezcla líquido fumigante (disulfuro de carbono + tetracloruro de carbono): se presenta en líquido como una mezcla de CS₂ y CCl₄, el primero es el ingrediente más tóxico para la plaga pero más explosivo, el segundo resulta no inflamable y ayuda en la distribución del fumigante en profundidad. Debe tratarse de efectuar un alisado del granel previo a la aplicación del producto para que la distribución del producto sea más uniforme. La mezcla se aplica desde afuera mediante una bomba con una manguera aplastada en su extremo. Estos productos no se pueden pulverizar ya que promovería la separación de los componentes y se perderían los beneficios de la mezcla. Se

aconseja exposiciones de 3 a 5 días y aplicarlo con temperatura ambiente inferior a 20 ° C.

- ✓ **Bromuro de metilo:** se presenta en garrafas como gas licuado, líquido que hierve a 4°C. el gas pesa 3 veces más que el aire y se expande rápidamente en el silo, descendiendo a lo largo del granel hasta 10-12 mts de profundidad. En mezcla con CO₂ puede fumigar silos de mayor altura. Es considerado un biocida con acción irritante sobre las mucosas. Actúa como insecticida, gorgojicida, acaricida y afecta el poder germinativo de las semillas.

Se recomienda dejar una cámara de gasificación de 10% del volumen del silo. Al pasar de líquido a gas se absorbe calor del medio, por lo que se recomienda ubicar la garrafa en baño maría. Para silos de mayor altura se pueden hacer dos inyecciones a distintas alturas. Se utilizan 40-50 gr/m³ y exposición de 3 días.

Toxicología: se debe trabajar con protección respiratoria y para la piel. Tiene efecto neurotóxico y no tiene antídoto. La intoxicación leve produce náuseas, dolor abdominal y confusión mental. En casos moderados se manifiesta como embriaguez (tartamudez, visión doble) y dolor de cabeza. En casos graves, se presenta edema pulmonar, convulsiones y muerte. Como secuela de una intoxicación severa puede quedar desequilibrio mental y/o ceguera.

- ✓ **Fosfuro de aluminio o fosfuro de magnesio:** la fosfamina que es el gas que se libera, pesa un 20 % más que el aire, no afecta el poder germinativo pero si altera algunos metales. Es de muy fácil aplicación y comercialmente el primero se presenta en pastillas de 3 gramos o comprimidos de 0.6 g, la primera libera un gramo de fosfamina comenzando la descomposición a las 2 horas, mientras que los segundos liberan 0.2 gramos y su descomposición se inicia a la hora.

Ambos sufren una hidrólisis y esta reacción que libera calor es la que produce la liberación de la fosfamina. La diferencia entre una y otra es que la de aluminio deja residuos del gas sin descomponer.

La dosis recomendada es de 1 gramos de fosfamina/tn, con exposiciones de 5 días, lo que podrá causar un 100 % de mortandad en los insectos. Su aplicación se puede efectuar con dosificadores en contacto con los elementos de transporte, o si no mediante sondas que se introducen en el granel. Los residuos que dejan estas pastillas deben colocarse en baldes con agua y detergente hasta la eliminación total del gas. Para su aplicación se recomienda transilar, aunque se aplica con éxito por gravedad en silos de hasta 30 mts de altura. No afecta el poder germinativo de las semillas.

Toxicología: extremadamente tóxico, actúa exclusivamente por inhalación con sintomatología neurotóxica. La intoxicación leve produce náuseas, dolor abdominal, mareos, sensación de angustia. En casos más graves, dolor de pecho, edema pulmonar, inconciencia, muerte. Debe trabajarse con protección respiratoria específica para este producto.



Aireación y fumigación

Es un sistema con el que se pueden hacer desinsectaciones en pocas horas y con ahorro de producto. Se utiliza como fumigante la fosfamina o el bromuro de metilo, se cierra el circuito de aireación y se hace circular la mezcla aire-fumigante. Se inyecta la dosis recomendada, luego se hace funcionar el ventilador, preferentemente extrayendo hasta completar 4-8 giros de la mezcla aire-gas. Luego se deja en exposición 24 horas, y por último se abre el circuito y se

airea el silo. Se logra economía de dosis y tiempo de exposición. El sistema requiere hermeticidad total del silo, ya que cualquier pérdida hace fracasar el tratamiento.

Insecticidas en general

Se consideran herramientas de gran importancia en el control de las plagas. Los primeros productos utilizados fueron los clorados (DDT), los cuales hoy están totalmente prohibidos, para la lucha contra las plagas de granos almacenados ya que los mismos son compuestos muy estables que se acumulan en grasa hasta niveles peligrosos siendo de difícil eliminación. En la actualidad se utilizan los productos órgano – fosforados. Que tienen menor estabilidad, buen poder de volteo, amplio espectro de acción, no son de acumulación en grasa y se eliminan fácilmente.

Un insecticida ideal debe poseer:

- ✓ Elevada toxicidad para plagas.
- ✓ Baja toxicidad para el hombre y animales de sangre caliente.
- ✓ Efecto rápido
- ✓ No transmitir olores o sabores a los granos.
- ✓ Acción sobre las especies consideradas plagas sobre todos los estadíos.
- ✓ Estables como para asegurar una prolongada acción.
- ✓ Ser económico.

Acción

- ✓ Por contacto: el producto ingresa al insecto por el exoesqueleto.
- ✓ Por ingestión: el insecto ingiere el grano tratado y el producto penetra por el aparato digestivo.
- ✓ Por inhalación: en forma de gas ingresa por los orificios respiratorios.

Los fumigantes por inhalación: fosfamina y líquidos fumigantes. Los productos que se pulverizan o los que se espolvorean, actúan por contacto o por ingestión, aunque hay algunos líquidos que por tener una alta tensión de vapor pueden actuar también por inhalación.

Precauciones a la hora de utilizar insecticidas

- ✓ Leer atentamente los marbetes de los plaguicidas y seguir estrictamente las indicaciones.
- ✓ Tener personal entrenado.
- ✓ Uso de botas, guantes y protectores faciales.
- ✓ No fumar ni comer durante el manejo de plaguicidas.
- ✓ El operario debe estar en estado óptimo de salud, y las jornadas laborales no serán mayores de 6 horas.
- ✓ Las máquinas y equipos que se utilizan para la aplicación deben ser vigilados permanentemente.
- ✓ Los productos son concentrados de alta toxicidad y requieren un manejo cuidadoso de los envases, que deben ser almacenados en depósitos cerrados con llave, protegidos contra la humedad y ventilados.
- ✓ Los elementos de medición y otros que se utilizan para preparar los plaguicidas deben tener exclusivamente este uso.
- ✓ Se debe preparar la cantidad para el uso inmediato, hacerlo al aire libre y de espaldas al viento.
- ✓ Se deben tener elementos de control de derrames (arena).
- ✓ En la aplicación de fosfamina utilizar mascarar con filtros adecuados.
- ✓ Se deben tomar medidas adecuadas según la toxicidad del producto. El color de los marbetes nos indica el grado de toxicidad (del verde al rojo aumenta la misma). Así mismo las toxicidades disminuyen de insecticidas a herbicidas y funguicidas.
- ✓ Disponer de botiquín al alcance rápido.
- ✓ Disponer de dirección y teléfono del centro de toxicología más próximo.
- ✓ Ubicar los plaguicidas lejos del alcance de los niños.
- ✓ Cuidar cercanías de fuentes de agua y evitar derivas.

En caso de intoxicaciones no suministrar leche, ni sustancias grasas, no provocar vómitos si el paciente no está totalmente lúcido, suministrar carbón activado en dosis de 5 o 10 veces más que la dosis del tóxico. 2 horas después de suministrado dar purgante salino.

Productos prohibidos

En los últimos años se ha determinado que los órgano – clorados, como ser DDT, Heptacloro, el clordano y hexacloro ciclo hexano. Producen problemas a nivel humano y/o animal, por lo tanto en mayo del 72 la SAGyP, prohibió el uso de los mismos, en tratamientos curativos y / o preventivos y / o complementarios para mercadería destinada a consumo humano y / o animal. Como varios de estos son útiles como cura semillas para el tratamiento de las semillas o frutos previos a la siembra, y con el objeto de evitar la posibilidad de que algún lote de semilla curada y no sembrada se mezcle con los granos destinados posteriormente al consumo, se legisló la obligación de colorear estos productos de manera de teñir la semilla para que pueda ser detectada en el acto de muestreo o recepción.

Por resolución de la SAGyP N° 649/76 y modificada por 382/77 se fijó que en todos los actos de recibo y entrega de mercadería será de rechazo por parte del perito actuante, las partidas que contengan 1 o más granos total o parcialmente coloreados, salvo que la prueba hidro - alcohólica resultase negativa. Esta prueba consiste en colocar en un tubo de vidrio unos cm3 de agua y alcohol al 50 % y de 1 a 4 granos coloreados, si la solución se colorea el resultado es positivo y por lo tanto la mercadería es de rechazo.

El perito debe cruzar la Carta de Porte (es obligatoria cuando se manda a destino final industria o exportación) que ampara la partida rechazada, fijando un sello que dice partida provisoriamente rechazada a intervenir por la delegación agrícola.

Se extraerán muestras del lote y se remitirán a la Dirección de Fiscalización de la SAGyP. La mercadería rechazada puede volver a su lugar de origen o ser depositada en otro lugar previo conocimiento de la delegación correspondiente y los propietarios deben mantenerla en depósito, hasta obtener los resultados del análisis y en caso de ser positivo, el propietario tiene 90 días para mezclarla con otras partidas de granos no contaminados de manera que los residuos descendan por debajo de las tolerancias. De no procederse así se ordenará la aplicación de cura semilla a todo el lote y si no se ordenará la destrucción de la misma.

Muestra sanitaria

Implementada por el decreto número 4408 del año 1972 modificado por el 3020 del año 1977, estableciendo que en todos los actos de entrega y recibo de granos y subproductos es obligación la extracción de una muestra conjunto motivo de la operación, con un contenido no inferior a los 100 gramos la cual debe ser lacrada y firmada por comprador vendedor y perito. Dicha muestra quedará en poder del depositario o el comprador por 3 meses, la cual deberá ser entregada a cualquier inspector de sanidad vegetal.

El envase de la misma es igual al exigido en el resto de las muestras lacradas y debe ser recubierta internamente por una cobertura plástica. En el reverso de ir un sello que dice Muestra sanitaria n°.

Disposiciones vinculadas con la conservación

1. Se fijan en salvaguarda de la producción y el consumo por parte humana o animal.
2. Se prohíbe la entrada y salida del país así como el tráfico interno de todo producto vegetal afectado por plagas.
3. Se deben efectuar tratamientos curativos y preventivos contra las plagas en todos los establecimientos dedicados al almacenaje.
4. Se prohíbe el uso de insecticidas órgano – clorados.
5. Se prohíbe la mezcla de semillas tratadas con cura semillas destinadas al consumo.
6. Es obligatoria la inscripción de todos los productos utilizados en terapéutica vegetal.
7. Se prohíbe el tratamiento con plaguicidas fumigantes durante la carga de camiones y / o vagones durante el tránsito de estos a destino.

Resistencia a plaguicidas

Miembros de insectos capaces de volverse inmunes a la dosis de un plaguicida, porque genéticamente lo han heredado y al sobrevivir conviven con el químico. Lo recomendable para evitar esto es aplicar el plaguicida a bajas temperaturas, ir cambiando la fórmula del plaguicida, pero no mezclarlo.

Residuos de plaguicidas

Por el concepto LMR's (límite máximo de residuo expresado en mg/kg) se entiende a la cantidad encontrada de plaguicidas en alimentos, que debe ser segura y lo más baja posible. Los equipos para determinar la concentración de plaguicidas son caros y no todas las

empresas los tienen; sin embargo se hacen controles en alimentos. Una sobredosis implica un gasto económico innecesario y además puede llevar a pasar el LMR's, con lo que la mercadería puede llegar a ser rechazada.

CONTROL DE ROEDORES

Los roedores son los vertebrados con mayor capacidad para dañar los alimentos; y al aspecto económico se le suma el sanitario. A nivel mundial se estiman las pérdidas provocadas por roedores en el 10% de la producción, no sólo por el consumo sino también por la destrucción y contaminación que realizan estas plagas. En nuestro país no existen estimaciones de pérdidas, pero a nadie escapa el gran número de ratas y ratones distribuidos en lugares habitados y donde se realiza el almacenamiento, sobre todo en galpones y estibas.

Una rata puede consumir 20 Kg de grano al año, expeler 25.000 cápsulas de excreta y 6 litros de orina, además de perder millares de pelos. SON UNA PERFECTA MAQUINA DE CONTAMINACION.

Tres son las especies más importantes:

- ✓ Ratón común (*Mus musculus*)
- ✓ Rata negra o común (*Rattus rattus*)
- ✓ Rata parda o colorada (*R. Norvigenus*)

Estos animales son omnívoros, la rata negra prefiere granos secos y frutas frescas, la rata parda prefiere semillas ricas en materia grasa, son resistentes a la falta de agua. Desarrollan actividad nocturna y poseen gran aptitud de desplazamiento (corren – nadan – saltan – trepan - etc.)

Sentidos

El menos desarrollado es la vista, aparentemente no diferencian los colores. Tienen muy desarrollados los sentidos del tacto, oído, olfato y gusto. Tanto las grandes pérdidas de alimento, la destrucción, como el peligro constante para la salud pública, hace que nos veamos en la necesidad de realizar programas de lucha intensivos; para el control se debe partir del conocimiento de:

- ✓ Especies presentes
- ✓ Grado de infestación
- ✓ Alimentación utilizada
- ✓ Características del depósito

¿Cuáles son los principios básicos para la prevención y el control?

1. Máxima higiene (eliminar todos los desperdicios)
2. Eliminar reservas de agua
3. Suprimir todos los posibles refugios o guaridas
4. Disminuir al máximo posible los accesos del roedor al depósito
5. Cortar las malezas alrededor del depósito y pintar de blanco los zócalos

En los próximos párrafos describiremos los métodos de lucha disponibles y la mejor forma de combinarlos para lograr éxito en el control.

Métodos De Lucha

- ✓ Venenos agudos
- ✓ Venenos crónicos
- ✓ Venenos subagudos
- ✓ Trampas
- ✓ Fumigantes y fumígenos

Venenos Agudos

Son los venenos que logran la muerte del animal luego de una sola ingesta y en forma inmediata (Ej. 30 minutos). Estos productos son extremadamente peligrosos. Una acción tan rápida puede traer el inconveniente que el roedor no llegue a consumir la dosis letal antes que aparezcan los primeros síntomas; cualquier animal que no llega a morir, queda prevenido de la peligrosidad y esquiva el cebo y puede alertar a sus congéneres.

Ejemplo: Sulfato de Talio (Ratox), Fosfuro de Zinc (Zinc-Tox), Calcilerol (Rodine C). La mayoría son poco usados por razones de ineficacia, problemas de aceptabilidad y peligro.

NOTA: Ante un alimento nuevo la colonia manda a un individuo dominado a que pruebe el cebo, la rápida muerte luego de la ingesta pone en alerta a toda la población, que relaciona el consumo del cebo con la muerte y evita el cebo, por lo que el tratamiento pierde eficacia. Los venenos agudos tendrán éxito en la medida que se logre que todos o la mayor parte de la población ingiera rápidamente la dosis letal. Es menester realizar previamente a la colocación del veneno un adecuado cebado de la colonia. (Ej. Fosfuro de zinc).



Warfarina).

Venenos Crónicos

Estos productos tardan más tiempo en actuar y requieren ser ingeridos en varias dosis, actúan como anticoagulantes y provocan la muerte por hemorragias internas. Entre otras tiene la ventaja que los síntomas se presentan cuando la rata tuvo la oportunidad de consumir la dosis letal, además son más fáciles de usar y comparativamente más seguros. En general a los 7 días del uso del veneno se nota un menor consumo, como resultado de la muerte de muchos individuos, a las 4 o 5 semanas se puede lograr un control importante. (Ej.

Venenos Subagudos

Actúan como anticoagulantes y se denominan subagudos porque matan con una sola ingesta, pero luego de varias horas de la misma, esto es un efecto positivo porque se evita que la memoria del animal relacione la ingesta con la muerte.

Trampas

Estas constituyen un método tradicional, que puede tener utilidad para eliminar un bajo número de roedores que pueden quedar luego de una campaña de envenenamiento; las trampas deben distribuirse en el camino habitual de los roedores y resulta conveniente colocarlas sin armar durante los primeros días, con el objeto que el roedor gane confianza.



Fumigantes y Fumígenos

Estos productos se recomiendan para el tratamiento de madrigueras (Ej. Fosfuro de aluminio - tubos fumígenos a base de azufre), se debe tener en cuenta que las madrigueras tienen varias bocas de escape, por lo que se debe hacer el máximo esfuerzo para encontrar todas las entradas. No deben usarse cuando llueve o cerca de lugares habitados.



Cebos

Si se utilizan cebos, es importante sobre todo en el caso de los venenos agudos, usar unos días antes el cebo sin envenenar de manera de crear confianza en el roedor. Los venenos agudos podrían ser preferidos en el caso que se trate de una gran infestación y se quiera obtener algunos resultados rápidos.

Es de fundamental importancia el tipo de atractivos que se utiliza en los cebos, entre los preferidos se encuentra: granos para el ratón, granos y frutas frescas para la rata negra y granos y materias ricas en grasa para las ratas pardas. Se aconseja colocar montoncitos de cebo en lugares que intercepten el camino (100 a 200 g si se trata de ratas y 25 g si se trata de

ratones).

Es más recomendable colocar un mayor número de montoncitos de cebo de la misma cantidad en menos lugares, esto permite actuar sobre una mayor superficie y disminuir los problemas de competencia, los puntos con cebo se deben recorrer diariamente y reponer el cebo faltante. Si el agua es un factor limitante, el uso de veneno soluble, puede resultar efectivo, se debe tratar de eliminar cualquier tipo de suministro de agua extra.

Rodenticidas en polvo

Con el objeto de aprovechar la característica de los roedores de acicalarse (limpiarse), se ponen polvos envenenados en el piso; el polvo se pega a las patas de los roedores y luego es ingerido al acicalarse.



La rata negra es controlada menos eficazmente que otras especies. Los polvos se presentan con alta concentración y esto hace que sean potencialmente peligrosos. Se recomienda para colocarlos en las entradas de las madrigueras, siempre en lugares secos.

Los cebos-venenos deben manipularse con el máximo cuidado, con guantes, los roedores muertos son un peligro sanitario importante, por lo que los restos deben ser quemados.

Una estrategia de control debe basarse en el conocimiento de los hábitos, biología y principales características de la especie a controlar para lograrlos resultados esperados.

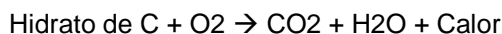
Uno de los más usados es la bromadiolona 0.005 % es un anticoagulante de segunda generación, el roedor requiere una sola ingesta para consumir una dosis letal. Al igual que otros anticoagulantes, actúa inhibiendo la formación de protrombina, necesaria para la coagulación de la sangre, lo cual deriva en hemorragias múltiples y fatales. La muerte del roedor se produce de 4 a 10 días de consumido el raticida. Como el animal no percibe los síntomas del raticida no puede transmitir esa información al resto de la colonia, esto favorece al total control de la plaga.

Los ingredientes de los rodenticidas están mezclados con cereales (maíz, trigo, avena y azúcares). Las tabletas y los bloques se fabrican a compresión utilizando para ello un bajo porcentaje de parafina. Todo lo anterior hace que el olor, el sabor y la textura le resulten atractivos a los roedores. Como protección de que lo ingieran humanos y mascotas se le agrega benzoato de denatonio que posee un sabor amargo. Por lo demás una mascota (perro de 10 Kg., por ejemplo), necesita ingerir más de 2 Kg. de producto para alcanzar la dosis letal.

CALENTAMIENTO ESPONTANEO

FOCOS DE CALENTAMIENTO HUMEDO Y SECO

Debe considerarse que el grano es un cuerpo vivo con vida latente y por lo tanto respira, o sea que absorbe O₂ produciendo CO₂, H₂O y calor, este proceso de la respiración que se traduce en la producción de energía a través de la oxidación química de los hidratos de carbono, es común a todos los organismos vivos y, fundamental a tener en cuenta en el almacenamiento de los granos debiendo aceptar que a baja temperatura y humedad la respiración disminuye.



La intensidad de la respiración, depende de una serie de factores como ser: clases de granos, humedad, composición química del grano, temperatura, tiempo de almacenaje y, es por ello que la respiración debe ser llevada a su mínima expresión, ya que no solo puede provocar inconvenientes por el calor que genera, sino también por la degradación de lo que pretendemos conservar. Cuando el contenido de humedad de los granos excede el 14 %, el proceso respiratorio aumento no solo el de los granos sino el de las restantes variables biológicas del granel.

Todo proceso respiratorio en el granel es pérdida de peso. Debido a la mala conducción del calor en el granel, el mismo se localiza alrededor de su fuente u origen, generando un foco, que tiene la facultad de autoaumentarse.

Causas de aumento de temperatura en un granel

1. Temperatura inicial del almacenaje.
2. Humedad y microorganismos.
3. Insectos

1- Dos son las causas más comunes de alta temperatura al inicio del almacenaje.

- ✓ Alta temperatura del grano al ser cosechado.
- ✓ Falta de enfriado luego del secado artificial.

Cualquiera sea la causa cuando se almacena nos debemos preocupar por enfriar el granel y, generalmente por encima de los 35 o 40 °C el grano tendrá una descomposición muy rápida. Debe considerarse que la viabilidad de los granos comienza a destruirse a los 45 °C.

2- A medida que aumenta la humedad se eleva la respiración, hasta que por encima de ciertos niveles de humedad crítica el grano tiende a calentarse y la conservación es riesgosa.

Humedad crítica para: trigo = 14.6 %; cebada = 14.8 %; maíz = 14.2 %; lino = 11%.

Un aumento en la humedad produce un aumento en la respiración que lleva al grano a elevar su temperatura, produciendo focos de calentamiento.

Al aumentar la población microbiana, también se produce mayor respiración de los granos.

3- Insectos: El metabolismo de los insectos es muy alto y por ello contribuyen a incrementar la respiración en gran medida, ya + de 15 °C se convierte en un problema

A los efectos de ejemplificar, un gramo de gorgojos produce miles de veces más calor que un gramo de maíz, y es por esta razón que el agua y el calor producido por el proceso respiratorio de los insectos puede ser causa de deterioro de los granos.

Por lo tanto se debe distinguir el calentamiento producido por los microorganismos del producido por los insectos, definiéndose 2 tipos de focos de calentamiento espontáneo:

- ✓ Foco húmedo: Requiere humedad relativa mayor del 70 % en el aire intergranario, el proceso es lento e irregular y está producido por los microorganismos, pudiendo llegar a obtenerse en el foco T° muy altas de hasta 55 °C o más.
- ✓ Foco seco: Es producido por los insectos en masas de granos con menos del 15 % de humedad, con humedad relativa del aire intergranario baja, pudiendo llegar a obtenerse temperaturas en el foco de hasta 42 °C.

Los dos tipos de calentamiento pueden desarrollarse simultáneamente, generalmente ocurre primero el seco y luego el húmedo.

Aunque la temperatura absoluta en el caso del silo 1, es en todos los casos mayor que la del silo 2, en este último se observa un incremento que indica, que el almacenaje no está estabilizado, por lo tanto es la variación de temperatura lo que debe tenerse en cuenta. Se puede recomendar medir la temperatura cada 24 a 48 horas cuando se almacena, y luego de estabilizada cada 7 días.



EXPLOSIONES

Deflagración y detonación

Las explosiones pueden producirse de dos maneras: en forma de una deflagración o de una detonación. Esta diferencia está en función de la velocidad de combustión que se desarrolla durante la explosión. Se produce una deflagración cuando la velocidad de combustión o la velocidad de la llama, es relativamente lenta, o sea aproximadamente del orden de 1 m/seg. En cambio estamos en presencia de una detonación cuando la velocidad de la llama es muy elevada. Por ejemplo el frente de llama se podría desplazar como una onda de choque a una velocidad que puede oscilar entre 2000 y 3000 m/seg. Esto muestra claramente que una detonación genera mayores presiones y es mucho más destructiva que una deflagración. Los factores que hacen que una explosión sea una deflagración o una detonación son en primer lugar el tipo de material que intervenga como así también las condiciones en que ocurre la explosión.

¿Cómo se genera una explosión por polvos de cereales?

Para que se produzca una explosión de polvos, es necesario contar con la presencia de tres factores principales:

- ✓ Polvo de un tamaño y una concentración adecuada.
- ✓ El comburente que es el aire, el cual posee el oxígeno para producir un proceso de combustión.
- ✓ Un punto ígneo o fuente calórica (chispas por procesos de rozamientos en equipos mecánicos, equipos eléctricos, llamas, superficies calientes, etc.)

La explosión de polvo se produce cuando materiales sólidos inflamables se mezclan intensamente con el aire y está presente algún punto caliente. De la interacción de esos tres factores, surge una explosión inicial que provoca un incendio pequeño o explosión, que hace que el polvo depositado en el resto de la instalación sea arrojado al aire, se mezcle con el aire y se desarrolle una nueva explosión (explosión secundaria), que a su vez provoca nuevas ondas expansivas que vuelven a remover polvo de otras áreas, para provocar nuevas explosiones (explosión terciaria) y así sucesivamente dando origen a una especie de reacción en cadena.

Estas explosiones son características por las ondas de choques que transmiten, las cuales poseen un determinado nivel de presión. Este nivel de presión puede producir estallidos y daños a personas y edificios, rompiendo ventanas, arrojando materiales a varios cientos de metros de distancia. Las lesiones y los daños son ocasionados por las ondas de choque de la explosión o explosiones. Hay personas golpeadas, derribadas o enterradas bajo edificios derrumbados o heridos por cristales volantes. Aunque los efectos de la presión excesiva

pueden provocar directamente la muerte, es probable que esto se produzca con las personas que trabajan muy cerca del lugar de la explosión.

¿Dónde pueden localizarse las explosiones?

Las explosiones pueden ocurrir en cualquier parte de un proceso donde se manejan polvos, molienda, secado, transporte o almacenamiento en silos. En dónde se han detectado mayor número de explosiones es en el elevador de cangilones.

¿Cómo prevenir las explosiones?

La prevención debe realizarse, sobre las siguientes tres fuentes:

- ✓ Fuentes de polvo
- ✓ Fuentes de ignición
- ✓ Seguridad de equipos y materiales

Fuentes de polvo

Las acciones a realizar sobre estas fuentes son:

- ✓ Un programa de limpieza sistemático, apuntando a evitar la acumulación de polvo, especialmente en posibles fuentes de ignición como son las superficies calientes (motores) o las proximidades del elevador de cangilones. Cuando se limpie se debe evitar la formación de polvos, procurando aspirar en lugar de soplar.

Fuentes de ignición

En este caso hay que realizar las siguientes acciones:

- ✓ Prohibir fumar en toda la planta
- ✓ Avisar de inmediato ante cualquier fuego y utilizar adecuadamente el extintor más próximo.
- ✓ Evitar la caída de objetos dentro de los equipamientos o sistemas que puedan ser generadores de chispas por rozamiento, o que den lugar a calentamiento de superficies.

Seguridad de equipos y materiales

En este punto se requieren las siguientes acciones:

- ✓ Hacer cumplir los procedimientos de seguridad cuando se operen las máquinas y equipos (verificar que no se produzcan rozamientos que den lugar a elevación de temperatura en superficie, etc.).
- ✓ Prohibir las operaciones en caliente (soldadura, corte, pulido, etc.) sin antes no haber tomado todas las precauciones para prevenir focos de incendio.
- ✓ Utilizar instalaciones y equipamientos eléctricos aprobados por las normas vigentes para ambientes pulverulentos (por ejemplo toda la instalación eléctrica debe ser antichispa).
- ✓ Poseer procedimientos para realizar limpieza, mantenimiento y para emergencias, donde se indiquen las medidas de seguridad a tomar, debiendo ser previamente aprobada cada una de estas operaciones por el encargado responsable del sector donde se va a realizar la tarea.

Ante el alto nivel de riesgo que significa la probabilidad de explosión de polvo, tanto en la actividad agraria como en la industria de la alimentación, se hace necesario implementar acciones mínimas de prevención como:

- ✓ Concientizar al personal del riesgo que encierran las instalaciones donde se generan atmósferas pulverulentas.
- ✓ Mejorar todo lo relacionado con el mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas. Este último ítem exige que aquellas instalaciones que no posean un sistema de alimentación eléctrica antiexplosiva, comiencen a reformarse, para lograr tener circuitos eléctricos adecuados a las normas vigentes y especiales para el trabajo en ambientes con polvo.
- ✓ Elaborar y poner en funcionamiento procedimientos específicos tanto para tareas de mantenimiento, en especial trabajos de soldadura, como así también los de limpieza, para minimizar el riesgo de explosión.

Todo lo expuesto tiene como objetivo informar y concientizar a las personas que trabajan en actividades agrícolas o de la alimentación, para que en un futuro se logren evitar accidentes

que normalmente provocan pérdidas humanas y simultáneamente pérdidas económicas, con el consiguiente impacto negativo sobre toda la sociedad.

AIREACIÓN

La aireación mecánica es la circulación de aire por medios mecánicos a través de una masa de granos. La práctica de aireación es una técnica moderna que reemplaza al transile (transferencia del material de un silo a otro, el grano atravesaba el aire para enfriar, controlar y mantener la calidad), y que lo aventaja desde el punto de vista de menor daño mecánico del grano, menos consumo de energía y de mano de obra, no requiriéndose movimientos de mercadería.

La aireación mecánica se usa para:

- ✓ Enfriar el granel: se efectúa para reducir la respiración de los granos, evitar focos de calentamiento, reducir o evitar la proliferación de insectos y roedores, reducir la merma. Se necesitan altos caudales de aire para este enfriamiento.
- ✓ Homogeneizar la temperatura: esto permite eliminar los focos de temperatura que facilitan las migraciones de humedad. En este caso la uniformidad de temperatura puede lograrse con bajos caudales de aire.
- ✓ Eliminar olores objetables: los malos olores producto de restos de fumigantes, cereal fermentado o podrido pueden eliminarse con circulación de bajos caudales de aire.
- ✓ Colaborar con la técnica de fumigación: el proceso de fumigación requiere la gasificación de los productos usados para tal fin. En muchos casos la aireación interviene mejorando el contacto gas-cereal e incluso admitiendo la recirculación con ciertos fumigantes (bromuro de metilo). Por otro lado la aireación permite ventilar la mercadería fumigada antes de proceder a su movimiento y de esa forma reducir la contaminación del ambiente de trabajo.
- ✓ Controlar los porcentajes de humedad del grano: la aireación permite reducir en 1 o 2 puntos los porcentajes de humedad posteriores al secado de la mercadería, por ejemplo en la época de cosecha gruesa que no dan abasto las secadoras. En estos casos se necesitan altos caudales de aire.

Consideraciones Biológicas

- ✓ Insectos: la temperatura óptima para ellos va de 28 a 35°C, la cual es óptima para su actividad y reproducción. Temperaturas menores a 13 o 14°C son inconvenientes para ellos y a 8°C generalmente mueren.
- ✓ Microorganismos: los hongos en general se desarrollan en granos tibios aún con baja humedad. Si la temperatura baja a 10°C prácticamente éstos quedan inactivos. Ej: el verdín, entre 8 y 10°C no se reproduce y por debajo se seca y muere.
- ✓ Germinación: en condiciones frescas, baja la posibilidad de germinación y, esto acontece frecuentemente en el copete, por migración natural de la humedad, lo que podría controlarse con bajas temperaturas.

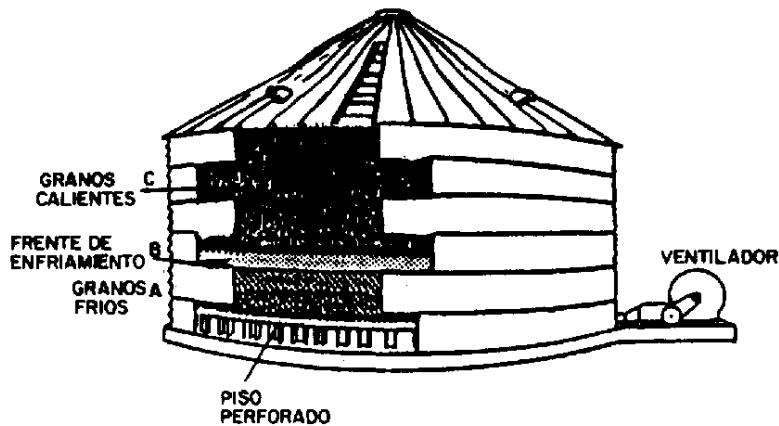
Consideraciones Físicas

- ✓ Resistencia de los granos al pasaje de aire: el tamaño de los mismos y su forma gobierna la resistencia al pasaje de aire y ella aumenta cuanto más pequeño son los granos. Así mismo esta resistencia aumenta también cuando el grano está apretado por causa de un largo tiempo de almacenamiento y por la presencia de polvillo y cuerpos extraños. La resistencia presentada por la masa de granos, cuando se da salida al aire, se llama presión estática, y está indicada por los aparatos denominados manómetros. La resistencia del trigo es mayor que la del maíz, sorgo y arroz con cáscara, por ejemplo: operando con un flujo de aire de 6m³/h/t, a través de una capa de 30 m de maíz, la presión estática será de 7,5 pulgadas, a través de una capa de 30 m de trigo, el ventilador deberá vencer una presión estática más de tres veces mayor que el maíz.
- ✓ Distribución del aire: una vez que el aire deja el o los conductos, se dispara radialmente y luego se dispersa en forma perpendicular a la superficie del granel, perdiendo velocidad y presión a medida que avanza.

Equipos de aireación

El equipo instalado para la aireación de silos consta de:

- ✓ Ventilador
- ✓ Conductos de conexión
- ✓ Conductos con perforaciones



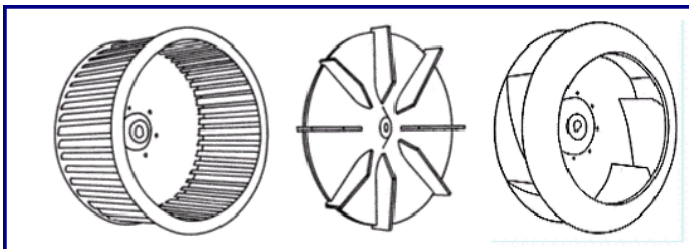
Ventilador

Es el medio mecánico por el cual se facilita la circulación de aire a través de los granos. El ventilador puede ser RADIAL o AXIAL.

- ✓ El AXIAL o DE PALETAS permite la salida del aire longitudinalmente al eje de giro (con hélices rectas o curvas), se pueden usar si no se requiere presión de aire y cuando el caudal a proporcionar es bajo. Se usan en silos de menos de 15m de altura.



- ✓ El RADIAL o CENTRÍFUGO permite la salida tangencialmente (succionan el aire por el centro y lo fuerzan por el conducto lateral) al giro de los álabes (paleta curva de una turbomáquina). Por el sistema centrífugo se incrementan las presiones de servicio y los caudales de aire. Se usan en silos de más de 15m de altura. En general son los más usados.



La elección del ventilador depende del volumen de aire requerido y de la presión estática, que produce el grano almacenado por los diferentes espacios intergranarios, así mismo influye también en la elección, el volumen y la altura del silo.

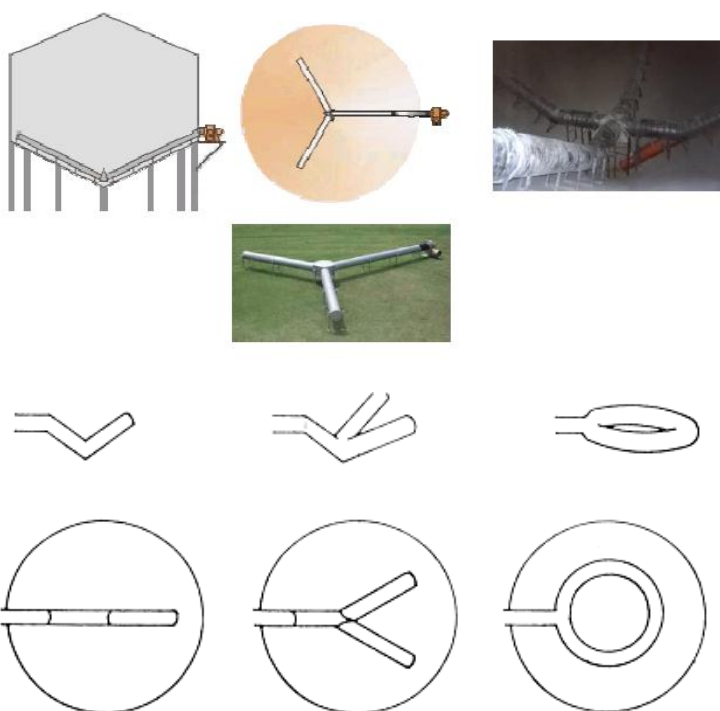
Se pueden colocar dos ventiladores por silo en serie o en paralelo, en el primer caso se suman los caudales y en el segundo se suman las presiones.

Conductos de conexión

Tienen la importante función de permitir la circulación de aire desde el ventilador hacia los caños perforados. El adecuado diseño de estos conductos evita las pérdidas de carga, es decir de presiones permitiendo un mejor aprovechamiento del rendimiento del ventilador, para ello deben evitarse los cambios bruscos de circulación de fluido y posibles estrangulamientos y ensanchamientos de sección. Son caños no perforados, rectos o curvos.

Conductos con perforaciones

Son los distribuidores de aire a través de los granos. Los más comunes son construidos en chapa lisa con costillas, o bien chapas corrugadas con perforaciones uniformemente espaciadas, pudiendo ser estas perforaciones circulares o cuadradas, no mayores de 2mm de diámetro para evitar el paso de los granos a través de los mismos. Los orificios son de borde irregular y relieve hacia afuera para evitar obstrucciones de granos. La sumatoria de la superficie perforada debe ser como mínimo el 10% de la superficie total del conducto. Los conductos pueden ser de diferentes tipos: rectos, quebrados, seguir el nivel del piso, bifurcados en forma de V o Y o bien formando corona. El diseño siempre debe distribuir uniformemente el aire por toda la masa de granos.



Parámetros a tener en cuenta en la aireación

Si bien la aireación tiene multiplicidad de propósitos, la finalidad principal es lograr el enfriamiento del granel. Normalmente se usará aire ambiente con menor temperatura que el grano y con un porcentaje de HRA conocida. El proceso de aireación y enfriado de la mercadería se da en capas con transferencia de masa y energía. Es decir, que si bien básicamente el proceso es de enfriamiento, es posible que algún grado de humedad se logre secar en la mercadería tratada.

Se considera aceptable emplear aire con temperatura de 5°C menor a la del grano. En estos casos puede incluso usarse aire con alta humedad, ya que el proceso de calentamiento del aire por transferencia de calor desde el grano permite un descenso en su humedad relativa. El proceso de aireación requiere un continuo control de las condiciones meteorológicas del aire usado.

Normalmente la aireación nocturna emplea aire más frío y húmedo. El proceso de aireación no debe detenerse hasta lograr el objetivo propuesto, ya que si no se tiene en la misma masa de cereal focos o sectores con distintas temperaturas, permitiéndose de esta forma la migración de humedad.

Si el aire que se emplea es demasiado frío puede ocasionar condensaciones por migración de humedad y producir el llamado COPETE DE LOS GRANOS.

“Siempre que una masa de granos presente lugares con temperaturas diferentes, hay un movimiento de aire intergranular desde las regiones más calientes hacia las más frías. El aire caliente, al enfriarse en la región más fría, cede parte de la humedad a los granos”. Este fenómeno se produce hasta que los granos de las regiones frías se tornan más húmedos y los de las zonas más calientes secos. Así se forman en la masa de granos desniveles de humedad.

El control de la humedad del grano o el secado de 1 o 2 puntos es posible por aireación, en este caso sí importa la HRA del aire usado. Es más aconsejable para secar usar aire insuflado (no aspirado) de forma de aprovechar el calentamiento que produce el motor del ventilador y el que se origina por compresión del aire al intentar atravesar la masa de los granos.

En algunos casos la aireación sirve para humectar una masa de cereal que por razones de almacenamiento prolongado adquirió un porcentaje de humedad inferior al de comercialización. Por ejemplo: las siguientes son las humedades más corrientes para asegurar un almacenamiento seguro:

- ✓ TRIGO-ARROZ SIN CÁSCARA-CEBADA 13%
- ✓ SORGO-MAÍZ 12%
- ✓ SOJA-GIRASOL 10%

Una mercadería en estas condiciones debe humectarse previo a la comercialización para evitar las mermas de peso. Se debe controlar la HRA del aire y aprovechar la higroscopia del grano.

El diseño del aireador y su manejo condicionan los objetivos. El flujo ascendente (aire impulsado) se calienta al paso del ventilador y disminuye su HRA, lo que aventaja la aireación y el secado.

Además se logra un mejor control de la mercadería que se seca. Sin embargo el aire impulsado puede producir condensaciones en el techo o bien calentar más de lo necesario el aire enfriante. El flujo descendente (aire aspirado) compensa las corrientes húmedas ascendentes (conductividad húmeda), no permitiendo la condensación en el techo.

Beneficios de la aireación

- ✓ Disminuye la temperatura de la mercadería.
- ✓ Disminuye pérdidas por quebrado (transile).
- ✓ Evita la migración de humedad o condensación.
- ✓ Medida preventiva de focos de calentamiento.

Factores que afectan la aireación

- ✓ Altura del silo: si es muy alta se dificultará la aireación.
- ✓ Mercadería a almacenar: los granos más grandes son más fáciles de airear por el mayor espacio intergranario, ya que el aire atraviesa los granos de mejor manera.
- ✓ Limpieza de la mercadería.

SE DEBE CONOCER LA TEMPERATURA DEL AIRE Y DEL GRANO, LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE Y LA HUMEDAD DEL GRANO.

Tiempo necesario para el enfriamiento de los granos

El tiempo necesario para el enfriamiento depende, principalmente, de la magnitud del flujo de aire.

Podemos estimar, para un flujo de 6 m³ /hora/tonelada, 60-80 horas cuando las condiciones del aire atmosférico son favorables para la operación, y 120-160 horas cuando las condiciones no son las adecuadas.

Movimiento ascendente y descendente del aire

Es la consecuencia de utilizar un ventilador ubicado a nivel del piso, que trabaja impulsando el aire dentro del silo, o bien extrayéndolo del mismo.

El primer caso es el **ventilador impulsor** (flujo de aire dirigido hacia arriba)

Ventajas:

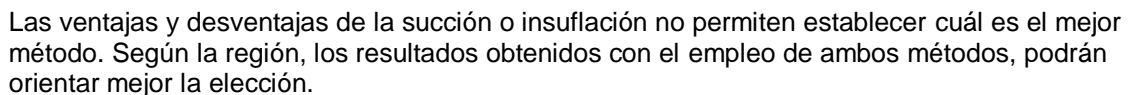
- ✓ El calor acumulado sobre el techo del silo puede ser fácilmente expelido.
- ✓ Es aconsejable en maíces sucios porque, se evita que se tapen los orificios de los conductos.

- Desventajas:

- Ventilador extractor** (flujo de aire dirigido de arriba hacia abajo)

- ✓ La corriente descendente o aspirada, tiene la ventaja de desplazar o equilibrar la tendencia natural del aire intergranario, que produce las migraciones de humedad y, son causas de la formación de COPETES.
- ✓ Evita los peligros de condensación en la parte superior del depósito.
- ✓ Los olores que indican deterioros en los granos, pueden detectarse fácilmente por el aire aspirado junto al ventilador.
- ✓ El calor proveniente del ventilador y motor no resulta transferido a los granos.

- ✓ Es dificultoso conocer con precisión cuando se llegó al punto final de la aireación
- ✓ No es conveniente si se va a seguir agregando grano húmedo o caliente.
- ✓ No se aprovecha el calor del ventilador.
- ✓ Obtura los orificios del conducto.



Manejo de aireadores

Teniendo en cuenta la higroscopicidad del grano y el hecho de que por debajo de 15°C la mayoría de los insectos se aletargan o mueren y, que tampoco prosperan los microorganismos, cuanto más seco y frío esté el grano, por más tiempo se conservará.

La aireación es un proceso como se dijo por capas. Si las condiciones del aire son las indicadas, este enfría una primera capa, cuando la ha atravesado, el aire se ha calentado, pues ha tomado la temperatura del grano y, no cumple ya su cometido de enfriar, pero como baja su humedad relativa puesto que se ha calentado, aumenta su poder de secado. Mientras tanto sigue entrando aire que enfría otra capa y, así sucesivamente.



Control de la operación

El control de un sistema de aireación puede ser manual o automático. Debido a las variaciones diarias de HR, la cual en general es más alta durante la noche, pudiendo llegar a niveles próximos al 100%, debemos desconectar el ventilador cuando la HR se torna demasiado alta. El control automático se realiza con termostatos y estabilizadores de humedad. El empleo de estos dispositivos condiciona al sistema de aireación en los límites climáticos favorables para la operación. Si la masa de granos presenta una temperatura de 35°C y la media de temperatura del aire ambiental externo es de 20°C, el termostato puede ajustarse para desconectar el ventilador cuando la temperatura del aire ambiental externo supere los 25°C. Cuando el tenor de humedad de los granos sea de 14%, el estabilizador de humedad deberá ajustarse para evitar el funcionamiento del ventilador si la HR del aire está por encima del 85%. El control automático permite que el ventilador continúe operando durante la noche.

Dispositivos de emergencia

Para proteger a los granos de las "bolsas húmedas", calentamiento y moho en la capa superior de la masa de granos almacenados en depósitos desprovistos de un sistema de aireación, se puede emplear un dispositivo de emergencia. Básicamente, el aparato está formado por un tubo perforado, y en la parte superior se coloca un ventilador para mover el aire a través de los granos.

Refrigeración

Consiste en utilizar equipos frigoríficos autónomos para modificar y acondicionar artificialmente el aire atmosférico entregándolo al granel a una temperatura más baja que la ambiental. También en algunos equipos, se puede modificar el contenido de humedad del aire para evitar el rehumedecimiento o sobresecado de los granos durante el proceso de refrigeración.

¿Qué objetivos buscamos con la refrigeración de granos?

Independizarnos de las condiciones climáticas ambientales. Los equipos permiten insuflar aire frío al silo aun con temperaturas exteriores elevadas o hasta con precipitaciones. Esto hace que se puedan refrigerar granos y llevarlos a 15 °C durante la época de máxima temperatura como los meses de diciembre, enero y febrero en cualquier zona geográfica del país. Los equipos de refrigeración pueden funcionar las 24 horas del día por lo que dependiendo del caudal unitario entregado al silo (m³ de aire por tn de grano por minuto) en pocos días el grano está frío en su totalidad, minimizando los riesgos de deterioro.

Ventajas de la refrigeración artificial:

- ✓ Reduce las pérdidas de peso debido a reducción del metabolismo: al bajar la temperatura, la tasa respiratoria de los granos disminuye, con lo cual disminuyen las pérdidas de peso, nutrientes y la generación de calor. Esto permite almacenar el granel y conservar su calidad por un período de tiempo significativamente mayor. Por ejemplo, cada 5 °C de aumento de la temperatura de los granos se duplica la respiración de los granos en el rango de 25 a 45 °C. Esta respiración se realiza a expensas de consumir reservas del grano provocando mermas de peso.
- ✓ Disminuye la reproducción de insectos: la temperatura óptima para el desarrollo y reproducción de los insectos se encuentra entre los 25 y 32 °C. Por debajo de los 15 °C los insectos no pueden reproducirse, su metabolismo es bajo y se realiza un control parcial, inhibiendo el aumento de las poblaciones. En estos casos se reduce la necesidad de aplicar insecticidas lo cual minimiza los costos y el riesgo de contaminación con residuos químicos.
- ✓ Reducción de actividad de hongos: la principal herramienta para controlar el desarrollo de hongos es almacenar los granos secos. Sin embargo con bajas temperaturas se limita el crecimiento de hongos y la aparición de toxinas. En condiciones de almacenamiento con humedad relativa del espacio intergranario mayor a 81 % (17 a 20 % de humedad dependiendo del tipo de grano) los hongos pertenecientes al género *Penicillium* son capaces de germinar y crecer a partir de los 8 °C. Esto evidencia que si se almacenan granos a bajas temperaturas pero con alta humedad, el período de almacenamiento no puede ser excesivo.
- ✓ Refrigerar los granos húmedos a la espera de ser pasados por la secadora, logra aumentar el tiempo de almacenamiento seguro, además permite hacer un uso más prolongado en el tiempo (extender la estación de secado), sin la necesidad de secar granos a temperaturas por encima de las deseadas para aumentar su capacidad, provocando con esto, daño a los granos.
- ✓ Los granos tienen muy baja conductibilidad térmica, por lo que una vez fríos la temperatura se mantendrá estable por un determinado tiempo que dependerá de las condiciones climáticas, del tipo de estructura y su grado de aislación, la humedad del grano y la presencia o no de insectos. La conductividad térmica se define como la propiedad de una sustancia de propagar calor. Para dar una idea de magnitudes, la conductividad térmica del trigo duro es de 0.1402 W/(m.K), casi similar a la de la madera 0.13 W/(m.K), pero muy diferente por ejemplo a la del hierro de 80,2 W/(m.K) o a la del cobre de 372 W/(m.K).
- ✓ Facilita el trabajo del encargado de la planta de acopio: se enciende el equipo y su funcionamiento se puede extender los fines de semana, feriados etc. Sin preocuparse por las condiciones climáticas.
- ✓ El uso de equipos de refrigeración artificial permite independizarse de las condiciones climáticas externas. Pueden funcionar aún con elevadas temperaturas (reduciendo su capacidad), excesiva humedad o hasta con precipitaciones.
- ✓ Economía: al independizarse de las condiciones climáticas, el funcionamiento del equipo se puede realizar en las horas de menor costo de la energía.

La refrigeración artificial de granos es una tecnología que tiene ya varias décadas de exitosa implementación a nivel mundial. Sin embargo, no ha logrado instalarse en Argentina con toda su potencialidad por insuficiente información técnica, falta de ejemplos nacionales técnicos económicos comparativos entre refrigeración vs. aireación tradicional y falta de investigación y difusión por parte de instituciones públicas.

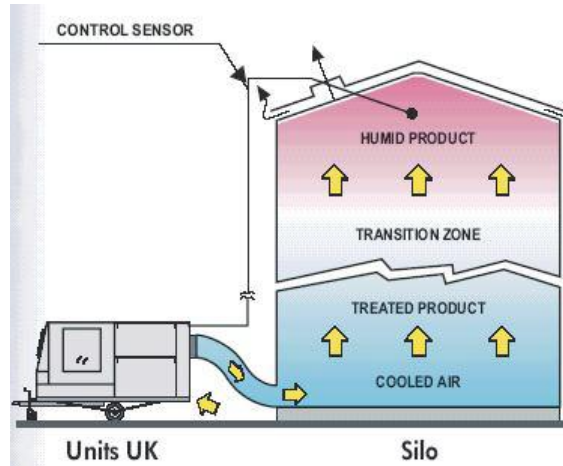
En Argentina, para refrigeración de granos commodities (granos destinados a uso comercial), existen unos pocos equipos portátiles relativamente antiguos de origen Europeo introducidos al país en décadas pasadas. Estos equipos se destinaron mayoritariamente a la conservación de semillas, por lo que el mercado fue pequeño, la técnica nunca tuvo gran difusión, o por lo menos cercana a su potencialidad. Los pocos equipos importados fueron vendidos con insuficiente soporte técnico y/o asistencia postventa, por lo que la tecnología no prosperó y el mercado se desalentó.

Actualmente las empresas han tomado el desarrollo y difusión de la tecnología de refrigeración con otro nivel de compromiso. Además, la frontera agrícola del país se trasladó a zonas de temperatura más extremas, donde el uso de estos equipos constituye una herramienta indispensable. Es de destacar la existencia de una empresa Nacional que desarrolla y comercializa estos equipos, IMEG S.A. con sede en Rosario. Otras empresas que comercializan equipos importados o nacionales en Argentina son Cerealtex equipos de origen

Italiano), Coolseed (equipos de origen Brasileiro) y próximamente Carrier (equipos de fabricación Nacional).

Los equipos actuales se han mejorado y su eficiencia de trabajo aumentó notoriamente. El Ing. Carlos de Dios perteneciente al Inta Pergamino, en un reporte de difusión del año 1994, menciona un consumo de energía de 7 kw/tn refrigerada. En la actualidad, los valores se redujeron a la mitad, conociéndose experiencias nacionales de refrigeración de granos commodities en silos con consumos de 2 a 5 kw/tn, dependiendo de las condiciones climáticas, (mayor consumo a mayor temperatura y humedad relativa ambiente).

Otro aspecto importante es la creciente presión del consumidor por la seguridad alimentaria. Así el sector almacenador de granos necesita de nuevas tecnologías y que éstas sean limpias, atóxicas, no agresivas al medio ambiente y viables económicamente de modo que reduzcan costos y pérdidas proporcionando productos saludables para la alimentación humana y animal. Lacerda, F. 2006).



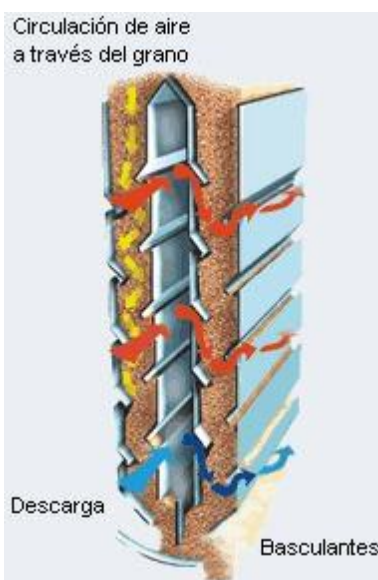
Esquema de la instalación de refrigeración de granos en silos



Vista del equipo de refrigeración en funcionamiento en una planta de acopio



SECADO



Dentro de las prácticas de conservación, se puede afirmar que la que más se ha desarrollado en los últimos años, es la del secado artificial de los granos.

El motivo fundamental de dicha evolución es la denominada cosecha anticipada. Este proceso pretende acelerar los tiempos de cosechas en beneficios de una serie de factores. Por lo expuesto antes podemos decir que el secado y la cosecha anticipada van de la mano y nada hace prever que esto cambie en los próximos tiempos, más aún es probable que el proceso se profundice.

Todo grano que es sacado de la planta prematuramente, tiene un contenido de agua superior al recomendable para su conservación, por lo que si se pretende almacenarlo en condiciones seguras, es obvio que se requerirá previamente el secado.

El secado artificial de los granos es el procedimiento por el cual se elimina el exceso de agua que se considera perjudicial para su conservación.

Existen distintos tipos de aguas en los granos: agua superficial, capilar, interna y de constitución. El agua libre

(superficial y capilar) puede eliminarse normalmente por secado sin que se originen mayores daños, siempre que se respeten las temperaturas recomendables de secado. El secado correcto es aquel que logra eliminar el exceso de humedad sin afectar las propiedades nutritivas de la mercadería.

Si bien es posible secar sin dañar, resulta frecuente que los granos sean tratados con temperaturas excesivas en el afán de acelerar el proceso y eliminar el cuello de botella que resulta del paso por la secadora.

El proceso de secado se fundamenta en hacer pasar una masa de aire caliente por un equipo llamado secadora, con el objeto de que la masa de granos transfiera el exceso de humedad al aire circulante. Es un proceso de transferencia de masa y energía, ya que aquellos granos reciben la energía en forma de calor y transfieren masas de humedad de aire.

Ventajas de la cosecha anticipada

- ✓ Aumento del rendimiento: se produce un menor vuelco de plantas, se pierden menos granos por daños en la planta. Por acción de insectos, enfermedades propias de los cultivos, condiciones atmosféricas desfavorables, etc. Por otra parte los granos con exceso de humedad son más elásticos, lo que permite menos daños durante el proceso de cosecha, ya que resisten mejor las agresiones mecánicas de las cosechadoras.
- ✓ Libera antes el terreno: en el campo el tiempo es una variable fundamental, por lo que cuanto antes se disponga del terreno para otra siembra, mejor se aprovechará la superficie de cultivo.

- ✓ Mejores precios: el hecho de ingresar a plaza comercial antes, permite manejar en cierta forma los precios, frente a la demanda que se presente. Menos oferta implica más cotización del producto que se ofrece.
- ✓ Mayor rendimiento de las cosechadoras: se aprovechan mejor los implementos agrícolas, lo que implica que se amortizan más rápido, lo que redundaría en un beneficio indirecto para las fábricas.
- ✓ Menos problemas de disponibilidad de almacenamiento: en nuestro país la capacidad instalada de almacenamiento es ciertamente insuficiente, por lo que el proceso de cosecha anticipada permite a quien la ponga en práctica lograr mejores silos y más baratos.

Por supuesto que no todas son ventajas con este sistema, también se deben considerar una serie de gastos: costo de secado, costo del equipo, su mantenimiento y gastos de energía, mano de obra, menor calidad de la mercadería tratada por deficiencias en la operación, etc. No obstante el proceso de cosecha anticipada se considera conveniente y redituable en la medida que quien lo utilice mida sus costos y trabaje a conciencia.

Principio del Secado

Los granos son materiales higroscópicos (es decir que intercambia la humedad con el medio ambiente que los rodea), este intercambio se produce hasta que se llega a una humedad de equilibrio que es aquella humedad relativa dada, el grano no toma ni pierde humedad.

Humedad Relativa: La humedad relativa del aire que se mide en porcentaje es la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua y la cantidad máxima de vapor que puede contener el aire a una misma temperatura.

Hay que tener en cuenta que a mayor temperatura del grano menor es la humedad de equilibrio para una determinada humedad relativa. También hay que considerar que cuando se calienta el aire disminuye su humedad relativa por lo tanto aumenta la capacidad de contener agua actuando el aire en la secadora como un aire secante.

Es por estos motivos que las secadoras utilizan aire caliente para eliminar el agua en exceso que contiene el grano, debido al que el aire caliente rompe el equilibrio.-De esta manera se produce una migración de la humedad desde el interior del grano hacia la superficie del mismo y de esta, hacia el aire que circula entre los grano.

Existe una velocidad de migración límite que es propio de cada grano y que no puede forzarse para que se aumente sin provocar daños al grano.

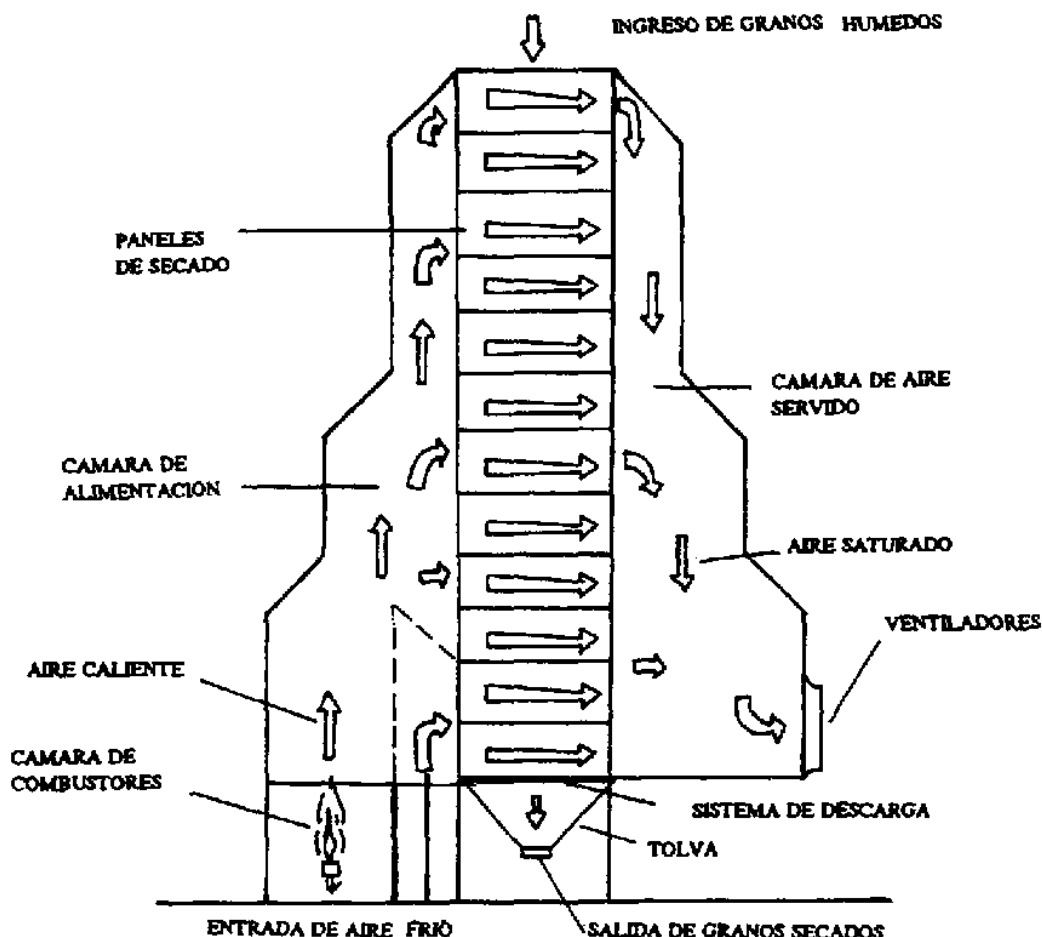
Elementos que componen una secadora

El equipo donde se secan los granos se llama secadora. Es un equipo porque consta de:

- ✓ Horno o Quemador
- ✓ Ventiladores
- ✓ Torre o zona de secado

Por supuesto que esta simplificación se realiza con el objeto de remarcar los componentes fundamentales de la máquina, a la que deben agregarse una serie de elementos sin los cuales el equipo no podría funcionar (controles, noria, descargadores, comandos, elementos de seguridad, etc.)

Desde el siglo pasado, la evolución de la tecnología ha permitido el desarrollo de equipos cada vez más confiables y eficientes.



El horno o quemador de la secadora es el corazón del equipo, donde se genera el calor por acción de una combustión provocada entre el combustible y un comburente (el aire). El aire caliente y los productos de combustión se usan para el secado directo o indirecto de los granos.

El intercambio calor-humedad se produce en la torre donde llega el aire por acción de los ventiladores. El combustible que se usa en el horno puede ser gaseoso, líquido o sólido. El combustible gaseoso es el gas natural que aventaja a los otros debido a su relativo bajo costo, limpieza, no contaminante, no requiere depósito, llega por cañería. Lamentablemente nuestra infraestructura gasífera no permite disponer en vastas extensiones del país la disponibilidad del gas, por lo que lo más frecuente es el uso de productos líquidos (fuel oil o dieseloil o bien gasoil o mezcla de los mismos). El combustible líquido se pulveriza por inyección en el quemador y es capaz de generar temperaturas suficientes para lograr el poder secante del aire tratado. Los líquidos más pesados son contaminantes, los azufrados pueden contaminar por olores, necesitan depósito para el almacenamiento. La mayoría de las secadoras trabajan en base a productos líquidos.

Como combustible sólido se utiliza el derivado de la industria forestal, la leña, en el noroeste del país, resulta muy conveniente por su disponibilidad en esa región y el poder calorífico del sólido carbonizable, el inconveniente, problemas de contaminación, cenizas volantes (riesgo de incendios), razones ecológicas, almacenamiento.

Los ventiladores son los que transportan el calor generado hasta los granos, para ello impulsan el aire caliente, también son responsables de movilizar el aire frío que se usa para bajar la temperatura de los granos antes de que salgan de la secadora. Pueden ser axiales o centrífugos.

Los *axiales* son aquellos donde el aire sale de frente al equipo, es decir en dirección del eje del ventilador, son para grandes caudales, pero levantan bajas presiones. Los centrífugos o radiales son aquellos denominados de uso industrial donde el aire sale tangencialmente al eje de giro del equipo y circula por un caracol o voluta donde levantan las presiones antes de salir

del equipo, esto permite buenos caudales y altas presiones. En general en equipos importantes se usan ventiladores centrífugos.

Los ventiladores trabajan en forma individual o de a pares y como se dijo hay para aire caliente y frío.

La torre o zona de secado es el recinto de la secadora donde se produce el intercambio de calor y humedad. Su altura varía según el tipo de secadora y su capacidad. Su altura y tiempo de residencia del grano determinará la calidad del secado.

Las secadoras se clasifican en: discontinuas o continuas

Las secadoras discontinuas o por tandas son equipos que trabajan llenando previamente la torre, secado y luego enfriado, incluso con el mismo ventilador (para usar aire frío se apaga el horno) y recién luego se seca la mercadería.

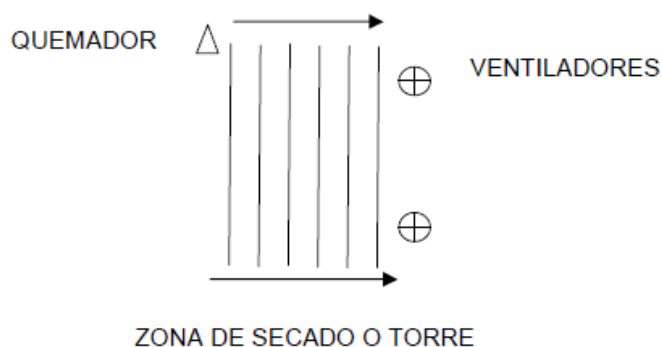
Este sistema es lento, somete al grano a una variación térmica importante y el secado es desparejo. El sistema se mejoró utilizando la recirculación dentro del equipo, pero siempre con la limitación de trabajar por tandas. Este tipo de secadoras pueden ser fijas o móviles según las necesidades.

Las secadoras continuas son aquellas donde el secado se realiza mientras el grano va circulando por la torre y permiten una mayor capacidad de secado y más uniforme.

La secadora continua es un equipo que trabaja con 2/3 de la torre con aire caliente (es decir secando) y el tercio inferior con aire frío, es decir enfriando la mercadería para que no salga con más de 5°C que la temperatura exterior. La secadora continua original adolecía de dificultades de secado parejo, lo que fue mejorando notoriamente con la utilización de pantallas o caballetes en su torre.

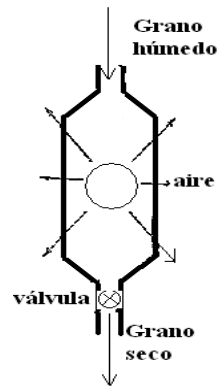
La secadora de caballetes es la más usada, los caballetes tienen la función de desviar y dividir la vena de grano que va cayendo, de forma tal de permitir una mejor circulación y contacto del aire con el grano, limitar la caída vertical, regular el tiempo de residencia y el daño mecánico. Complementariamente existen secadoras de flujo cruzado donde el diseño de los conductos permite que los granos reciban aire en distintas direcciones. La secadora de caballetes requiere un mantenimiento periódico para limpieza de los mismos ya que resulta frecuente los incendios por encendido del polvillo acumulado.

En la salida de la secadora se dispone de un vaivén que regula la salida y el tiempo de residencia de la masa de granos. Las secadoras cuentan con dispositivos de control de llama y controles de temperaturas para evitar posibles siniestros o daños a la mercadería.

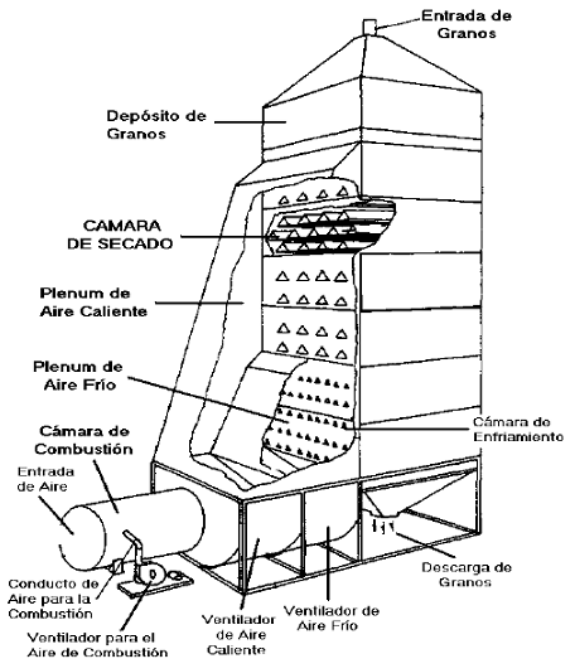


Tipos de secadoras

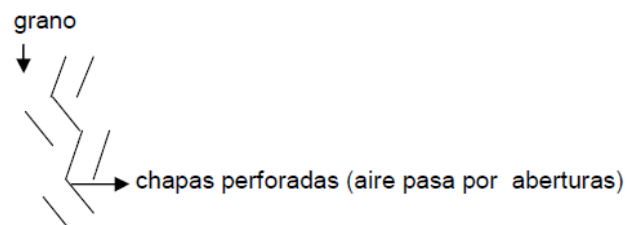
- ✓ **DISCONTINUA O POR TANDAS:** se coloca el grano húmedo en la secadora, se mantiene en ella hasta que es seco, y luego se apagan el o los ventiladores y es enfriado en la misma. Posteriormente el grano es extraído, y la secadora se vuelve a llenar con otra tanda de granos. Se emplean poco hoy en día porque son ineficientes, lentas, de baja capacidad y necesitan mucha supervisión.



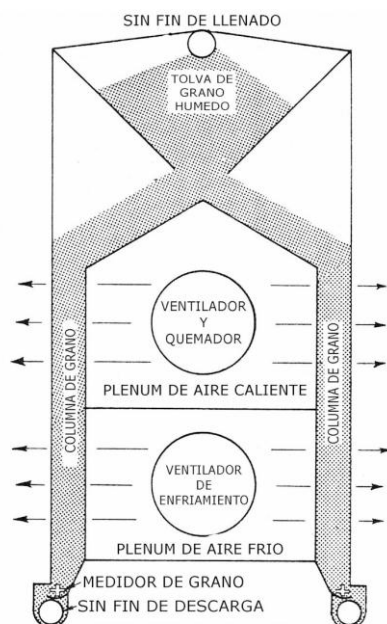
- ✓ CONTINUA: Se introduce y se descarga el grano en forma continua e intermitente, permaneciendo constantemente llenas las secciones de secado y enfriamiento.
 - TIPO TORRE O VERTICALES: los granos caen a 90° perpendicular al aire, son las más usadas. Según como varía la torre de secado podemos tener:
 - De caballete



- De persiana



- De columna



Las secadoras de caballete o de flujo mixto tienen como elemento principal, en las zonas de secado y enfriamiento un conjunto de conductos en forma de V invertida por donde circula el aire caliente o frío.

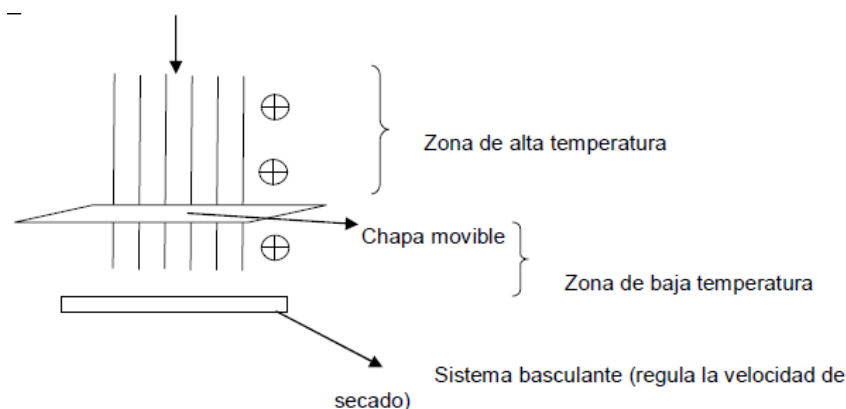
Las secadoras de persianas tienen su cuerpo principal formado por tres tabiques verticales, siendo los dos exteriores abiertos en las dos caras, y el tabique medio en zig-zag con grandes perforaciones. Este sistema permite que el grano situado en el costado por donde ingresa el aire caliente descienda más rápidamente que el grano situado en el costado opuesto, con el fin de asegurar un secado más homogéneo.

Las de flujo cruzado, también llamadas de columnas, poseen columnas o venas rectas por donde circula por gravedad el grano; las columnas están formadas por paredes de chapas perforadas, las que atraviesa el aire caliente (o frío) en forma cruzada o perpendicular al espesor de la columna. Es la más barata y tiene mayor capacidad de secado.

Tanto en la secadora de caballete como en la de persiana demora más la caída del grano pero se puede extraer más humedad.

Dentro de las secadoras verticales hay también de “flujo contracorriente” donde los granos caen en sentido opuesto al aire, en general este tipo de secadora corresponde a un silo secador. Y de “flujo concurrente” donde los granos caen en igual sentido al aire.

- ✓ **DE CASCADAS:** formadas por uno o dos planos inclinados, compuestos por persianas (las que atraviesa el aire) por las cuales el grano va descendiendo en forma de una cascada continua. Este sistema tiene la ventaja de que no se tapan agujeros (porque no existen) con borra o basura, como en otras secadoras que tiene paredes perforadas. También son aptas para secar semillas muy pequeñas, como colza, tréboles y otras similares, reduciendo el caudal de aire. Además de secar y enfriar el grano, realiza una limpieza del mismo y dicha suciedad no cae en la cámara de aire caliente por lo que el riesgo de incendio es reducido a un mínimo. Es lenta para secar.
- ✓ **HORIZONTALES:** Son secadoras de baja capacidad de secado, de alrededor de 5-7 toneladas/hora. Se usan para secar forraje, pellets y otros productos y subproductos.



Velocidad de secado

Cantidad de agua o puntos de humedad que se extraen del grano por hora y se expresa en %. Lo ideal es bajar no más de 5 puntos de humedad por pasada.

A mayor velocidad de secado menor retención y a menor velocidad de secado, mayor retención y mayor tiempo de permanencia.

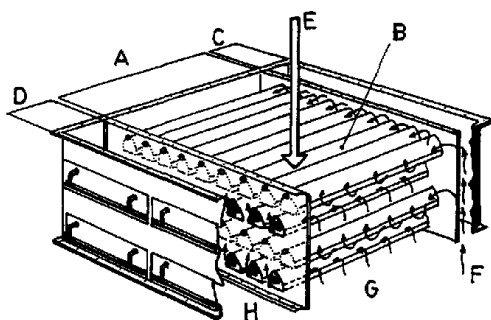
Lo recomendable luego del secado es reposar la mercadería en un silo aproximadamente 3 horas para evitar el revenido (humedad del centro del grano que tiende a salir y busca el equilibrio).

La velocidad máxima de secado deberá ser como máxima igual a la velocidad mínima del movimiento del agua y está es la del movimiento del agua desde el interior del grano hacia la periferia.-

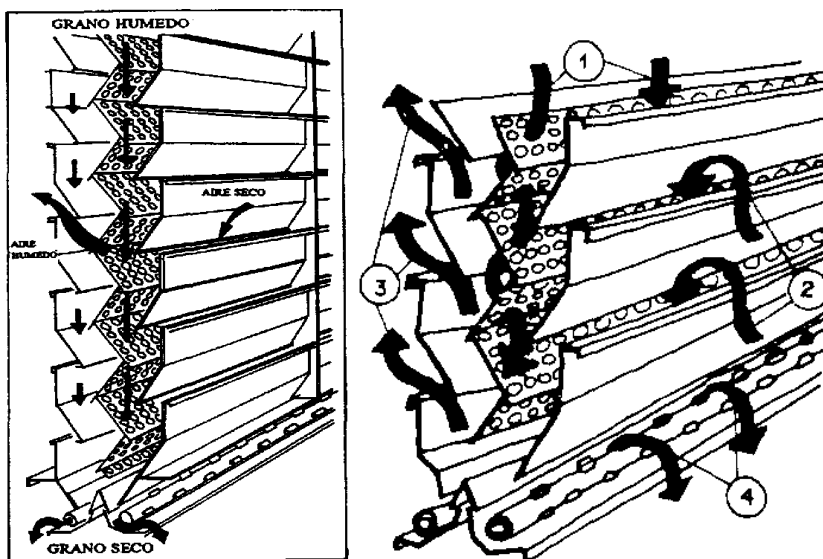
Se recomienda las siguientes velocidades de secado:

- ✓ Maíz – sorgo ----- 5% por hora
- ✓ Trigo ----- 4% por hora
- ✓ Soja ----- 3% por hora

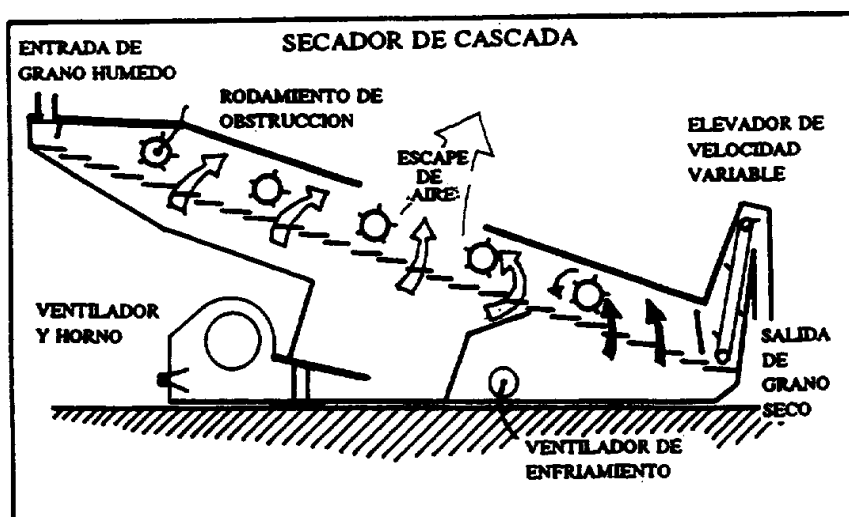
En general se utiliza una velocidad de secado de entre 3 – 4% por hora.



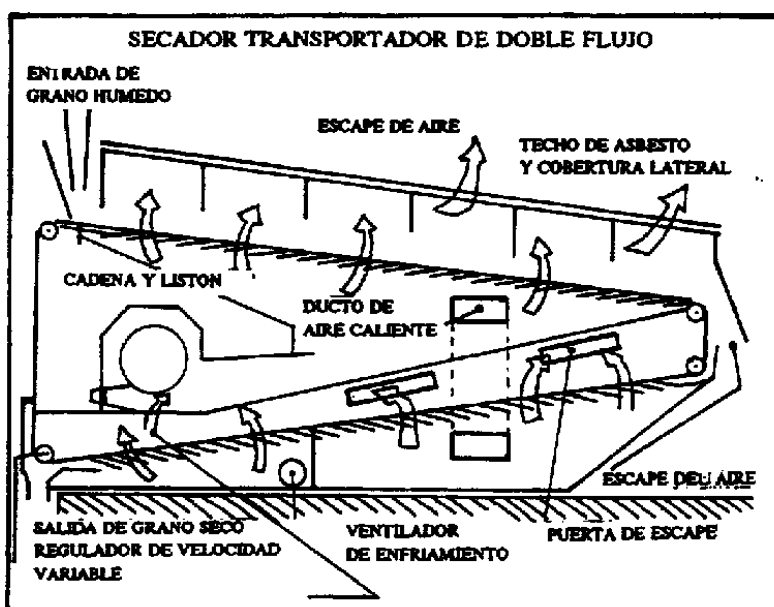
Torre de secado de caballete



Torre de secado de persiana



Secadora de cascada de un plano



Secadora de cascada de dos planos

Variables que condicionan el secado

- ✓ Temperatura del grano: los granos admiten temperaturas máximas sin que se deterioren, cuando se superan esos límites inexorablemente se dañan. Por tal motivo la limitación es más de calidad que de operación del equipo y por ello es fundamental el conocimiento de la conservación.
- ✓ Temperatura del aire: el aire es el verdadero agente secante, cuando se trabaja criteriosamente es posible secar convenientemente sin causar daños, generalmente un rango de 15 a 20°C separan la temperatura del grano y el aire, por lo que si se respetan las temperaturas admisibles de granos se trabajará sin riesgos.

Temperaturas recomendables

TRIGO (16% de Humedad)	Temperatura grano: 50°C	Temperatura aire: 70-65°C
MAÍZ INDUSTRIA	Temperatura grano: 45-55°C	Temperatura aire: 60°C
MAÍZ FORRAJE	Temperatura grano: 60°C	Temperatura aire: 75-80°C
MAÍZ SEMILLA	Temperatura grano: 45°C	Temperatura aire: 60°C
SOJA	Temperatura grano: 45-50°C	Temperatura aire: 60-65°C
ARROZ	Temperatura grano: 35°C	Temperatura aire: 50°C

La temperatura de secado máxima que se debe utilizar va a depender del tipo de grano, su destino y a la humedad inicial de secado.

Cuanto mayor es la humedad del grano menor deberá ser la temperatura a la que se realiza el proceso de secado debido al que el grano cuando está muy húmedo tiende a perder más fácil la humedad por lo que se produciría un sobre secado en la periferia del grano quedando la humedad contenida en su interior. Además utiliza una temperatura más alta implica un mayor consumo de combustible por lo que sería antieconómico utilizar estas temperaturas.

Normalmente en la secadora se toma la temperatura del aire que circula por los granos y en términos generales hay una diferencia de 10°C entre la temperatura del aire y la temperatura del grano.

- ✓ Humedad del aire: no constituye un factor limitante la humedad del aire ambiente, ya que al secarse con aire caliente, se produce una disminución de la humedad relativa en función del aumento de temperatura. Ello se debe a que el contenido inicial del aire ambiente (contenido de agua inicial) se conserva aunque aumente la temperatura (la cantidad de gramos de agua es la misma) pero al incrementarse la temperatura mayor es la capacidad que tiene el aire de secar, es decir es capaz de absorber más agua, lo que implica un descenso de la humedad relativa. Por lo antes indicado se puede usar la secadora aún en días con lluvia.
- ✓ Humedad del grano: este es un factor limitante para secar, ya que cuando mayores humedades tenga el grano más fácilmente se la eliminará. Por el contrario secar 1 o 2 puntos es problemático y peligroso ya que se corre el riesgo de sobresecar con los daños consiguientes y por otra parte se consume más energía para completar el trabajo. Para los últimos puntos es más recomendable el secado con aire ambiente.

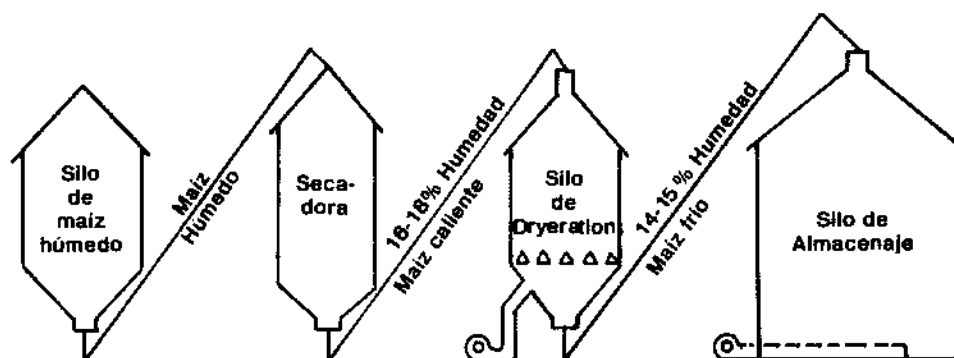
Normas de manejo de una Secadora

1. Verificar que el combustible disponible alcance para toda la jornada.
2. Llenar la torre y ajustar la temperatura de secado en el termostato.
3. Prender los ventiladores, luego encender los quemadores y ajustar la velocidad de descarga de la secadora.
4. Retornar al menos un tercio del volumen de la secadora para que sufra el proceso de secado con calor.
5. Verificar con un humidímetro tanto la humedad de entrada como la de salida del grano que se está secando a esta última medición la realizamos una o dos horas después de haber salido de la secadora y teniendo la precaución de guardarla en un envase hermético.
6. Terminado el proceso de secado se apagan los quemadores y por último se apagan los ventiladores.

Métodos alternativos de secado

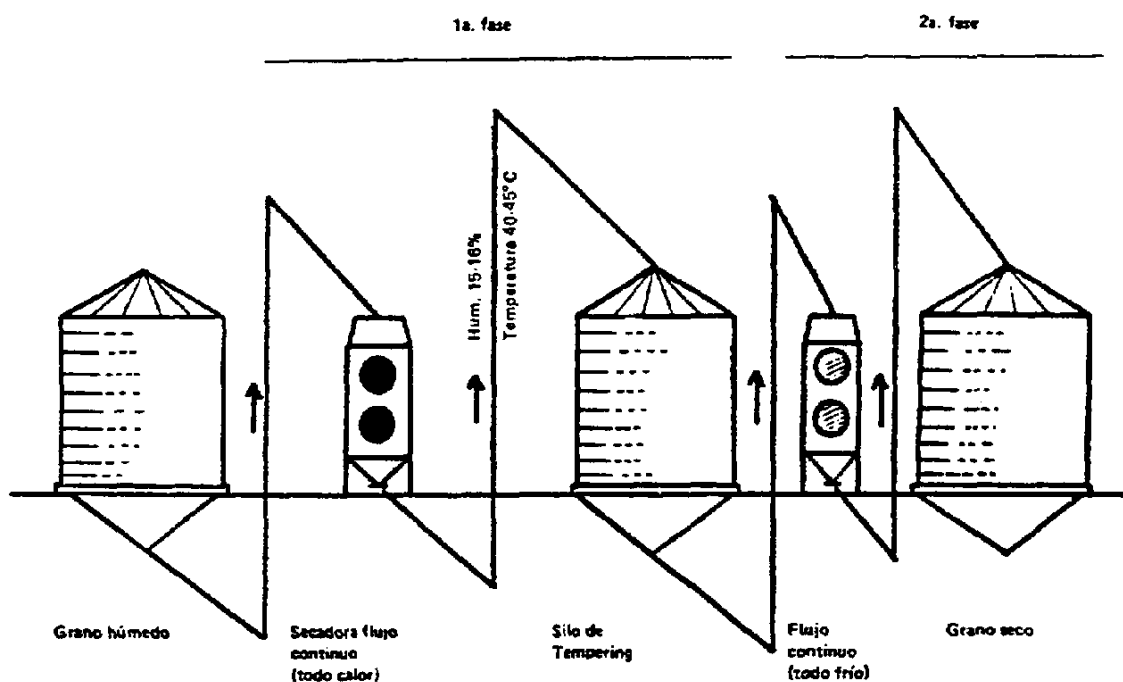
El procedimiento tradicional de secado poco a poco se está modificando por diversas alternativas que aceleran el proceso y permiten un mejor aprovechamiento de la energía que se genera en el horno del equipo.

El denominado método de secado aireación se ha desarrollado con esas finalidades y está demostrado que constituye una superación en las técnicas de secado. Este método se estudió en el caso del maíz húmedo (20% H^o) que sacado del silo es procesado en una secadora convencional pero todo calor, de esa forma se aprovecha el 100% de la torre y del calor generado para secar. El grano caliente y relativamente seco (16-17% H^o) es llevado a un silo denominado de secado-aireación donde con estabilización previa y luego secado por acción de la aireación, se lleva al grano a la humedad adecuada para almacenar. El enfriamiento de la temperatura del grano es muy importante y debe lograrse de forma tal que el gradiente con respecto a la temperatura exterior sea el menor posible.

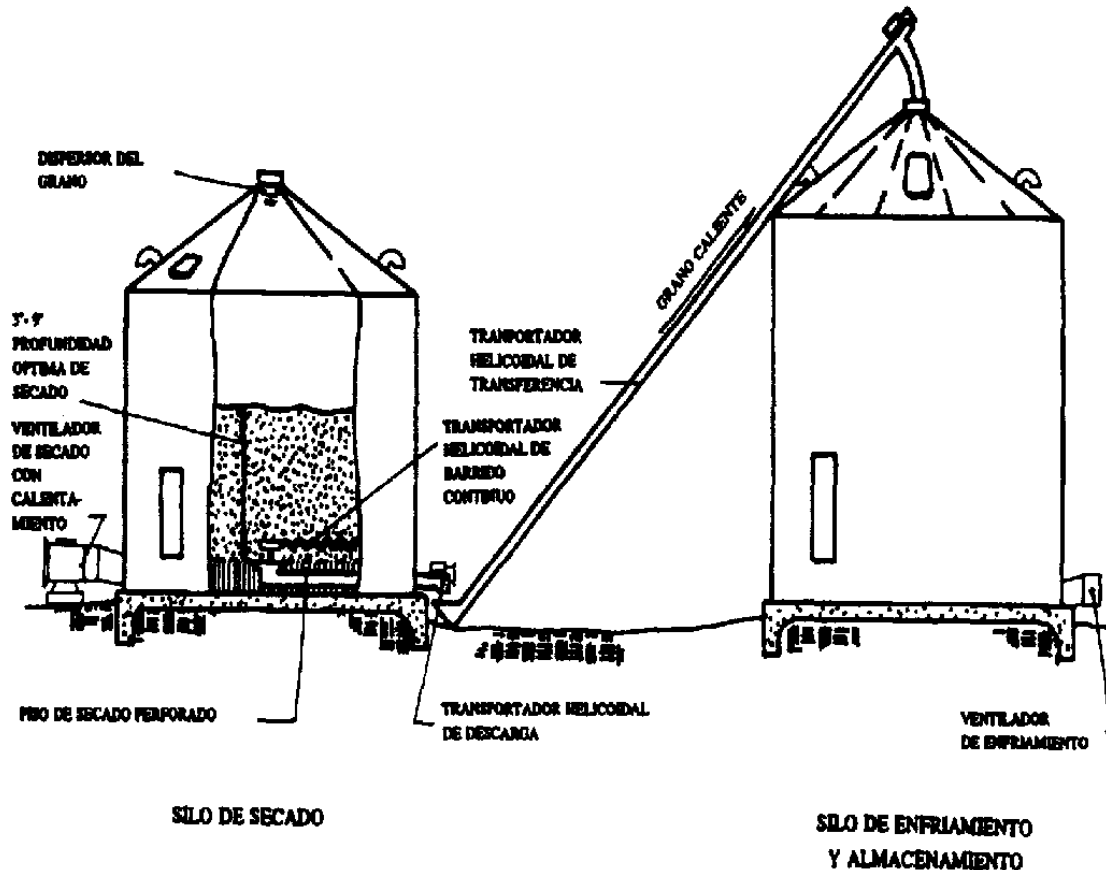


El secado por retorno es también un procedimiento alternativo que realizado coordinadamente en la planta permite mejor aprovechamiento de la energía y una reducción global de los tiempos de procesos. Si bien requiere más manipuleo las ventajas superan a los inconvenientes. El grano húmedo se saca del silo y se lo pasa por la secadora todo calor, para luego almacenar en un silo de tempering (estabilización de temperatura) por 6 horas para luego pasar de nuevo por la secadora todo frío. No se usan sistemas de aireación y la misma secadora se usa como aireador.

Para este sistema es conveniente disponer al menos de 2 secadoras, para agilizar el proceso y secar más en el mismo tiempo que con las secadoras tradicionales.



El método de enfriado en silo es una variante interesante que sólo requiere un silo almacén de gran capacidad. En este caso del silo húmedo el grano se pasa a la secadora todo calor y posteriormente al silo almacén, donde se realiza la complementación del secado y luego enfriado usando aireación ascendente o sea insuflando de forma de atender siempre a la masa de granos que se va cargando. El método es sustancialmente más rápido que el tradicional pero requiere un correcto control para evitar problemas de almacenamiento.



Daños producidos por un mal secado

Anteriormente se indicaron las temperaturas más adecuadas para el correcto secado de los granos. Lamentablemente dichas temperaturas no son respetadas y generalmente se seca un 30% superior a lo referido. Esto origina una serie de daños que afectan la calidad y condición de los granos que se comercializan.

- ✓ Daños visuales: coloración excesiva o pérdida del color quebrado o fisura del grano (para evitar se reposa el grano)
- ✓ Daños económicos

Particularizando por grano tenemos:

- ✓ Maíz: es un grano duro y frágil, incapaz de resistir tensiones importantes (no es suficientemente elástico) por lo que un exceso de temperatura redundará en un incremento del fisurado y el partido, especialmente luego del manipuleo. Por otra parte en la elaboración industrial se verifica una pérdida del rendimiento en aceite y pérdida en cantidad y calidad del almidón. Se afectan además sus propiedades vitamínicas y su coloración afectando la finalidad de alimento balanceado.

En el proceso industrial de maíz se buscan básicamente dos productos el almidón que se encuentra en el endosperma y el aceite contenido en el germen. Al aplicar una temperatura excesiva de secado se rompe células oleíferas que contienen el aceite y este se difunde hacia el endosperma, por lo cual en el proceso industrial obtendremos un menos % de almidón o bien un almidón de baja calidad y como consecuencia de la difusión del aceite obtendremos una menor extracción de este último producto. En cuanto la producción de alimento balanceados una temperatura excesiva producirá una destrucción de pigmentos (β caroteno que son provitaminas).

En la obtención de harina y sémolas destinada a la industria cervecera se obtendrá un % menos de extracción dado que la cervecería fijan tolerancia máximas en el contenido de materia grasas. Se provocan daños que disminuye el valor comercial de la mercadería, aumenta rubro dañados. También se puede provocar el fisurado del grano que en los movimientos posteriores provocará el aumento de granos quebrados.

- ✓ Soja: un secado erróneo origina un aumento considerable del descascarado, lo que implica un incremento del partido. Por otra parte la pérdida del pericarpio facilita el ataque de hongos. El secado excesivo disminuye el rendimiento de aceite y aumenta el grado de acidez.
- ✓ Trigo: el secado excesivo afecta la calidad del gluten y consiguientemente del valor panadero de las harinas. El gluten pierde la elasticidad y tenacidad necesaria para la producción de un buen pan. Además un secado excesivo aumenta el porcentaje de cenizas, afecta la pureza de las harinas, aumenta el quebrado y averías.
Con altas temperaturas el salvado de grano se vuelve más quebradizo y en el proceso de molienda contamina la harina contenida con mayor contenido de salvado que el normal. Esto provoca un aumento del contenido de cenizas por lo que para mantener de la calidad, debemos extraer un porcentaje menor.
Las altas temperaturas destruyen las enzimas propias del grano por lo que en el proceso de panificación no se producirán los azúcares necesarios para la fermentación que son provistos por las enzimas a partir del almidón. También las altas temperaturas producen una alteración en las proteínas de trigo específicamente en el gluten por lo cual este no tendrá la capacidad de retener los gases producidos por la fermentación. Si analizamos la harina con un Alveógrafo, obtendríamos una harina de característica tenaz. Con temperaturas extremas, provocaríamos granos ardidos o dañados por calor.
- ✓ Girasol: Se produce la desnaturalización de las proteínas y un oscurecimiento de los aceites que dificultan su posterior refinado.