



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS
EAP DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TECNOLOGÍA DE CEREALES

ALMACENAMIENTO DE GRANOS MUESTREO DE CEREALES

Facilitador: MSc. Miguel Ángel Quispe Solano

ALMACENAMIENTO DE CEREALES



- La conservación de los granos ha sido siempre y será motivo de preocupación del hombre, por su significado en la dieta humana y la necesidad de ser resguardados.

- Ecología de la región considerada.
- Tipo de bodega o almacén disponible.
- Tipo y condición del grano o semilla (Ramírez, 1981)
- Duración del almacenamiento (Sandoval, 2009).



Granos Enteros

- El almacenamiento se refiere a concentrar la producción en lugares estratégicamente seleccionados.
- La conservación implica proporcionar a los productos almacenados las condiciones necesarias para que no sufran daños por la acción de plagas, enfermedades y otros.



OBJETIVOS DEL ALMACENAMIENTO

- Conservar la viabilidad de los granos que serán utilizados como semillas.
- Conservar las calidades requeridas por la molienda e industrialización.
- Conservar las propiedades nutritivas.
- Esperar buenos precios.
- Reserva alimenticia
- Fines comerciales

Proceso progresivo de deterioración de granos almacenados



PERDIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

- ❖ Hongos.
- ❖ Insectos.
- ❖ Roedores.
- ❖ La Respiración puede contribuir, en algunos casos, a la pérdida de materia seca; sin embargo, esta pérdida es mucho menor que la causada por los organismos vivos.

CONTROL DE HONGOS

- Con ácidos propiónico y acético.
- La cantidad de producto químico que se requiere para proteger al grano húmedo varía según su contenido de humedad, la temperatura del almacén, la cantidad de granos dañados y el período de almacenamiento.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

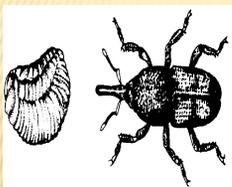


- ❑ Para evaluar las condiciones de almacenamiento del grano
- ❑ Tres criterios:
 - ✓ generación de bióxido de carbono (CO₂).
 - ✓ Capacidad germinativa.
 - ✓ Crecimiento visible de hongos.

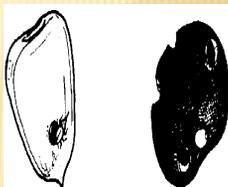
PREVENCION

- ✓ Contenido de humedad del grano almacenado sea bajo (menos de 13% para maíz, trigo, arroz, cebada, centeno y sorgo).
- ✓ La temperatura del grano se debe mantener baja.
- ✓ El porcentaje de daños ocasionados durante la cosecha y el secado debe ser muy bajo.

INSECTOS Y LARVAS

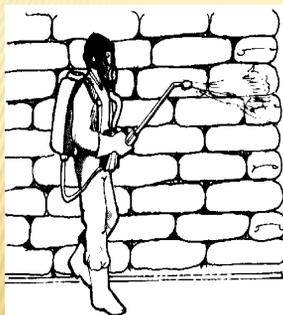


DAÑOS POR INSECTOS



CONTROL DE INSECTOS

- Limpiar y espolvorear con insecticida todo el depósito antes de almacenar el grano.
- Almacenar los granos en depósitos bien construidos.
- Almacenar sólo granos limpios.
- Impedir la entrada de pájaros y roedores en los depósitos.
- Fumigar y espolvorear los granos con insecticida en la época adecuada.
- Mantener los granos lo más fríos posible.
- Inspeccionar los granos a intervalos frecuentes.

PULVERIZADO**ROEDORES****CONTROL DE ROEDORES**

- Se debe considerar la necesidad absoluta de establecer un programa continuo de combate de los roedores-plagas.
- Los roedores más comunes como el ratón casero y la rata, además de ser sumamente destructores y causar enormes daños, son también una fuente de infección y de enfermedades para los seres humanos y los animales domésticos.

HUMEDAD

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA Y LOS DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD.

Temp del grano	Contenido de humedad (%)						
	14	15,5	17	18,5	20	21,5	23
	DIAS						
10	256	128	64	32	16	8	4
15,5	128	64	32	16	8	4	2
21,1	64	16	16	8	4	2	1
26,6	32	12	8	4	2	1	0
32,2	16	8	4	2	1	0	0
37,8	8	4	2	1	0	0	0

**CÓMO LOGRAR UN ALMACENAMIENTO ADECUADO**

Dos maneras:

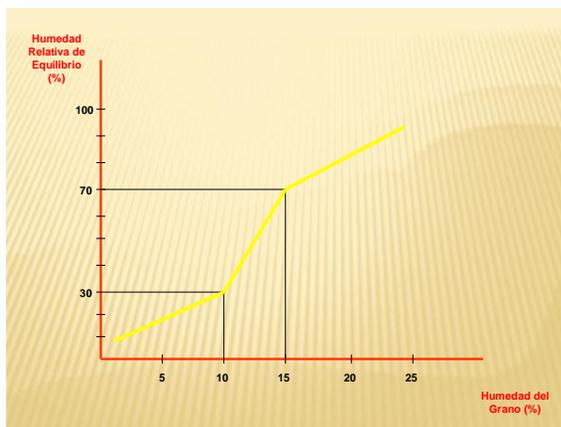
- Ubicándolo en un área geográfica donde las condiciones climáticas sean favorables, con lo cual solo bastaría secar las semillas y llevar su contenido de humedad a un nivel de equilibrio con el ambiente que la rodea y luego empacarlas para evitar cualquier tipo de contaminación o absorción de humedad.
- Controlando los factores ambientales que las rodean

FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIÓTICOS QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO**a) Factores físicos:**

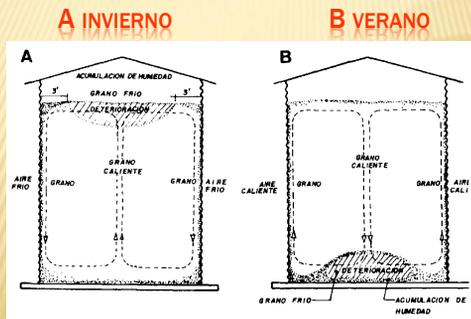
- Humedad de equilibrio y humedad relativa del aire:** se debe establecer los mecanismos de transferencia entre las semillas y el aire

Las semillas son higroscópicas y absorben o liberan humedad, dependiendo del ambiente donde se les coloque y su contenido de humedad final se estabiliza cuando estas se exponen a un ambiente específico por un período de tiempo determinado, lo cual se conoce como "humedad de equilibrio".

Si el contenido de humedad de la semilla es alto, mayor que el de la humedad de equilibrio para un ambiente dado, la semilla liberará humedad al ambiente; si por el contrario es menor, entonces absorberá humedad del aire.



MIGRACIÓN DE LA HUMEDAD



2. Temperatura

El contenido de humedad de la semilla también se incrementa cuando aumenta la temperatura siempre y cuando la HR permanezca estable. Pero cuando la temperatura del aire se calienta, las semillas disminuirán su humedad de equilibrio.

Por ejemplo, semillas de arroz en una HR de 70% y una temperatura de 15 °C, tendrán una humedad de equilibrio de 13,8%, pero si se aumenta la temperatura a 25 °C a la misma HR, la capacidad de retención de agua de ese ambiente también aumenta y la humedad de equilibrio de la semilla en ese ambiente disminuye a 13,3%.

b) Factores Químicos:

Entre los factores químicos, el oxígeno y bióxido de carbono influyen fuertemente sobre los granos y semillas almacenados, lo que está relacionado con el volumen y la porosidad de las semillas almacenadas y los procesos de respiración (los granos son células vivas que respiran para producir la energía necesaria para los diversos procesos metabólicos)

c) Factores bióticos

Causan serios problemas cuando se encuentran asociados a la masa de semillas, llegando inclusive a ocasionar serios problemas al valor agrícola y comercial de estas. La presencia de hongos, bacterias e insectos y sus ciclos reproductivos están muy vinculados con la HR y la temperatura del almacén.

En países tropicales, donde las condiciones ambientales de temperatura y HR son siempre altas y continuas, se favorece la presencia de plagas y microorganismos. **Por lo tanto, para un buen almacenamiento es imprescindible mantener bajo el contenido de humedad de los granos y semillas**

OTROS

Características genéticas de la especie a ser almacenada:

Bajo iguales condiciones de almacenamiento, la longevidad de las semillas varía entre especies, entre cultivares de una misma especie, entre lotes y hasta entre individuos de un mismo lote.

Entre los cereales, la avena y la cebada tienen alto potencial de almacenamiento; el maíz y el trigo tienen longevidad intermedia, mientras el centeno se considera de vida corta. Así mismo, el maíz dulce tiene mayores problemas de almacenamiento que el maíz blanco o amarillo.

El almacenamiento o acopio y sus resultados, dependerán de:

Genética del grano (mayor o menor resistencia)

Manejo del cultivo



Condiciones del almacenamiento

TIPOS DE ALMACENAMIENTO



TIPOS DE ALMACENAMIENTO

1) Almacenamiento artesanal



2) Almacenamiento controlado corto

Lotes de semillas comerciales y cuya permanencia es también relativamente corta, desde su cosecha hasta el próximo ciclo de siembra (uno a nueve meses).



3) Almacenamiento controlado prolongado

Generalmente el tiempo de almacenamiento excede el año, de 18 a 30 meses, y usualmente es destinado a guardar semillas de alto valor comercial, como son las clases Genética o Fundación, semillas de líneas parentales, semillas ornamentales o forestales. Para garantizar un almacenamiento seguro, en cereales y oleaginosas se recomienda las combinaciones de T, HR y contenido máximo de humedad siguientes:

T °C	HR (%)	Contenido de humedad	
		Cereales	Oleaginosas
30	40	10	7,5
20	50	12	8
10	60	12-13	9

- Estos almacenes o bodegas especiales están equipados con aparatos de refrigeración y desecadores de aire, pero además sus paredes, techos y pisos deben estar recubiertos con materiales aislantes para controlar los intercambios de humedad y calor con el medio ambiente



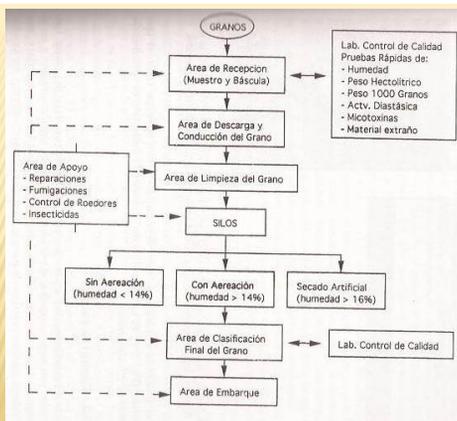
4) Almacenamiento para bancos de germoplasma

Laboratorios de almacenamiento de semillas para recursos fitogenéticos, con estructuras y equipamiento sofisticados y en donde la mayoría de las especies de semilla mantienen su viabilidad, aún almacenadas por largos años.

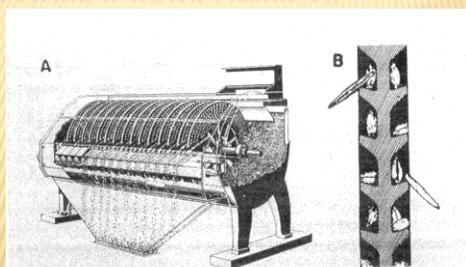
MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE CEREALES PREVIO A MOLIENDA/PROCESO

- Operaciones de limpieza
- Determinación de daños físicos, ambientales o biológicos
- Control de humedad y ventilación (mantener una humedad generalmente menor a 14 %)
- Control de plagas : insectos y hongos

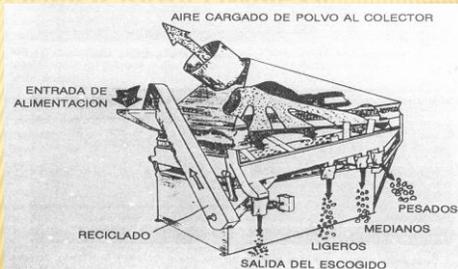
OPERACIONES GENERALES DE LIMPIEZA DE GRANOS

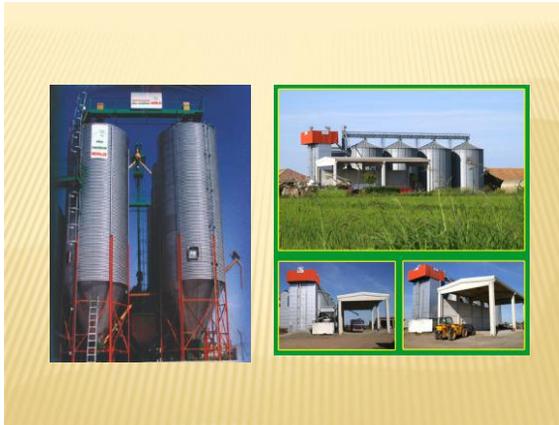


EQUIPOS PARA LIMPIEZA



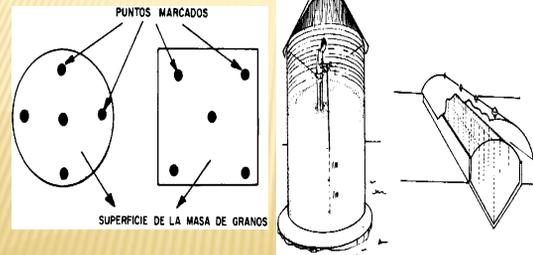
EQUIPOS PARA LIMPIEZA





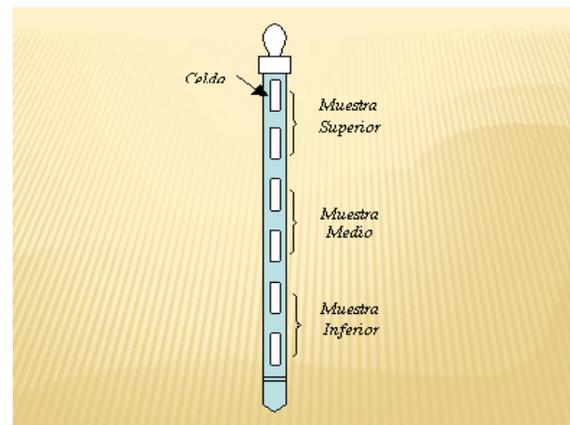
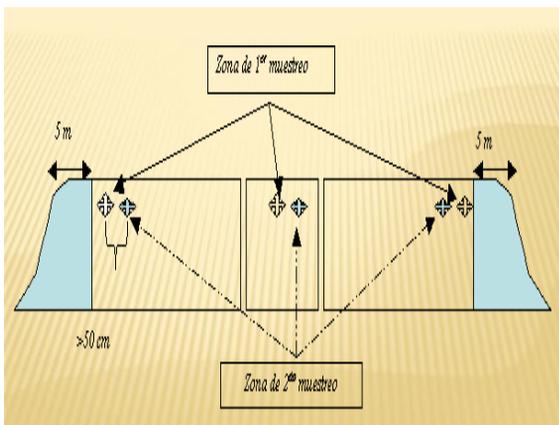
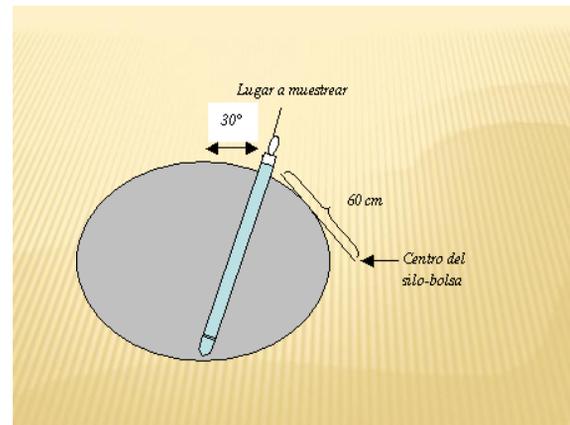
MUESTRAS PARA CALIDAD

Graneles en reposo



GRANELES EN REPOSO

- ✘ El esquema general de muestreo para graneles en reposo sufrirá variaciones substanciales, sobretodo, en dimensión, ubicación y número de puntos adicionales de extracción, debido a aspectos como los siguientes:
 - + Dimensión del granel.
 - + Profundidad del granel.
 - + Tonelaje del granel.
 - + Tipo de vehículo que transporta el granel.
 - + Diseño de la instalación en que se almacena el granel.

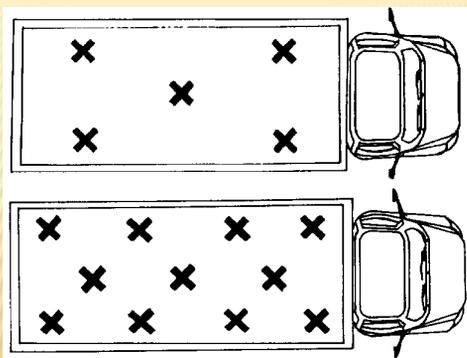
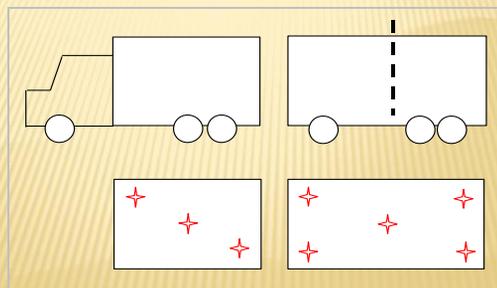


MUESTREO EN CAMIONES

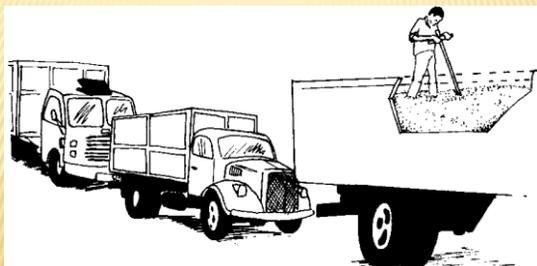
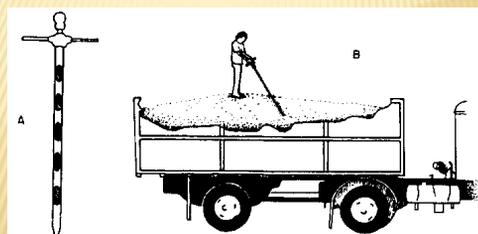
- ✓ Para granos en lotes a granel o en camiones de carga, ferrocarril, bodegas de barcos, etc.
- ✓ Sonda de alvéolos de bronce y aluminio.
- ✓ Desde 70 cm hasta 2 metros.
- ✓ Más de 2 metros se usa un calador de profundidad o sonda de bala.

EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA

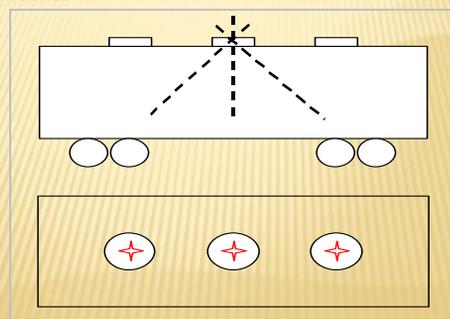
MERCADERÍA A GRANEL EN CAMIONES



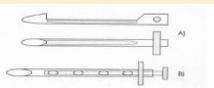
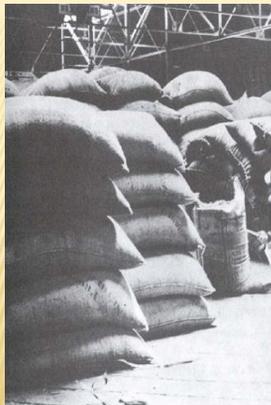
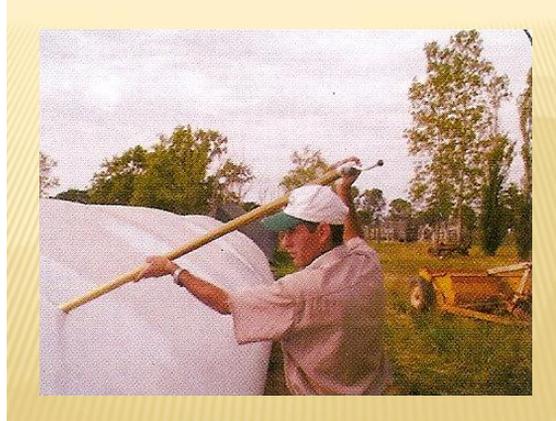
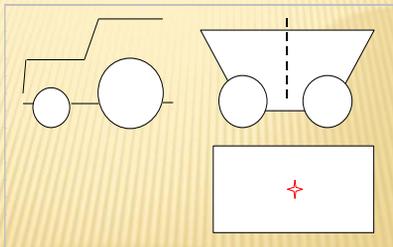
TOMA DE MUESTRAS



MERCADERÍA A GRANEL EN VAGONES



MERCADERÍA A GRANEL EN CARRILINES



Tipos de Caladores

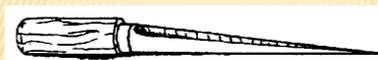


Calador Sonda

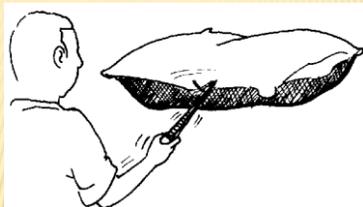
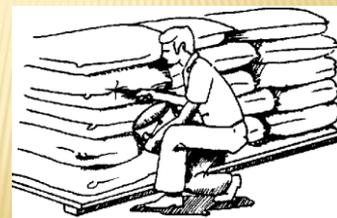


Calador de Bolsa

EN ALMACENAMIENTO (SACOS)



"Calador"



El calador debe introducirse desde abajo hacia arriba, con un movimiento de "vaivén" para hacer más fácil la salida del producto. Después de retirar el producto, se debe hacer una "X" con la punta del calador en el orificio con el objeto de reacomodar la malla del saco.

MUESTREO

- ✘ Muestreadores para grano en movimiento:
 - + Mecánico de divergencia.
 - + Manual tipo pelícano o "Ellis".
 - + Una muestra cada 12 toneladas.



FORMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS

Extracción de la Muestra

Tabla:

1	2	1	2	1	2
101 a 121	11	3970 a 4096	64	9026 a 9216	96
122 a 144	12	4097 a 4225	65	9217 a 9409	97
145 a 169	13	4226 a 4356	66	9410 a 9604	98
170 a 196	14	4357 a 4489	67	9605 a 9801	99
197 a 225	15	4490 a 4624	68	9802 a 10000	100



EXPLOSIONES EN BODEGAS

- ✘ En USA de 1958 a 1975 ocho explosiones por año con 36 muertos y 211 heridos.
- ✘ 1979 a 1980 hubo 45 explosiones.
- ✘ Se deben al polvo producto de manejo de cereales o ataque de insectos.
- ✘ Ultrafinas de $91 \mu\text{m}$ y 1.49 g/cm^3 .
- ✘ Suspendidas en el aire e inician la explosión.

EXPLOSIONES EN BODEGAS

- ✓ Condiciones necesarias:
 - ✓ Existencia de material suspendido
 - ✓ Local cerrado
 - ✓ Atmósfera oxidante
 - ✓ Fuente de calor o ignición
- ✓ Primera fase: Chispa o fuente de ignición que “prende” (Reacción en cadena) las partículas del aire haciendo un cambio de presión.

EXPLOSIONES EN BODEGAS

- ✘ Segunda fase: Se levanta y se quema el polvo del piso y paredes que se levantó por la primera fase.
- ✘ La segunda fase es de mayor intensidad.
- ✘ Los focos de calentamiento son por acción fúngica y sus gases resultantes.

EXPLOSIONES EN BODEGAS

- ✘ Focos de ignición:
 - + Uso de equipo de soldadura
 - + Lámparas de mano
 - + Chispas o cortos circuitos en interruptores
 - + Problemas con transformadores
 - + Equipo eléctrico en general

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Ventilar apropiadamente
- Remover material extraño
- Proteger el equipo eléctrico
- Controlar electricidad estática
- Filtración de aire

PROCESO DE AIREACIÓN: la aireación consiste en un **frente frío** que viaja desde abajo hacia arriba del grano dentro del silo.



BENEFICIOS DE LA AIREACIÓN

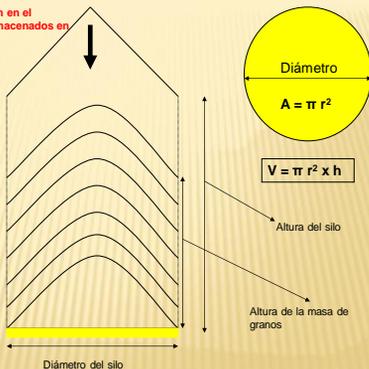
- La actividad de los insectos, la migración de humedad y el crecimiento de los hongos son los principales factores que ocasionan el deterioro de los granos almacenados.
- La temperatura y el contenido de humedad del grano definen la actividad del agua contenida en el producto almacenado. La temperatura y la humedad relativa del aire del espacio intergranular siempre tenderá a estar en equilibrio con las condiciones del grano.

Inventario físico de granos almacenados en silos contenedores

- **Inventario físico en silos:** Cálculo aparente de la cantidad de grano almacenado en contenedores especializados. Control de existencias.
- **Densidad aparente del grano:** Relación entre la masa del arroz y su volumen (kg/m^3). Varía con el contenido de impureza y humedad.
- **Silo:** Estructuras especializadas para el manejo de productos a granel que permite el aislamiento de los granos de las condiciones externas
- **Factor de compactación:** Valor expresado en porcentaje, producido por la presión que ejercen las capas superiores de grano sobre las capas inferiores.

Factores que intervienen en el inventario de granos almacenados en silos

1. Altura de la masa de grano
2. Altura del silo
3. Diámetro del silo
4. Material de paredes del silo
5. Impurezas
6. Tipo de grano
7. Humedad



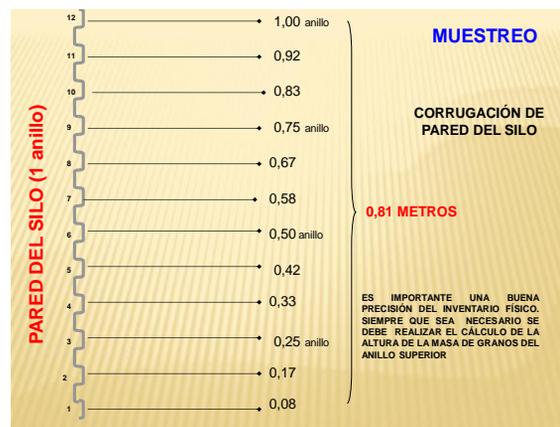
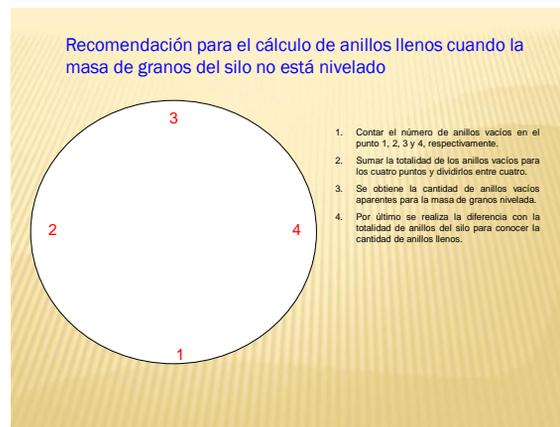
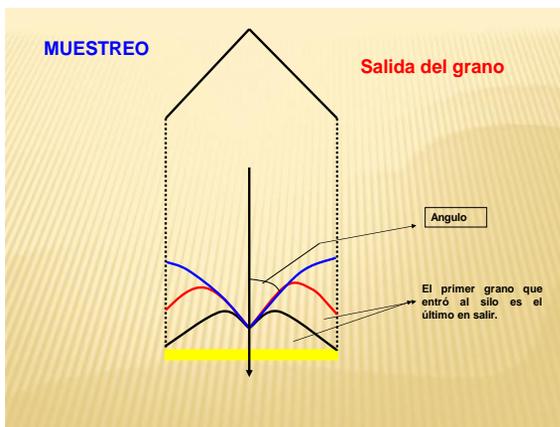
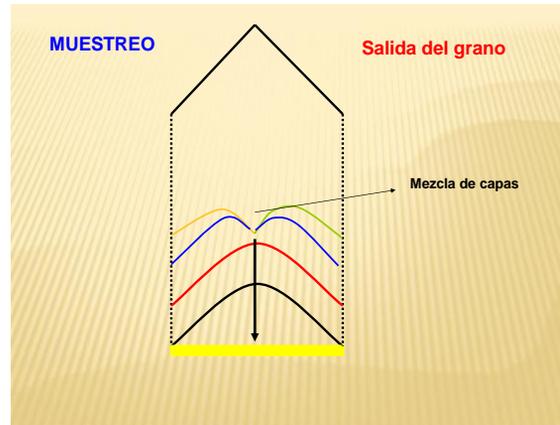
Fórmula utilizada para el cálculo de arroz en granza en silos:

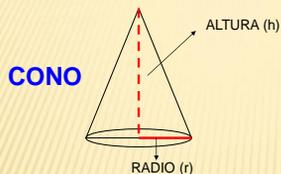
$$\text{Kg de arroz / anillo} = \frac{\pi \times (D^2)}{4} \times h \times d \times \text{FC}$$

$$V = \pi r^2 \times h \text{ ó } V = \pi (D/2)^2 \times h$$

Ecuación del volumen de un cilindro

1. $\pi = 3,141592654$
2. D = Diámetro del silo en metros
3. h = Altura del anillo (en la mayoría de los casos este valor corresponde a 0,81 metros)
4. d = densidad del arroz expresada en kg / m^3
5. FC = Factor de compactación, está en función de la altura de la masa de granos
 - Altura de masa de granos superior a 15 anillos $\approx 5\%$
 - Altura de masa de granos inferior a 15 anillos $\approx 3\%$



Cálculo de arroz en otros contenedores:

$$V = \frac{\pi \times r^2 \times h}{3}$$

$$\text{Kg de arroz en cono} = \frac{\pi \times r^2 \times h \times d \times \text{FC}}{3}$$

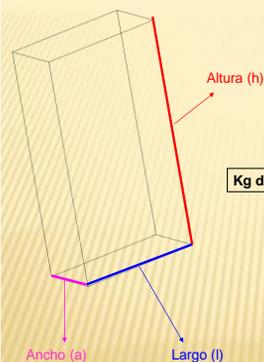
$\pi = 3,141592654$

r = radio en metros

h = altura en metros

d = densidad en kg / m^3

FC = Factor de compactación (3%). PARA CONO INFERIOR DE SILOS PEQUEÑOS

PARALELEPÍPEDO

$$V = l \times a \times h$$

$$\text{Kg de arroz} = l \times a \times h \times d \times \text{FC} =$$

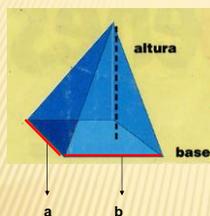
l = largo en metros

a = ancho en metros

h = altura en metros

d = densidad en kg / m^3

FC = Factor de compactación (3%)

PIRÁMIDE REGULAR

$$V = \frac{A \times h}{3}$$

$$\text{Kg de arroz} = \frac{A \times h}{3} \times d \times \text{FC} =$$

A = Área de la base en metros

h = altura en metros

d = densidad en kg / m^3

FC = Factor de compactación (3%)

$$\text{Área de base} = a \times b$$

Consejos para realizar inventarios en silos:

- La seguridad de las personas es lo más importante:
 - Utilizar equipo de protección.
 - Infraestructura segura y adecuada de lo contrario es preferible no realizar el trabajo y dejar registro de lo sucedido.
- Nivelación de la masa de granos.
- Adecuado muestreo y cálculo de la densidad (Instrumento recomendado Filling Hopper, modelo 151). El arroz importado tiene una densidad mayor que la del arroz nacional.

Nota: Es importante actualizar este dato constantemente con cada periodo de cosecha nacional.
- Los valores de densidad recomendados son los siguientes:
 - Arroz nacional = $550 \text{ kg} / \text{m}^3$ ($15,6 \text{ kg} / \text{pie}^3$).
 - Arroz importado = $585 \text{ kg} / \text{m}^3$ ($16,6 \text{ kg} / \text{pie}^3$).
- Calcular la cantidad de anillos desde el interior del silo.
- Aplicar adecuadamente el factor de compactación.