

# **II CONGRESO NACIONAL DE NUTRICION ANIMAL**

## **MANEJO ÓPTIMO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS Y MATERIAS PRIMAS**

**Carlos A. Campabadal**

**Asociación Americana de Soya (ASA-IM)**

**Programa Internacional de Granos (IGP)**

**Kansas State University**

**20 AL 21 DE OCTUBRE, 2010**

**SAN JOSÉ, COSTA RICA**

# **COMO TENER MANEJO ÓPTIMO EN LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTOS?**

- 1. Características de las materias primas que se almacenan**
- 2. Características de las estructuras de almacenaje en la planta**
- 3. Factores que afectan el almacenamiento**
- 4. Aplicando estrategias y prácticas para poder controlar estos aspectos**

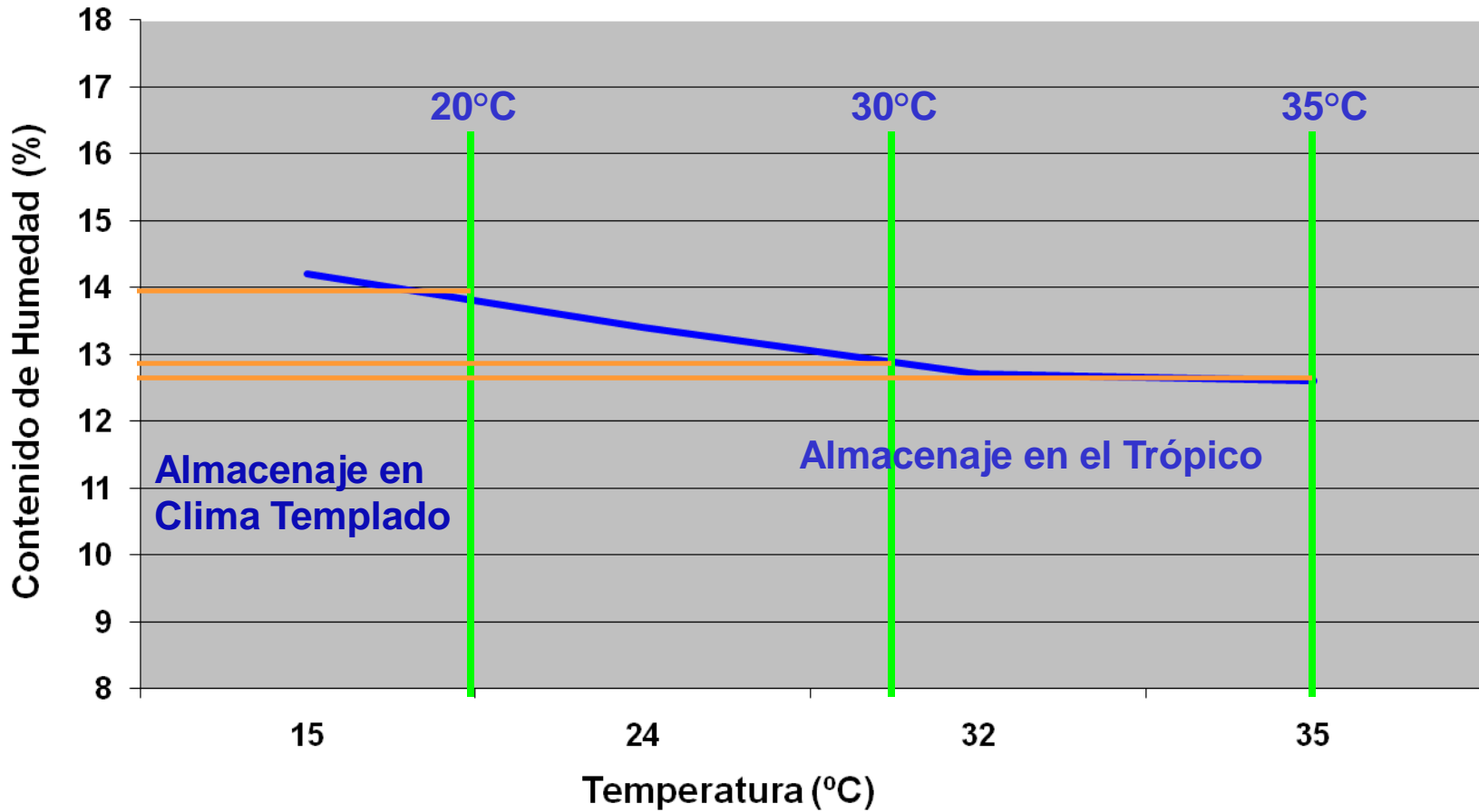
# **1- CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS**

- **Calidad al llegar a la planta (contenido de humedad, grano quebrado, etc)**
- **Durabilidad por características químicas (contenido de grasas)**
- **Contaminación de plagas (insectos y/o hongos)**
- **Se reciben a granel o en bolso**
- **Periodo de almacenamiento (disponibilidad en el mercado)**

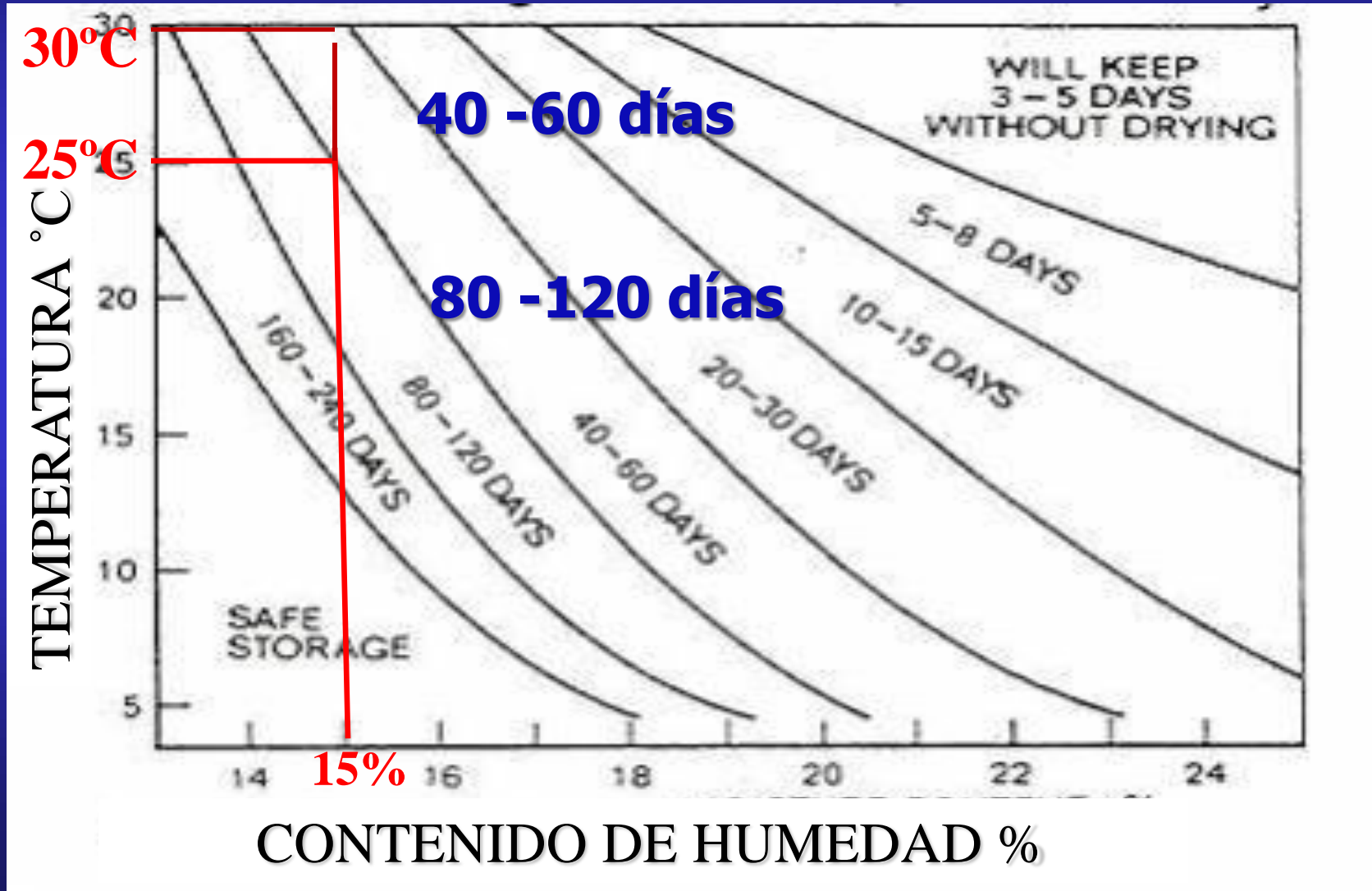
# **CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO O DE MATERIA PRIMA**

- **Es la cantidad de agua interna que tiene el grano o materia prima**
- **Se equilibra con la temperatura ambiental y humedad relativa**
- **Humedad relativa de más de 65% permite el crecimiento de hongos y más actividad de los insectos**
- **Materias primas deben de estar secas a valores de humedad seguros para su almacenaje**

# Contenido de Humedad del Maíz para Almacenamiento



# DURACION DEL MAIZ A CONTENIDOS DE HUMEDAD



# CONTENIDO DE HUMEDAD RECOMENDADOS

| Materia Prima     | Contenido de Humedad | Tiempo de Almacenamiento |
|-------------------|----------------------|--------------------------|
| Maíz              | 14.5%                | 2 meses                  |
| Harina de Soya    | 10-11%               | 1 mes                    |
| DDGS              | 10-11%               | 2 meses                  |
| Harina de Pescado | 10%                  | 1 mes                    |


**IMPORTANTE: SI SE RECIBEN DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD EN UN MISMO LOTE:**

**Si se tiene que almacenar por más de un mes....**

- Separar por contenido de humedad al recibir
- Usar grano más húmedo primero

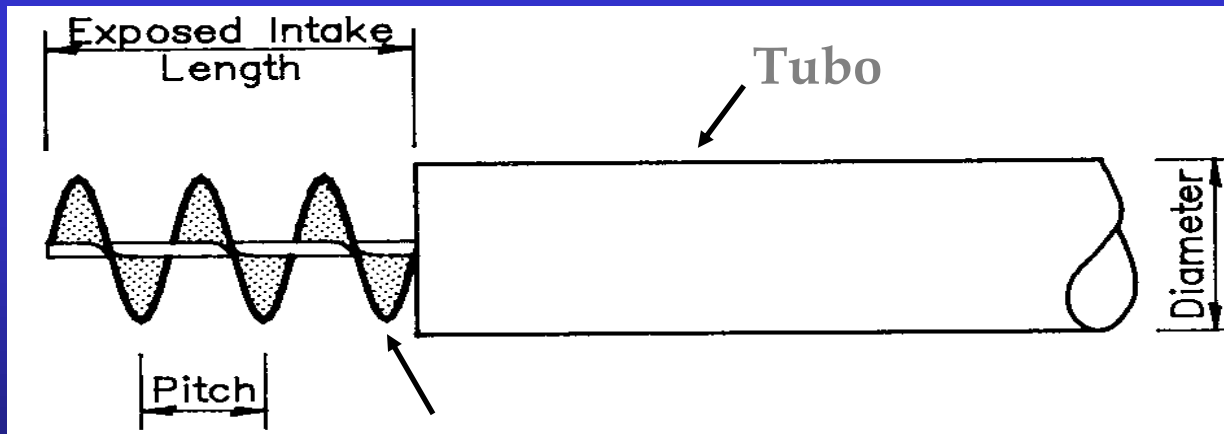
## **2- CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS DE ALMACENAJE EN LA PLANTA**

- **Utilizar acorde a las especificaciones (tamaño)**
- **Mantener lo más limpio posible (interior y exterior)**
- **Monitorear condiciones estructurales (goteras, aperturas, etc)**
- **Dar buen mantenimiento a equipos auxiliares de manejo de granos (tornillos sin fin, bandas, elevadores)**



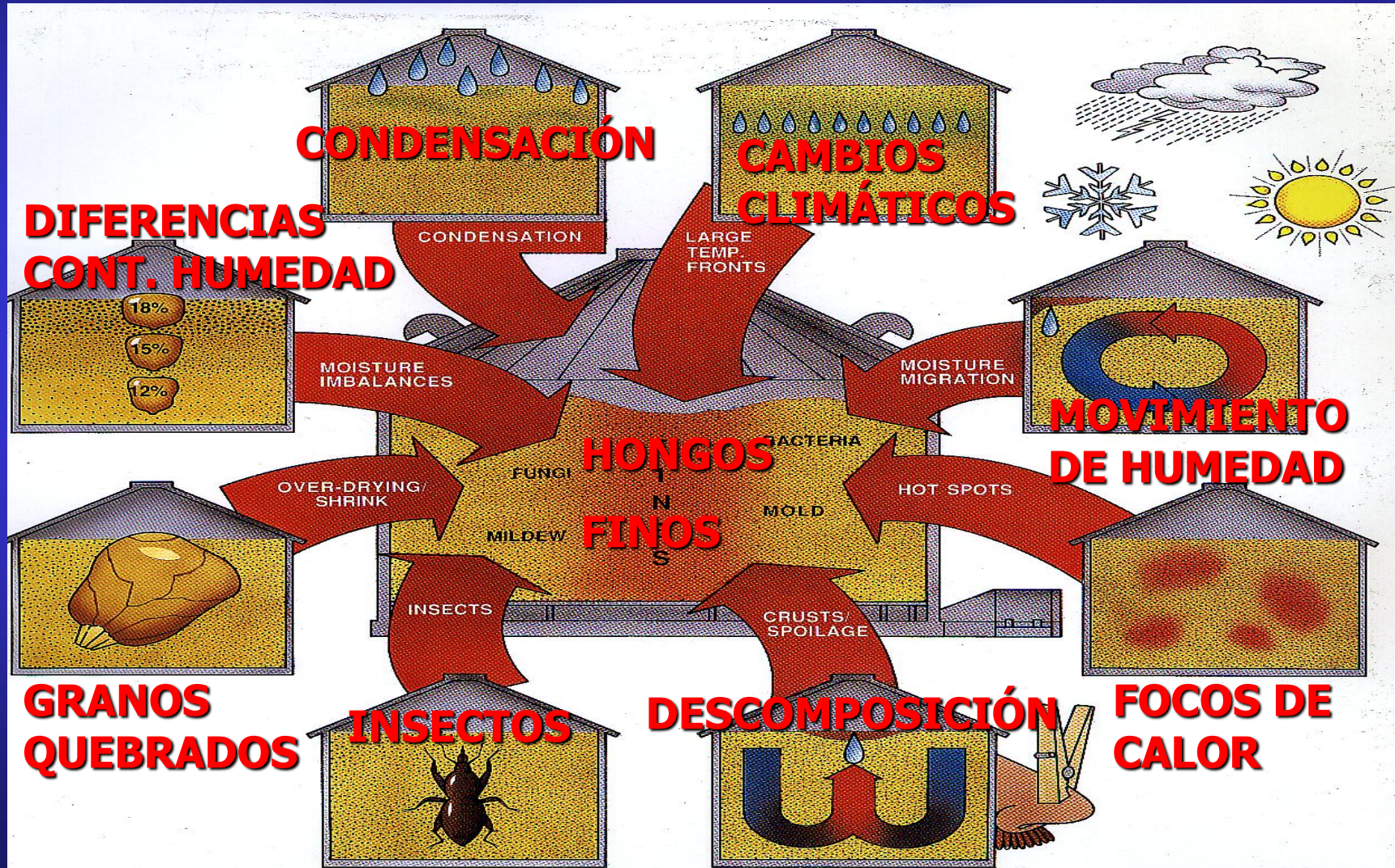
**Evitar acumulación  
de producto viejo**

# TORNILLOS SIN FIN



**A la del tornillo mínima distancia para no dañar grano**

# 3- FACTORES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO DE GRANOS



# QUE SOLUCIÓN?

La aplicación de **aireación** a los granos como parte de un programa de mantenimiento de calidad como **SLAM**, ayuda a evitar varios de estos factores que afectan la calidad del grano durante su almacenamiento!

- Condensación
- Cambios climáticos
- Presencia de insectos
- Desarrollo de hongos
- Focos de calentamiento

# A- CONDENSACIÓN

## CAUSA:

- Cambios climáticos: Efecto del día (altas temperaturas, humedad relativa más baja) y efecto de la noche (temperaturas más bajas y humedad relativa más alta)
- Migración interna de humedad o de calor

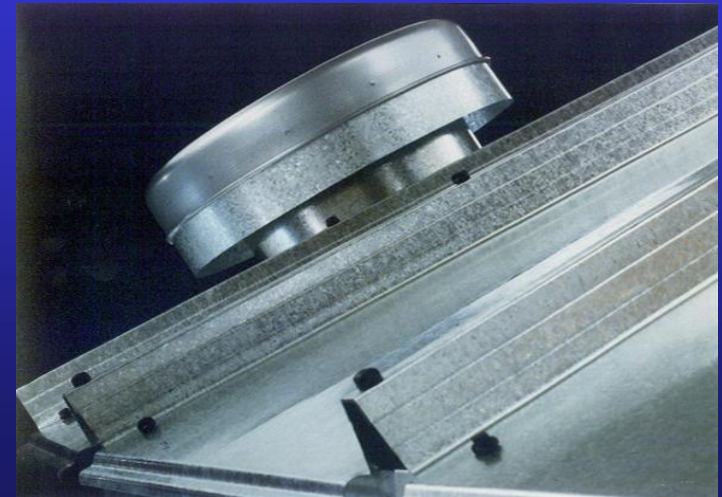
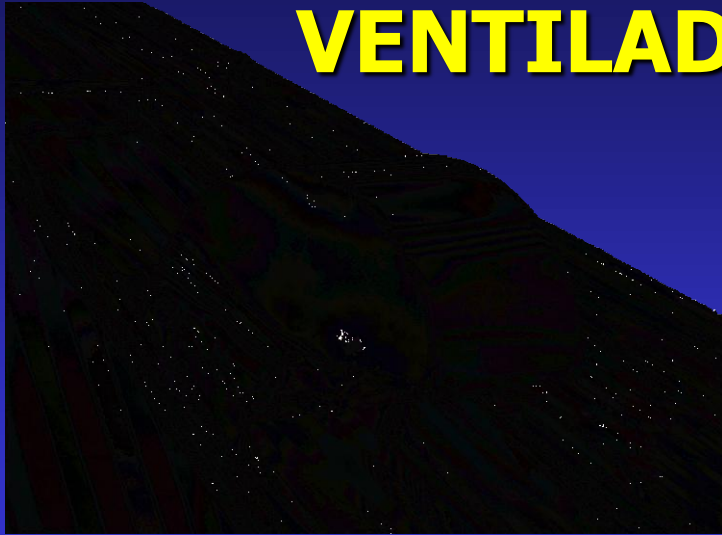


# A- CONDENSACIÓN

## SOLUCIÓN:

- No almacenar materias primas (polvo o granos) que tengan diferentes contenidos de humedad
- Mantener la humedad y calor uniforme mediante: **AIREACIÓN**
- Quitar el calor o humedad relativa acumulada en los silos mediante: **VENTILADORES DE TECHO**

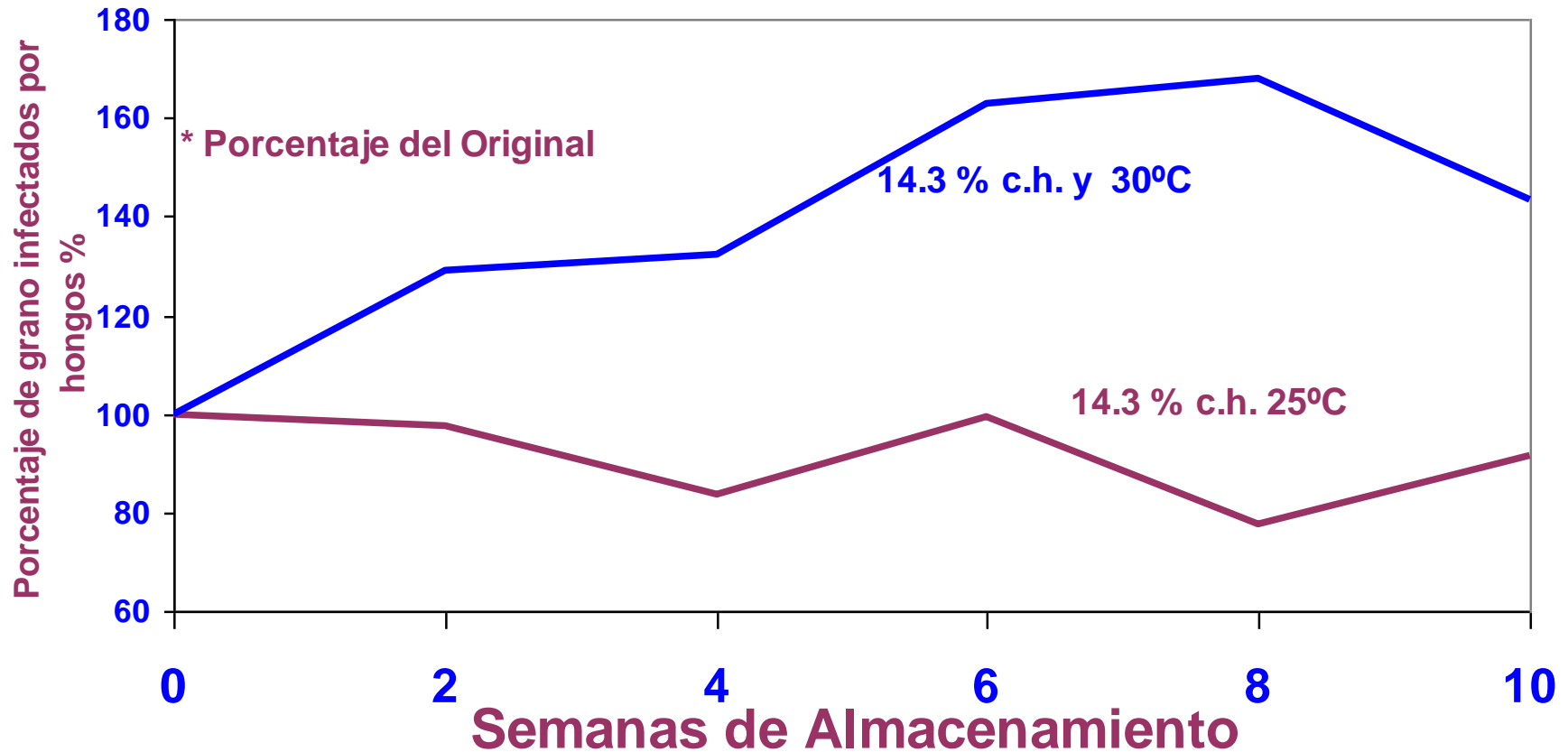
# CONDENSACIÓN SE ELIMINA CON VENTILADORES DE TECHO



# B- 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 con *aireación* y evitar contacto de materias primas con humedad (crecimiento óptimo 28°C y 65% HR)**
- **Pueden producir micotoxinas**

# Efecto de la Temperatura del Grano con el Grado de Deterioramiento



**Fuente: Dr. Carl Reed**

# B- PRESENCIA DE INSECTOS\*

- **Se pueden evitar!**
- **Producen pérdida de materia prima (al alimentarse), descomposición y malos olores en las materias primas**
- **Para reducir su crecimiento hay que mantener la temperatura donde se almacena lo más baja posible con *aireación*, mantener la estructura de almacenaje lo más cerrada posible (sellar)**
- **Se pueden erradicar mediante programas de control de plagas y con fumigación**

# Efecto de la Temperatura Ambiental en los Insectos

(Fuente: Fields 1992)

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

# COMO MANTENER LA CALIDAD DEL GRANO EN CLIMAS TROPICALES?

- **Herramientas Preventivas y de Control de Plagas**

- Prácticas para el Buen Manejo **(S.L.A.M.)**
- Programa Integral de Manejo de Plagas\* **(I.P.M.)**
- Rotación de Inventarios\*
- Exclusión Física\* **(sellado)**
- Fumigación\*
- Inhibidores de Hongos\*

# ***S.L.A.M.***

## **Manejo de la Calidad de Granos**

- ***S*anidad\***
- ***L*lenado del silo**
- ***A*ireación**
- ***M*onitoreo\***

# ***S.L.A.M.* Paso 1: Sanidad\***

- **Sistemas de carga y descarga**
- **Vehículos de acarreo**
- **Estructuras de almacenaje**
  - Interior y exterior
- **Prevención de plagas**
  - *"Sanidad es control de plagas!"*
  - Protección residual

# ***S.L.A.M.* Paso 2:**

## **Llenado de silo**

- **Zarandeo/Prelimpiado**
- **Descarga de la Columna Central**
  - Simple vs. múltiples extracciones
- **Nivelado**
  - Distribución - emparejado
- **Sellado**
  - Ventiladores, goteras, rajaduras

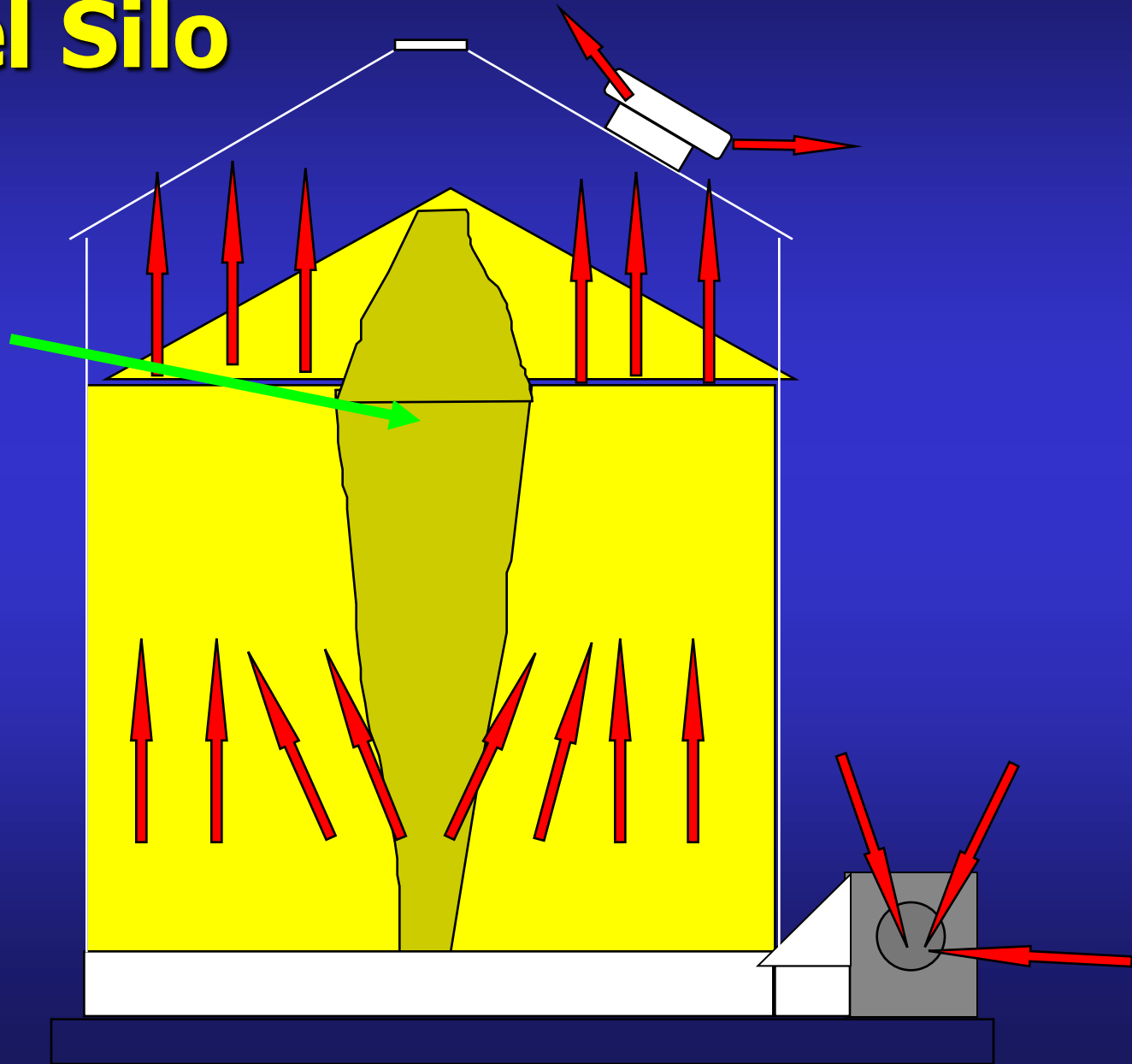
# PRESENCIA DE GRANO QUEBRADO O FINOS

- Produce una mala distribución del aire durante la aireación (ventilación)
- Alimentación de insectos es más fácil
- Hongos crecen más rápido
- Concentración de micotoxinas

**RECOMENDACION:** Prelimpiado antes de almacenar

# Descarga de la Columna Central del Silo

- **Extracción de finos del centro**
  - Materiales externos (ME)
  - Granos rotos
  - Semillas de malezas (malas hierbas)

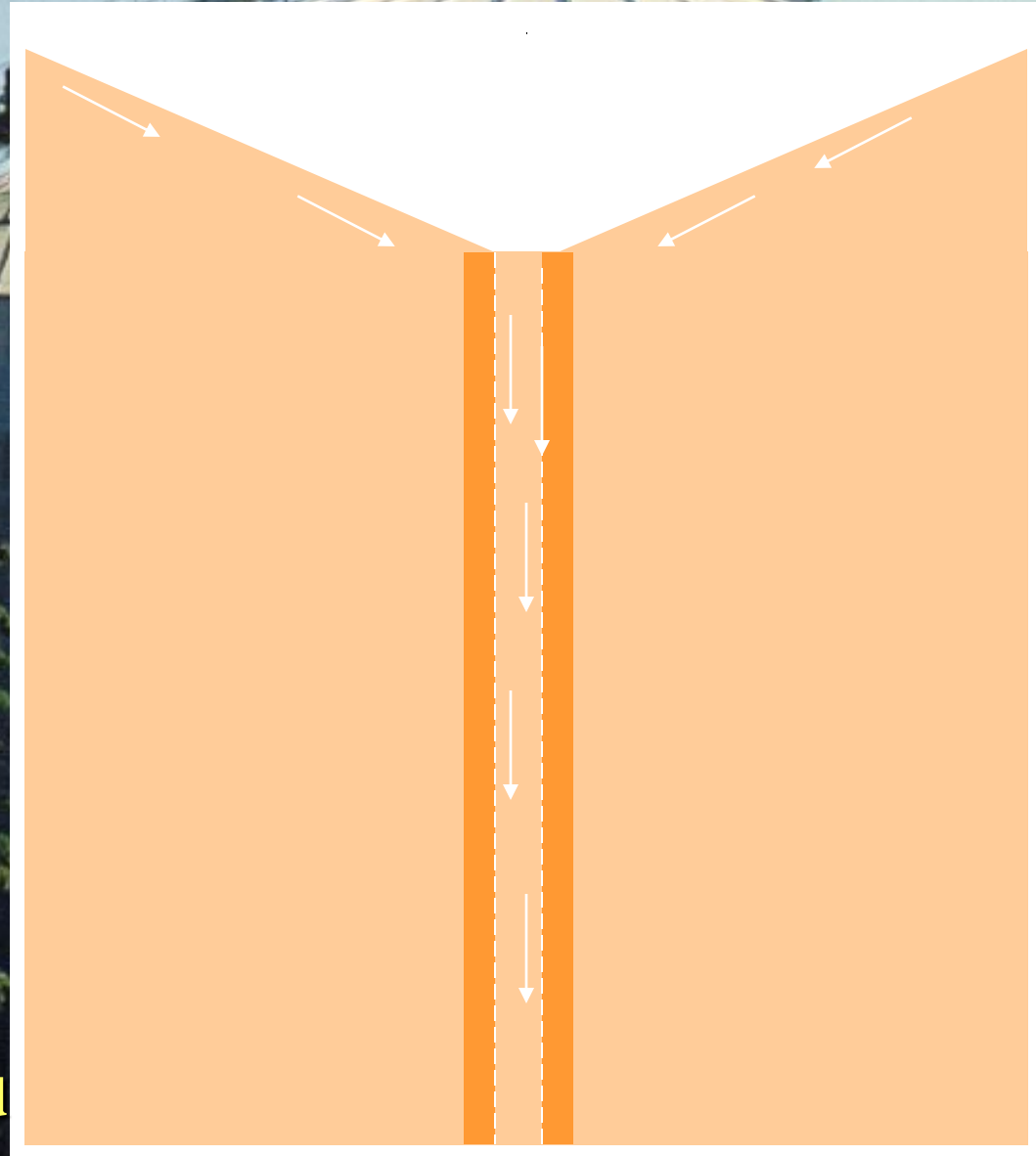


# Descarga Columna Central



Fuente: Dr. Carl Reed

# Descarga Columna Central



Fuente: Dr. Carl Reed

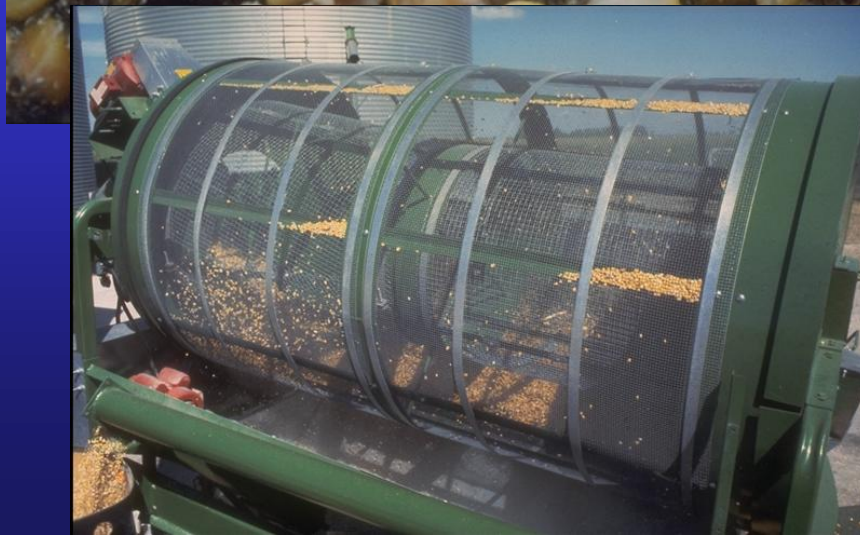
# Pre- limpiado



**Prelimpieza  
por Gravedad**



**Prelimpieza  
con aspiración**

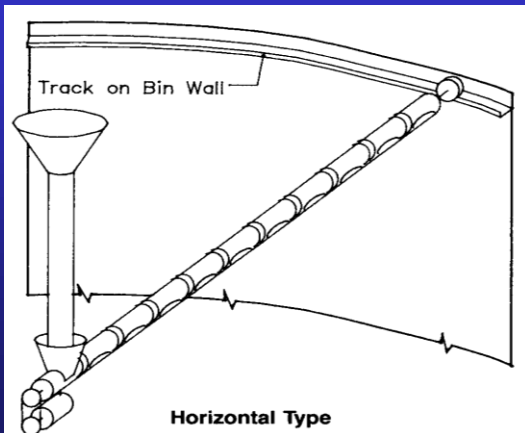
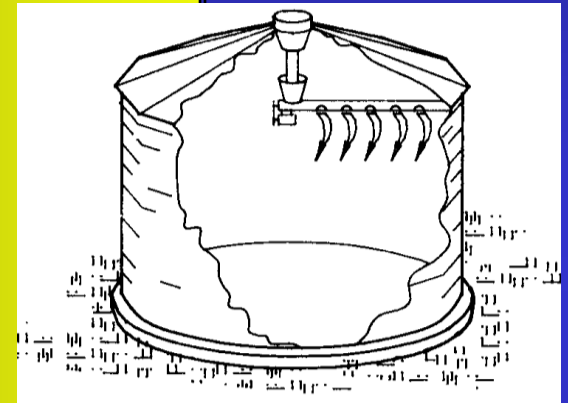
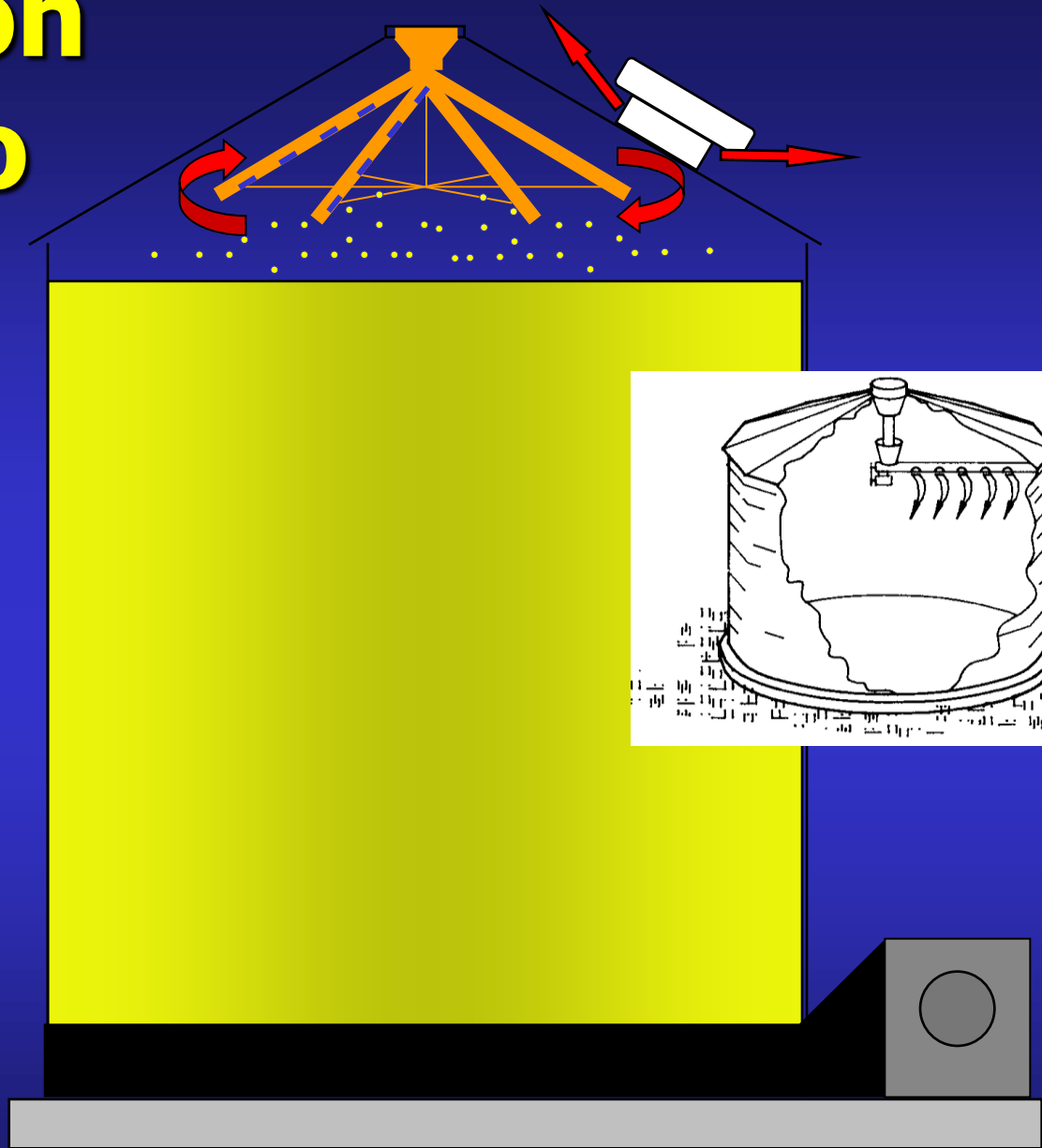


**Prelimpieza  
Rotativa**

# Distribución y Nivelado

## Distribución de finos

- Gravedad
- Menor separacion por densidad



# S.L.A.M. Paso 3: Aireación

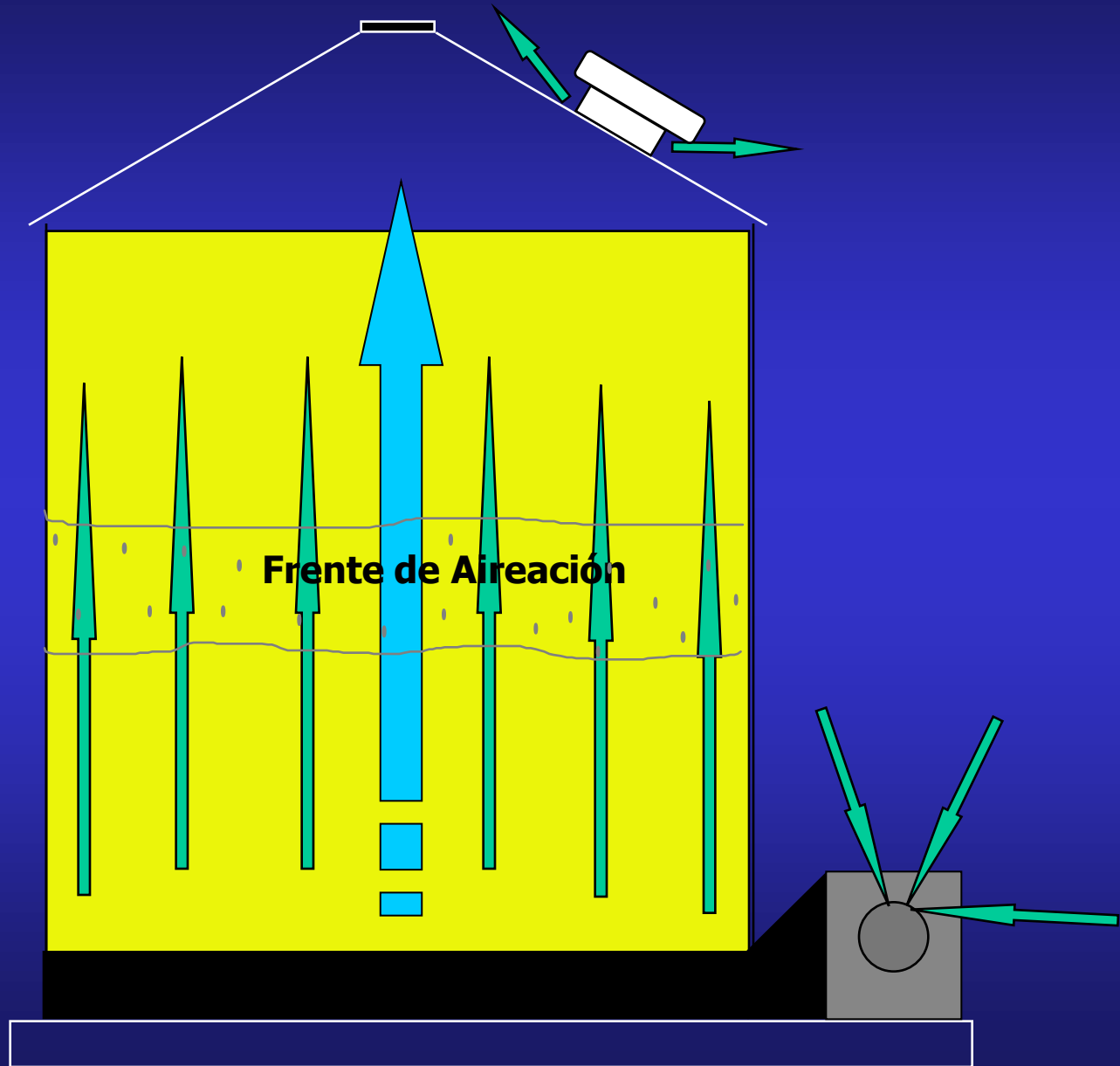


# OBJETIVOS DE LA AIREACIÓN

- A. Mantener temperaturas uniformes para evitar: acumulación de humedad *condensación* dentro del silo
- B. Mantener la temperatura del grano al mínimo posible para reducir ciclo de actividad de los *insectos* y *hongos*
- C. Nivelar el contenido de humedad dentro de un silo

# QUE ES AIREACIÓN?

- Mover el *frente de aire* a través de la masa de granos lo más rápido posible!

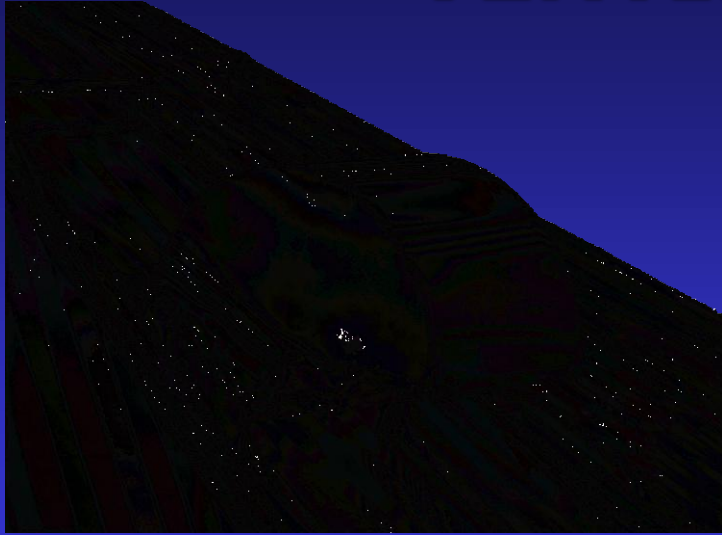


# Efecto de la Temperatura Ambiental en los Insectos

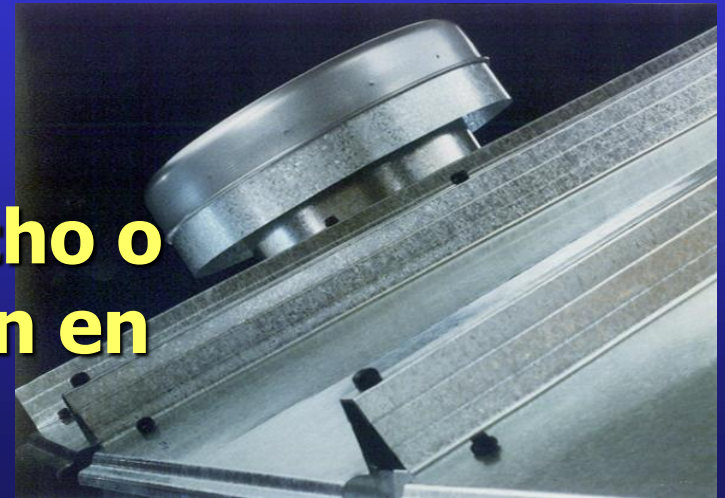
(Fuente: Fields 1992)

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

# VENTILACIÓN DE TECHO



**Ventiladores para techo o salidas de aire ayudan en aireación**



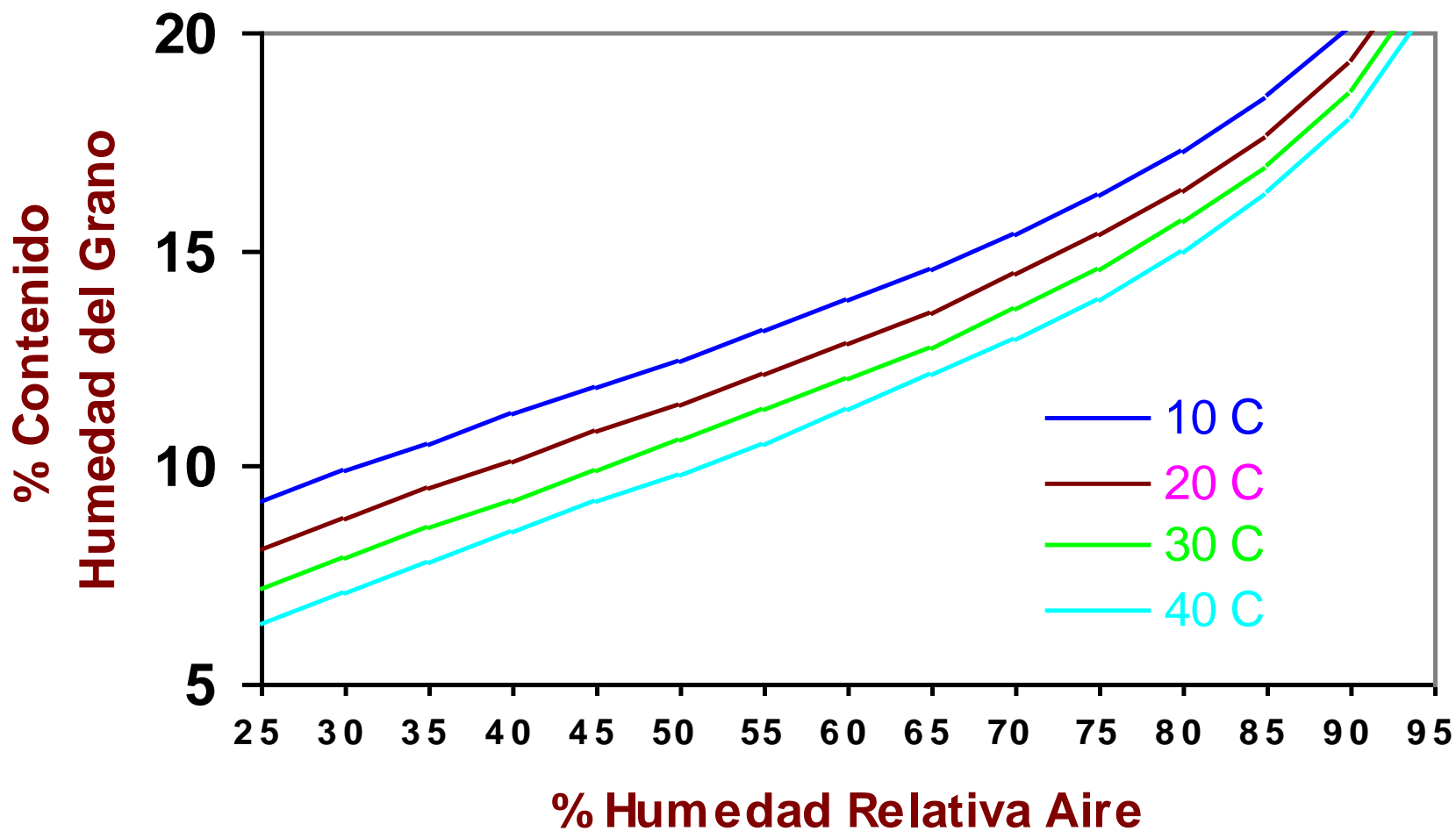
# **FACTORES QUE AFECTAN AIREACIÓN**

- 1. Cantidad de finos y material extraño en los granos**
- 2. Nivel del grano dentro del silo (cono o nivelado)**
- 3. Condiciones climáticas**

# **FACTORES CLIMÁTICOS QUE AFECTAN AIREACIÓN**

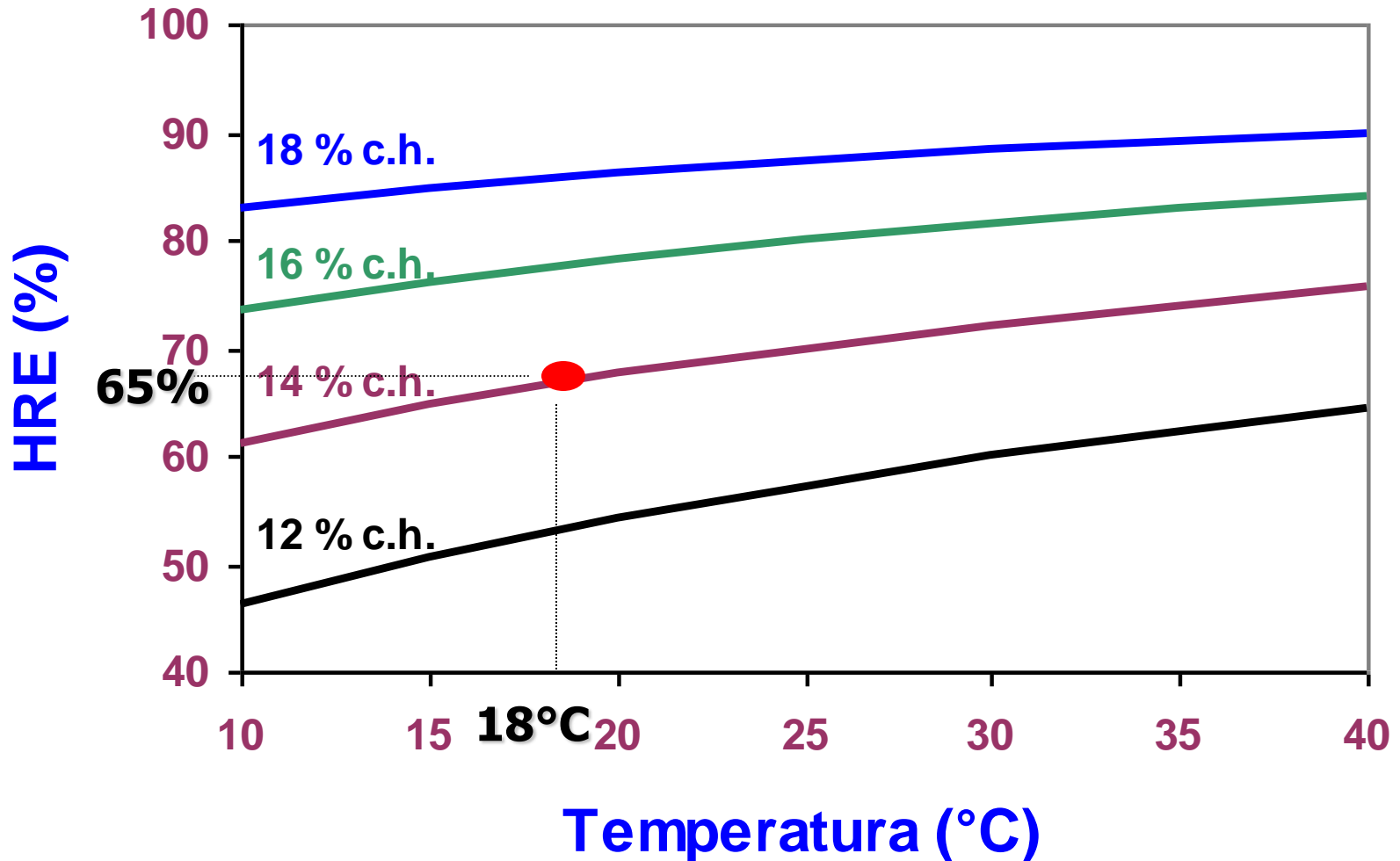
- **Los granos y materias primas son materiales biológicos que contienen agua interna (contenido de humedad), el cual se va a equilibrar con el contenido de humedad del aire (humedad relativa) dependiendo a la temperatura ambiental**
- **Condiciones climáticas nos van a determinar si hacemos aireación o no**

# Contenido de Humedad en Equilibrio



Fuente: Dr. Carl Reed

# Contenido de Humedad Relativa en Equilibrio



Fuente: Dr. Carl Reed

# Condición en Equilibrio Maíz con 14 % c.h.

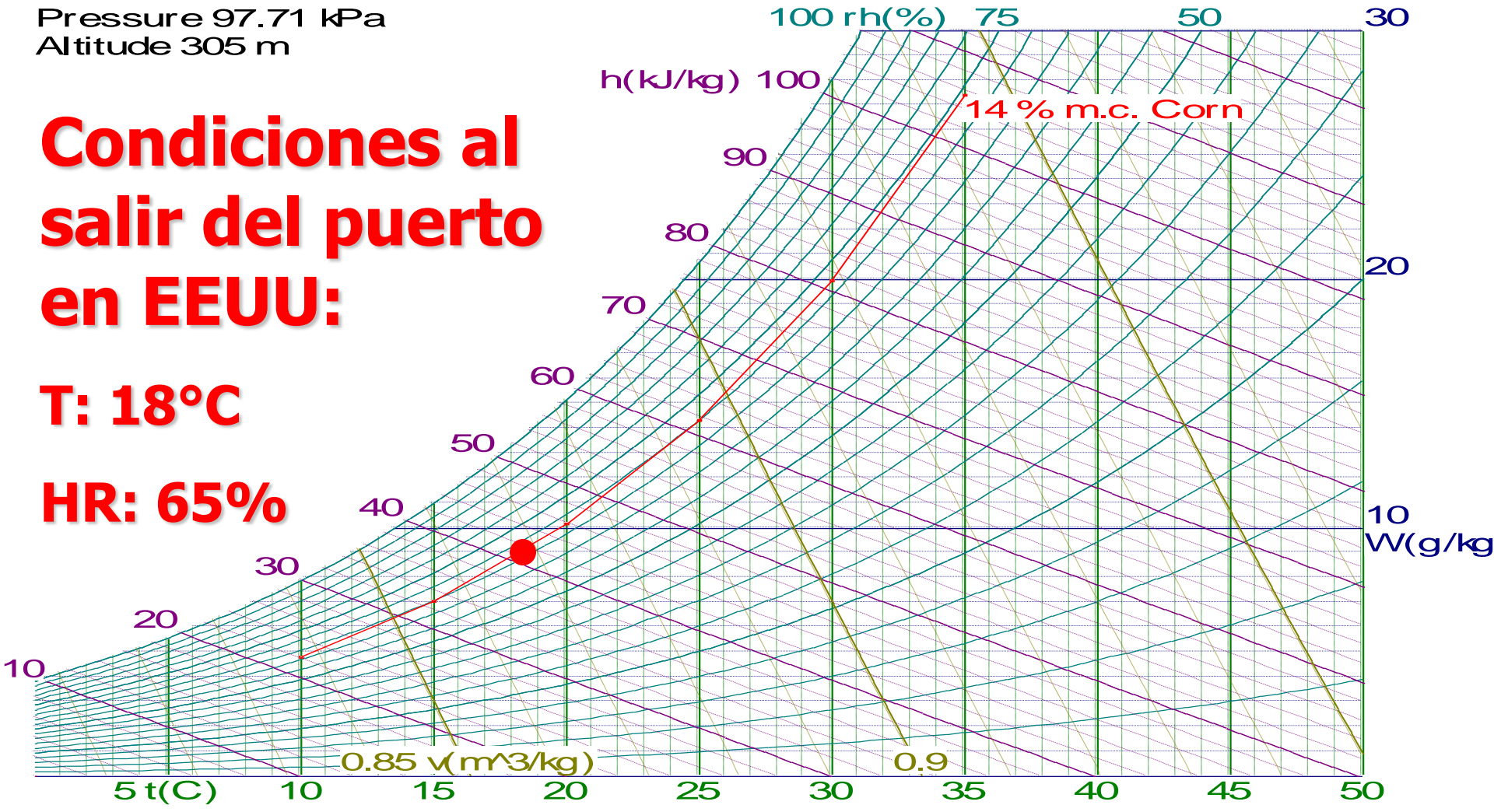
Razón de  
Humedad

Pressure 97.71 kPa  
Altitude 305 m

Condiciones al  
salir del puerto  
en EEUU:

T: 18°C

HR: 65%



Temperatura del Aire (°C)

# Condición en Equilibrio Maíz con 14 % c.h.

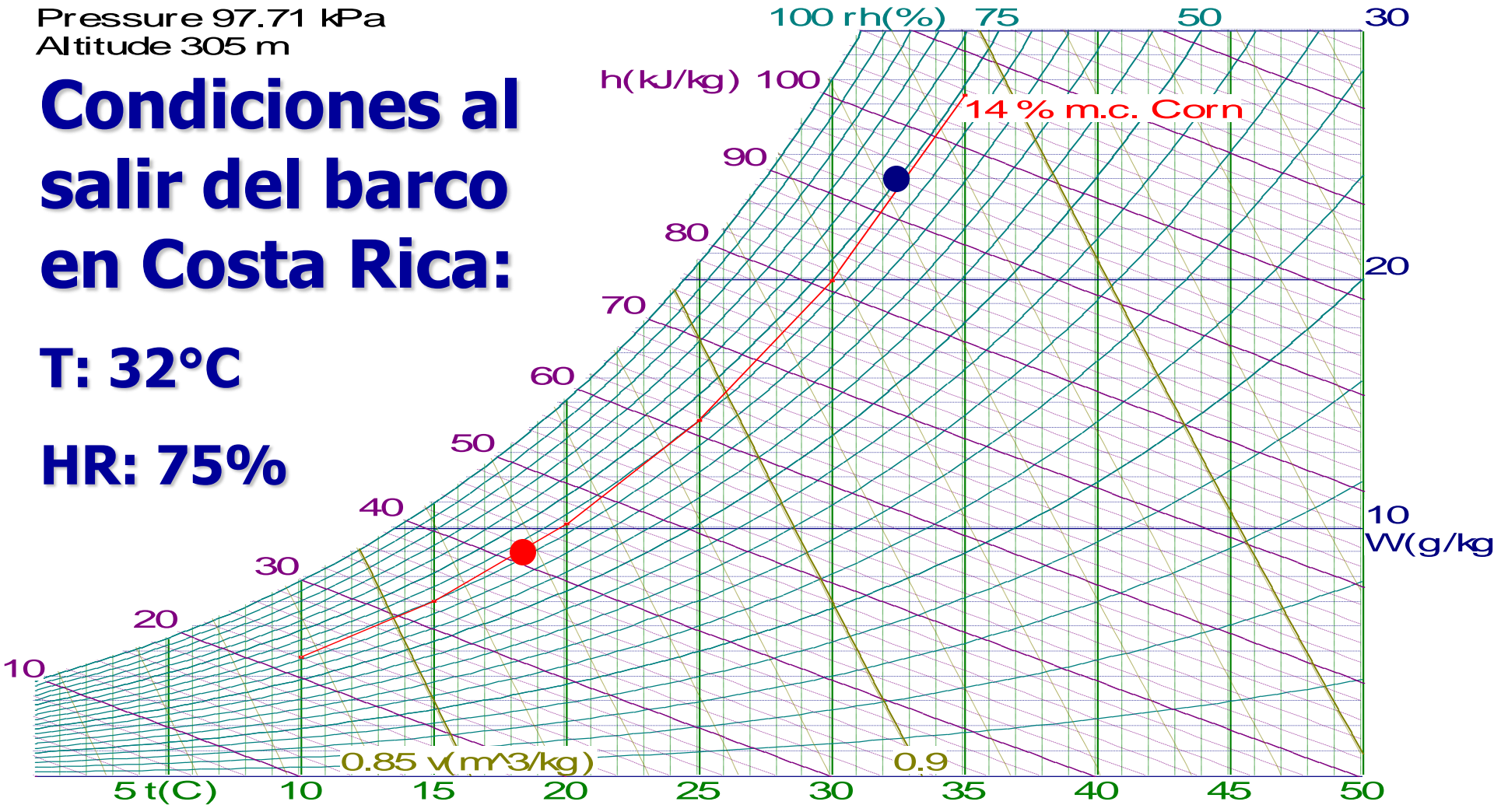
Razón de  
Humedad

Pressure 97.71 kPa  
Altitude 305 m

Condiciones al  
salir del barco  
en Costa Rica:

T: 32°C

HR: 75%



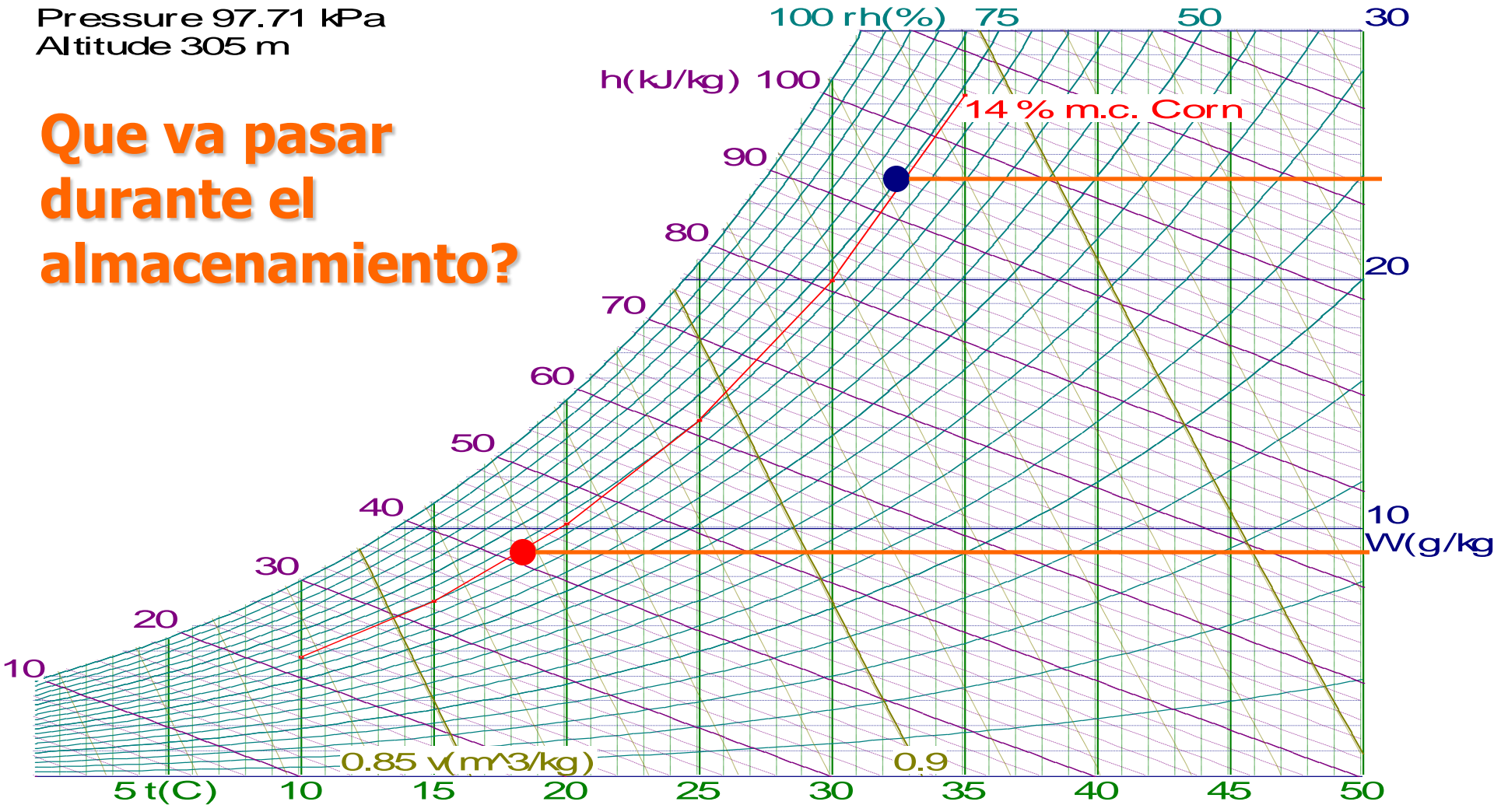
Temperatura del Aire (°C)

# Condición en Equilibrio Maíz con 14 % c.h.

Razón de  
Humedad

Pressure 97.71 kPa  
Altitude 305 m

Que va pasar  
durante el  
almacenamiento?



Temperatura del Aire (°C)

# Condición en Equilibrio Maíz con 14 % c.h.

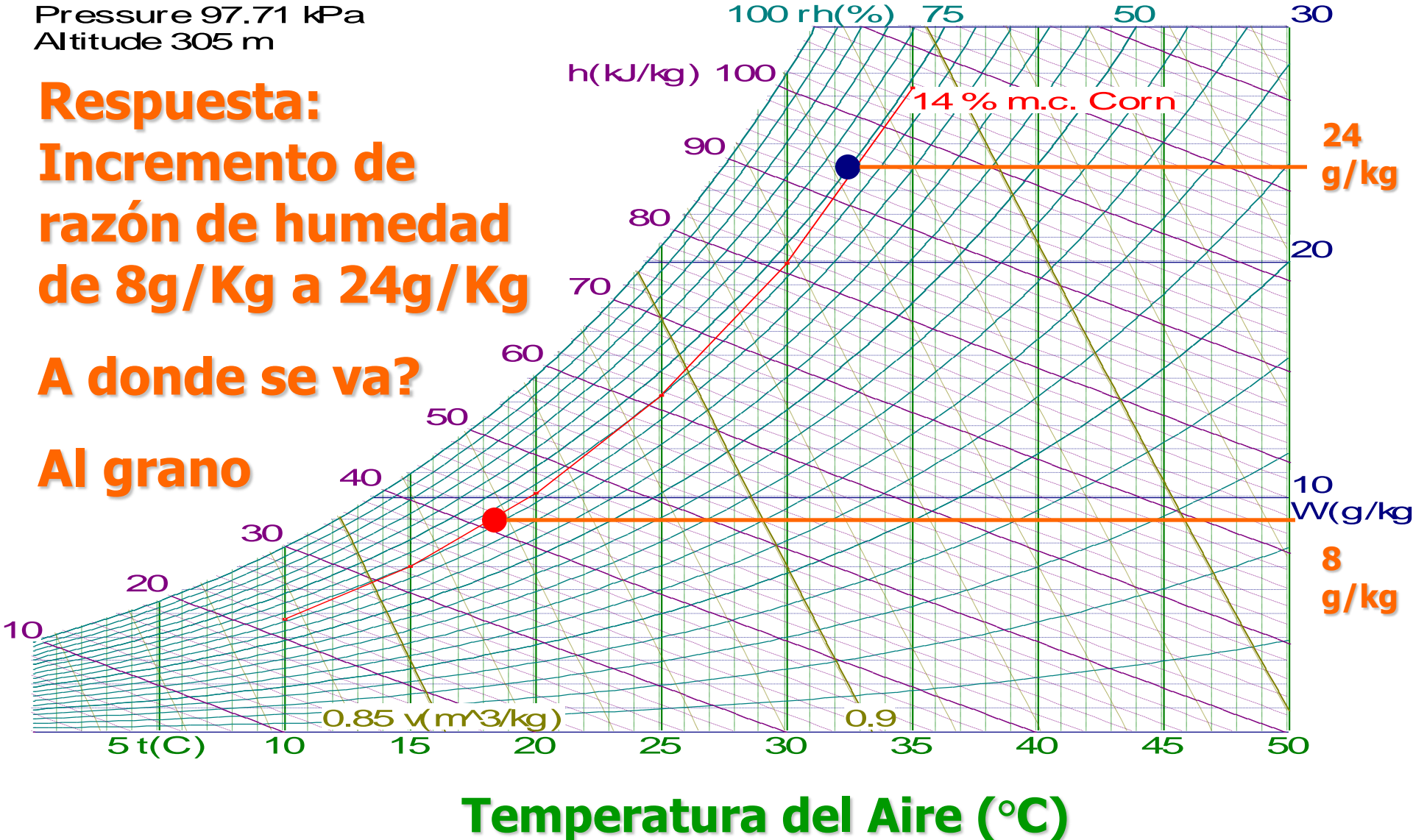
Razón de  
Humedad

Pressure 97.71 kPa  
Altitude 305 m

**Respuesta:**  
**Incremento de**  
**razón de humedad**  
**de 8g/Kg a 24g/Kg**

**A donde se va?**

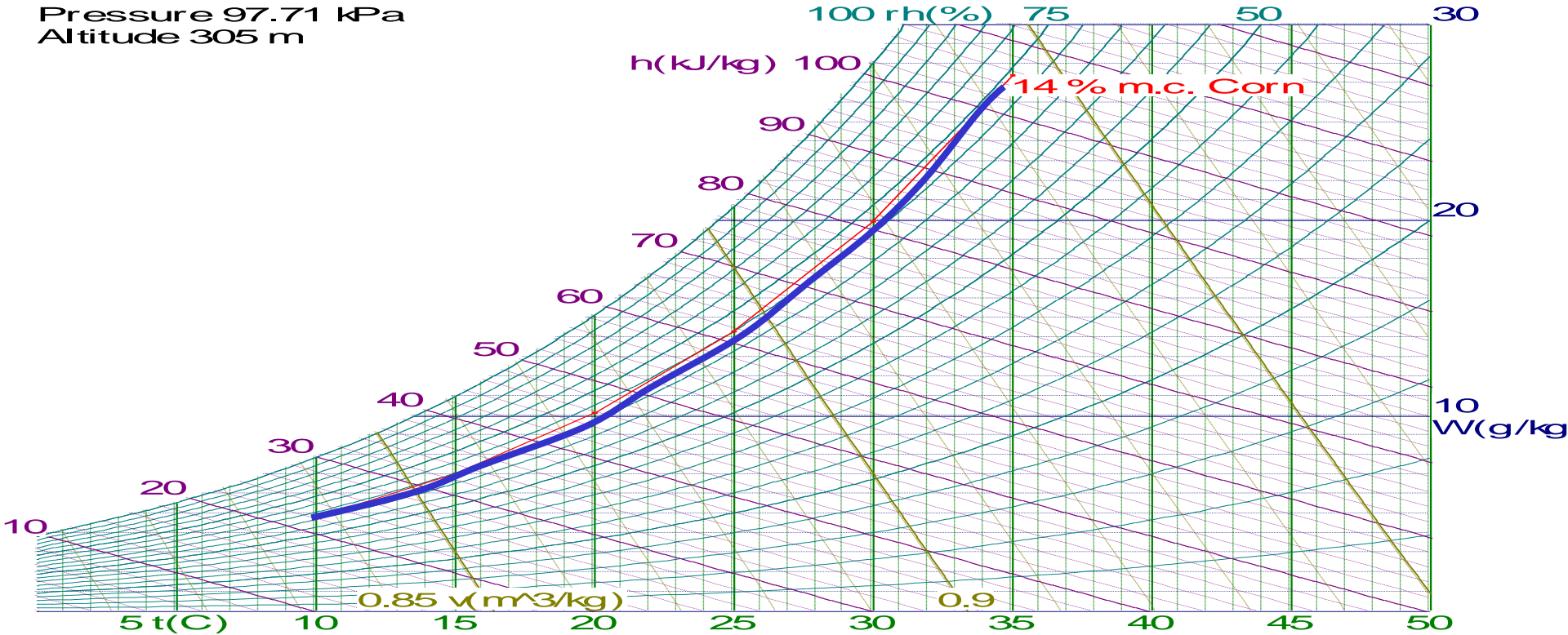
**Al grano**



# Condición en Equilibrio Maíz con 14 % c.h.

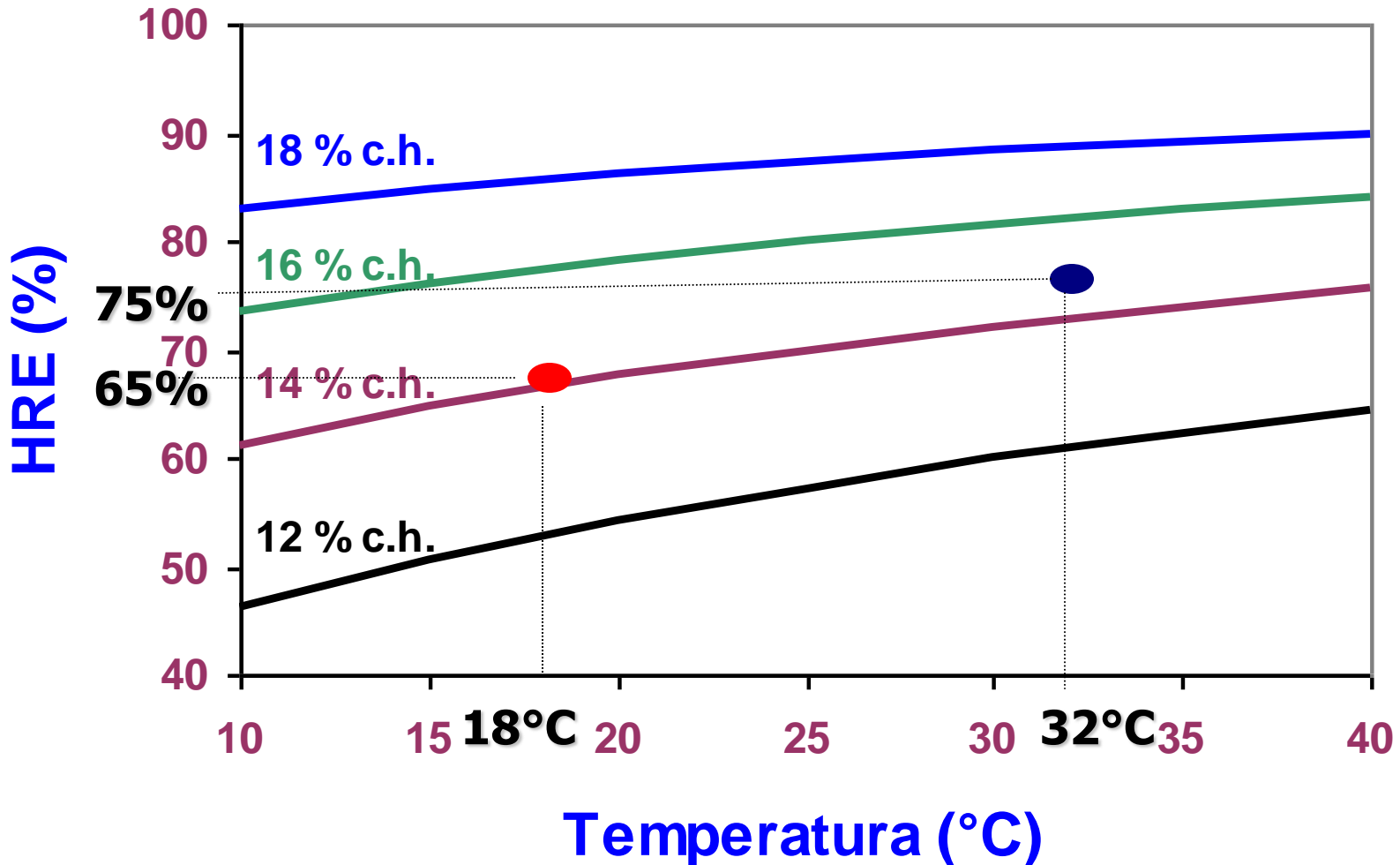
Razón de  
Humedad

Pressure 97.71 kPa  
Altitude 305 m



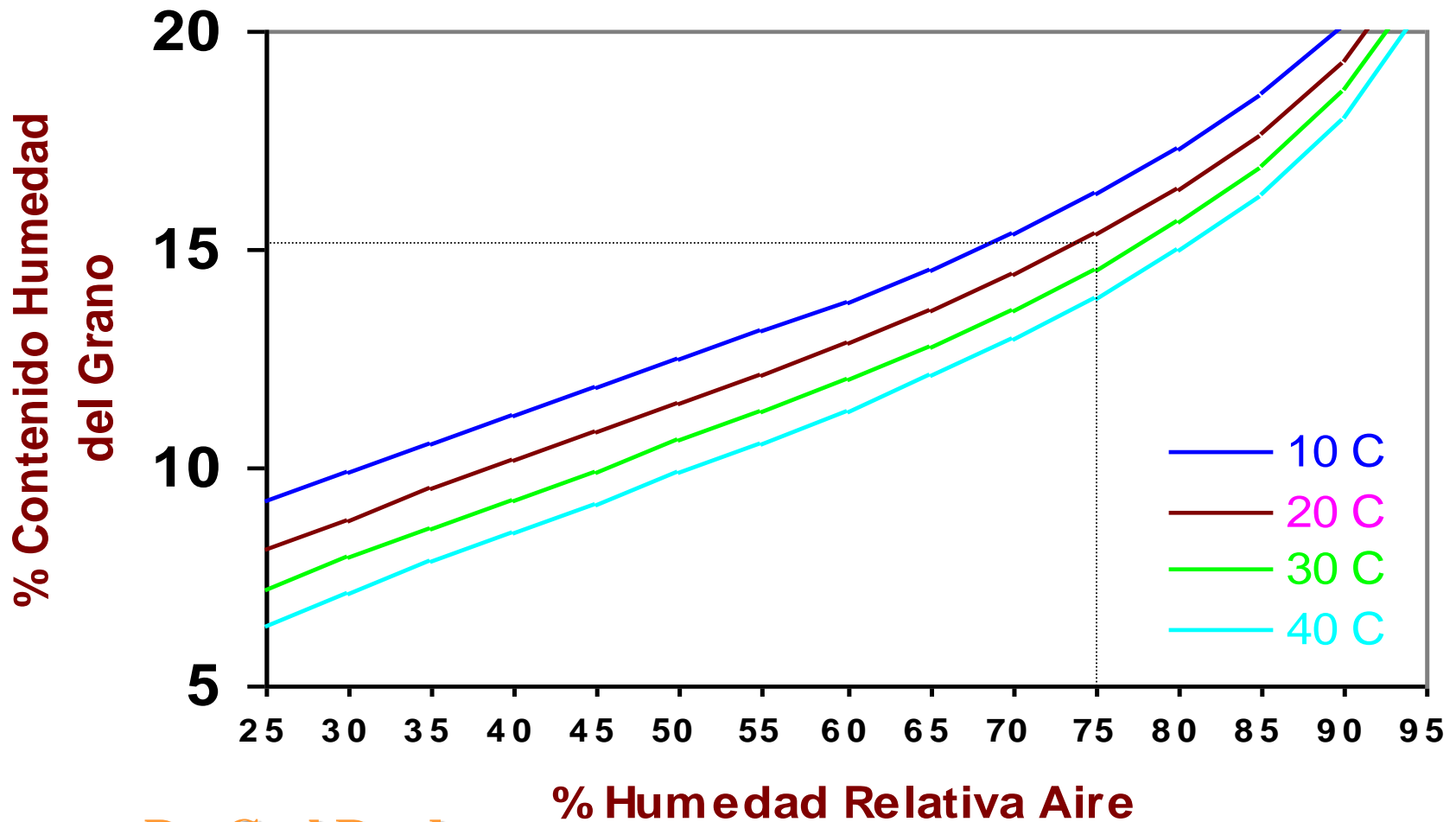
Temperatura del Aire (°C)

# Contenido de Humedad Relativa en Equilibrio en Equilibrio



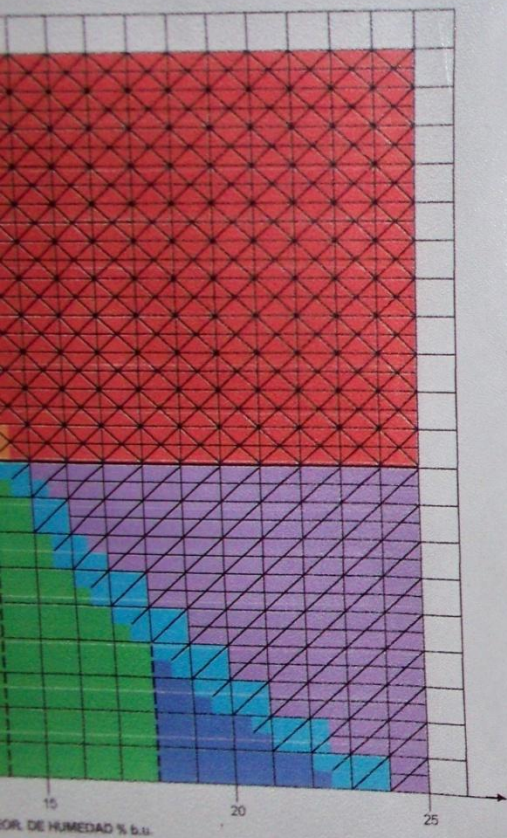
Fuente: Dr. Carl Reed

# Contenido de Humedad en Equilibrio



Fuente: Dr. Carl Reed

# VARIACIÓN DE CEREALES

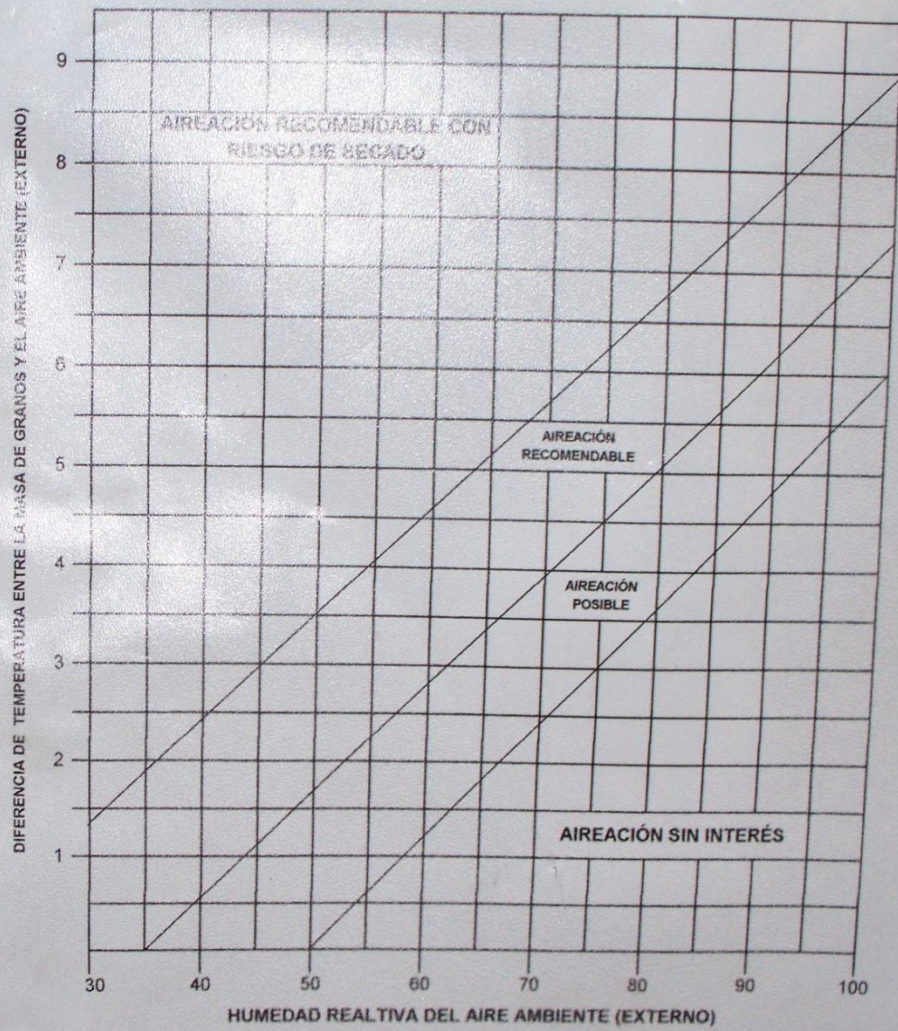


- ZONA BUENA PARA CONSERVACION
- INTERFASE GRANO SECO-HUMEDO
- GRANO HUMEDO
- INSECTOS
- GERMINACION
- INSECTOS Y GERMINACION
- FUNGOS Y GERMINACION
- INSECTOS, FUNGOS Y GERMINACION

2653  
MADE IN GERMANY

DURABLE

# DIAGRAMA DEL AIREACIÓN



### CUANDO AIREAR:

Airear cuando se comprueba una de las siguientes condiciones:

- \* La diferencia de temperatura alcanza los 6°C entre puntos diferentes de la masa de granos.
- \* La diferencia de temperatura alcanza los 6°C entre el promedio de las temperaturas de los granos y la temperatura ambiente.

Fuente: Dr. Carl Reed

Elaboración  
Gilberto  
Fecha: 25

# CUANDO APLICAR AIREACIÓN EN EL TROPICO?

## Características Climáticas:

**DÍA:** Elevada temperatura

→ *No adecuado para aireación*

Baja HR%

→ *Posible sobresecado puede ocasionar que se baje el contenido de humedad del grano*

**NOCHE:** Baja temperatura

→ *Adecuado para aireación*

Alta HR%

→ *Re-humedecimiento*

*Incrementa contenido de humedad del grano*

# **CUANDO APLICAR AIREACIÓN EN EL TROPICO?**

## **CUANDO?**

- **Temprano en la mañana**
- **Temprano en la noche**
- **Solo cuando la diferencia de temperatura entre el grano sea 5 °C menor con la temperatura ambiental**

## **CONSIDERACIONES:**

- **Si grano tiene temperatura alrededor de 20 °C  
NO AIREAR (Evitar subir temperatura del grano para evitar desarrollo de insectos y hongos)**

# APLICACIONES DE AIREACIÓN

Al monitorear la temperatura del grano, se encuentra que hay un incremento de temperatura fuera de lo normal

Qué está pasando?

Concentración de insectos o desarrollo de hongos

Qué hacer?

- Utilizar el grano lo más rápido posible y si no se puede entonces **AIREAR** hasta que se solucione el problema de temperatura

| Fecha    | Temperatura de cada uno de los 16 sensores (° Fahrenheit) |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |     |    |    |    |        |
|----------|---|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|--------|
|          | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7   | 8   | 9  | 10 | 11 | 12  | 13 | 14 | 15 | 16     |
|          | Fondo   |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |     |    |    |    | Arriba |
| 26/06/03 | 87  | 84 | 80 | 78 | 76 | 74 | 71  | 69  | 68 | 67 | 67 | 64  | 61 | 60 | 61 | 68     |
| 30/06/03 | 89  | 89 | 90 | 90 | 88 | 83 | 79  | 76  | 73 | 69 | 68 | 68  | 67 | 63 | 61 | 69     |
| 07/07/03 | 86  | 88 | 90 | 93 | 99 | 89 | 87  | 79  | 75 | 71 | 69 | 68  | 65 | 62 | 60 | 81     |
| 14/07/03 | 82  | 84 | 86 | 90 | 93 | 97 | 102 | 101 | 96 | 86 | 76 | 71  | 70 | 70 | 81 | 81     |
| 25/07/03 | 72  | 73 | 74 | 77 | 78 | 81 | 83  | 84  | 82 | 84 | 88 | 90  | 87 | 84 | 81 | 82     |
| 04/08/03 | 79  | 79 | 78 | 79 | 82 | 84 | 88  | 88  | 86 | 87 | 90 | 102 | 79 | 79 | 79 | 79     |
| 11/08/03 | 81  | 79 | 79 | 79 | 80 | 83 | 86  | 93  | 91 | 88 | 93 | 103 | 84 | 83 | 82 | 82     |

# APLICACIONES DE AIREACIÓN

**Si se encuentra acumulación de hongos en las paredes del silo por cambio de temperatura**

**Qué hacer?**

**Airear 2 a 3 horas por la noche para que no se siga desarrollando los hongos solo cuando temperatura ambiental sea 5°C más baja que la del grano**



# Diferencias de Humedades

Si hay diferencia de contenido de humedad por capas de grano dentro del silo, al aplicar aireación, esta diferencia se va a reducir hasta llegar al punto que sea uniforme



Fuente: Dr. Carl Reed

# RECOMENDACIONES PARA AIREACIÓN EN EL TRÓPICO

## APLICAR AIREACIÓN SOLO SÍ:

- Se almacena grano por más de dos meses y temperatura del grano es más alta que la ambiental 3-5 °C más frío que el grano
- Se produzca un calentamiento en los granos de emergencia y no se puede utilizar el grano lo más rápido posible

**RECORDAR:** Si temperatura del grano es <20°C NO AIREAR! En los meses entre diciembre a mayo, el grano proveniente de EEUU viene con temperatura más bajas

# RECOMENDACIONES PARA AIREACIÓN EN EL TRÓPICO

- **Monitorear temperaturas constantemente dentro del silo**
- **NO AIREAR** si temperatura del grano es  $<20^{\circ}\text{C}$ . En los meses entre diciembre a mayo, el grano proveniente de EEUU viene con temperatura más bajas

# **RECOMENDACIONES PARA AIREACIÓN EN EL TRÓPICO**

- **Utilizar aireación cuando ocurra una emergencia, osea solo cuando hay calentamiento y este sigue fuera de control y se debe airear continuamente sin considerar las condiciones del aire ambiental**

# SI NO SE VA HACER LA AIREACIÓN:

**Sellar ventilador  
(abanico) cuando no  
se este utilizando  
para evitar que entre  
humedad, calor o  
pestes!**



# AERACIÓN EN BODEGAS PLANAS



# RESUMEN: COMO MANTENER LA CALIDAD DEL GRANO Y MATERIAS PRIMAS EN CLIMAS TROPICALES?

- Monitorear condiciones del granos al recibirlos
- Monitorear la temperatura de granos durante el almacenamiento
- Sacar columna central o finos en los silos
- Usar el grano que primero llego a la planta
- Aplicar aireación solo cuando sea necesario
- Controlar plagas con diferentes técnicas  
*IPM, SLAM, etc*

# ***S.L.A.M.* Paso 4: Monitoreo**

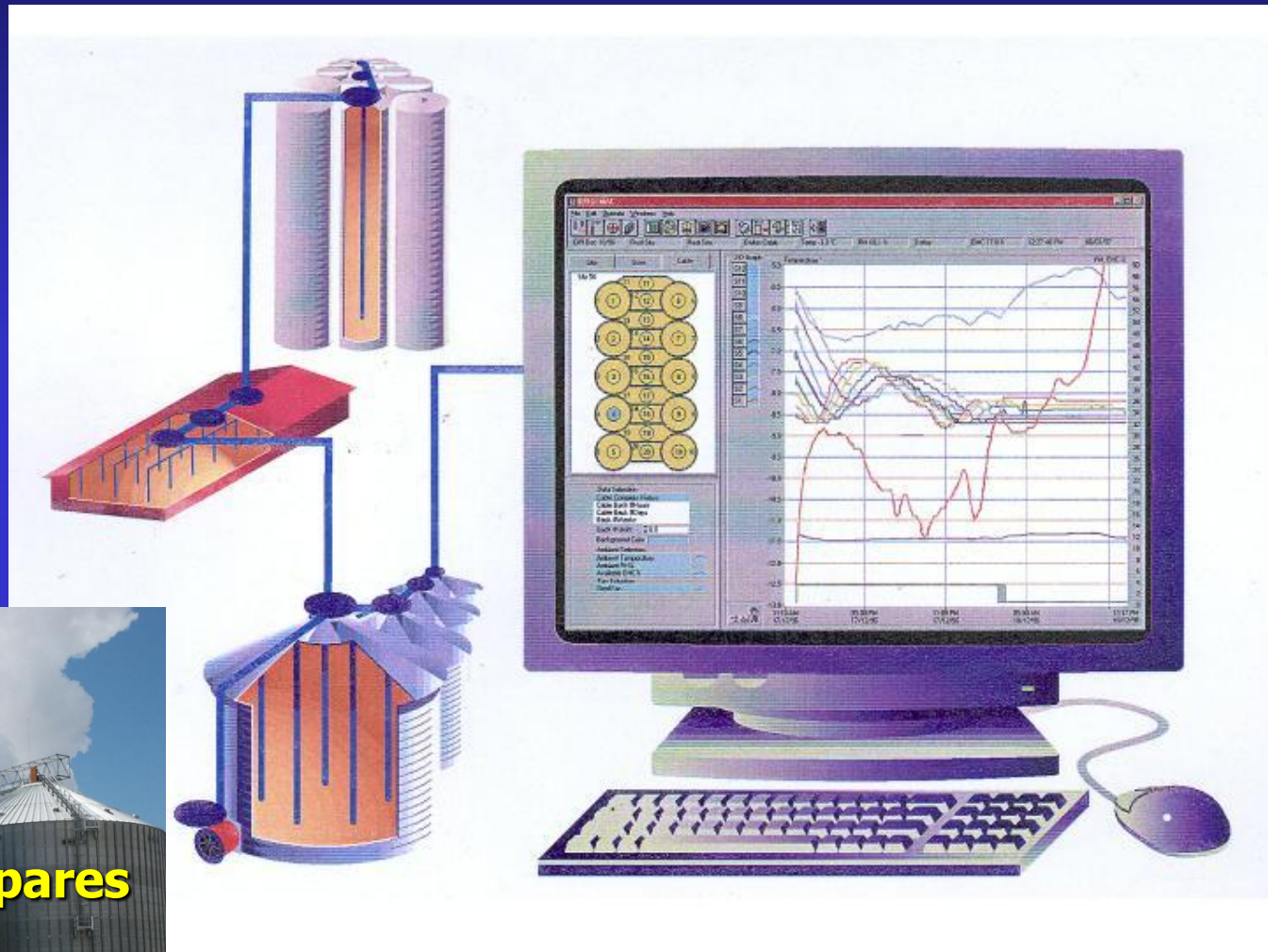
- **Temperatura**
- **Humedad**
- **Hongos**
- **Insectos**
  - **Presentes o ausentes (trampas)**
  - **Crecimiento de la población**
- **Roedores**
- **Nuevas tecnologías para monitoreo**

# **POR QUE MONITOREAR?**

**No se puede manejar el problema que no se conoce!**

- **Detección de problemas de deterioro de granos**
- **Detección de pestes**
- **Determinación de la dinámica de la población**
- **Evaluación de aplicación de pesticidas**

# MONITOREO DE TEMPERATURA

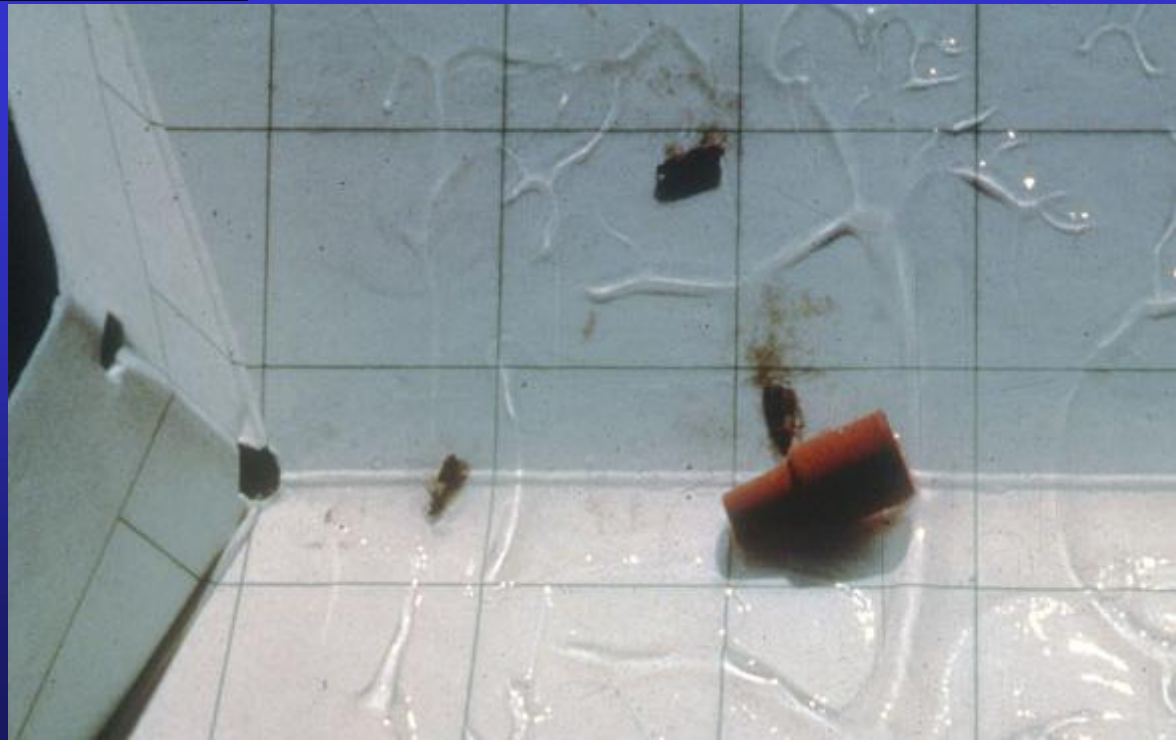


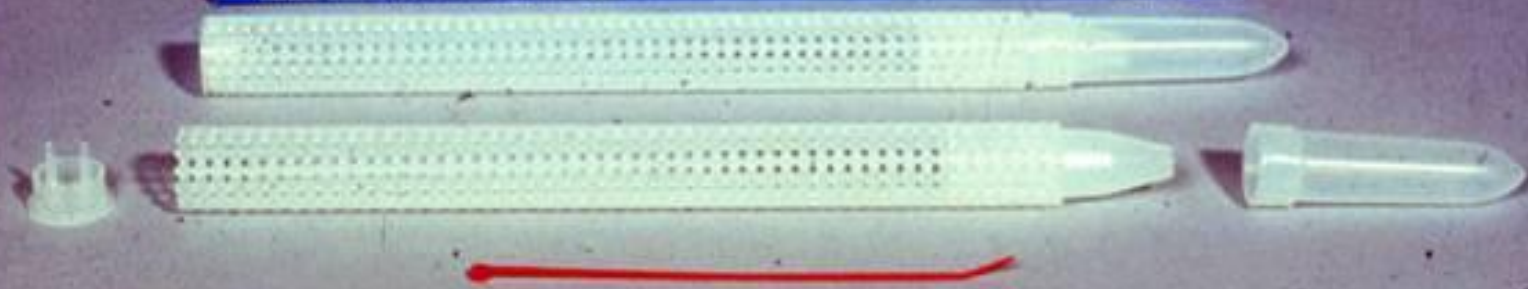
# Monitoreo de Insectos

Trampa de feromonas



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





**Trampas de caída  
de insectos**

**Monitorear cada  
semana**



# TRAMPAS PARA CONTROL Y MONITOREO DE ROEDORES



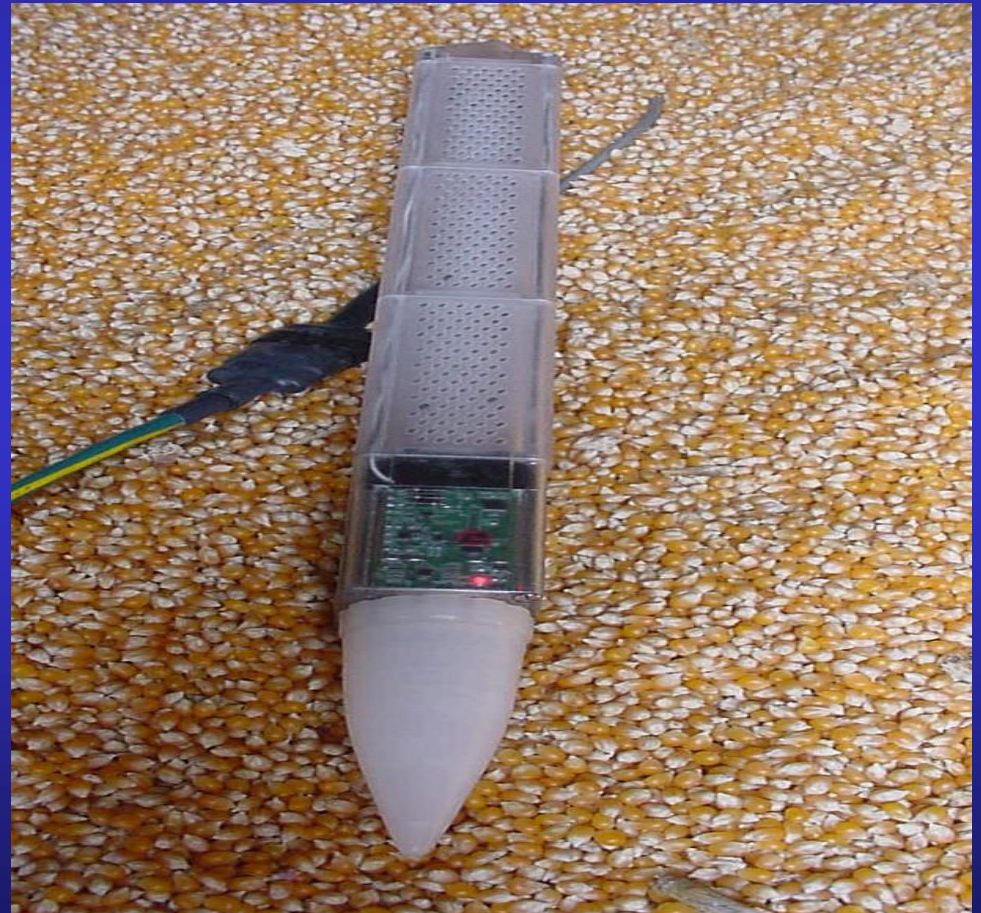
- Roedores se pueden meter en cualquier estructura
- Salen al amanecer o al anochecer
- Transmiten enfermedades
- Monitorear cada 2 semanas

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



# NUEVA TECNOLOGIA PARA MONITOREO DE INSECTOS

- **Identificación por especies y monitoreo real de insectos**

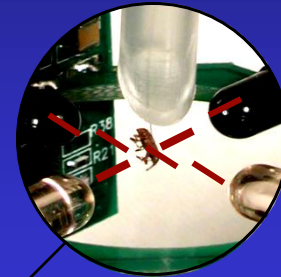


# Sistema de Detección con Tiempo Real de Insectos

Cuando el insecto pasa por el rayo infrarrojo, su tamaño es registrado.

Al mismo tiempo, la temperatura y el tiempo son registrados en la memoria del microprocesador.







Disponible por:  
[www.opisystems.com](http://www.opisystems.com)




Site Store Cable

Insector Screen

Species

|   |   |  |   |   |  |
|---|---|--|---|---|--|
| <br>1.4-1.9mm<br>Flat Grain Beetle<br>Count 25<br>Probability 0.63 | <br>1.5-2.5mm<br>Rusty Grain<br>Count 5<br>Probability 0.60 | <br>1.8-3.5mm<br>Sawtooth Beetle<br>Count 4<br>Probability 0.56 | <br>2.5-3.0mm<br>Lessor Grain Borer<br>Count 7<br>Probability 0.61 | <br>2.3-4.5mm<br>Red Flour Beetle<br>Count 2<br>Probability 0.65 | <br>2.5-4.0mm<br>Rice Weevil<br>Count 5<br>Probability 0.79 |
|---|---|--|---|---|--|

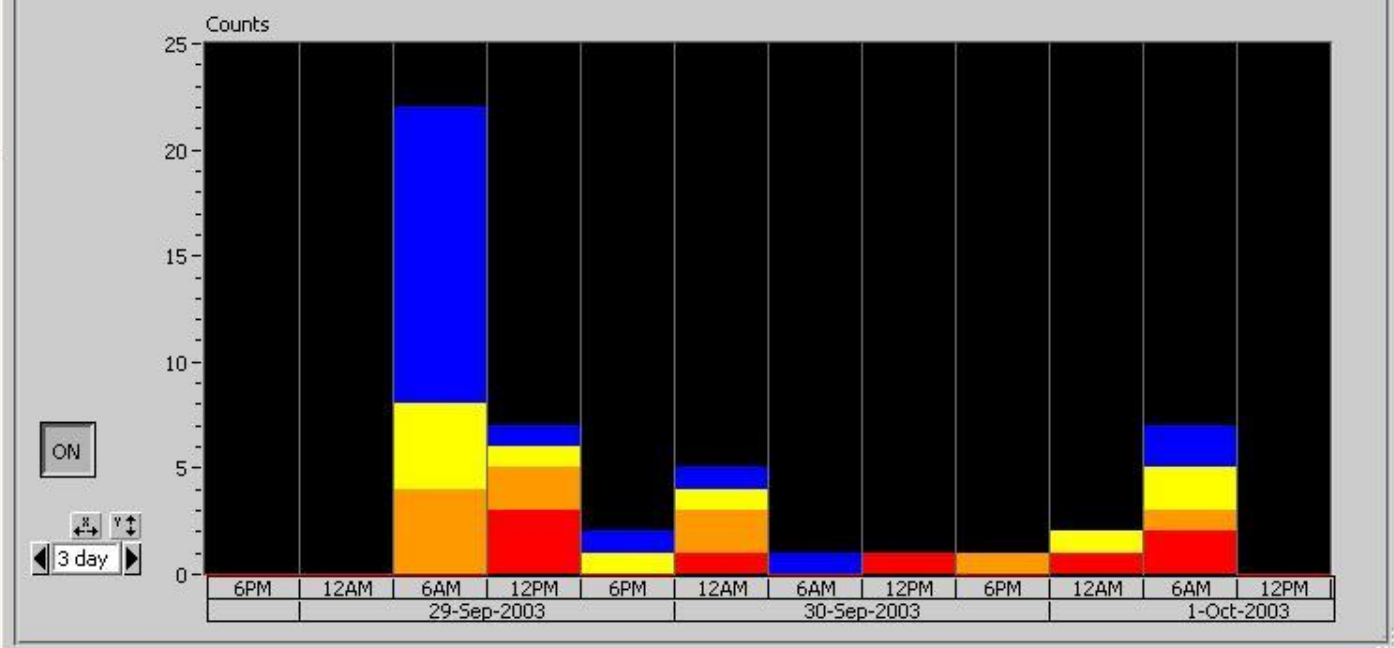
|  | Shown | All |
|---|-------|-----|
| I11   | 8     | 8   |
| I12   | 10    | 10  |
| I13   | 10    | 10  |
| I14   | 0     | 0   |
| I15   | 20    | 20  |
| Total   | 48    | 48  |

Note:  
Shown = counts visible in time graph. This may differ from that shown on size graph.  
All = all counts in current database, shown or not.

ON

ON

Sound Background Color



# DETECCION PREVIA A LA DESCOMPOSICION POR HONGOS

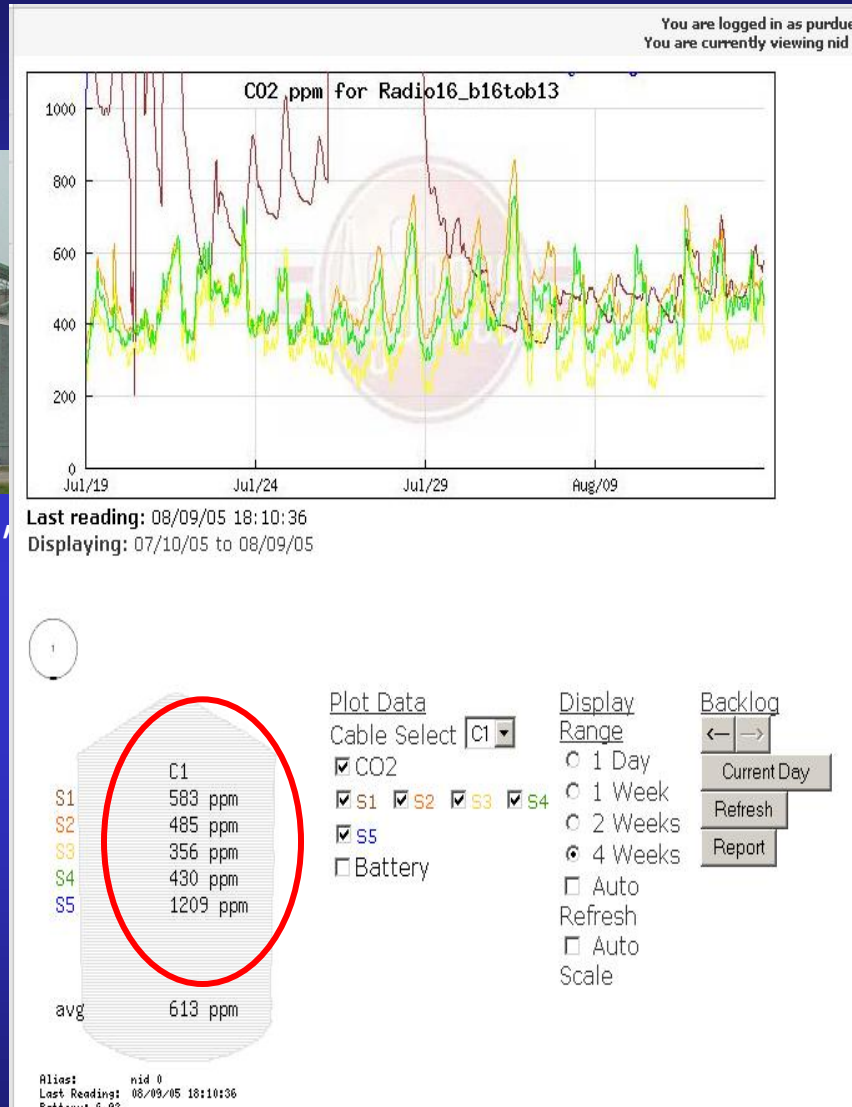
Equipo para medición de CO<sub>2</sub>



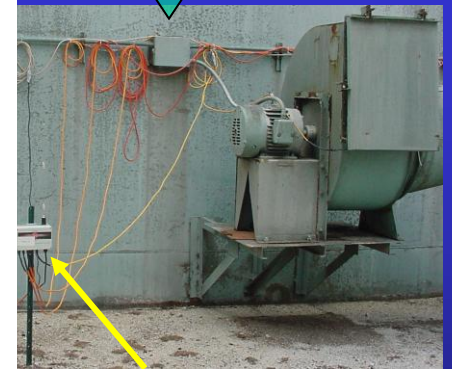
# Monitoreo con Tiempo Real del CO<sub>2</sub>



The Andersons, Delphi,



Placa con sensor de CO<sub>2</sub>



Radio Communication

**Sistema de alarma al detectar el aumento de CO<sub>2</sub> o sea la**

# Detección Inicial del Daño



**Equipo Portátil**

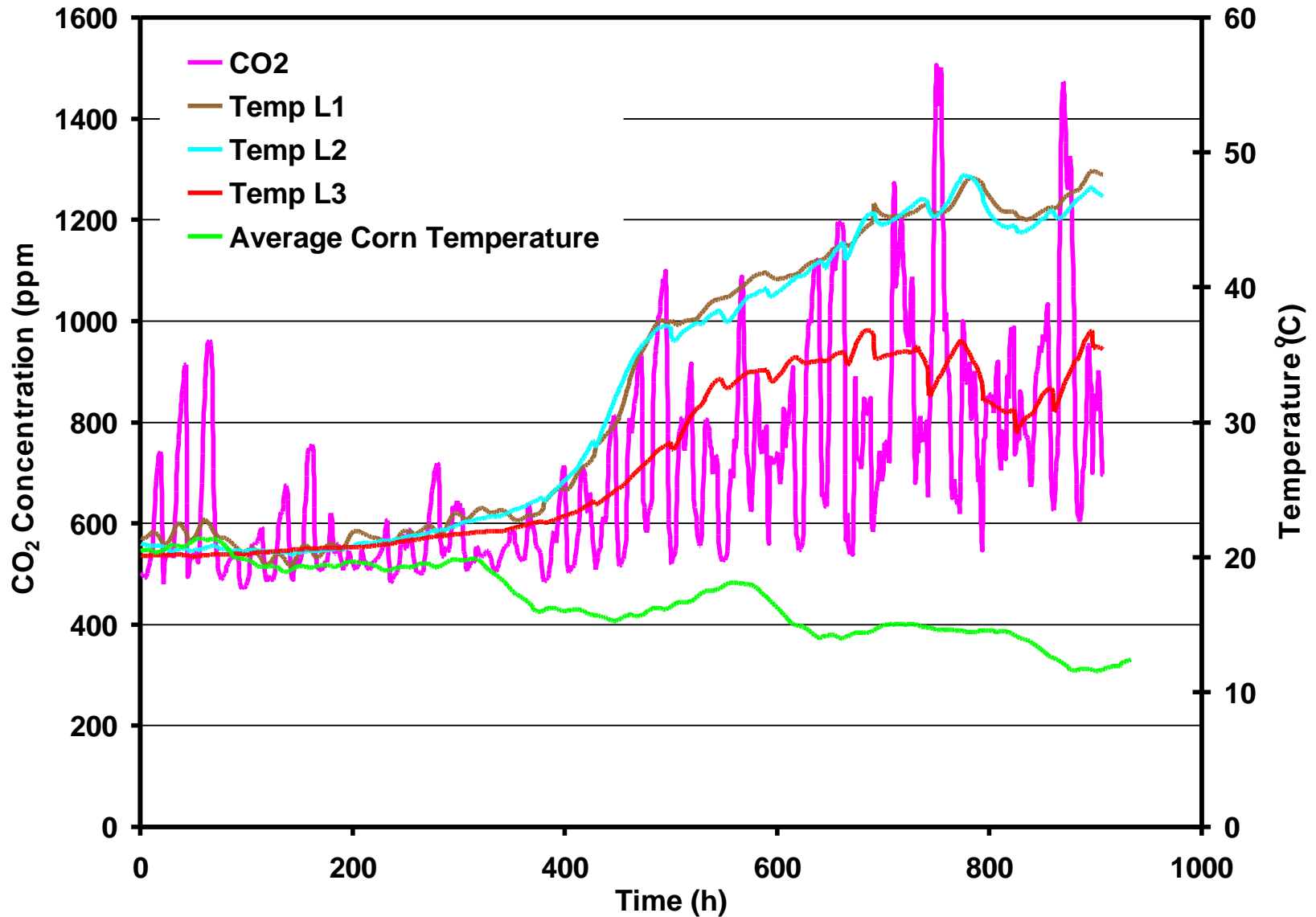


# Daño en Tanque de Almacenamiento



No detectado por cables de temperatura

# Detección de CO<sub>2</sub> durante Almacenamiento de Maíz



The Andersons, Delphi - Tank 54 (Semi-wet 17.5% MC)  
Total CO2 (kg)

Total CO2 (kg)

**Detección al Inicio de**  
**Descomposición!**



# POR QUE MANTENER LA CALIDAD DEL GRANO??

- Desde que el grano es cosechado, su calidad **NUNCA** va a mejorar.
- Lo único que se puede hacer por el grano es **MANTENER LA CALIDAD** hasta que se comercialize o se utilice en el procesamiento.
- Entre mejor sea la calidad del grano, mayor es su **valor económico**.



# Gracias!

**Carlos A. Campabadal**

**Correos:** [campa@ksu.edu](mailto:campa@ksu.edu)

[ccampabadal@proveedora.co.cr](mailto:ccampabadal@proveedora.co.cr)

**Teléfono:** +1.217.721.1025 o  
+1.785.532.3187