

INOCUIDAD Y CONSERVACIÓN DE GRANOS

Dr. Carlos Campabadal
Instituto del Programa Internacional de Granos (IGP)
Kansas State University



U.S. SOY for a growing world

IGP-Kansas State University, USA



www.ksu.edu/igp

U.S. SOY for a growing world

TEMAS DE LA PRESENTACIÓN

- Conceptos y factores importantes sobre el almacenamiento
- Buenas prácticas y técnicas sobre almacenamiento
- Recomendaciones de almacenamiento de granos y harinas de soya
- Micotoxinas

Conceptos importantes sobre inocuidad y conservación de granos

- Las fábricas usualmente tiene capacidad limitada de almacenaje
- Pérdidas de inventario generalmente no son bien cuantificadas
- El almacenamiento de los granos e ingredientes se basa en las variables **de temperatura, humedad relativa y contenido de humedad**
- Buena calidad de las materias primas y buenas prácticas de almacenamiento contribuyen a buena calidad de los alimentos
- Puede haber contaminación de patógenos o contaminantes en cualquier parte del ciclo de granos



Campo



Almacenamiento poscosecha y transporte a puertos y barco

Problema del productor y/o exportador

Problema del importador, comprador y/o procesador

Es importante saber que los insectos pueden infestar el grano y sus derivados desde el campo donde se cosechan hasta cuando llegan al consumidor



Consumidor



Lugar de venta o despacho



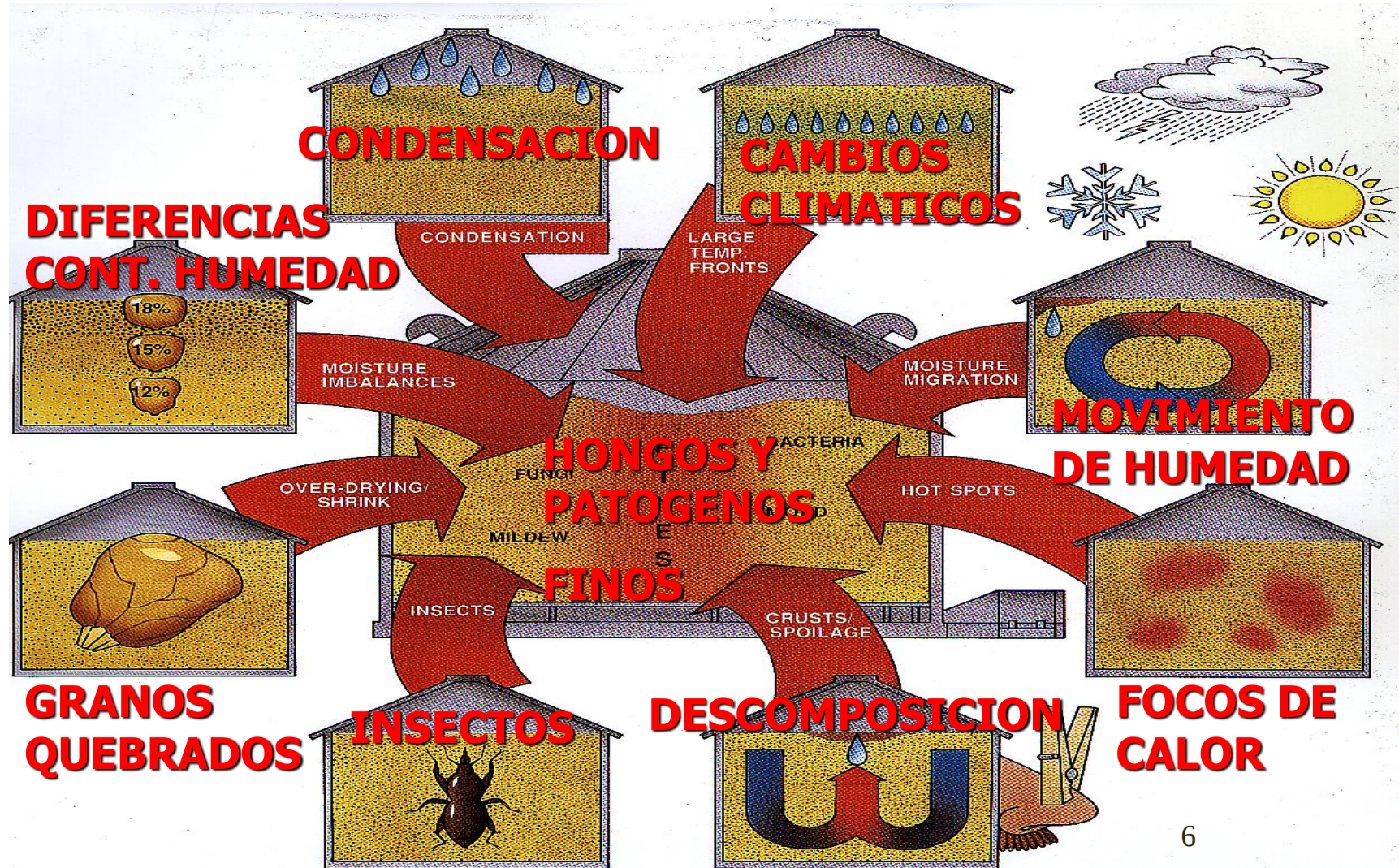
Planta de proceso y almacenaje



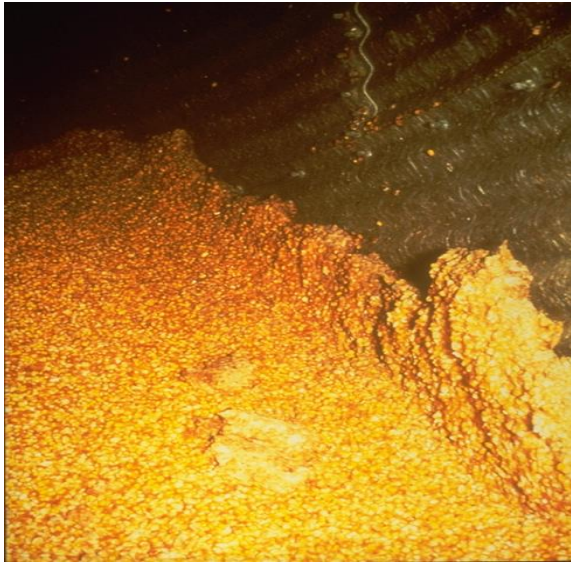
Transporte



FACTORES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO DE GRANOS



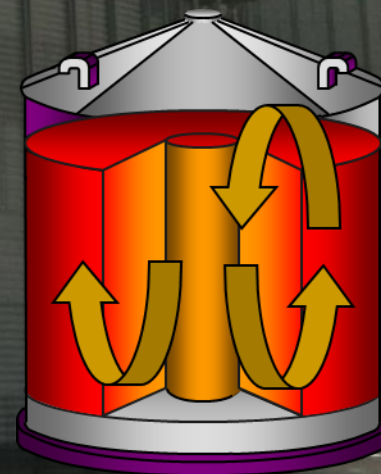
Como se ve la condensación?



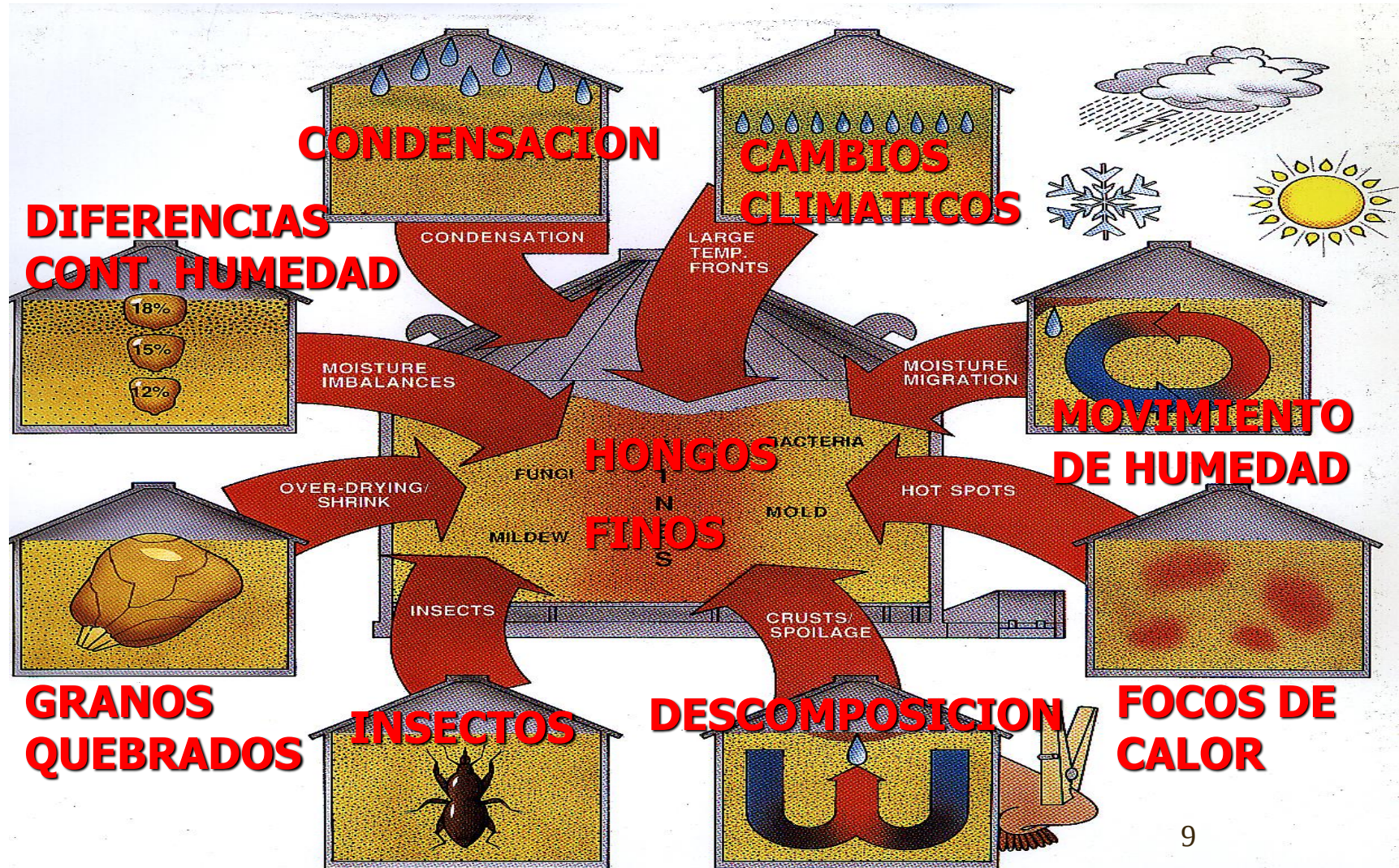
U.S. SOY for a growing world

Calor

Más frío



FACTORES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO DE GRANOS



Que son focos de calor?

- CAUSA:

Auto-calentamiento de los granos o materias primas por efectos biológicos y químicos

- SOLUCIÓN:

- Separación del grano o materia prima dañada
- Uso de materias primas lo más rápido posible
- Aireación para bajar temperatura del grano



Qué hay que seguir para tener un buen almacenamiento de granos y materias primas?

- Buenas técnicas y prácticas
- Pero primero.....

Desarrollo de un plan de control y manejo de plagas

- Desarrollo de un programa integral de manejo de plagas (IPM)
- Para seguir el plan hay que **monitorear** las plagas
- Complementado con un plan de manejo de grano con buenas prácticas y técnicas de almacenaje

Programa Integral de Manejo de Plagas

"I.P.M."

Conceptos:

- Manejar las plagas más abajo de los niveles aceptables
- Se usan varias técnicas
- Se usa los **fumigantes** como última opción
- Previene que las plagas tengan acceso a alimento, humedad (agua) y donde vivir

Desarrollo de un plan de control y manejo de plagas

- Desarrollo de un programa integral de manejo de plagas (IPM)
- Para seguir los planes hay que **monitorear** las plagas

Monitorear:

- Temperatura
- Humedad
- Hongos y micotoxinas
- Insectos
 - Presentes o ausentes (trampas)
 - Crecimiento de la población
- Roedores
- Pájaros

Por que monitorear?

No se puede manejar el problema que no se conoce!

- Detección de problemas de deterioro de granos
- Detección de plagas, hongos o patógenos
- Determinación de la dinámica de la población
- Evaluación de aplicación de pesticidas



Campo



Almacenamiento poscosecha y transporte a puertos y barco

Problema del productor y/o exportador

Problema del importador, comprado y/o procesador

Es importante saber que los insectos pueden infestar el grano y sus derivados desde el campo donde se cosechan hasta cuando llegan al consumidor



Consumidor



Lugar de venta o despacho



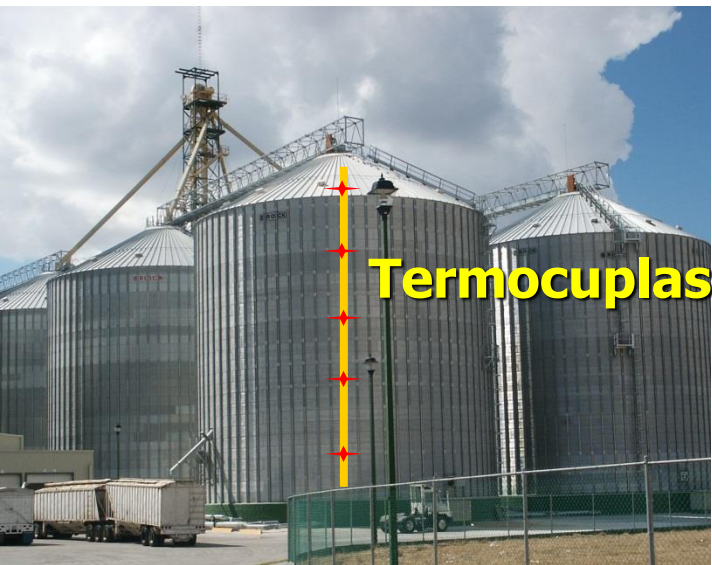
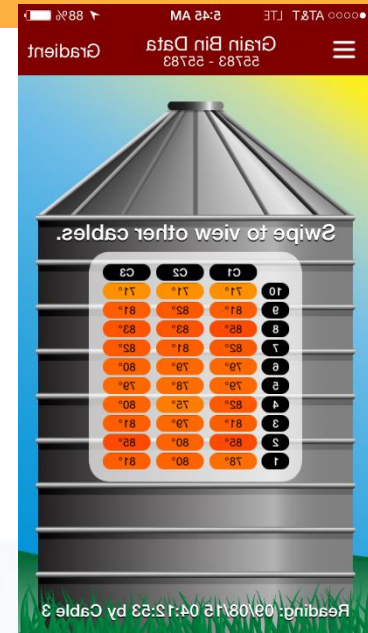
U.S.



Transporte

MONITOREO DE TEMPERATURA

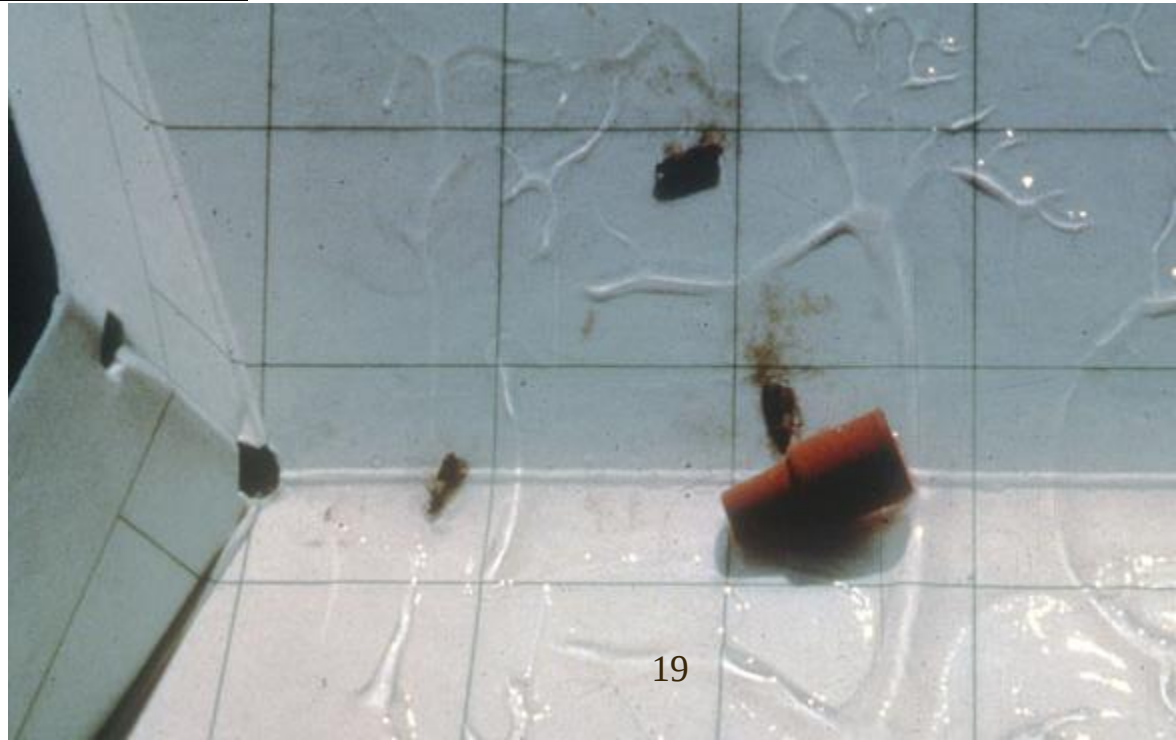
- Temperatura de grano se incrementa por:
 - Insectos incrementan su actividad
 - Hongos incrementan su crecimiento

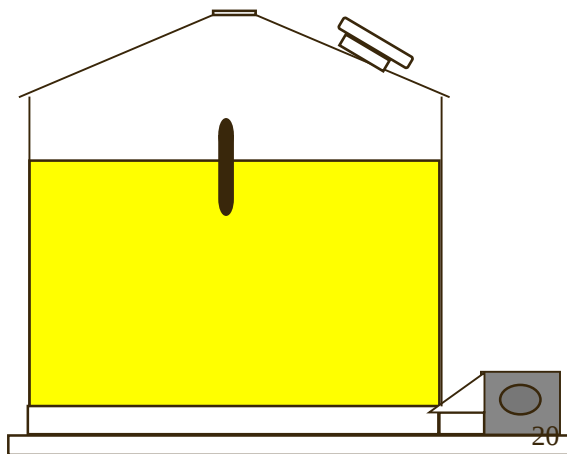


Monitoreo de Insectos

Trampa de feromonas

Tapón de goma con feromonas en el interior de una trampa con pegamento





Trampas de caída

Inspeccionar: Bodega, transporte y planta



U.S. SOY for a growing world

**Gorgojo
de los
granos**



**Gorgojo
del
Arroz
(Carcoma Dentada)**

**Ataques
Internos**



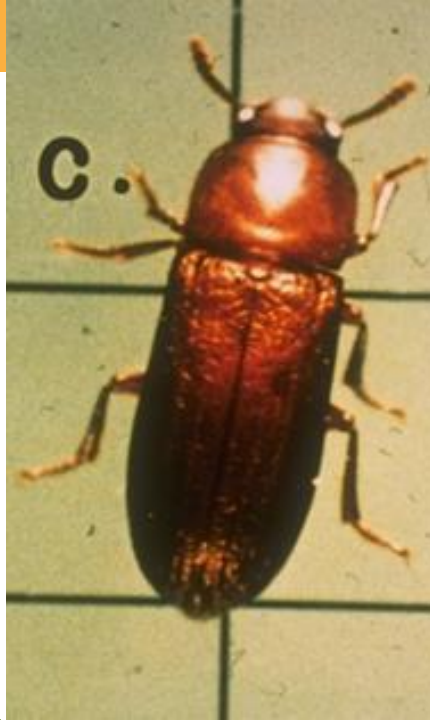
**Polilla de los
cereales**



**Taladrillo
de granos
(Carcoma
Turca)**



**Polilla
de
harina**



**Tribolio
Confuso
"Escarabajo"**



Tribolio de Trigo



**Escarabajo con
dientes de sierra**

Ataques Externos



Carcoma de Granos



Ahasverus advena

**Se Alimentan
de Hongos**

Typhaea stercorea



Trampas para control y monitoreo de roedores



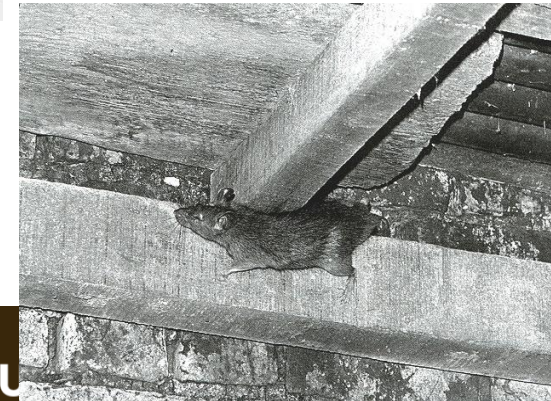
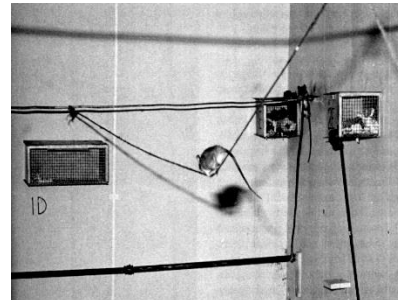
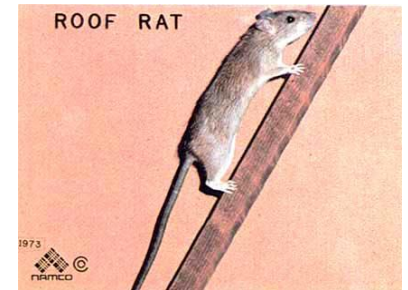
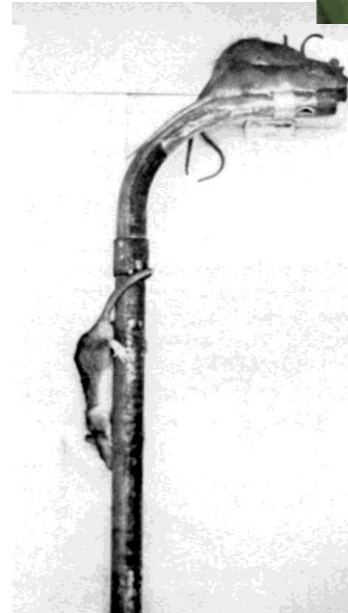
- Roedores se pueden meter en cualquier estructura
- Salen al amanecer o al anochecer
- Transmiten patógenos y enfermedades

- Limpieza de desperdicio de grano
- Tener infraestructura lo más sellada posible
- Reducción de población (trampas o veneno*)



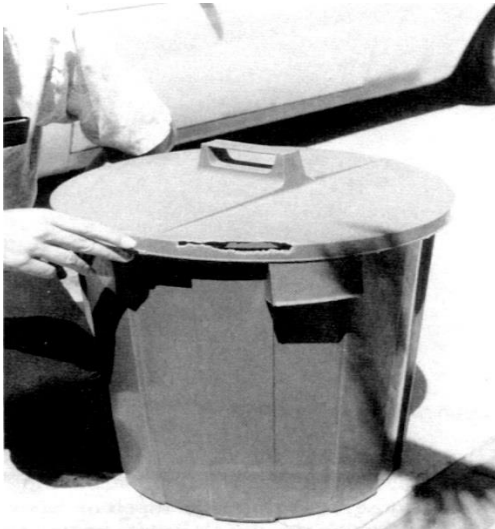
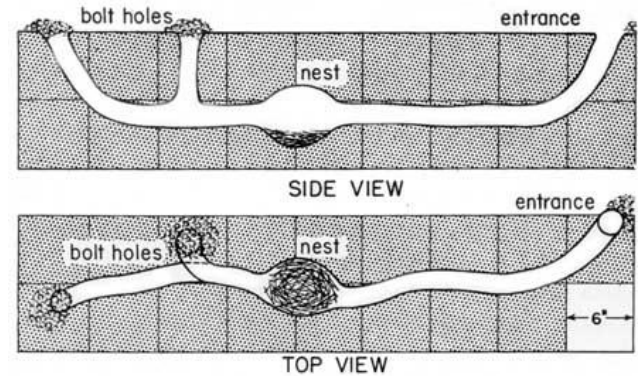
ROEDORES

- Salen por las noches
- Pueden nadar y subir por cualquier estructura
- Pueden morder aluminio, madera, cables, etc
- Pueden entrar por aperturas más pequeñas que el tamaño de su cuerpo
- Viven en lugares estrechos y oscuros
- Viven de 4-6 meses

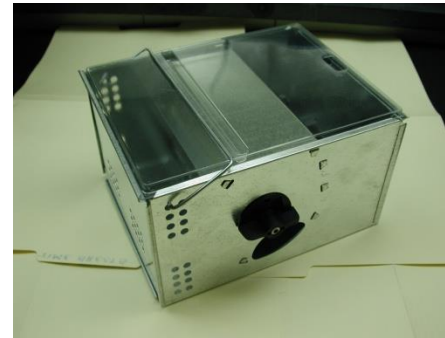
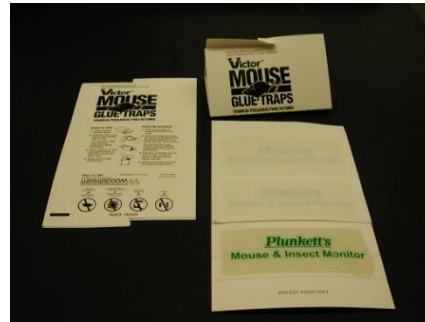
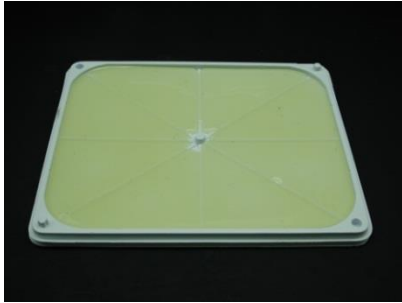


Señas de infestación de roedores

- Presencia de:
desechos fecales,
agujeros, daños por
mordeduras, huellas
y malos olores



Trampas internas para roedores



PONER LAS TRAMPAS A LA PAR Y ADYACENTE DE LA PARED Y ES ÚTIL PONERLE ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN

U.S. S



ld

Venenos anticoagulantes:

- Destruye la habilidad de formar coagulos
- Rodeadores sangra hasta morir
- Efecto retardado
- Se requiere varias dosis
- Menos peligrosos para mascotas

Venenos No anticoagulantes:

- Efecto rápido
- Solo una dosis
- Se ocupa algún tipo de carnada



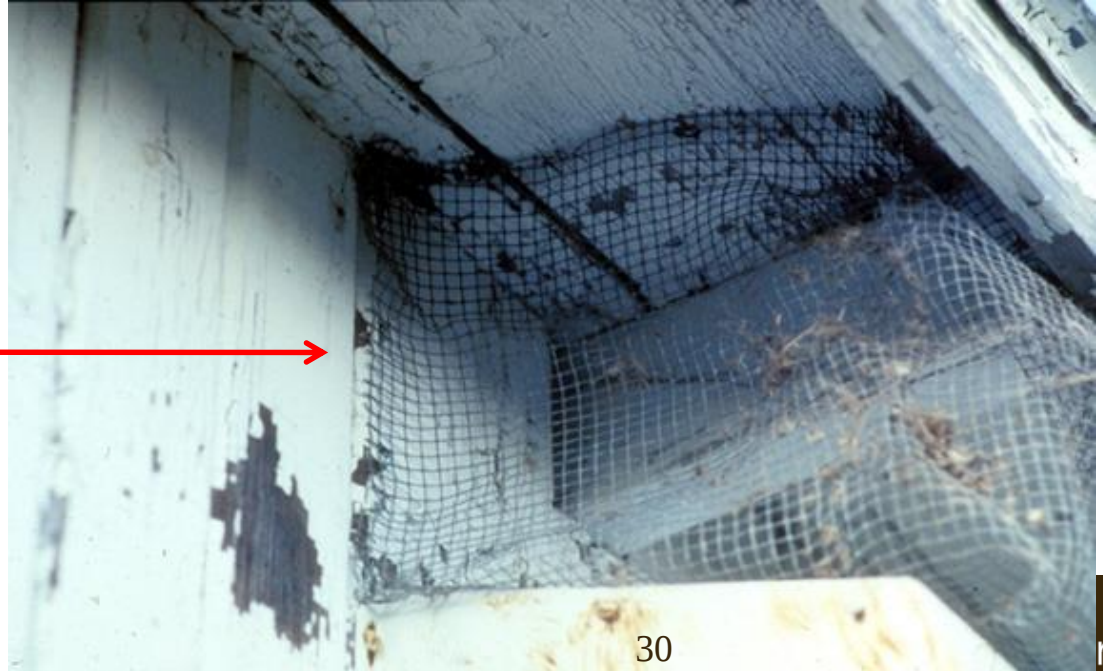
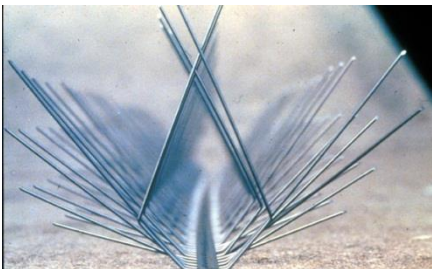


Pájaros

- Producen pérdidas económicas
- Contaminación por desechos fecales o transmisión de patógenos



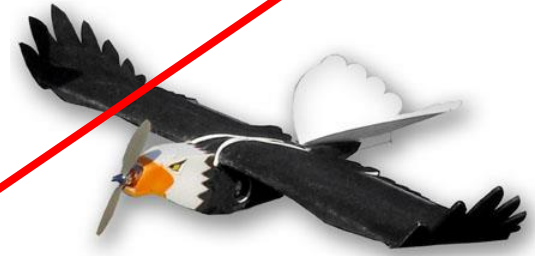
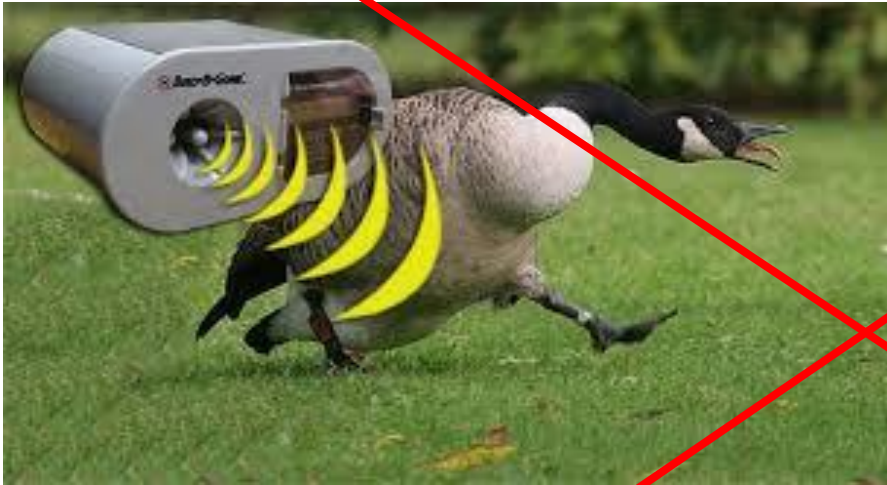
EXCLUSIÓN FÍSICA



Uso de redes



Control de Pájaros

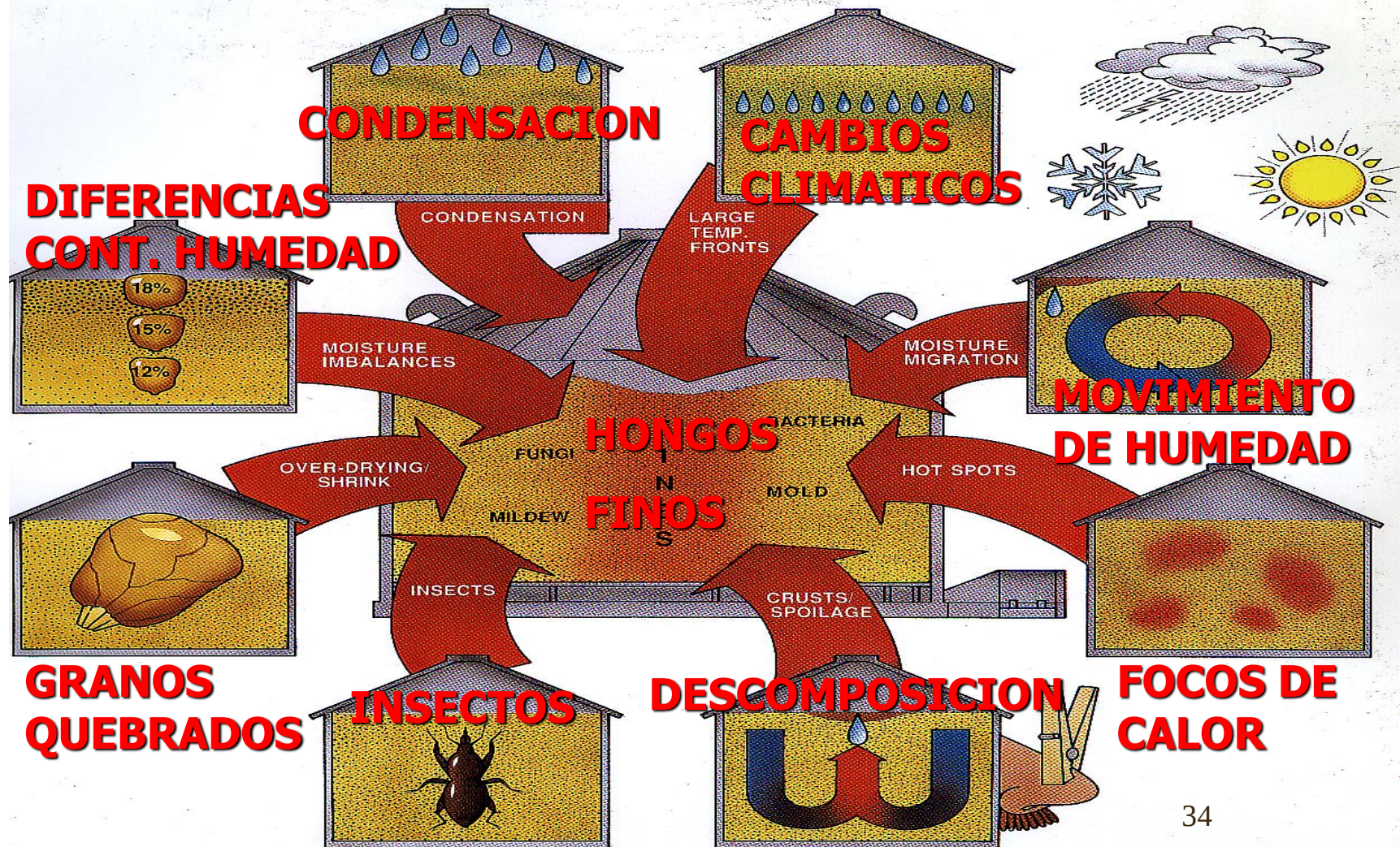


EVITAR!!!



U.S. SOY for a growing world

FACTORES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO DE GRANOS



Como controlar y reducir
estos factores?

Respuesta:
Utilizando buenas prácticas y técnicas

LIMPIEZA DEL GRANO ANTES DE ALMACENAMIENTO

Quitar BCFM (grano partido y material extraño):

- Incrementar el espacio de almacenamiento
- Mejorar la preservación del grano
- Reducir el crecimiento de los hongos e insectos (alimentadores externos)
- Quitar micotoxinas (generalmente en el grano partido y material extraño)
- Mejorar el flujo del aire en la aireación

Limpieza del grano

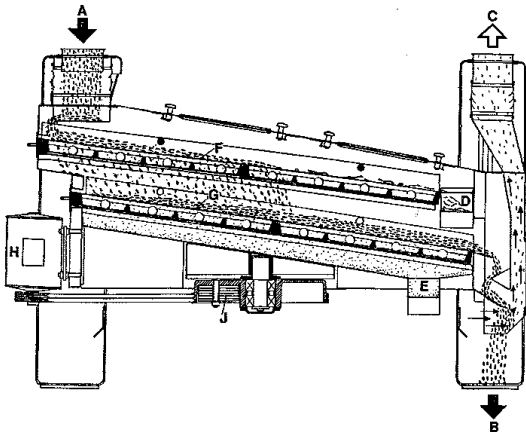


Gravedad con
mallas



Aspiración

Limpiadores

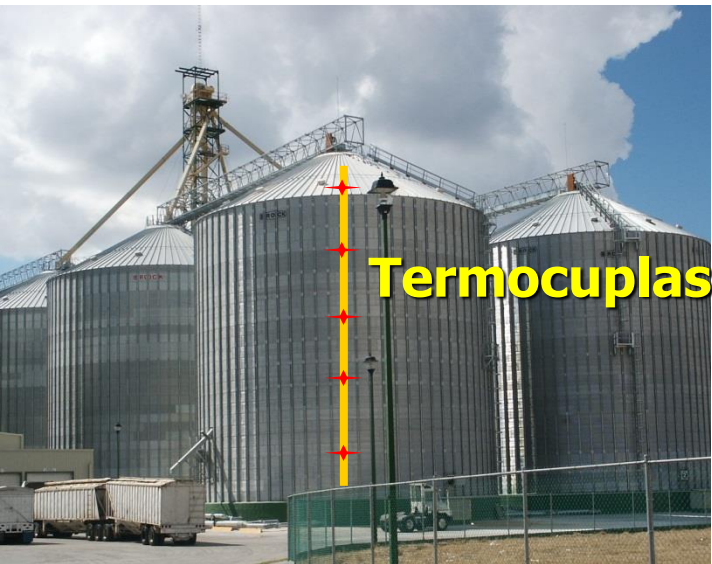


Cribas rotativas

Técnicas de reducción de temperatura del grano y condensación

REDUCCIÓN DE TEMPERATURA

- Temperatura de grano se incrementa por:
 - Insectos incrementan su actividad
 - Hongos incrementan su crecimiento

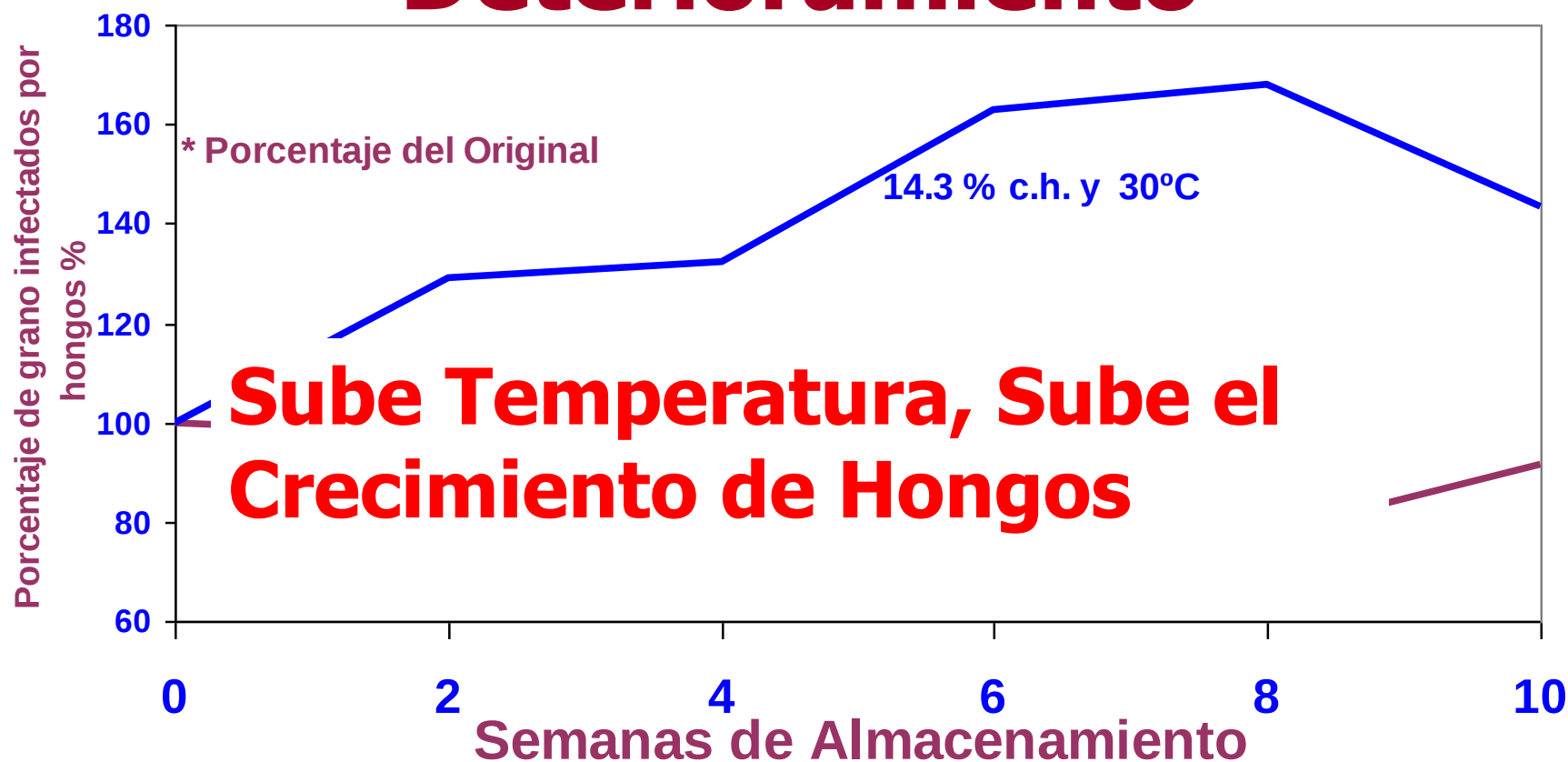


Efecto de la Temperatura Ambiental en los Insectos

(Fuente: Fields 1992)

TEMPERATURA (°C)	EFEECTO
>50°C	Muerte en minutos
>35°C	Crecimiento disminuye
25-32°C	Optimo para crecimiento
19-25°C	Casi óptimo
5-15.5°C	Muerte en varios días
-17.7°C	Muerte en minutos

Efecto de la Temperatura del Grano con el Grado de Deterioramiento

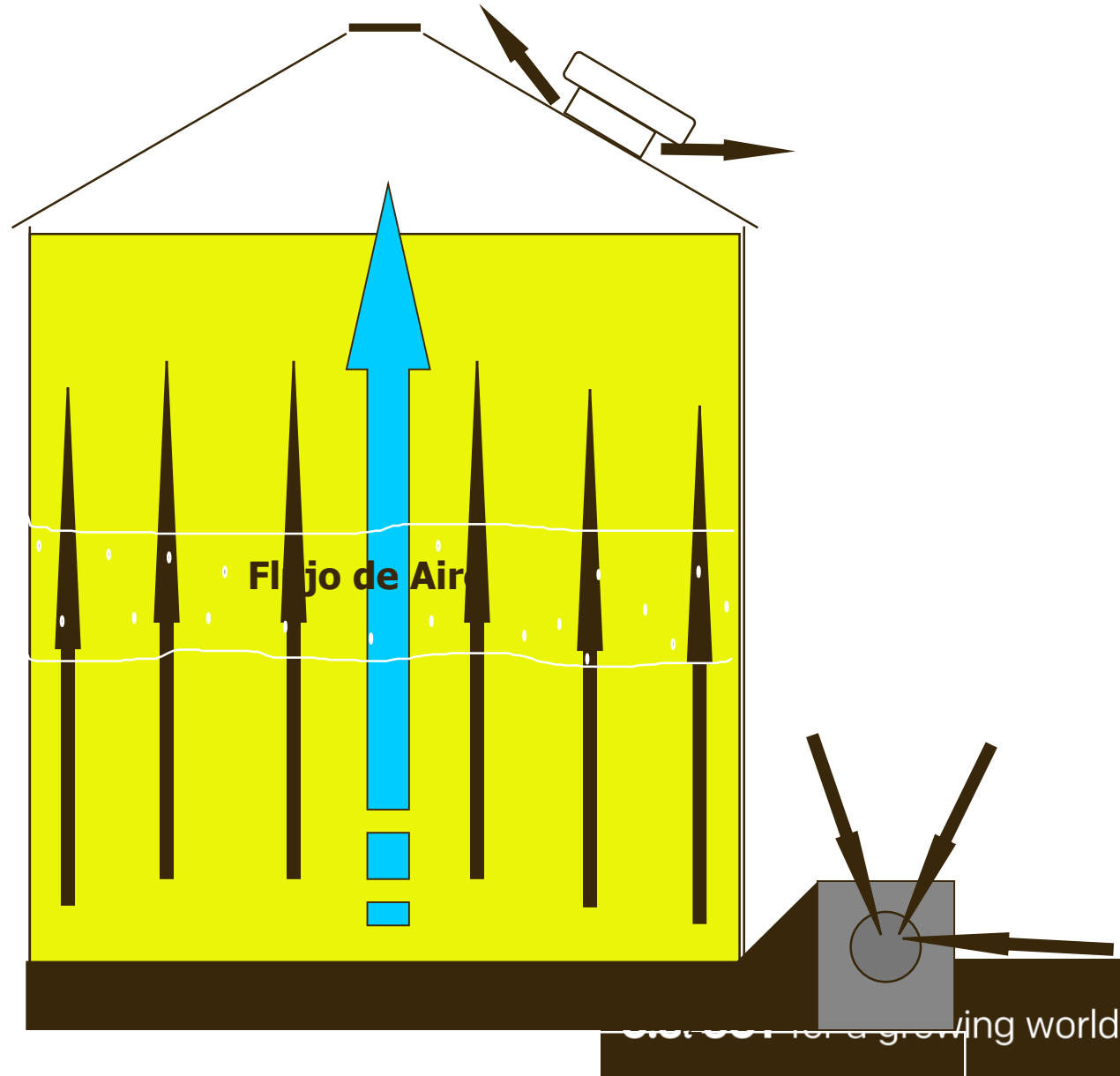


Fuente: Dr. Carl Reed

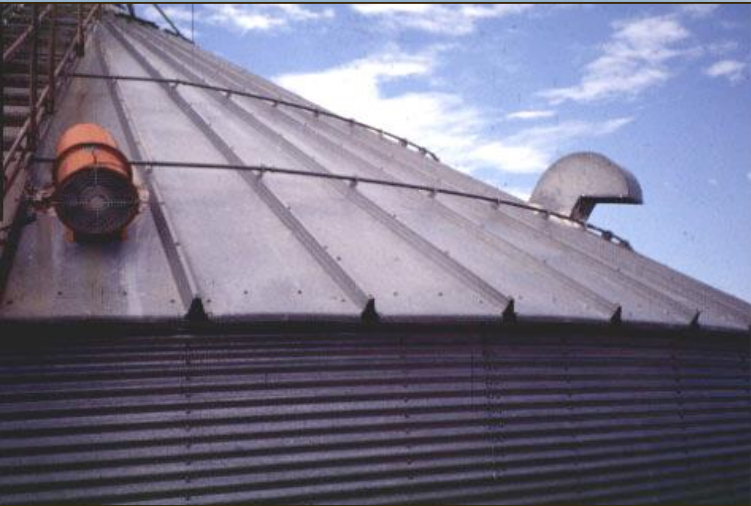
U.S. SOY for a growing world

Como reducir la temperatura?

- Use aireación
- Movimiento del frente de *aire* através de la masa de granos lo más rápido posible para bajar la temperatura del grano!

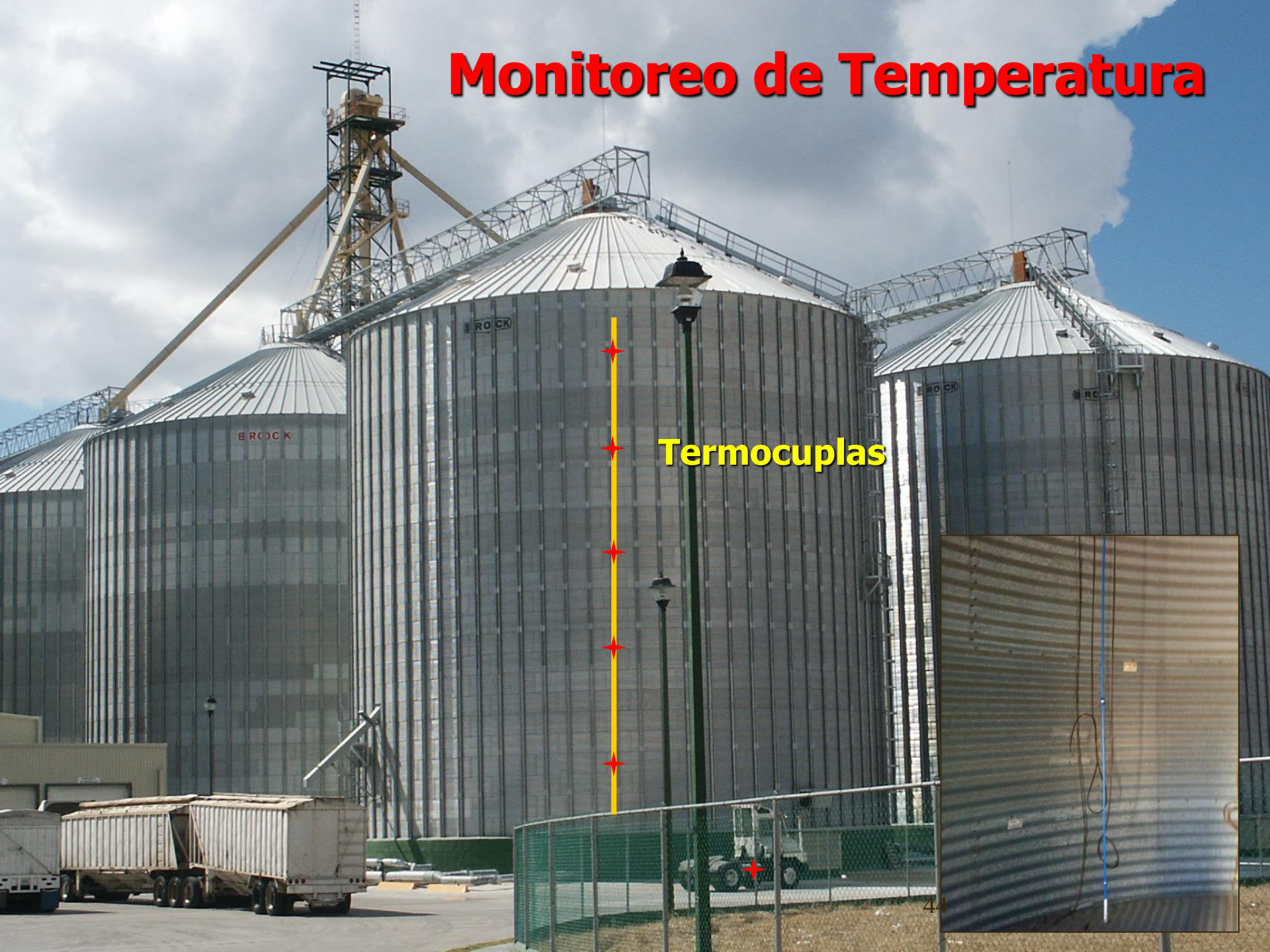


Ventiladores y extractores para ayudar con la aireación



Abanico Centrífugo

Monitoreo de Temperatura



Termocuplas

EJEMPLO DE CALENTAMIENTO DEL GRANO EN UN FOCO DE CALOR

Datos de Temperatura

Fecha	Temperatura de cada uno de los 16 sensores (Celsius °)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Fondo															Arriba
26/06/14	31	29	27	26	24	23	22	21	20	19	19	18	16	16	16	20
30/06/14	32	32	32	32	31	28	26	24	23	21	20	20	19	17	16	21
07/07/14	30	31	32	34	37	32	31	26	24	22	21	20	18	17	16	21
14/07/14	28	29	30	32	34	36	39	38	36	30	24	22	21	21	27	27
25/07/14	22	23	23	25	26	27	28	29	28	29	31	32	31	29	27	28
04/08/14	26	26	26	26	28	29	31	31	30	31	32	39	26	26	26	26
11/08/14	27	26	26	26	27	28	30	34	33	31	34	39	29	28	28	28

Airear si se almacena más de 2 a 3 meses y temperatura del grano sube a más de 28 – 30 ° C

Como Aplicar Aeración?

1. Si el grano va ser almacenado más de 3 a 4 meses, aplicar cuando la temperatura del grano es más de 30-32°C y humedad relativa es menor de 80% hasta que se enfrie
2. Flujo de aire: 0.1 m³/ton/min (maíz, soya, sorgo)
3. Temperatura del aire tiene que ser 5 °C más baja que la del grano
4. Aplicar en las mañanas y temprano en la noche o en periodos donde las condiciones climáticas lo permitan

SI NO SE HACE AIREACIÓN:

Tapar las entradas de los abanicos para evitar entrada de plagas, calor y humedad!

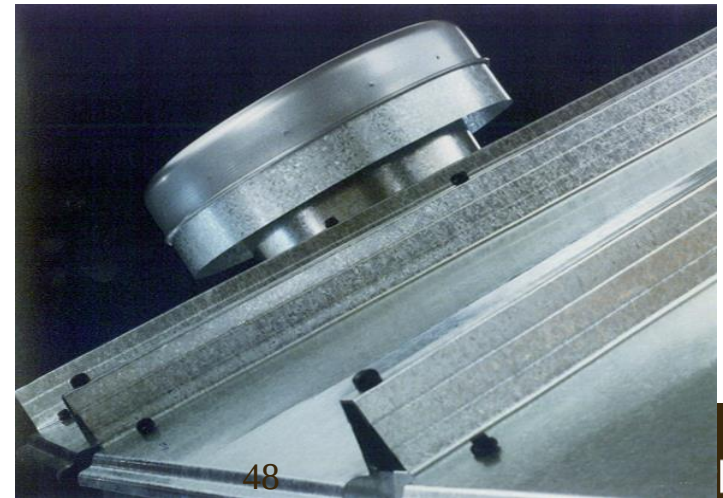


COMO QUITAR CONDENSACIÓN?

Usar aireación y extractores de aire

Cuando?

- Temprano en la mañana para quitar la condensación
- Temprano en la tarde para quitar acumulación de calor



APLICACION DE EXCLUSIÓN FÍSICA

QUE ES EXCLUSIÓN FÍSICA?

EVITAR LA ENTRADA DE PLAGAS!



U.S. SOY for a growing world

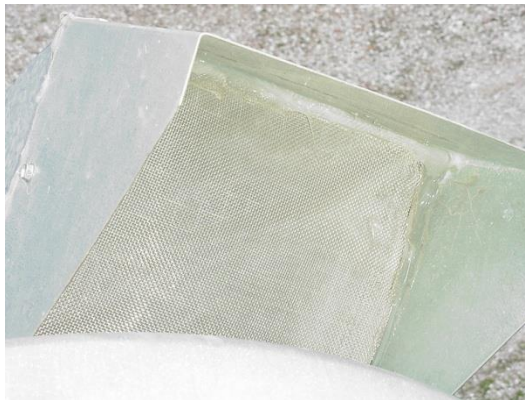
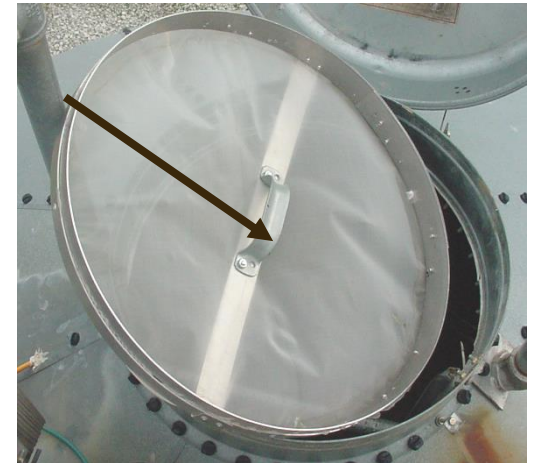
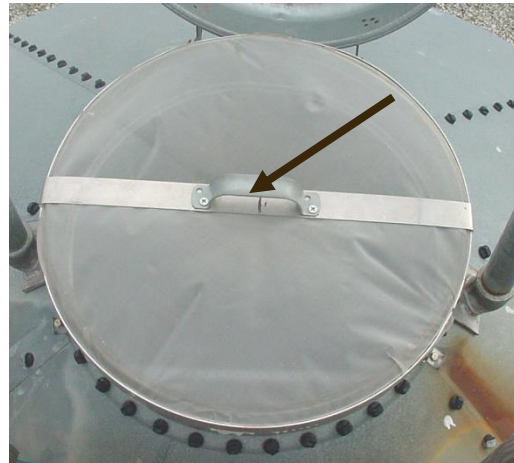
UTILIZAR TÉCNICAS DE EXCLUSIÓN



U.S. SOY for a growing world

EXCLUSIÓN FÍSICA EN SILOS

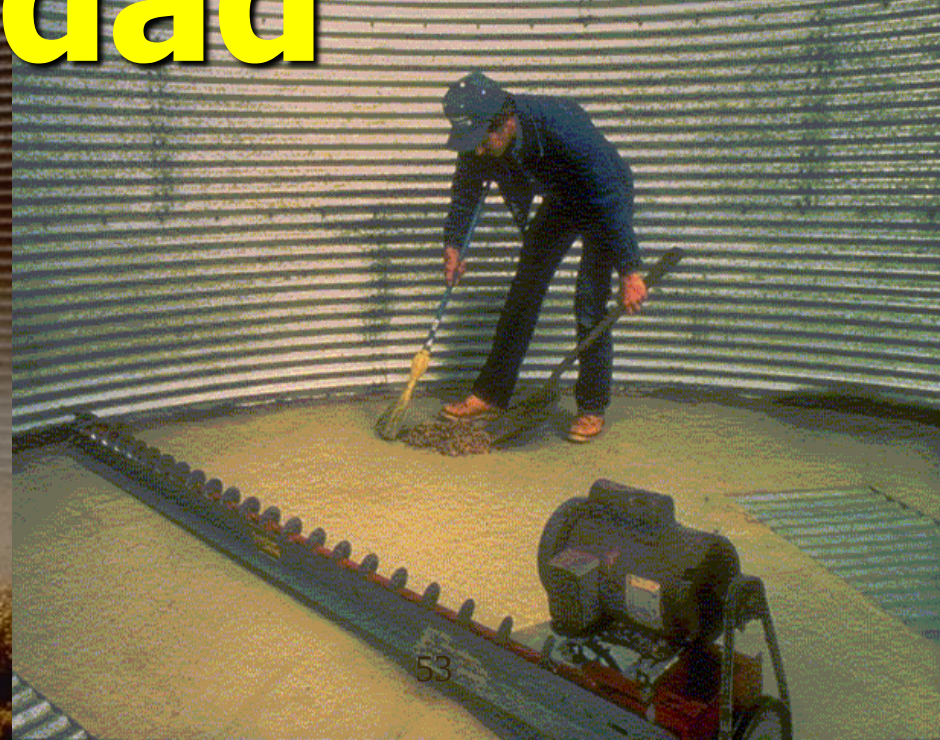
Entrada al silo con malla de 0.0075"



Sellado de ventana desde afuera

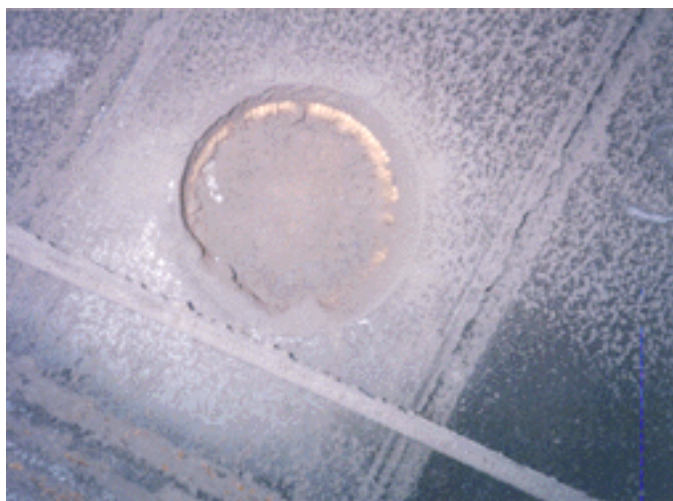


Sanidad





Limpiar aperturas de ventilación para prevenir acumulación de insectos, hongos y otras cosas



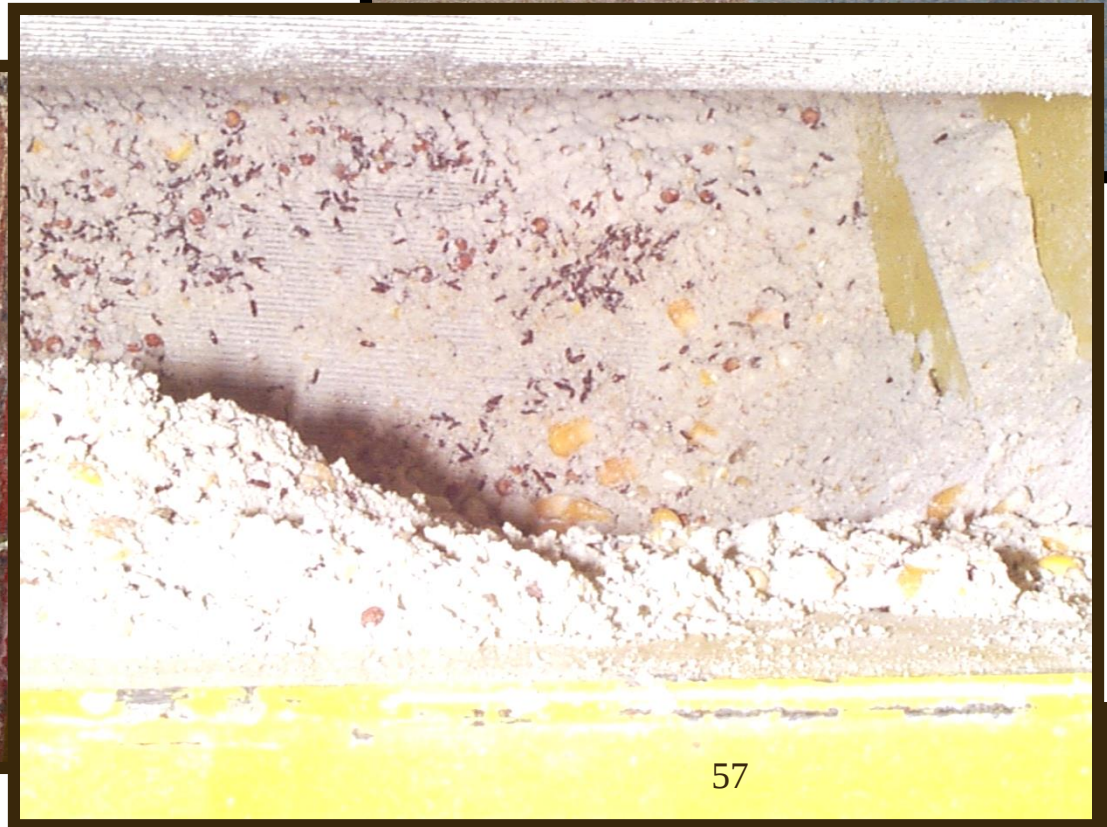
LIMPIEZA TOTAL DEL SILO LUEGO DE VACIARLO



EVITAR LA ACUMULACIÓN DE MATERIA PRIMA Y POLVO DENTRO DE LA PLANTA



MALA LIMPIEZA DE EQUIPO



DERRAME DE ALIMENTO: PREVENIR!!



U.S. SOY for a growing world



Producto expuesto



U.S. SOY for a growing world

TANQUES DE MELAZA O GRASAS

**Se deben de limpiar para evitar
acumulación de sólidos
con soda cáustica o con vapor**

LOS ALREDEDORES DE LAS ZONAS DE ALMACENAMIENTO DEBEN ESTAR LIBRES DE:

- Escombros
- Desechos
- Vegetación
- Alrededores bien drenados



PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO (POES)

- **Mantenimiento de la higiene de la planta**
- **Selección y capacitación del personal**



APLICACIÓN DE INSECTICIDA

- Al grano y los alrededores del silo como protectores para evitar la entrada de plagas alas estructuras (líquido y sólido)
- A la estructura después de descargar el silo para así erradicar cualquier plaga que haya quedado después de la limpieza



Interna



Externa

FUMIGACIÓN

- Sellar todas las entradas del silo
- Aplicar el fumigantes basandose en las instrucciones de la etiqueta
- Limpiar los alrededores del silo
- Aplicar insecticida a la base del silo y Iso exteriores para evitar la re-entrada luego de la fumigación



RESUMEN DE FUMIGACIÓN

Desarrollar una plan de manejo de fumigación:

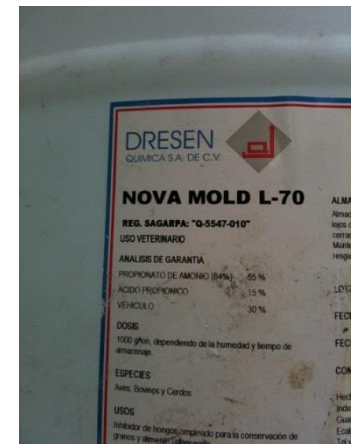
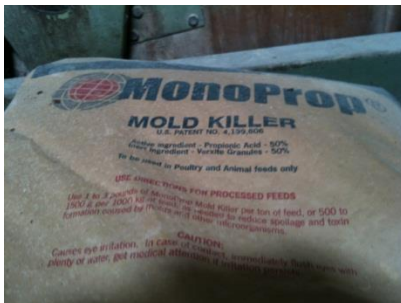
- Sea organizado con todos los procedimientos requeridos y con todo los requisitos de seguridad
- Siguiendo las instrucciones de etiqueta del fumigante

REDUCCIÓN DE PRESENCIA DE HONGOS

- **NO SE PUEDEN EVITAR!**
- Producen focos de calentamiento, descomposición (pérdida) y malos olores en las materias primas
- Para reducir su crecimiento hay que mantener contenido de humedad a valores “seguros” para almacenaje, mantener la temperatura donde se almacena lo más baja posible (*aireación*), evitar contacto de materias primas con humedad o utilización de (*inhibidores de hongos*)
- Pueden producir micotoxinas

INHIBIDORES DE HONGOS

- Son ácidos que no permiten el crecimiento de hongos (Más comunes propiónicos en ácidos o sales de sodio o calcio)
- Su efecto inhibidor mejora si se separa el grano quebrado y el polvo antes de su aplicación
- Se aplican en sólido, líquido o gas
- No destruyen las micotoxinas



PROBLEMAS EN ALMACENAJE DE HARINA DE SOYA

- Formación de grumos por invasión de hongos, puede producir quema de la torta o harina

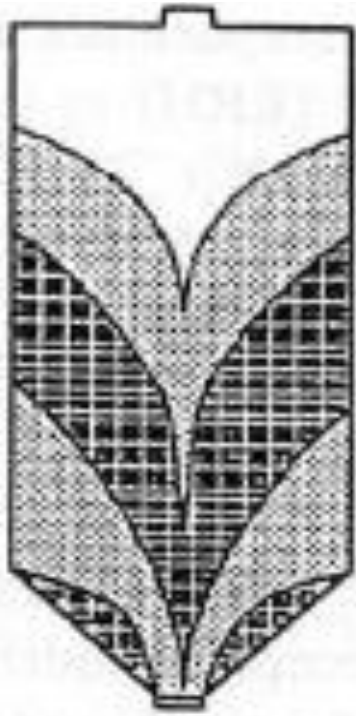
RECOMENDACIÓN: Usar lo más rápido posible si no hay contaminación

- Aumento de temperatura → indicador de actividad microbiológica o de insectos
- Si se almacena en silos metálicos en condiciones de clima tropical, pasta de soya “suda” y se pega a las paredes por condensación en las noches

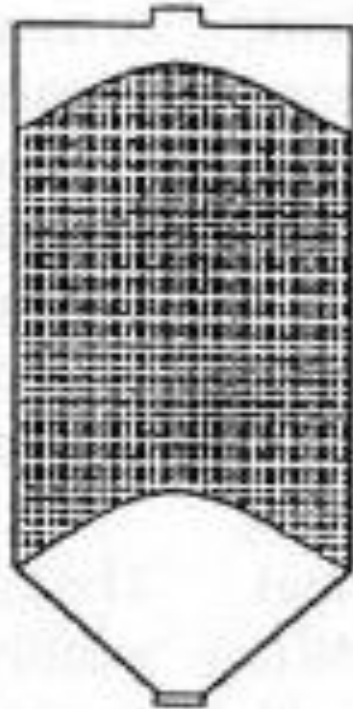
PROBLEMAS EN ALMACENAJE DE PASTA DE SOYA

- Absorbe humedad fácilmente a 25-35°C
RECOMENDACIÓN: Usar lo más rápido posible o considerar inhibidor de hongos en regiones tropicales si se almacena por más de 8 semanas
- Mala fluidez en silo y produce compactación
RECOMENDACIÓN: Añadir 0.25-0.5% carbonato de calcio, bentonita de sodio o calcio

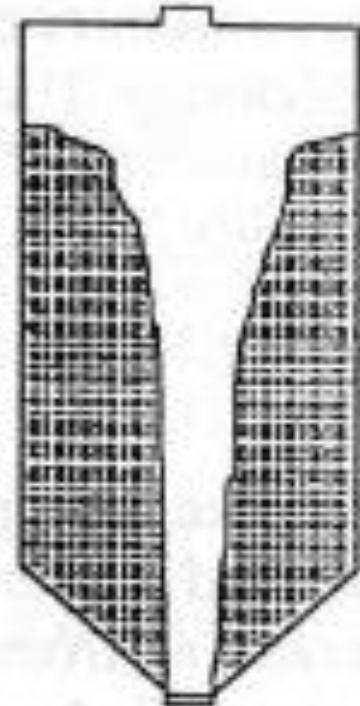
Problemas Típicos de Fluidéz de la Pasta de Soya



Flujo Normal



Compactación



Efecto de Embudo

Que son las micotoxinas?

- Son productos del metabolismo de los hongos principalmente en los granos
- Se han identificado unas 300 diferentes
- Son tóxicos para animales y humanos produciendo enfermedades y lesiones
- Más importantes:
 - Aflatoxinas (B1, B2, G1, G2), Tricoticonos (DON o vomitoxina y T-2), fumosinas, zeralenona y ocratoxinas

De donde vienen las micotoxinas?

- Se producen por hongos que entran a la planta o grano durante su crecimiento en el campo y durante el almacenamiento



Semilla Crecimiento Cosecha Almacenamiento Proceso Consumo

GRANO DAÑADO



U.S. SOY for a growing world



ATAQUE DE PLAGAS AL MAIZ



Hongos que producen micotoxinas

Micotoxinas	Hongo	Condiciones de Crecimiento	Humedad del Grano límite menor	Localidad de Crecimiento
Aflatoxinas	Aspergillus flavus y parasiticus	Entre 15 y 45C Optimo: 37 a 39C HR 82%	16-16.5%	Campo (más) y Almacenaje
Ocratoxinas	Penicillium/ Asp Glaucus	Entre 5 y 45C Optimo 30 a 35C HR 73%	14-14.5%	Campo y Almacenaje (grano frío y húmedo)
T-2 y DON (Vomitoxina)	Fusarium spp	Entre 4 y 36C HR 91%	19-20%	Campo
Fumonosinas	Fusarium verticilliodes	Entre 4 y 36C HR 91%	19-20%	Campo
Zeralelona	Fusarium spp.	Entre 4 y 36C HR 91%	19-20%	Campo

COMO DETECTAR LAS MICOTOXINAS EN EL GRANO O EN EL ALIMENTO?

Medición Cualitativa de Micotoxinas

- Se hace generalmente con equipos de métodos tipo ELISA
- Usan enzimas para saber si el nivel de micotoxinas está a más o entre un nivel específico



Medición Cuantitativa de Micotoxinas

- Se hacen con equipos tipo ELISA (cualitativos)
- Se hace también con HPLC
- Hay métodos que sirven para ciertos productos (trigo, DDGS, arroz, etc)
- HPLC: Micro columnas cromatográfica de capa fina



FGIS APPROVED TEST METHODS			
Method and Test Kit	Approved for		Test Kit Range
	Qualitative	Quantitative	
Aflacard T20 – (R-Biopharm Rhone)	X		20 ppb
AgraStrip – (Romer)	X		10 or 20 ppb
AgriScreen - (Neogen)	X		20 ppb
Diachemix® FPA – (Diachemix)	X		20 ppb
QuickTox - (Envirologix)	X		20 ppb
QuickTox-(2006) (Envirologix)	X		20 ppb
Reveal for Aflatoxin – (Neogen)	X		20 ppb
SDI Myco✓ Aflatoxin Test Strips	X		20 ppb
ROSA® Aflatoxin P/N – (Charm Sciences, Inc.)	X		10 or 20 ppb
Reveal for Aflatoxin SQ- (Neogen)	X		10 ppb
Aflatest – (Vicam)	X	X	5 - 100 ppb
Fluoroquant - (Romer)	X	X	5 - 100 ppb
Myco✓ - (Strategic Diagnostics Inc.)	X	X	5 - 80 ppb
RIDASCREEN Fast Aflatoxin SC - (R-Biopharm)	X	X	5 - 100 ppb
ROSA® Aflatoxin Quantitative (Charm Sciences, Inc.)	X	X	5 – 100 ppb
Veratox – (Neogen)	X	X	5 – 50 ppb
Veratox AST - (Neogen)	X	X	5 - 100 ppb
Neogen NeoColumn	X	X	5 – 100 ppb
Flouroquant Afla IAC (Romer)	X	X	5 – 100 ppb

EQUIPOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

EQUIPOS APROBADOS POR FDA

GRAIN/ COMMODITY	Aflatest	Fluoroquant	Myco✓	Ridascreen Fast Aflatoxin SC	ROSA® Quantitative	Veratox	Veratox AST	Neo Column	Flouroquant Afla IAC
Corn	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sorghum	X	X	X	X	X		X		
Wheat	X	X		X	X		X		
Soybeans	X	X		X	X		X		
Corn Screenings	(*)				X		(*)		X
Corn Meal	X	X	X	X	X	X	X		
Corn Germ Meal	X			X	X		X		
Corn Gluten Meal	X			X	X	X	X		
Corn/Soy Blend	X	X	X	X	X	X	X	X	
Corn Gluten Feed	X								
Flaking Corn Grits	X	(*)			X		(*)		
Corn Flour	X			X	X		(*)		
Corn Bran	X						(*)		
Popcorn	X	X	X	X	X		X		
Milled Rice	X	X			X	X	X	X	
Rough Rice	X				X		(*)	X	
Brown Rice	X								
Rice Bran	X			X		X	X	X	
Cracked Corn	(*)	(*)	(*)	X	X		(*)		
Condensed Distillers Solubles	X								

Como controlar micotoxinas durante el procesamiento?

- Separar lote contaminado
- Mezclar grano contaminado con grano bueno para diluir (no es tan recomendado)
- Utilizar en animales donde si es recomendado el nivel de micotoxinas

Ejemplo de uso de grano contaminado con micotoxinas

- Si hay contaminación por micotoxina se puede utilizar en alimento para animales que tengan mas resistencia
- Ejemplo para aflatoxinas:
 - Cerdo de engorde puede consumir hasta maiz con 100 ppb
 - Cerdo ya en última etapa finalizadora (más de 100 lbs de peso) puede consumir maíz hasta con 200 ppb

Uso de secuestrantes de micotoxinas

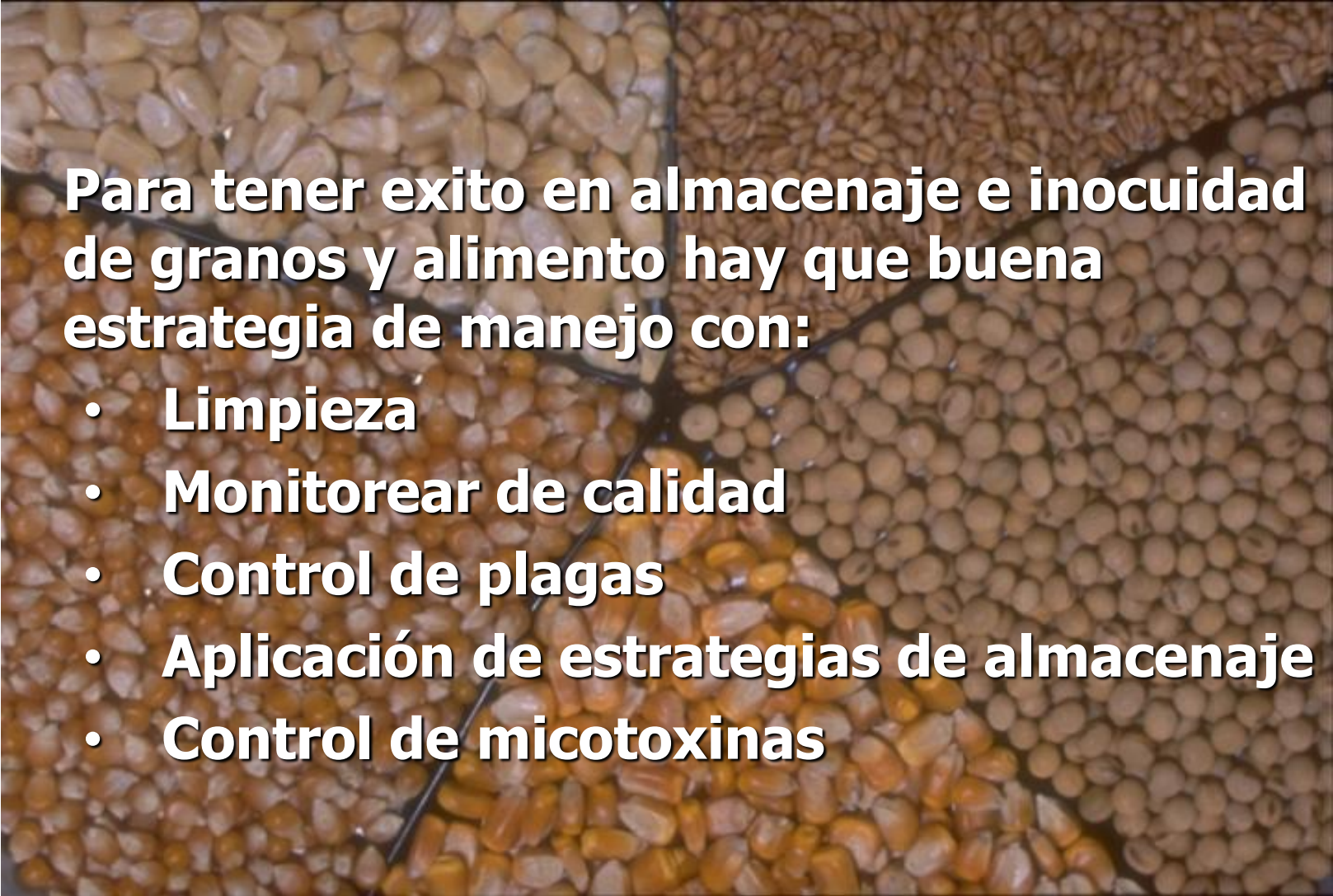
- Son silicatos de aluminio y productos orgánicos que se mezclan con el alimento para que estas se combinen con o secuestren las micotoxinas para que luego sean excretadas por el animal
- Son caras y en algunos lugares son vendidos como agentes anticompatantes
- Usar solo si se sabe que hay micotoxinas presentes en el alimento
- No absorben todas las micotoxinas

Estrategias en la finca para prevenir impacto de micotoxinas

- Alimentar animales que sean tolerantes a ciertos niveles de micotoxinas
- Limpieza de los alimentadores (comederos)



CONCLUSIONES



Para tener éxito en almacenaje e inocuidad de granos y alimento hay que buena estrategia de manejo con:

- **Limpieza**
- **Monitorear de calidad**
- **Control de plagas**
- **Aplicación de estrategias de almacenaje**
- **Control de micotoxinas**

IMPORTANTE!!!

DILEMA DEL ALMACENAMIENTO

La calidad de los granos y las materias primas **NUNCA** mejora durante su almacenamiento

GRACIAS!

Carlos A. Campabadal
Correo: campa@ksu.edu
Teléfono: +1.217.721.1025



U.S. SOY for a growing world