

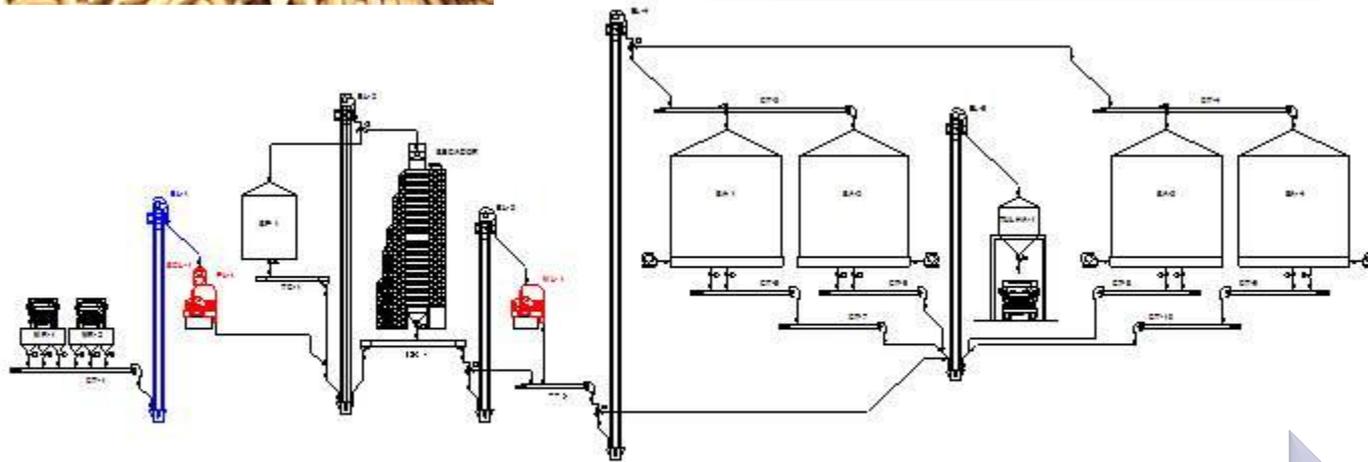
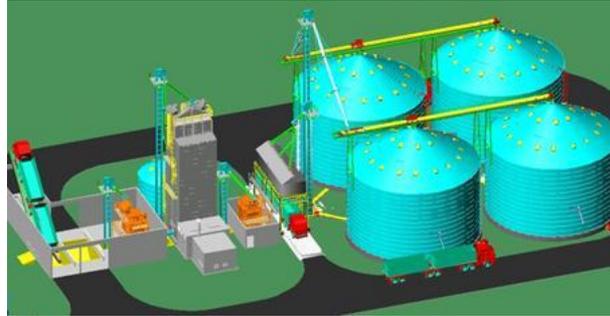
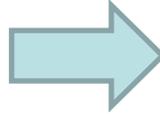
# Secado y Almacenaje de Arroz

**EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.**

Ing. Fernando Allebrandt  
Asistencia Técnica

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# FLUJO BÁSICO DE RECEPCIÓN



Tolva de  
Recepción

Máquina de Pré-  
Limpieza

Secador

Máquina de  
Limpieza

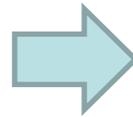
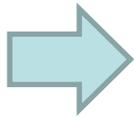
Almacenaje

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# FLUJO DE RECEPCIÓN

- Flujo en el pasado:
  - Flujo de cosecha bajo (maquinas pequeñas);
  - Período largo de cosecha – pequeñas fincas;
  - Pequeñas plantas almacenadoras;



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# FLUJO DE RECEPCIÓN

- Flujo actual:
  - Flujo de cosecha elevado (maquinas de grande porte);
  - Humedad de cosecha elevada (punto de maduración del grano);
  - Período corto de cosecha – grandes fincas;
  - Exigencias ambientales;



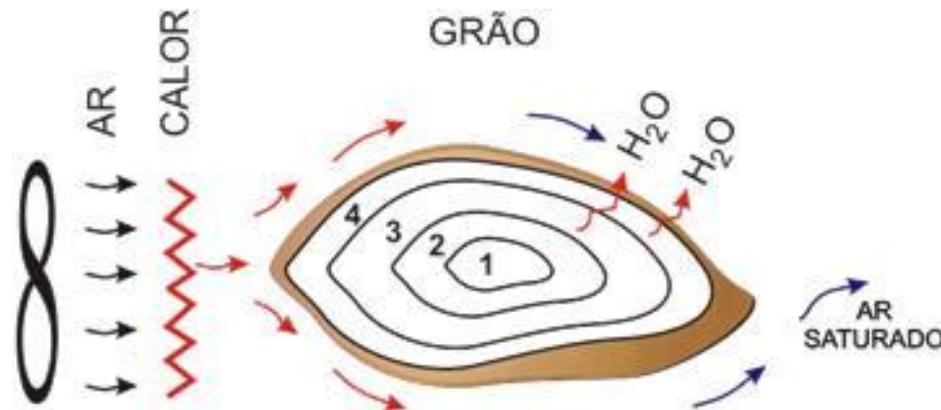
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# SECADO

Remoción de agua del grano logrando padrones de humedad para:

- Permitir el almacenado seguro de los granos;
- Viabilizar el procesamiento e industrialización;



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# REQUISITOS PARA SECADO DE ARROZ

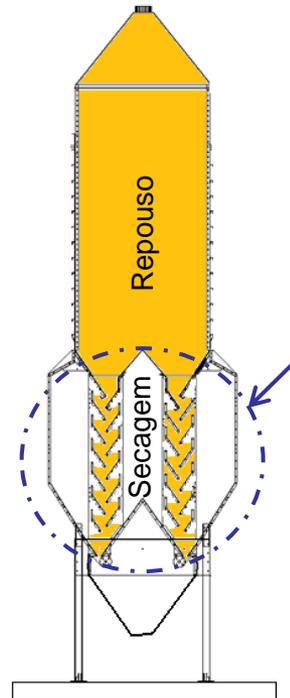
- Secador adecuado para arroz (sin choques mecánicos);
- Control de temperatura de secado y de la masa de granos (sin choque térmico);
- Homogeneidad del secado (uniformidad del aire con el grano)
- Sistema de descarga sin daños mecánicos;
- Seguridad operacional;



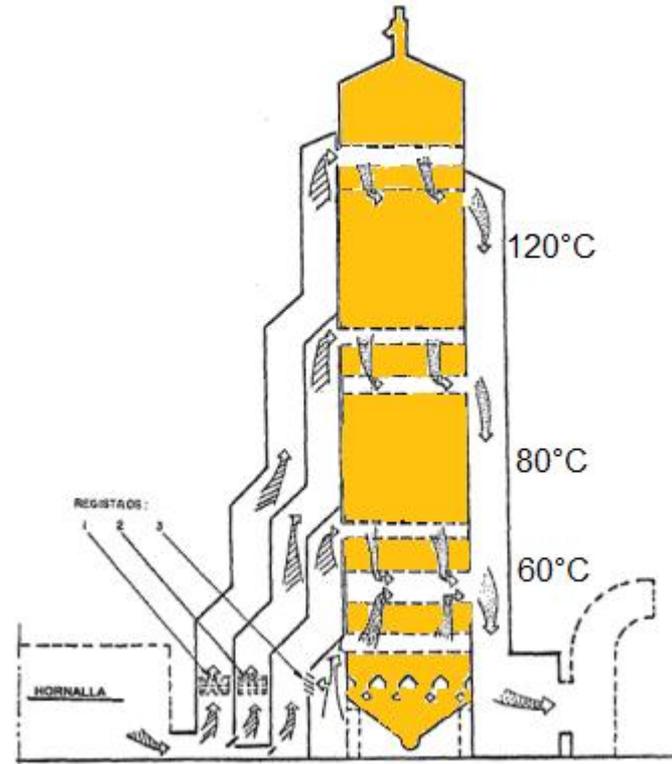
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE SECADORES



Secador Intermitente  
10% secado x 90% reposo  
Secado en altas temperaturas



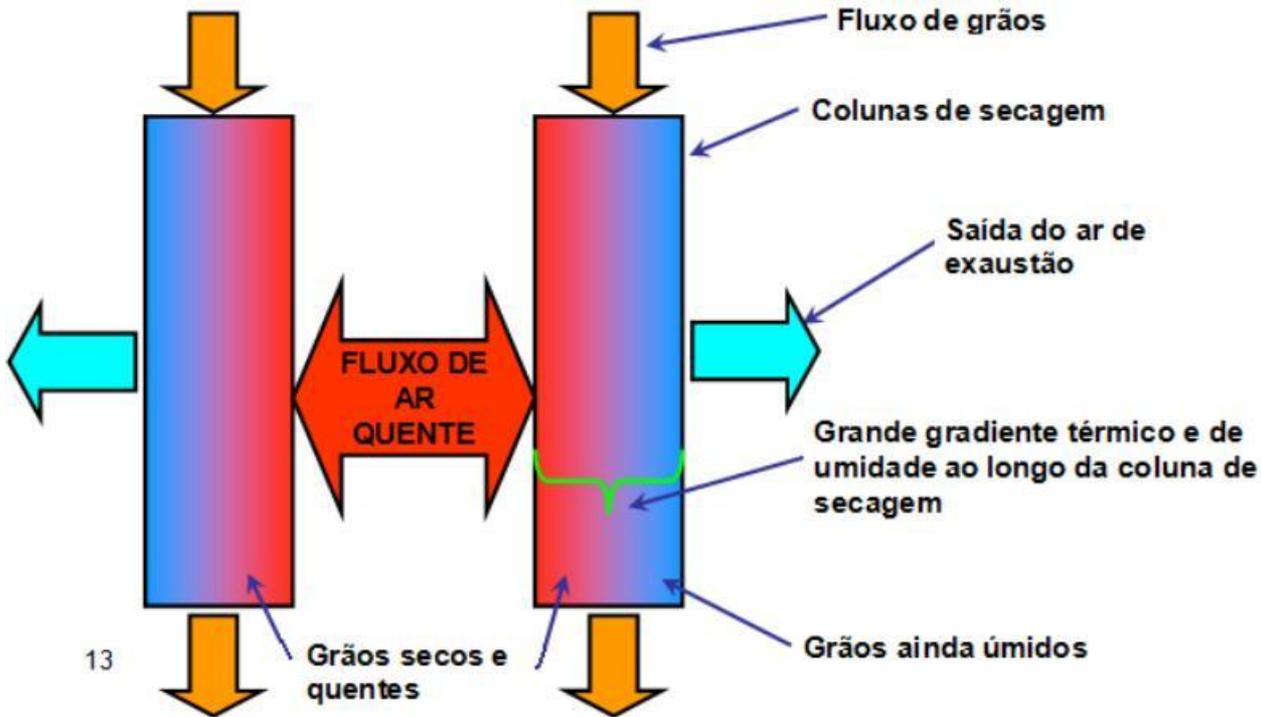
Secador flujo concorrente  
Estadios de temperaturas  
120, 80 e 60°C

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

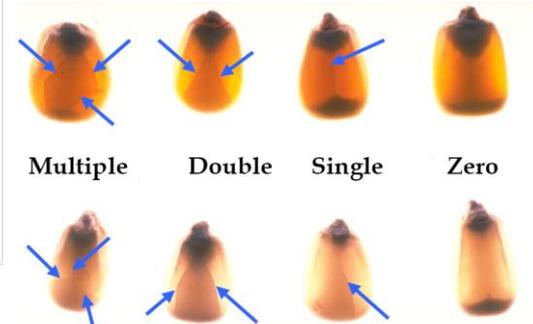
# TIPOS DE SECADORES

## Flujo de aire cruzado



La cantidad de fisuras en los granos también aumenta con el caudal específico elevado del aire en el secado – principio utilizado en el proyecto de secadores de flujo cruzado

## Fisuras en el maíz



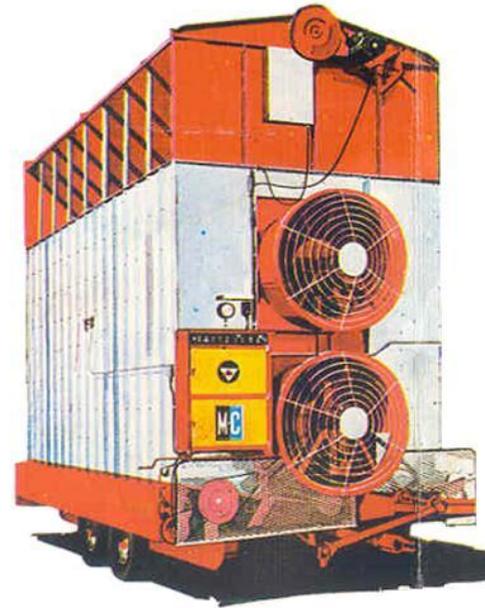
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE SECADORES



**LW·JUMBO**



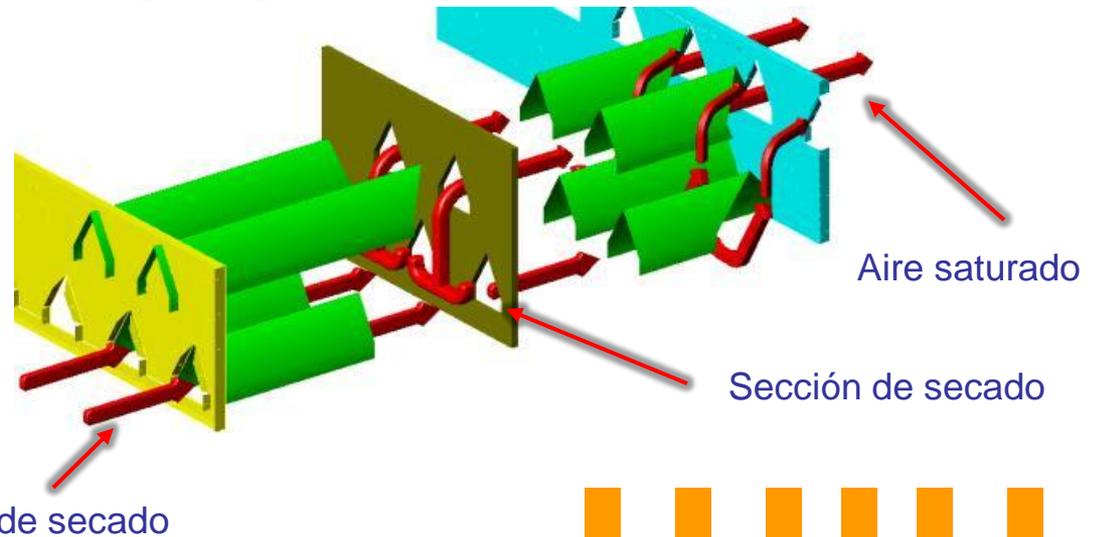
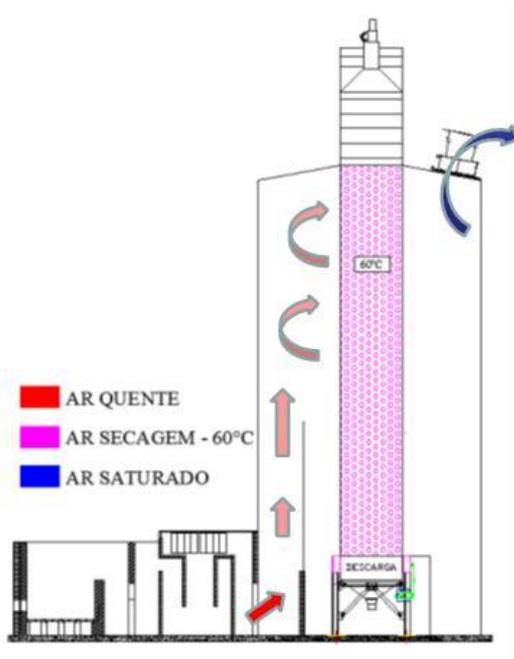
**LW·MATHEWS**

21

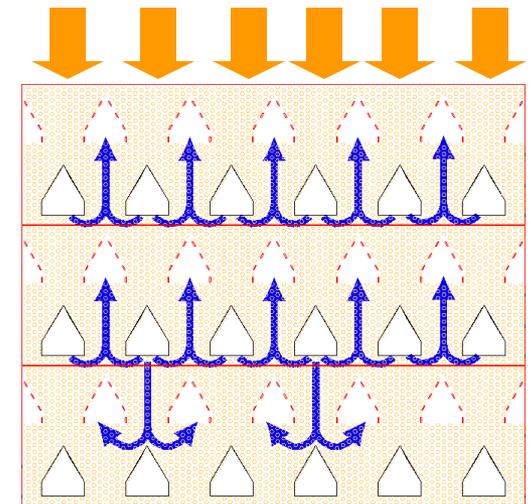
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE SECADORES



Caballete – Alta capacidad y calidad.



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TÉCNICAS DEL SECADO

- Secado en lotes independientes;
- Secado con carga y descarga simultánea;
- Secado en serie con varios secadores en secuencia (flujo continuo);
- Seca-aireación – secado parcial en el secador finalizando en el silo;
- Secado intermitente con silos de reposo (tempering);



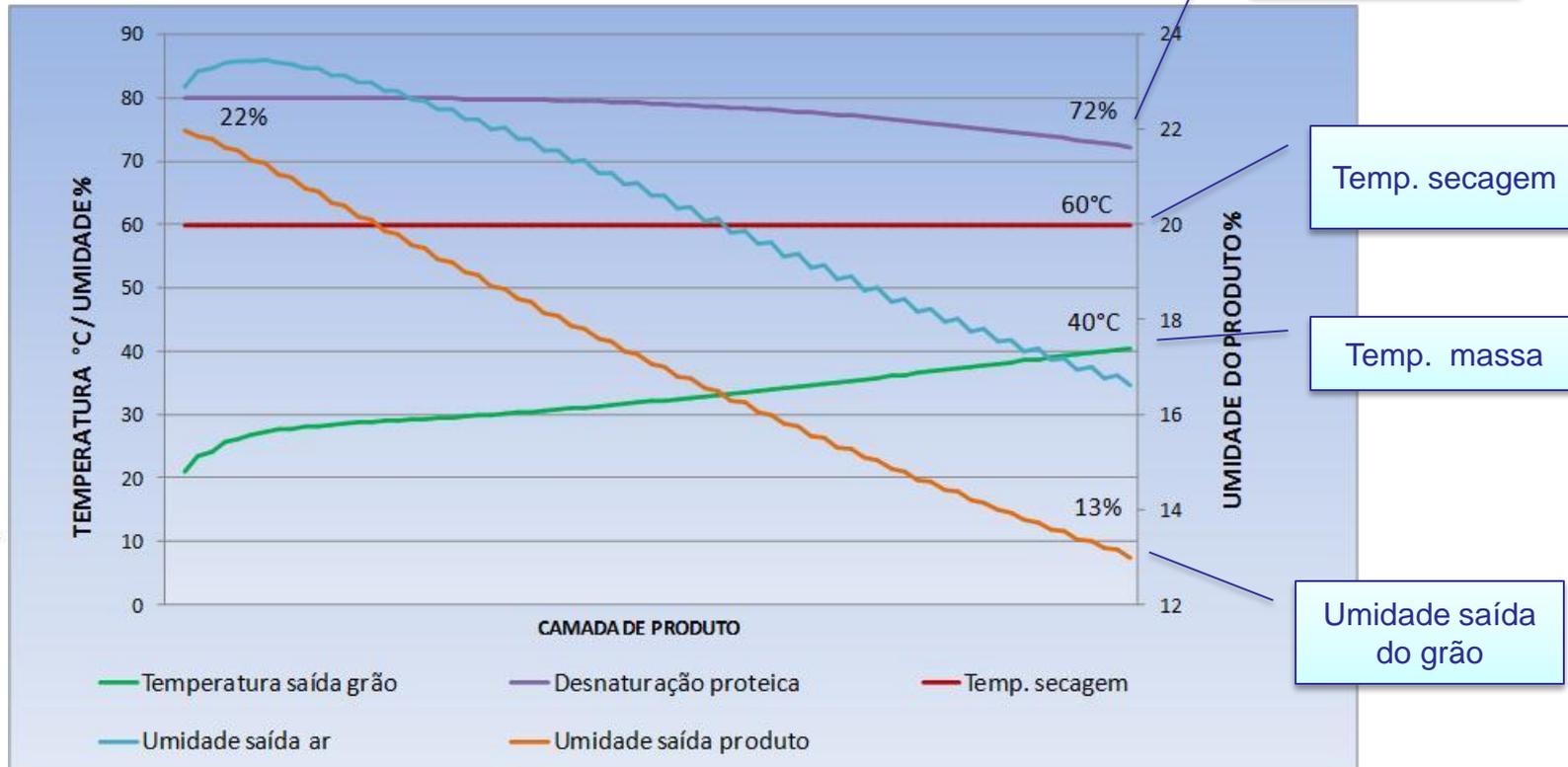
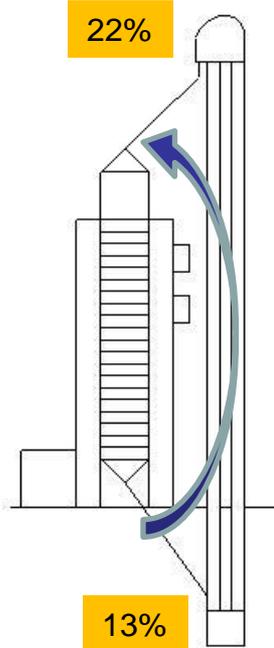
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TÉCNICAS DEL SECADO

## 1) Secado en lotes independientes;

Secadores de caballetes: 22-13 a 60°C



1 elevador

Intermitente - Relación de intermitencia pequeña

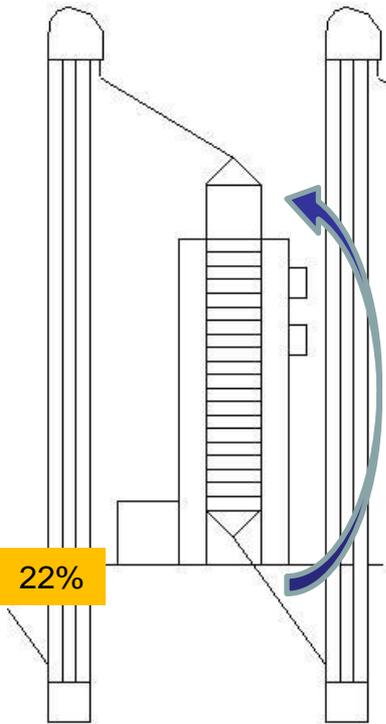
EVOLUÇÃO ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

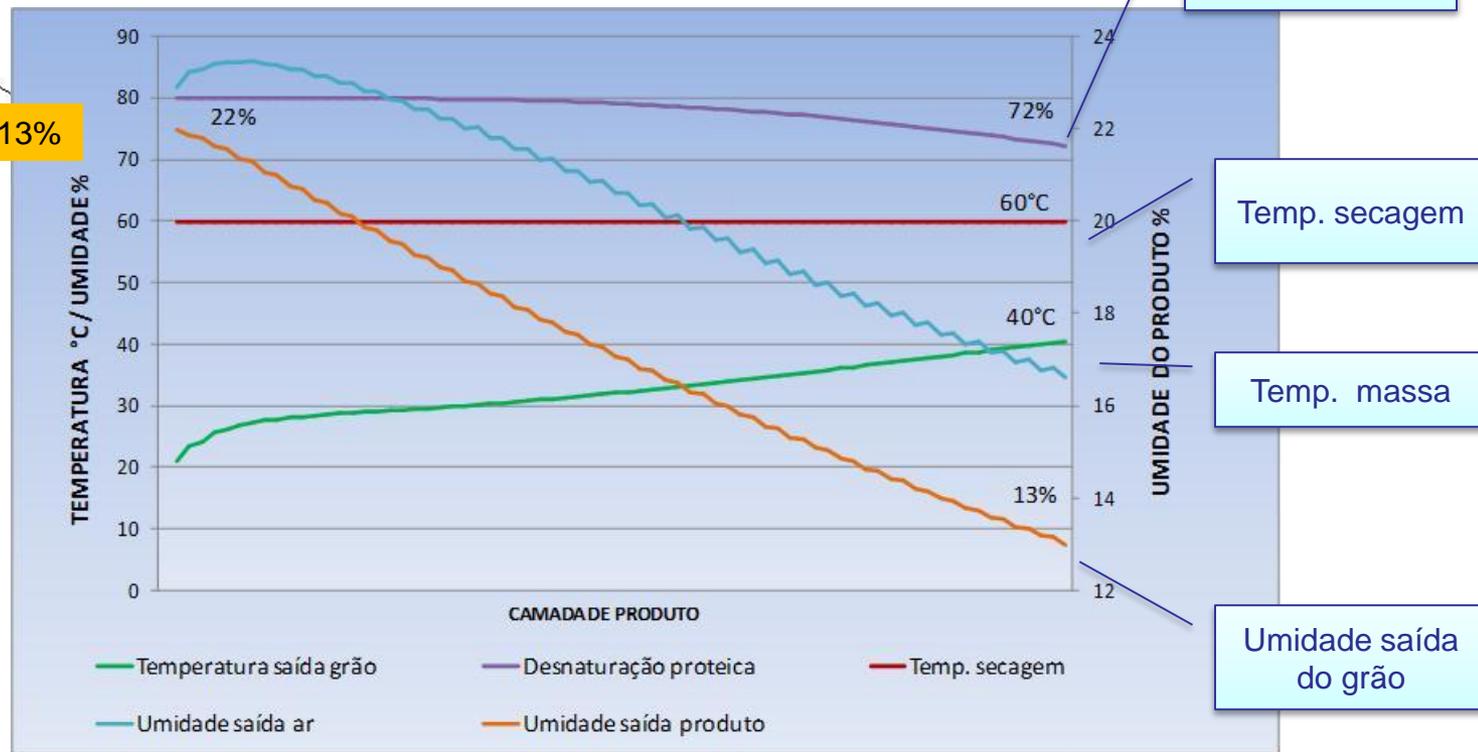
# TÉCNICAS DEL SECADO

## 2) Secado con carga y descarga simultanea;

Secadores de caballetes: 22-13 a 60°C



2 elevadores



Desnaturação proteica

Temp. secagem

Temp. massa

Umidade saída do grão

Capacidad diaria 23% mayor que en la opción 1.

Mismo proceso pero en la descarga ocurre simultanea la carga.

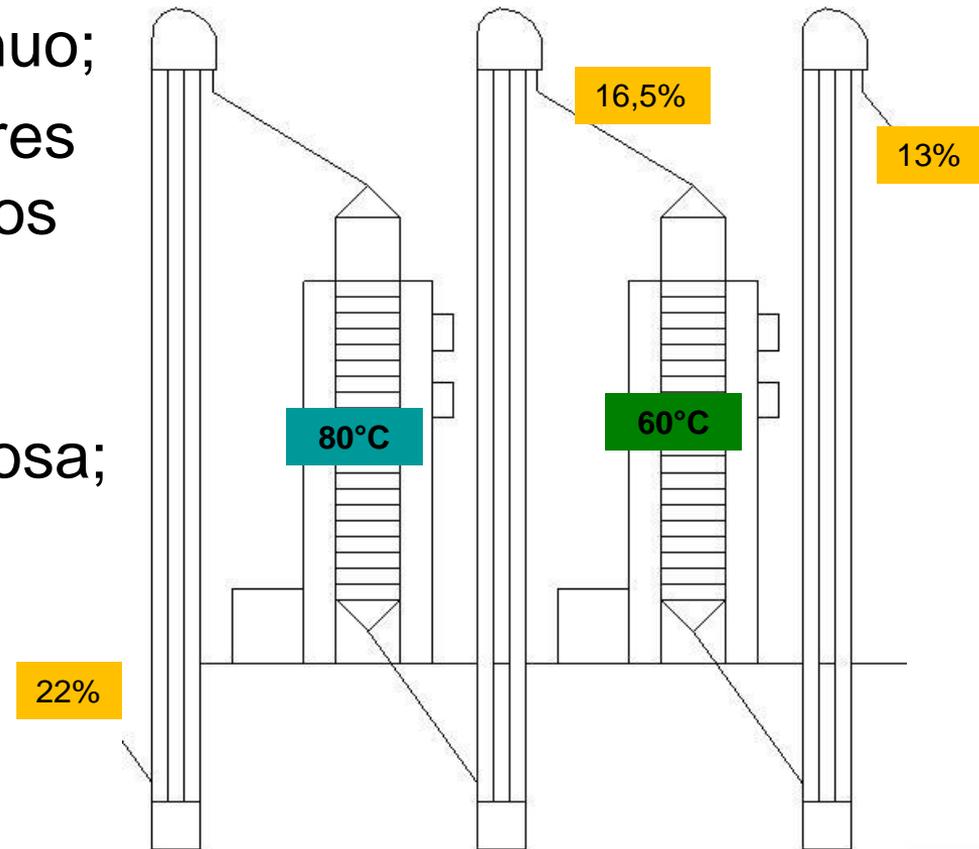
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.



# TÉCNICAS DEL SECADO

## 3) Secado en serie – Secadores en secuencia:

- Permite proceso continuo;
- Posibilita utilizar mayores temperaturas cuando los granos tienen alta humedad;
- Exige operación criteriosa;

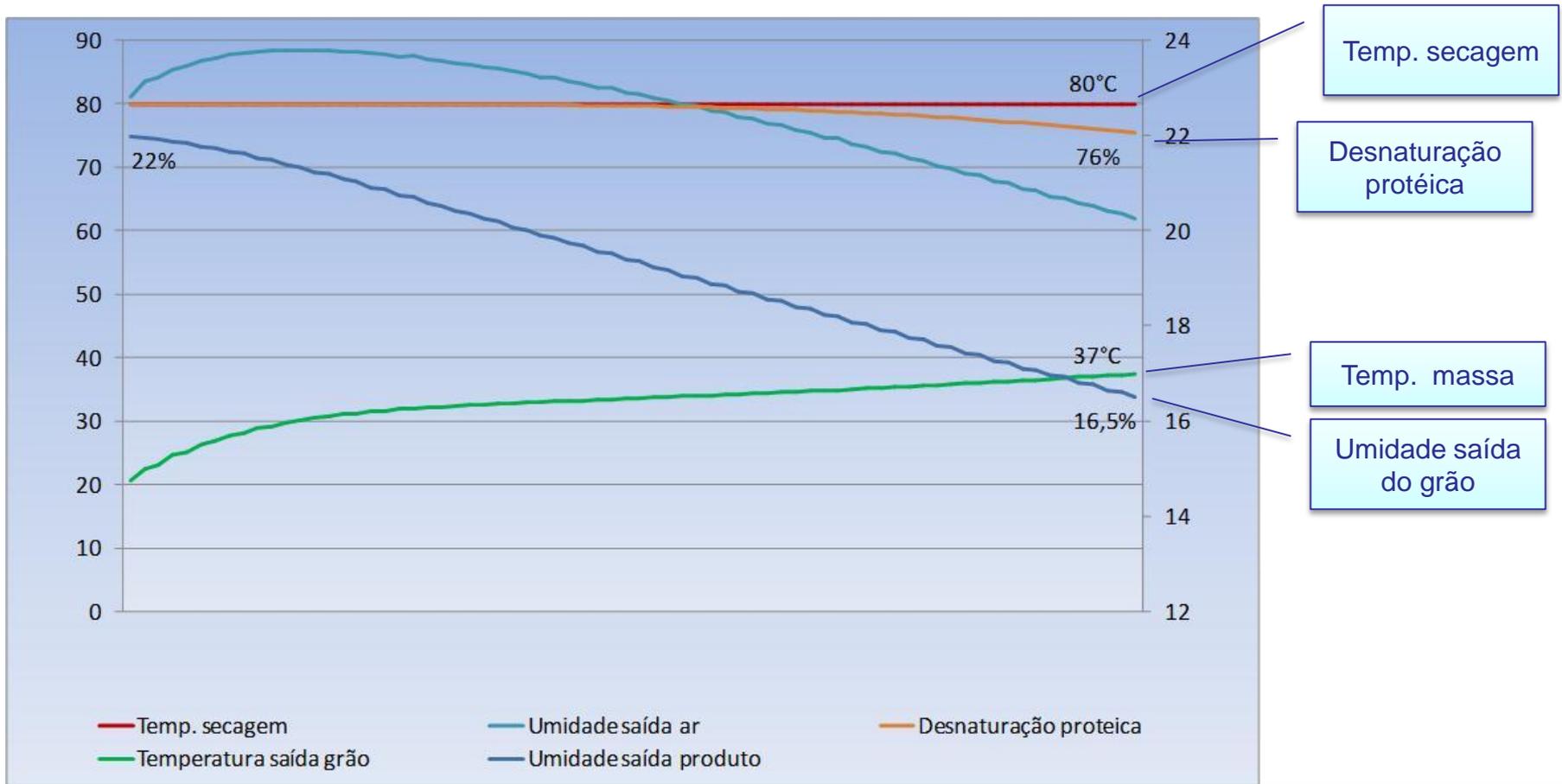


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TÉCNICAS DEL SECADO

Considerando dos secadores en serie (continuo):    Secador 01: 22,0 - 16,5% con 80°C;

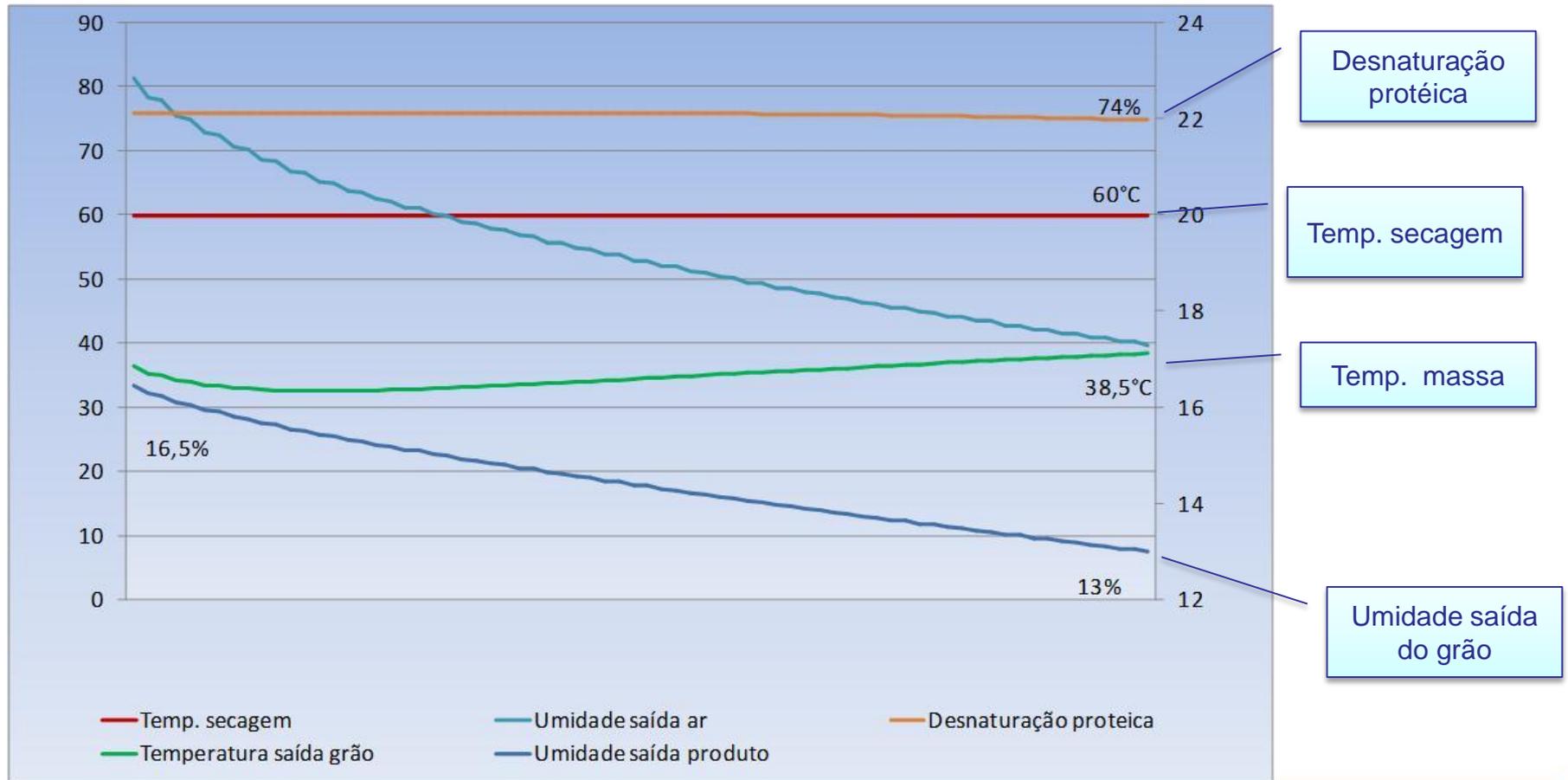


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TÉCNICAS DEL SECADO

Secador 02: 16,5 - 13,0% con 60°C;



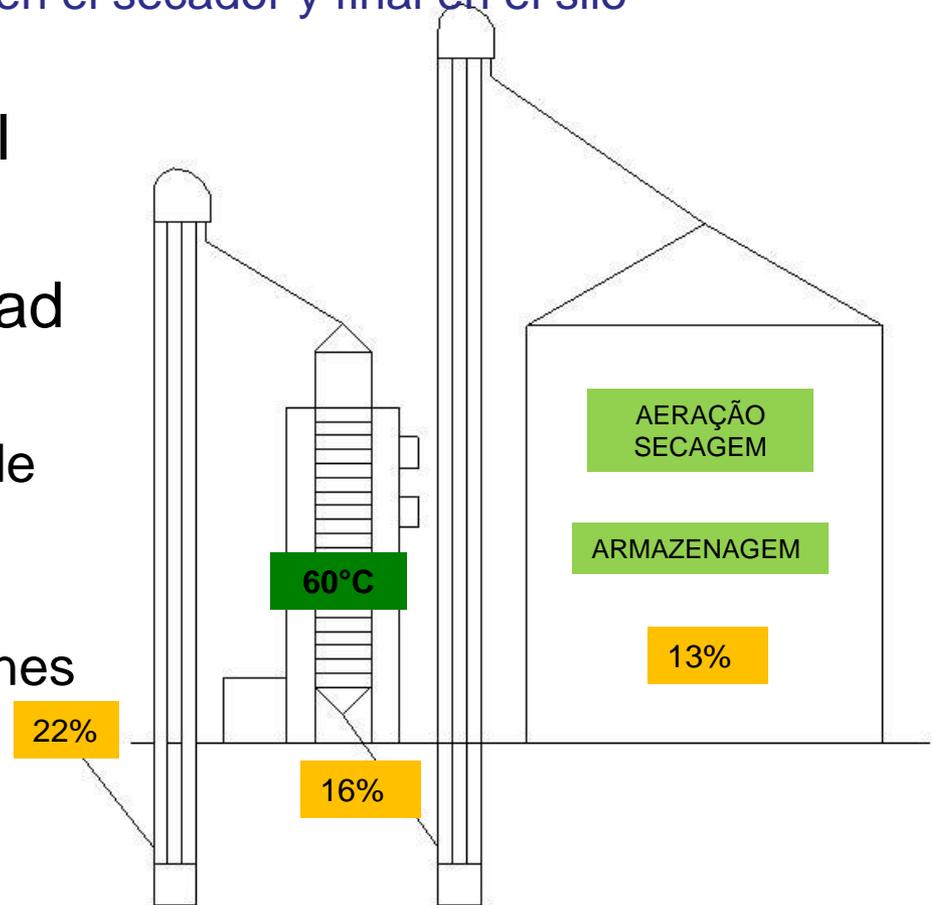
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TÉCNICAS DEL SECADO

## 4) Seca-aireación. Secado parcial en el secador y final en el silo

- Secado hacia 16% en el secador
- Secado hasta la humedad final en el silo:
  - Silos bajos con sistema de aireación con caudal específica elevada;
  - Depende de las condiciones ambientales:
    - Temperatura
    - Humedad relativa



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

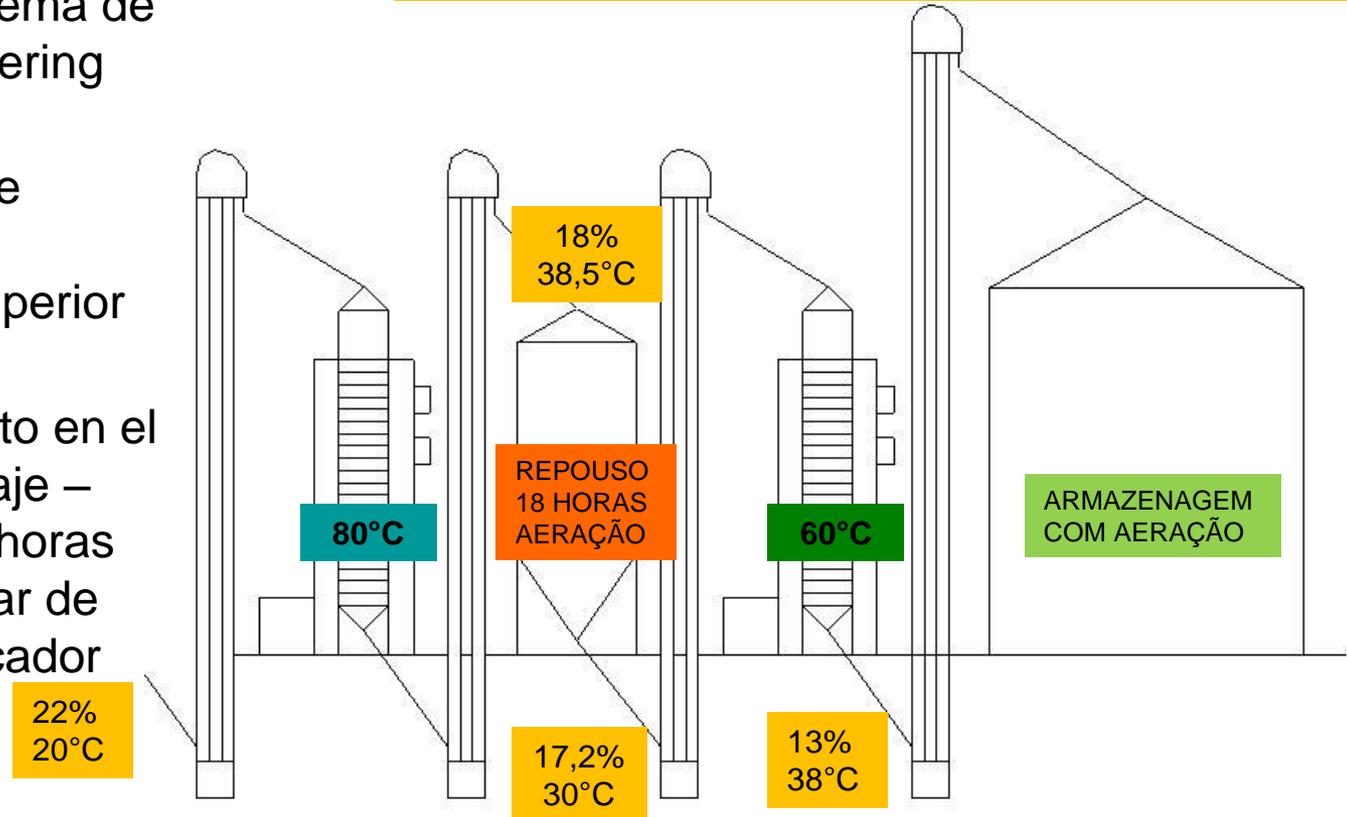
GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TÉCNICAS DEL SECADO

## 5) Secado intermitente con silos de reposo;

- Secado hacia 18%
- Reposo con sistema de aireación - tempering
- Secado hasta la humedad final de almacenaje – productividad superior en el secado
- Enfriamiento lento en el silo de almacenaje – empieza 8 a 12 horas después de sacar de descargar el secador

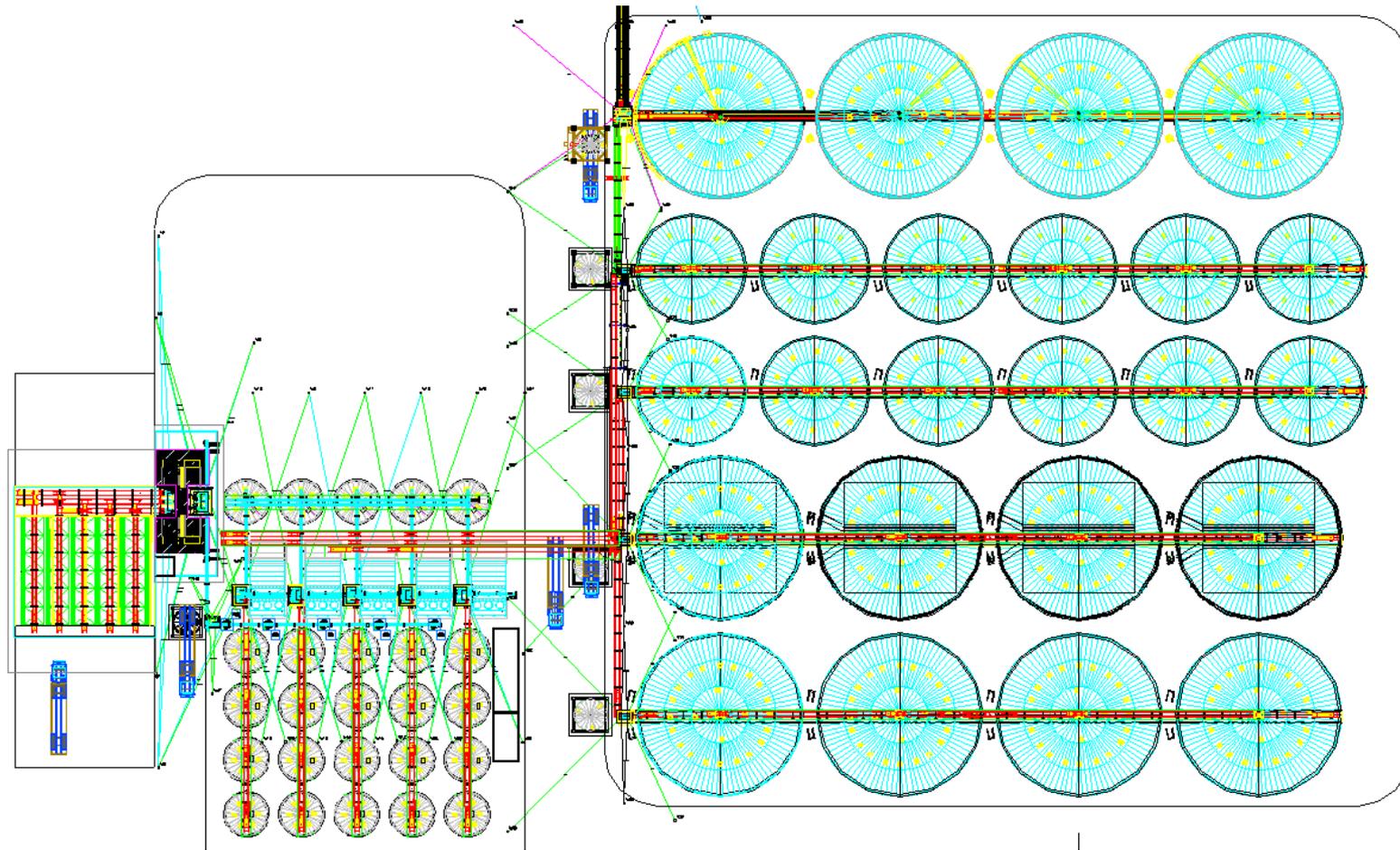
Volumen del silo de reposo = 6 x volumen del secador  
Permite 18 horas de aireación en el reposo



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# Ejemplo de Planta con Tempering



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# CALIDAD DEL ARROZ

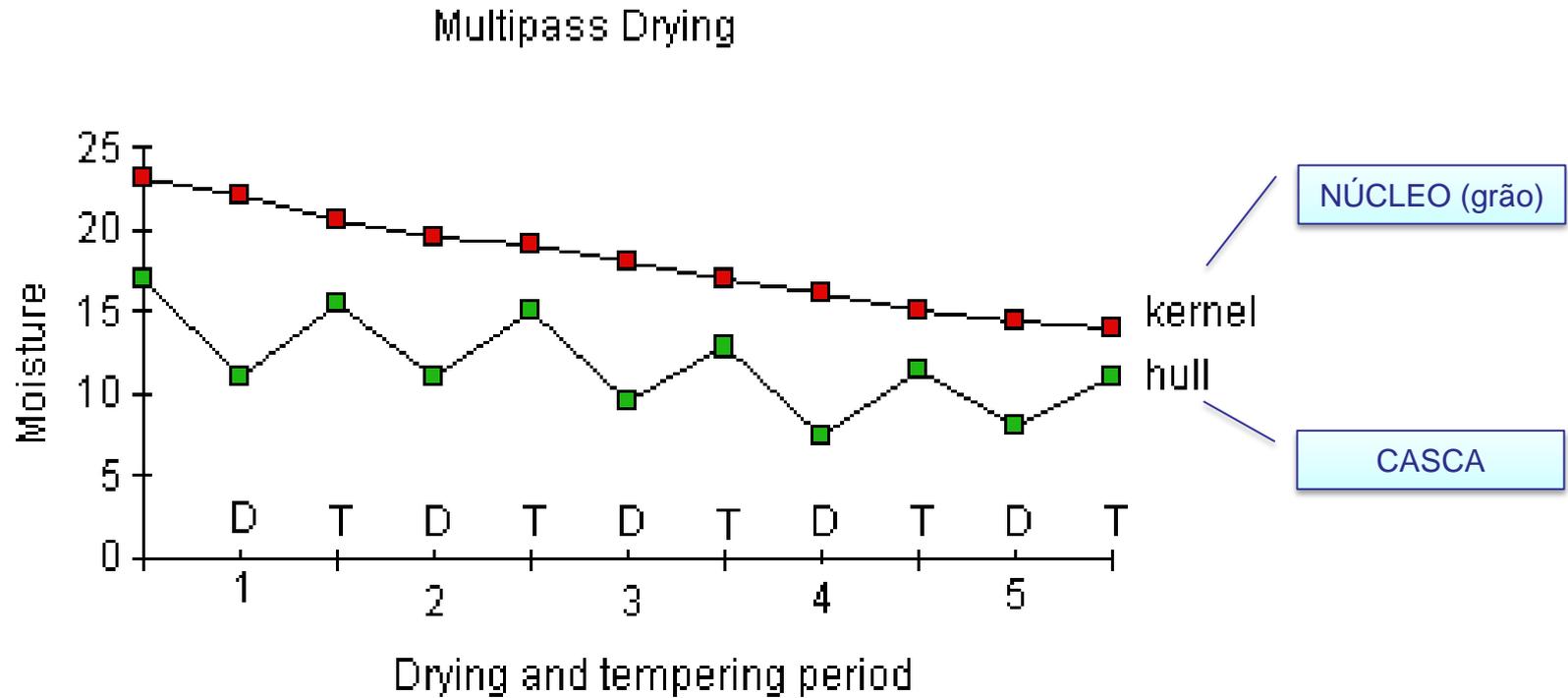
Principales causas de pérdida de calidad del arroz en el secado:

- Daños mecánicos;
- Choque térmico;
- Secado desigual;
- Exceso de temperatura de secado;
- Secado con humedad final muy baja;

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# PERIODO DE SECADO Y TEMPERING



La tasa de remoción de humedad no debe exceder el límite característico del grano.

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

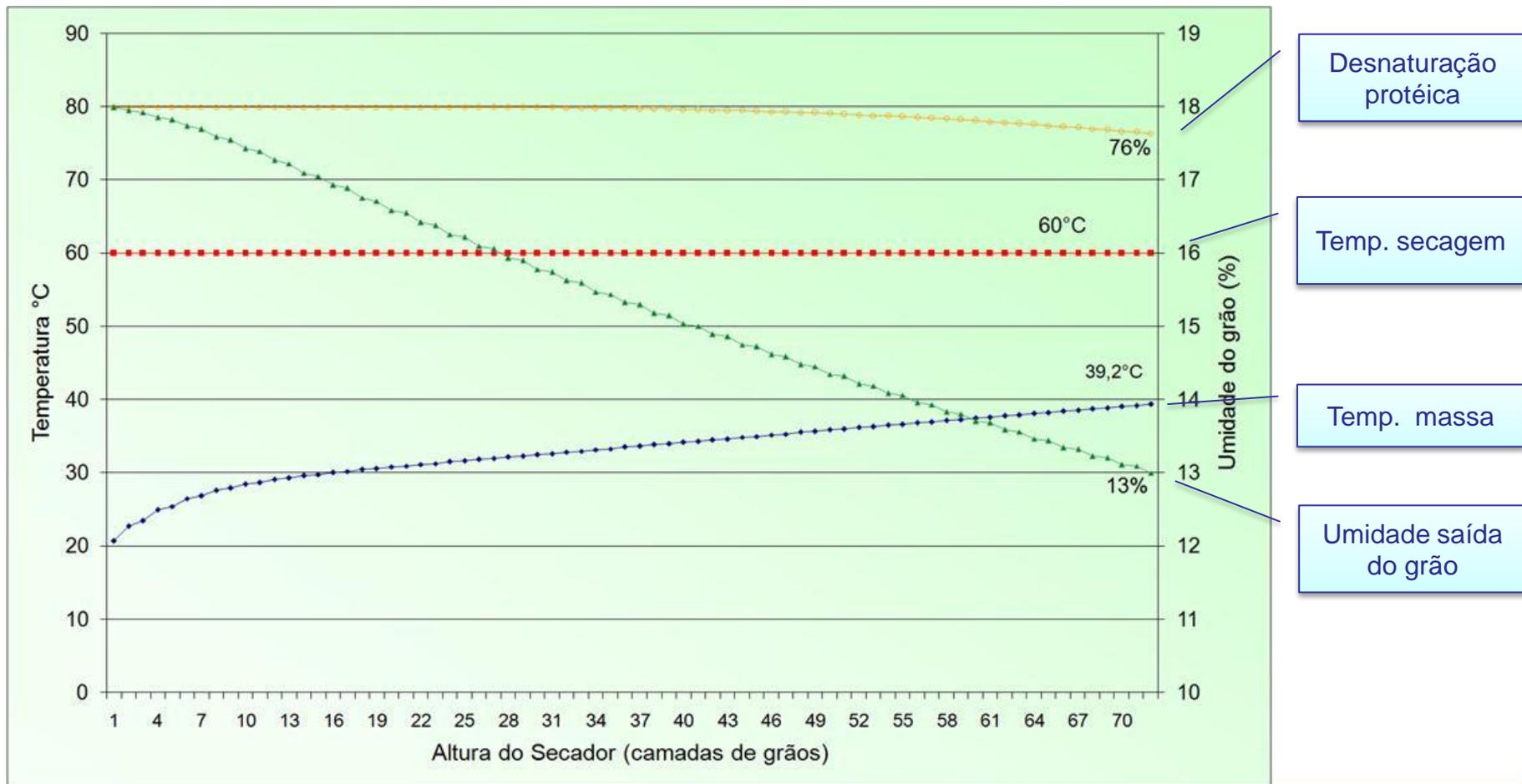
# EFECTO DE LA TEMPERATURA

- En el proceso de secado con temperatura máxima de 40°C en la masa de granos ocurre 4% de desnaturalación proteica;
- Con 43°C en la masa, la desnaturalación es de 10%, donde son observadas las perdidas cualitativas, resultando en perdidas de valor nutricional y comercial.
- Desnaturalación proteica es la alteración en la estructura tridimensional de la proteína, principalmente causada con calentamiento excesivo. La proteína pierde su función.

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

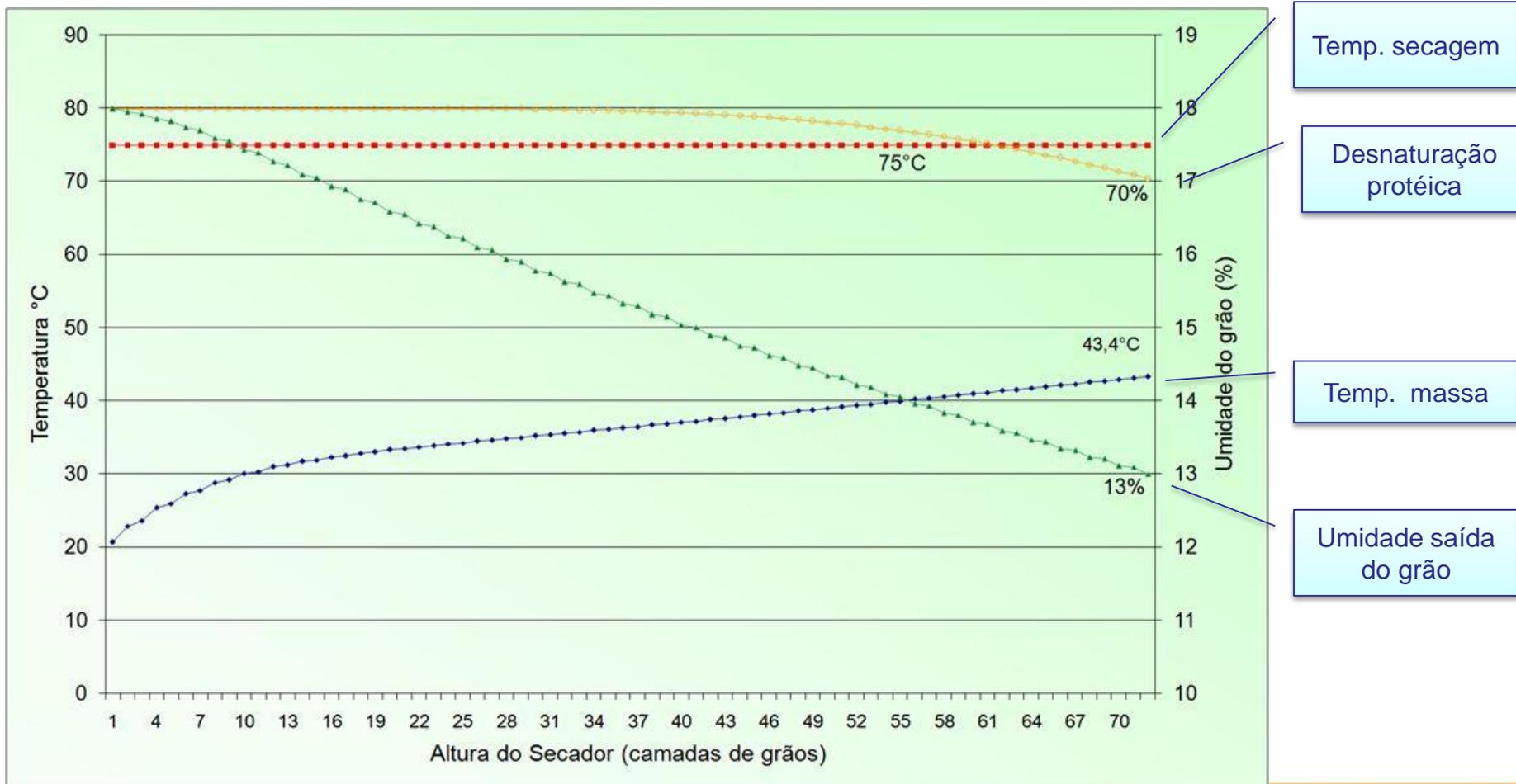
# SECADO DE ARROZ – EFECTOS DE LA TEMPERATURA



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# SECADO DE ARROZ – EFECTOS DE LA TEMPERATURA



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.



# CARACTERÍSTICAS ESPERADAS EN UN SECADOR DE ARROZ

- Eficiencia térmica
- Facilidad de limpieza
- Facilidad de reglaje de los parámetros de operación
- Accesibilidad
- Facilidad de manutención
- Consumo eléctrico reducido
- Automación y registro del proceso
- Accesorios – Medio ambiente



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# CARACTERÍSTICAS SECADORES KW



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# AUTOMACIÓN Y CONTROL

Software Supervisor Komander Net Dut

Arquivo Sobre

**KOMANDER NET**

DUT °C %

036 °C

7 %

MÁX. A C

ALARME B

MÍN. B

PROGRAMAÇÃO

Download

Secador

7 36°C UE

6 25,5%

5 23°C

4 0%

3 21°C ST3

2 0°C ST2

1 19°C ST1

0 40% D

16:55 US

Programação

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| ( ) - % de Descarga    | (5) - Tempo Desc. L    |
| (0) - Tipo de Descarga | (6) - Tempo Desc. D    |
| (1) - Controle ST1     | (7) - % de Alarme      |
| (2) - Temperatura ST2  | (8) - Tipo de Grão     |
| (3) - Temperatura ST3  | (9) - Função Especiais |
| (4) - Controle US      |                        |

**KOMANDER NET**

Gráfico Temperaturas

DUT

250

200

150

100

50

0

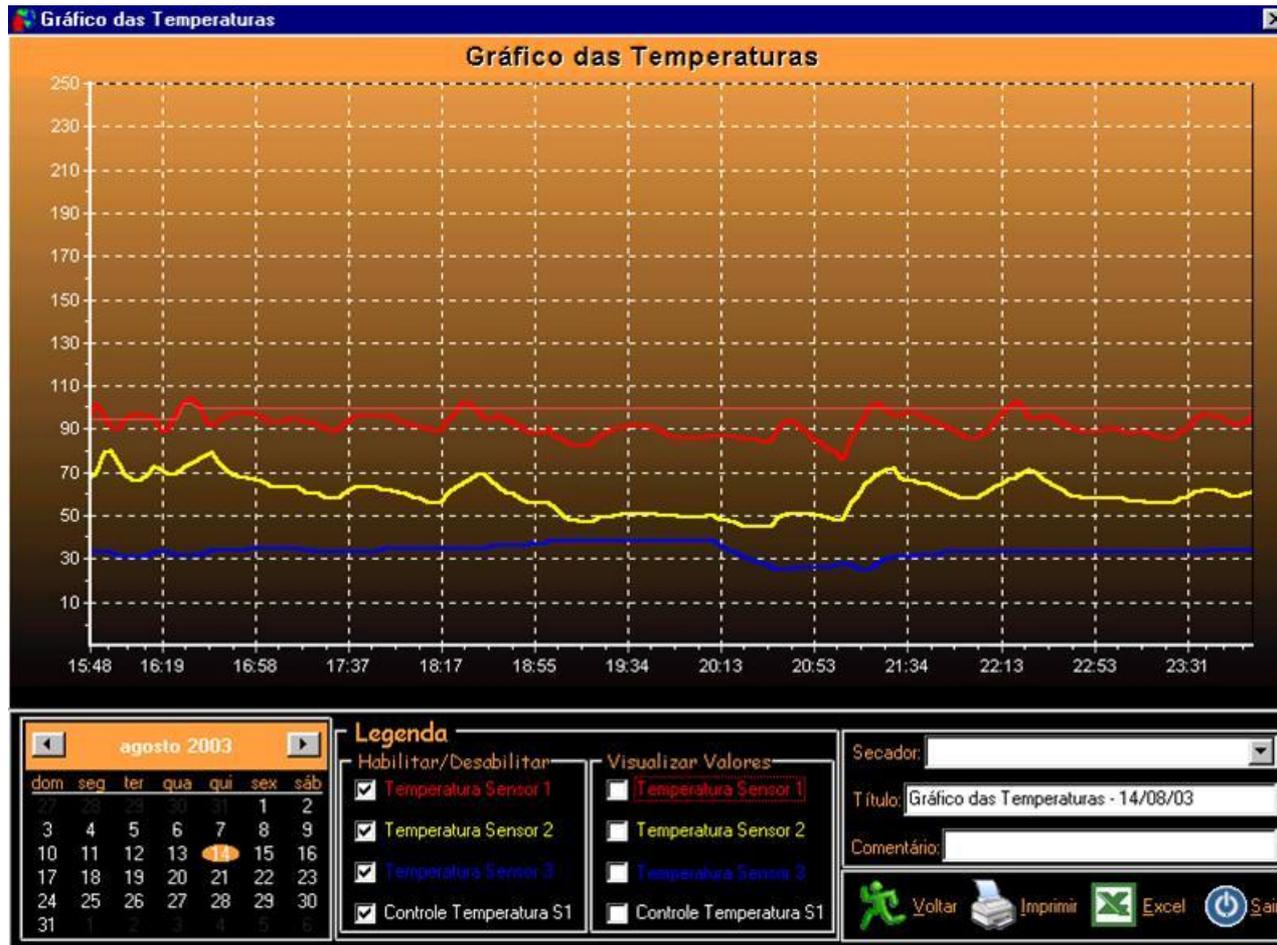
11:00 11:30 12:00 12:30 13:00 13:30 14:00 14:30 15:00 15:30 16:00 16:30

Temperatura 1  Temperatura 2  Temperatura 3  Controle Temperatura 1

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

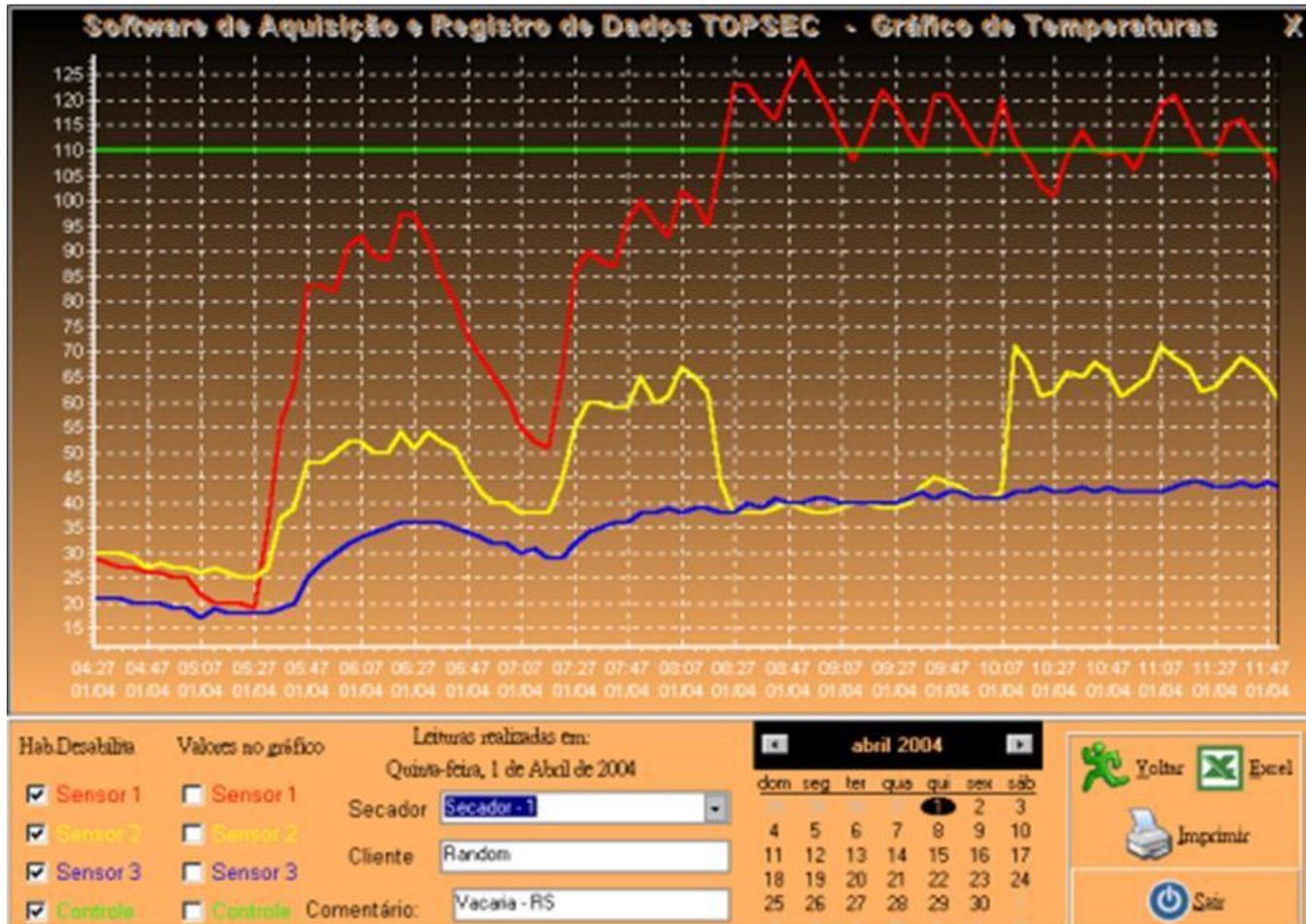
# HISTÓRICO DEL SECADO



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# HISTÓRICO DEL SECADO

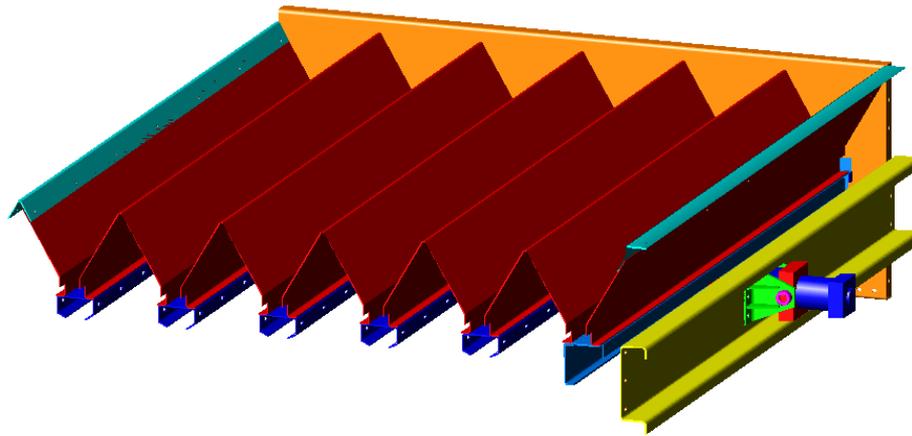


EJEMPLO OPERACIÓN EQUIVOCADA

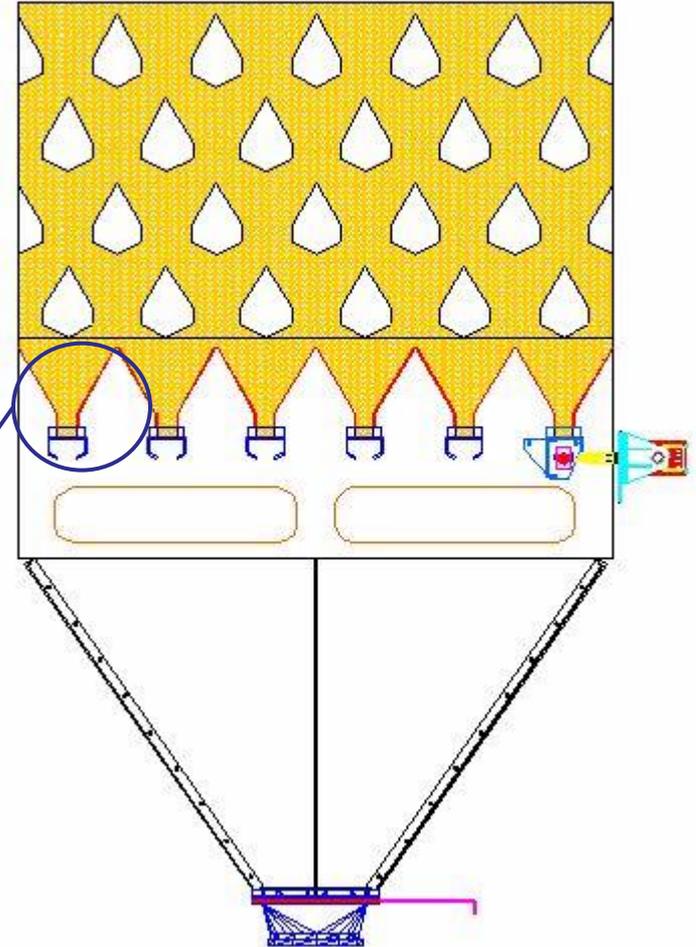
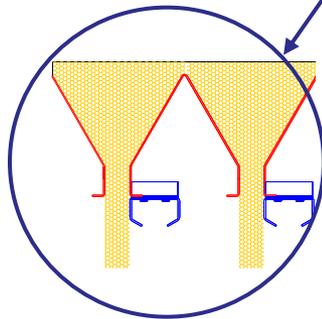
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# DESCARGA NEUMÁTICA



Disponibile para secadores **caballete** hasta el tamaño 2000 bolsas de arroz

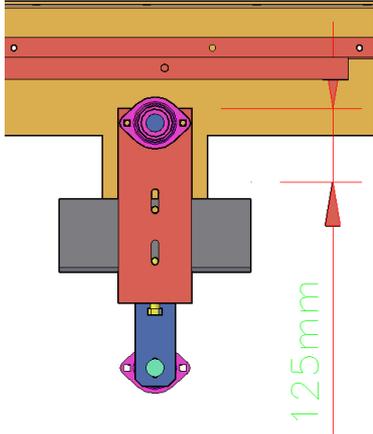
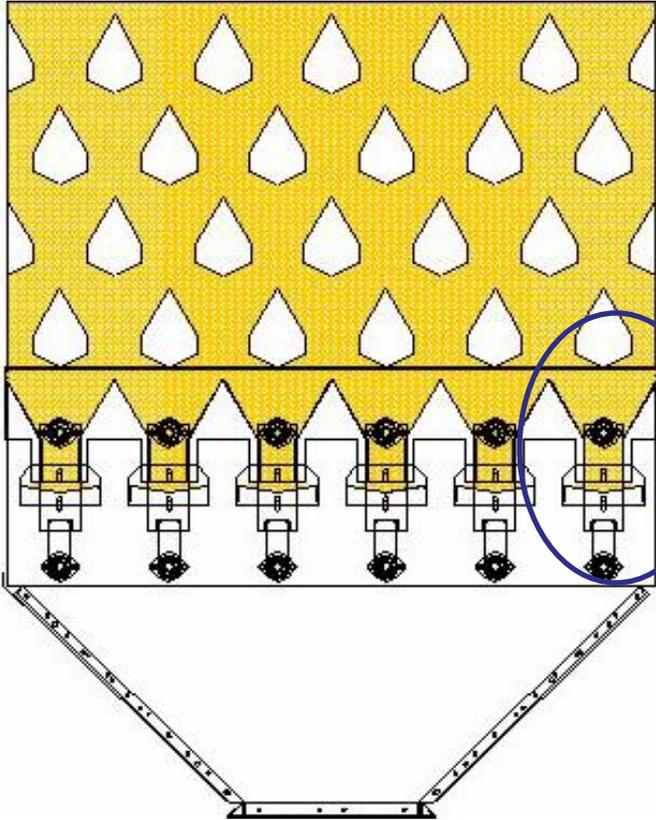


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

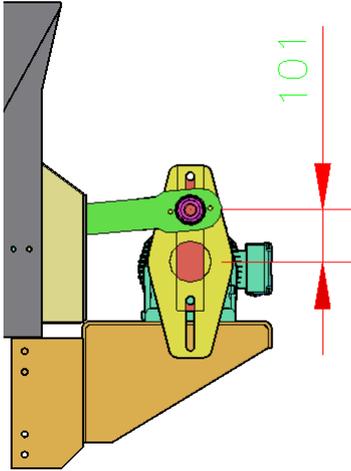
GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# DESCARGA POR BANDEJA BASCULANTE

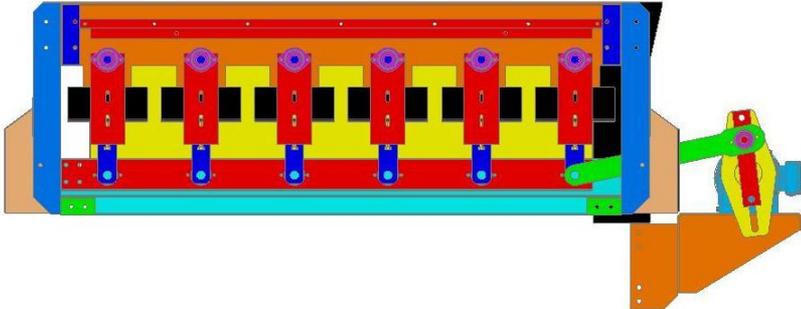
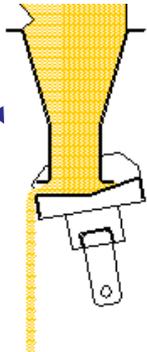
Flujo de descarga:



Abertura de las bandejas



Amplitud



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# DESCARGA POR BANDEJAS

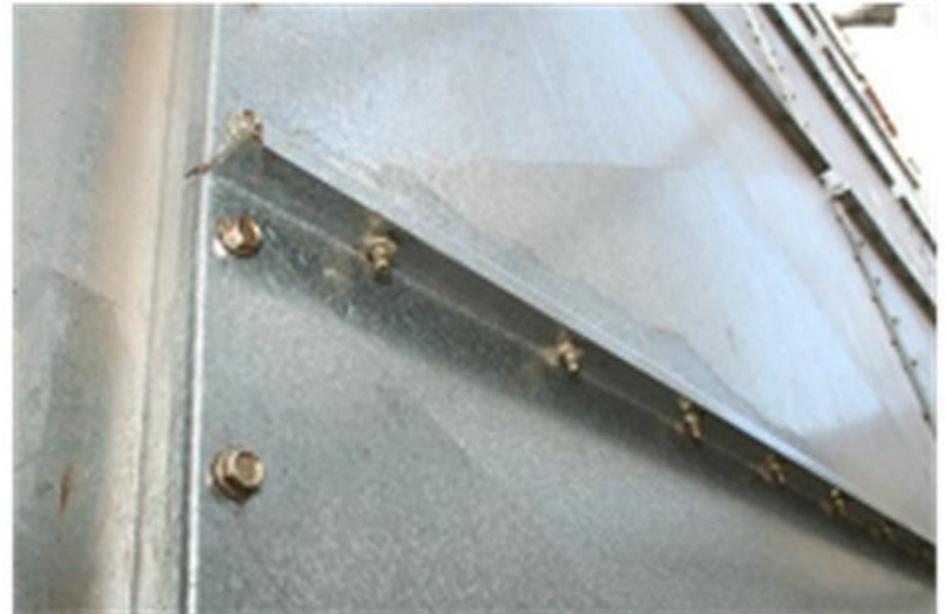


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# PADRÓN CONSTRUCTIVO DE LOS DIFUSORES

- Parte interna lisa facilitando la limpieza;
- Planchas en la parte externa con doblas para impedir filtraciones y pernos de silo con arandela de goma;



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# CARACTERÍSTICAS SECADORES ARROZ

Tabla 1: Dimensiones de los secadores KW ARROZ.

| MODELO - CAVALETE | DIMENSÕES (mm) |       |       |
|-------------------|----------------|-------|-------|
|                   | A              | B*    | C     |
| KW 500            | 13.178         | 3.340 | 3.811 |
| KW 1000           | 17.148         | 4.960 | 6.035 |
| KW 1400           | 21.171         | 4.960 | 6.035 |
| KW 2000           | 22.043         | 6.580 | 7.655 |
| KW 2300           | 25.723         | 6.580 | 7.655 |
| KW 3000 (TCRA**)  | 24.544**       | 8.200 | 9.275 |

Tabla 2: Datos técnicos secadores ARROZ - torre de caballete columna entera (CI).

| MODELO  | Capacidade de secagem de 18% para 13% (t/h) | Capacidade estática (m <sup>3</sup> )/(sacos) | Vazão de ar (m <sup>3</sup> /h) | Potência ventilador (cv) | Energia necessária (kcal/h) | Consumo de Combustível (kg/h) |             |         |
|---------|---|---|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|         | Arroz                                       |   |                                 |                          |                             | Lenha                         | Gás natural | Gás GLP |
| KW 500  | 7   | (45) (544)                                    | 68.000                          | 1 x 20                   | 850.000                     | 304                           | 54          | 67      |
| KW 1000 | 14  | (89) (1.074)                                  | 136.000                         | 2 x 20                   | 1.690.000                   | 604                           | 108         | 134     |
| KW 1400 | 20  | (117) (1.408)                                 | 178.000                         | 2 x 30                   | 2.210.000                   | 789                           | 141         | 175     |
| KW 2000 | 26  | (159) (1.909)                                 | 234.000                         | 3 x 25                   | 2.900.000                   | 1.036                         | 185         | 230     |
| KW 2300 | 33  | (191) (2.290)                                 | 300.000                         | 3 x 40                   | 3.710.000                   | 1.325                         | 237         | 294     |
| KW 3000 | 41  | (245) (2.945)                                 | 400.000                         | 4 x 40                   | 4.950.000                   | 1.768                         | 316         | 393     |

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# CARACTERÍSTICAS SECADORES ARROZ

Tabla 3: Capacidad de secado a diario - secador de caballete.

| MODELO  | Capacidade de secagem diária (t) |                      |                      |                      |                      |
|---------|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|         | Redução 24% para 13%             | Redução 22% para 13% | Redução 18% para 13% | Redução 24% para 16% | Redução 22% para 16% |
| KW 500  | 70                               | 84                   | 130                  | 90                   | 112                  |
| KW 1000 | 142                              | 168                  | 260                  | 192                  | 224                  |
| KW 1400 | 200                              | 236                  | 359                  | 253                  | 311                  |
| KW 2000 | 260                              | 307                  | 470                  | 330                  | 407                  |
| KW 2300 | 328                              | 387                  | 588                  | 415                  | 510                  |
| KW 3000 | 394                              | 462                  | 690                  | 495                  | 602                  |

**NOTA 1:** Las capacidades de secado, así como la cantidad de energía necesaria y el consumo de combustible, están definidos para las siguientes condiciones: temperatura ambiente = 20°C, humedad relativa ambiente = 60%, presión atmosférica = 717mmHg (490m de altitud), peso específico = 600kg/m<sup>3</sup>, impurezas = 1% (caballete) y 4% (columna) máximo, temperatura de secado = 60°C, poder calorífico leña = 2.800kcal/kg, poder calorífico gas natural = 15.667kcal/kg, poder calorífico gas GLP = 12.600kcal/kg, sin tiempos de carga y descarga, sacos de 50kg;

**NOTA 2:** La temperatura de salida del grano en los secadores de caballete y de columna es de 15 a 20°C más alta que la temperatura ambiente, para arroz con 13% de humedad de salida. Estos valores dependen de: condiciones ambientales, condiciones del producto (temperatura y humedad de entrada y salida), composición química del producto, propiedades físicas del producto (área expuesta e isothermas de absorción) y propiedades térmicas del producto (calor específico y calor latente de vaporización);

**NOTA 3:** En las capacidades a diario, está considerado el tiempo de carga y descarga con elevadores estándar, considerándose sólo un elevador de carga y descarga.

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

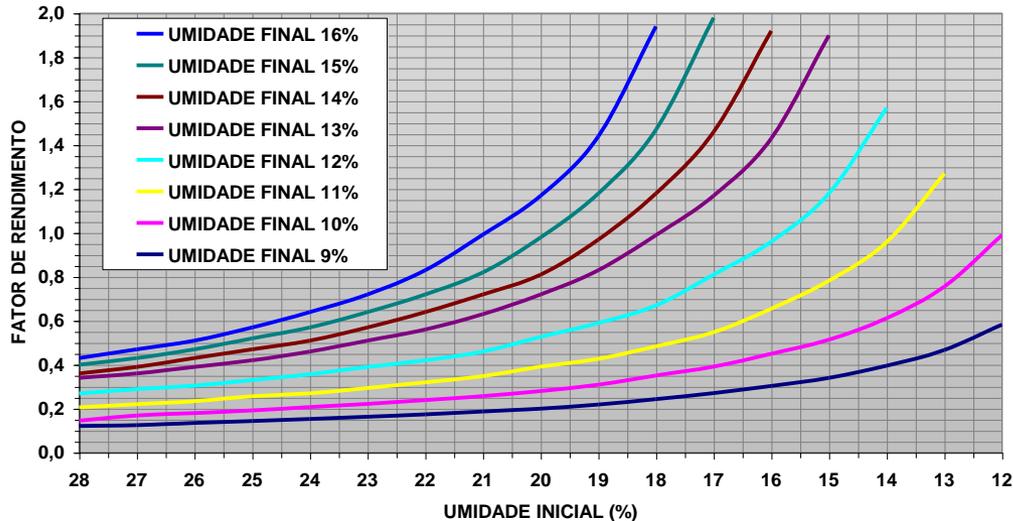
# CAPACIDAD DEL SECADO

La capacidad del secado depende:

- Temperatura del secado
- Estadios de humedad
- Tipo del grano
- Condiciones ambientales



Grano



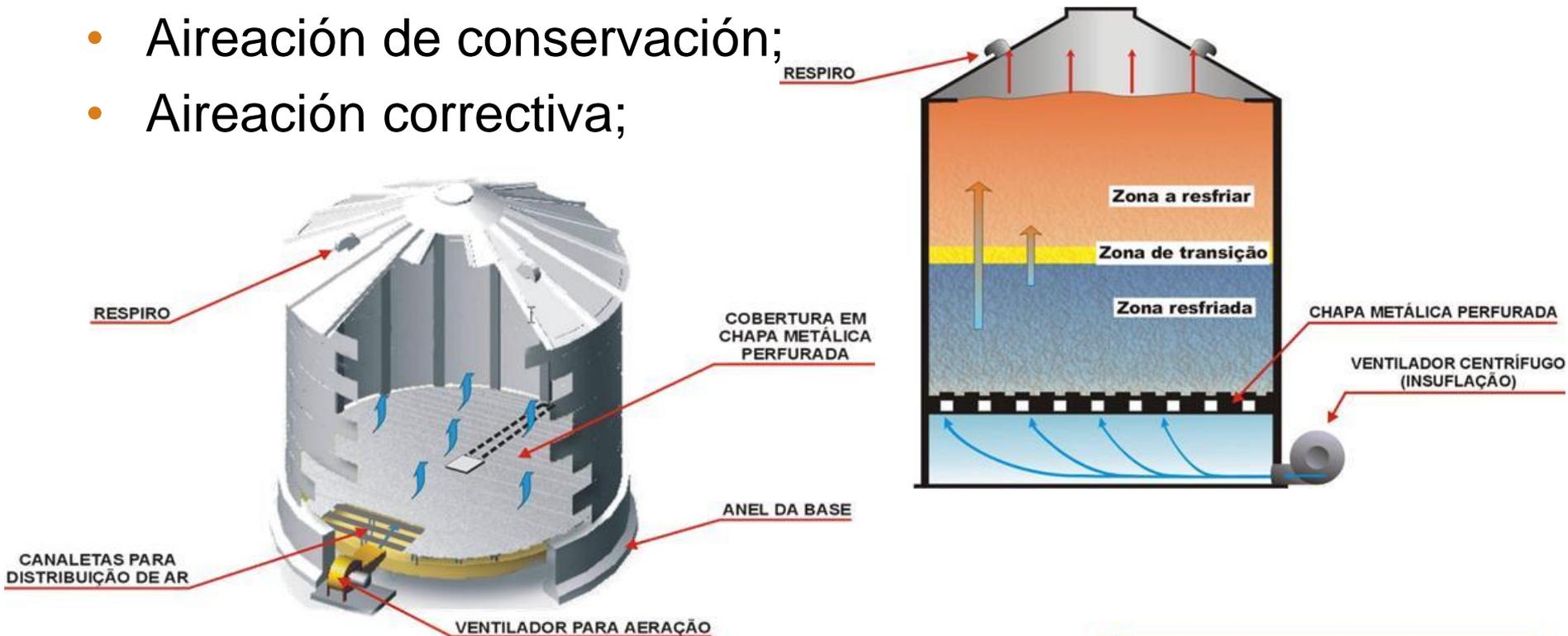
| UMIDADE RELATIVA | TEMPERATURA AMBIENTE |       |       |       |       |       |
|------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | 5 °C                 | 10 °C | 15 °C | 20 °C | 25 °C | 30 °C |
| 50 %             | 0,91                 | 0,93  | 0,99  | 1,01  | 1,01  | 1,01  |
| 60 %             | 0,90                 | 0,93  | 0,97  | 1,00  | 1,00  | 1,01  |
| 70 %             | 0,89                 | 0,91  | 0,93  | 0,97  | 0,97  | 0,97  |
| 80 %             | 0,89                 | 0,91  | 0,93  | 0,92  | 0,92  | 0,91  |
| 90 %             | 0,92                 | 0,89  | 0,91  | 0,90  | 0,89  | 0,87  |

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# AIREACIÓN

- Aireación de secado;
- Aireación de enfriamiento;
- Aireación de conservación;
- Aireación correctiva;



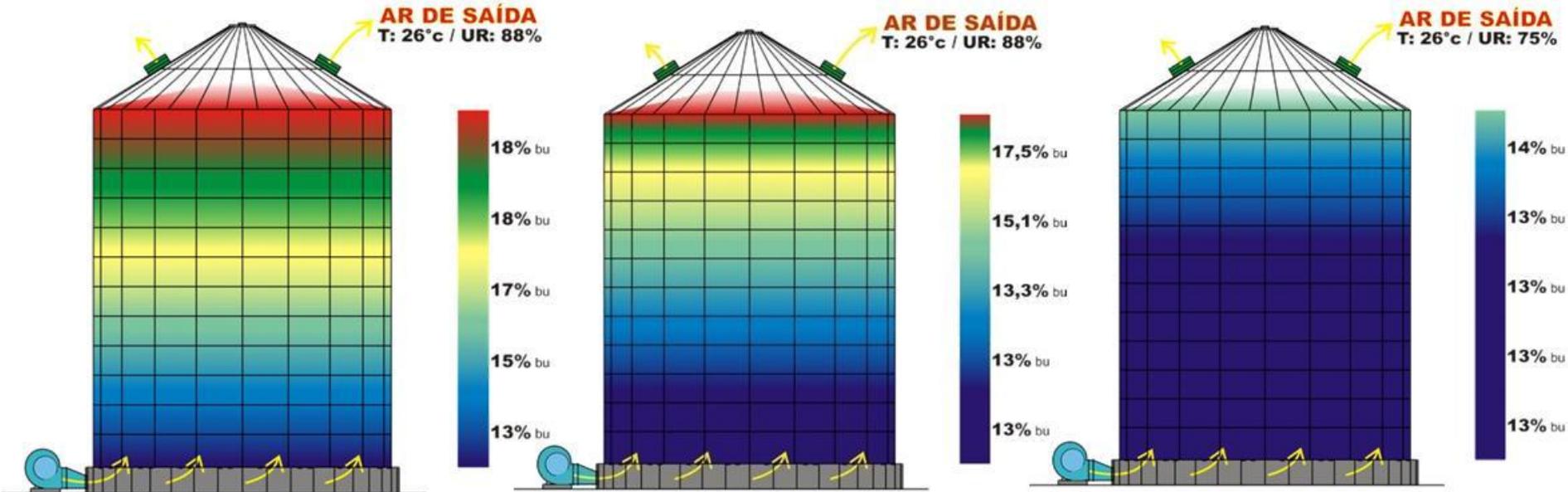
EVOLUÇÃO É NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# AIREACIÓN DE SECADO

El avance de las capas de temperatura y de humedad depende de las condiciones de almacenaje de los granos:

- Tipo del grano, humedad, condiciones del ambiente , etc...



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# AVANZO DE LA CAMADA DE HUMEDAD

| ANEL                | UMIDADE MEDIA | HORAS AERAÇÃO |  |  |      |      |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|--|------|------|
| 12                  |               | 30            |               | 70            |               | 150           |               | 230           |               | 250           | 14            | 270           |  |  |      |      |
| 11                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |  |      | 13   |
| 10                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |  |      | 12,7 |
| 9                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |  |  | 12,7 | 250  |
| 8                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | 13,3          |               |  |  | 12,7 |      |
| 7                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | 12,7          |               |  |  | 12,7 |      |
| 6                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | 13,3          |               |  |  | 12,7 |      |
| 5                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | 12,7          |               |  |  | 12,6 |      |
| 4                   |               |               |               |               | 13,1          |               |               |               |               |               | 12,7          |               |  |  | 12,6 |      |
| 3                   |               |               |               |               | 12,6          |               |               |               |               |               | 12,6          |               |  |  | 12,6 |      |
| 2                   | 13,5          |               |               |               | 12,6          |               |               |               |               |               | 12,6          |               |  |  | 12,6 |      |
| 1                   | 12,6          |               |               |               | 12,6          |               |               |               |               |               | 12,6          |               |  |  | 12,6 |      |
| TOTAL HORAS AERAÇÃO |               | 30            |               | 100           |               | 250           |               | 480           |               | 730           |               | 1000          |  |  |      |      |

## Condiciones:

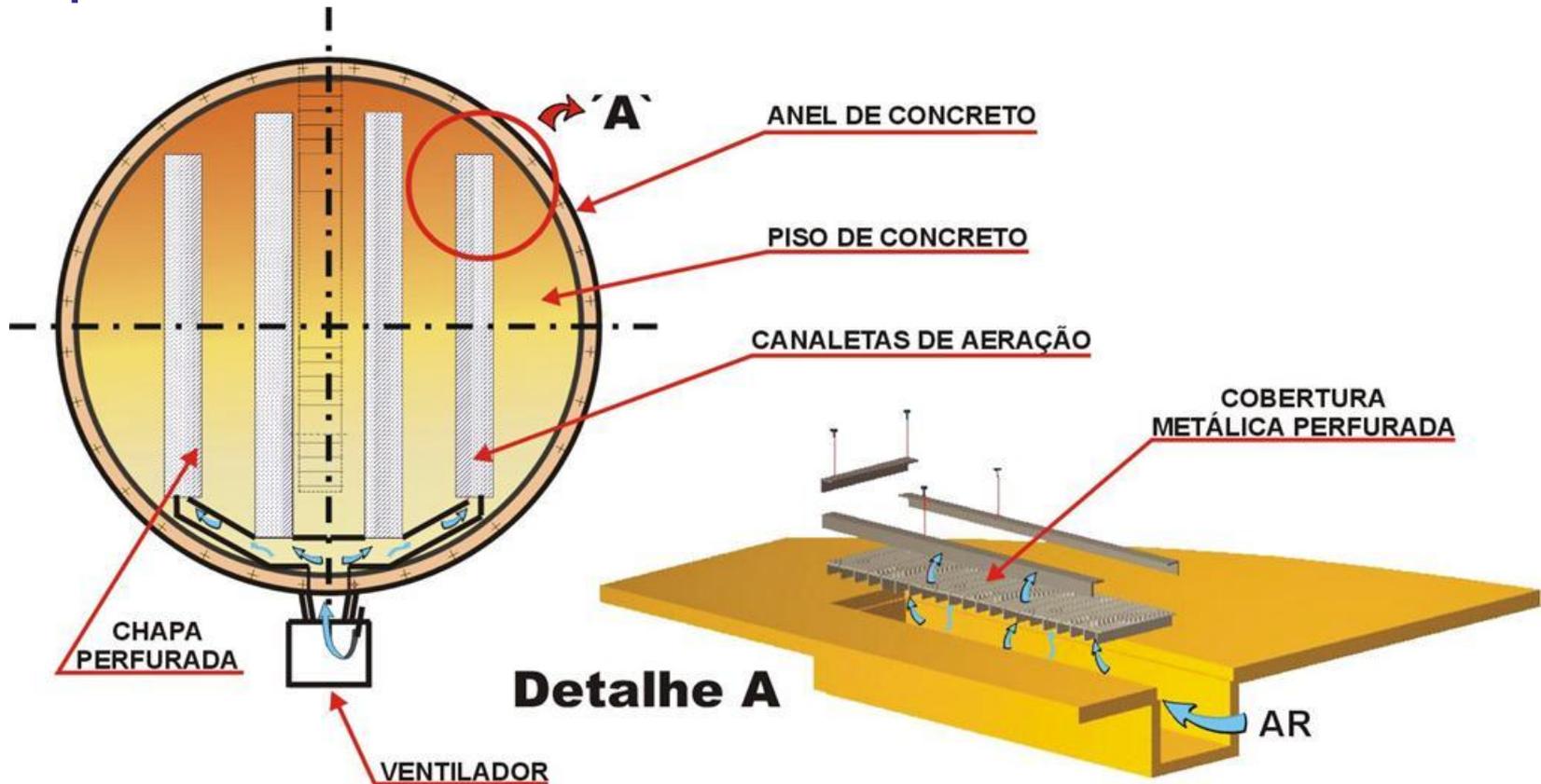
- Grano almacenado con humedad de 18%
- Temperatura ambiente 20°C
- Humedad Relativa 60%

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE COBERTURAS DE AIREACIÓN

## ✓ Tipo Canales

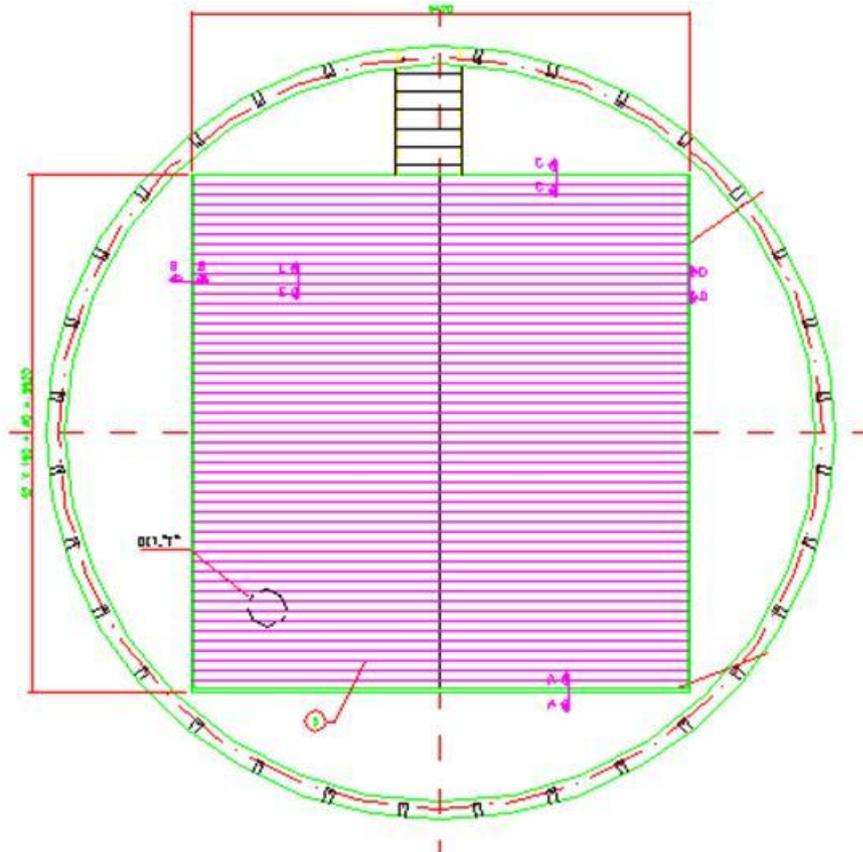


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE COBERTURAS DE AIREACIÓN

✓ Tipo Fondo Falso Cuadrado;

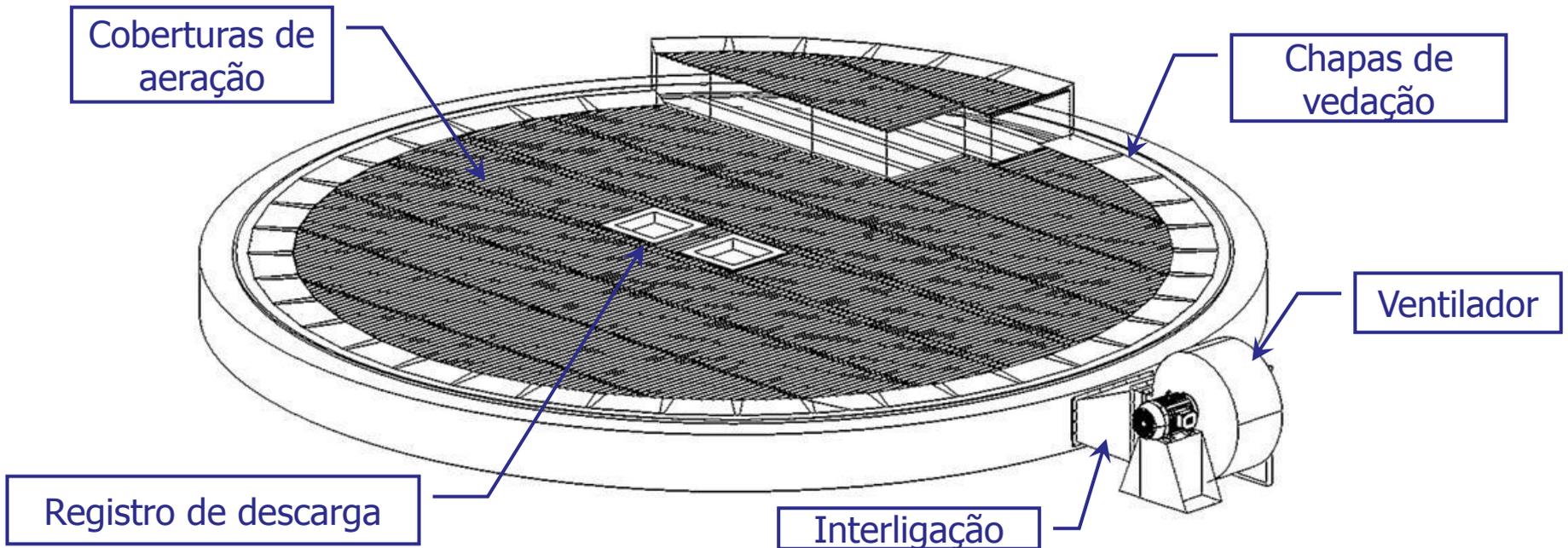


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE COBERTURAS DE AIREACIÓN

✓ Tipo Fundo Falso Total;

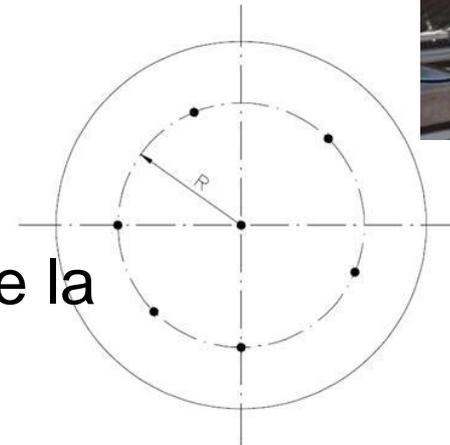


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TERMOMETRÍA

- Sistema de cables con sensores distribuidos en la masa de granos.
- Posibilita medición de la temperatura de la masa de granos en varios niveles.
- Lecturas del sistema de termometría permiten el control del sistema de aireación.
- Control adecuado del enfriamiento de la masa de granos.



La Instrucción Normativa n° 33 del Ministerio de Agricultura Brasileño determina uno (01) sensor para cada 100 m<sup>3</sup>.

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TERMOMETRÍA

Modelos:

- ✓ Portátil;
- ✓ Central con opción de automatización (posibilita acceso a distancia);



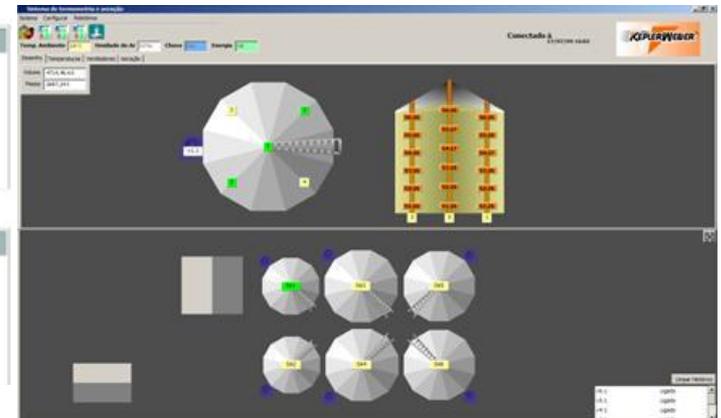
Sistema de Termometría  
Data: 01/01/2008 08:34:22  
Temperatura Ambiente: 22°C

Silo: 1

|    | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C1 | 22 | 23 | 26 | 32 | 27 | 32 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C2 | 25 | 23 | 26 | 26 | 22 | 12 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C3 | 25 | 32 | 26 | 22 | 32 | 32 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C4 | 14 | 23 | 23 | 26 | 32 | 12 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C5 | 27 | 23 | 12 | 26 | 12 | 32 | 22 |    |    |     |     |     |     |     |     |

Silo: 2

|    | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C1 | 22 | 23 | 26 | 12 | 12 | 32 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C2 | 27 | 23 | 32 | 26 | 12 | 12 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C3 | 27 | 23 | 26 | 26 | 26 | 22 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C4 | 27 | 23 | 22 | 26 | 12 | 32 |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| C5 | 27 | 23 | 26 | 26 | 25 | 32 | 31 |    |    |     |     |     |     |     |     |



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



GRUPO  
**KEPLERWEBER**<sup>®</sup>

**EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.**

**+ 55 51 3361-9615**  
**comex@kepler.com.br**  
**www.kepler.com.br**