

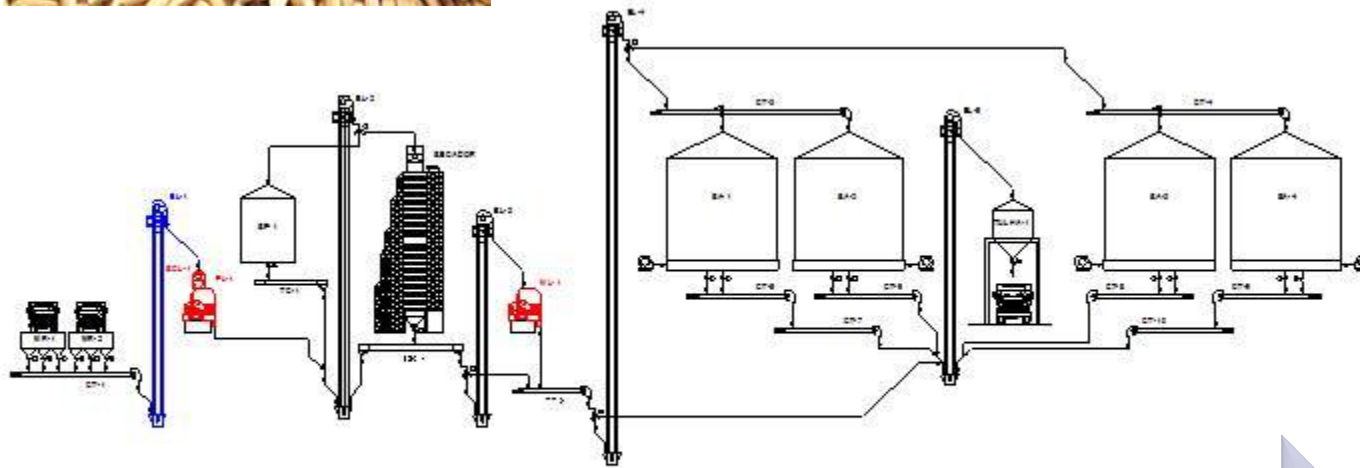
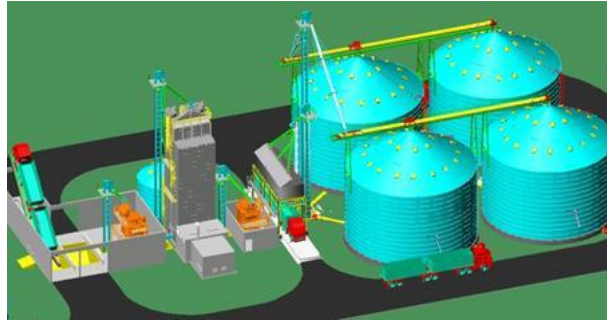
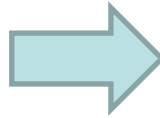
# Secado y Almacenaje de Arroz

**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

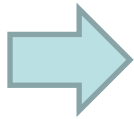
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

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;



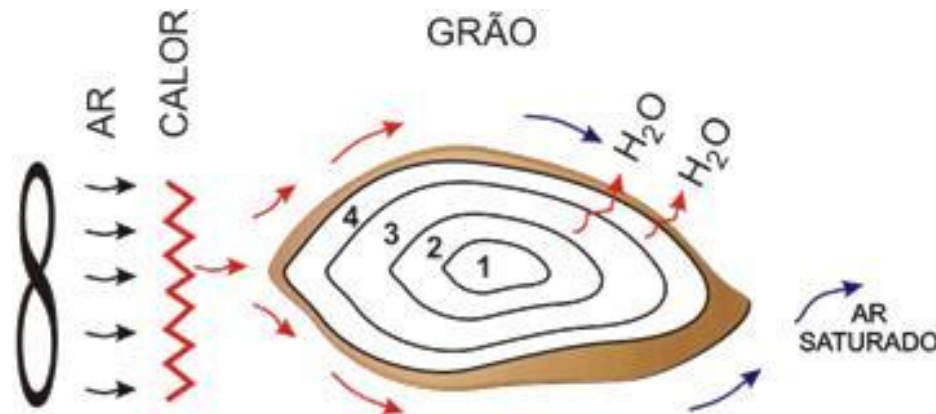
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

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;

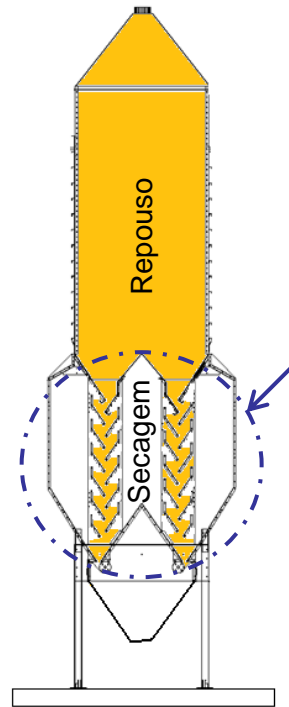
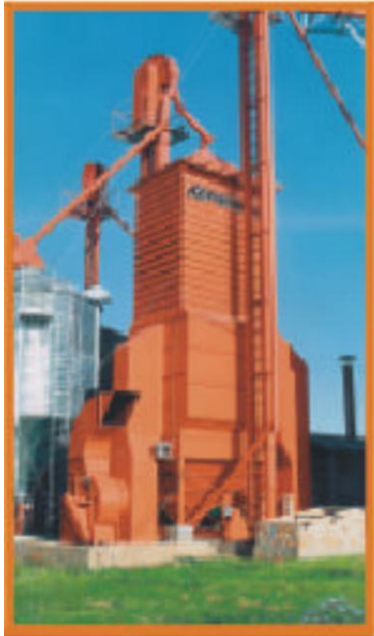


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

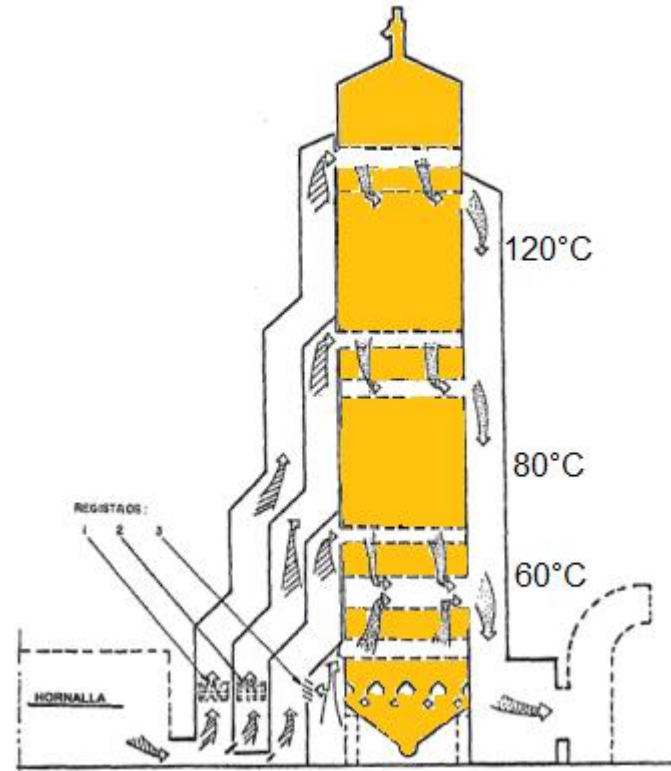
GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# TIPOS DE SECADORES



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



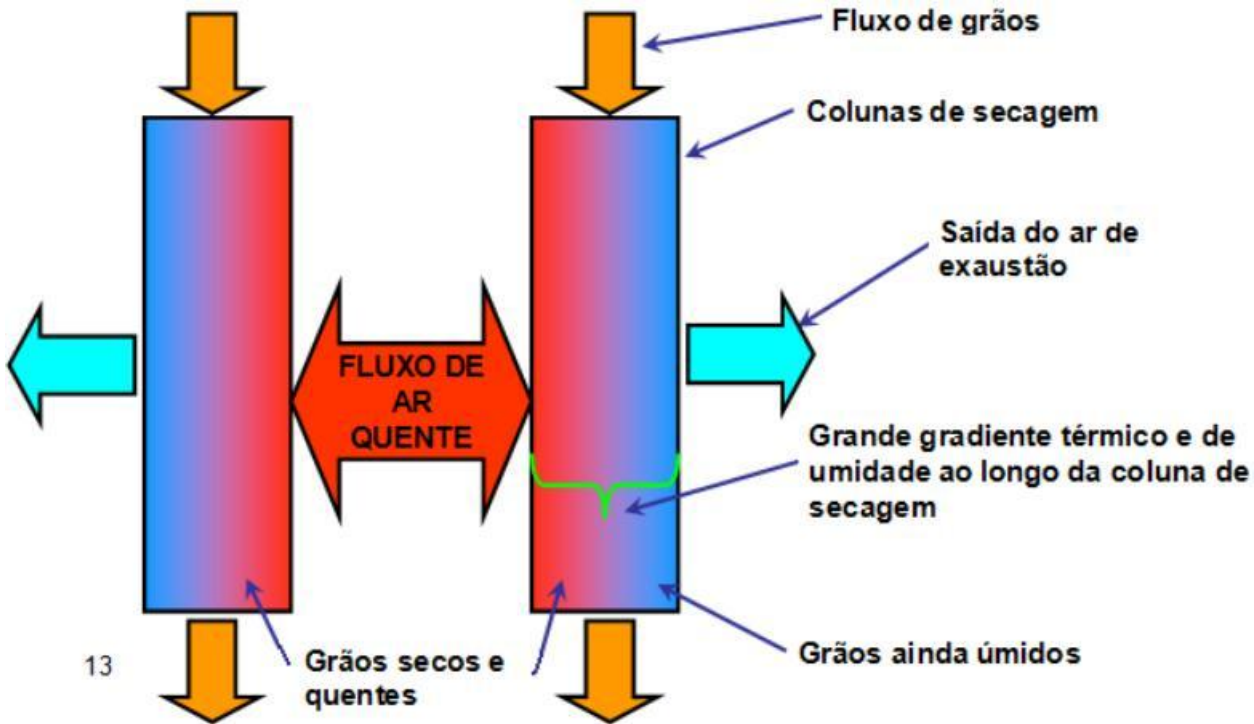
Secador flujo concorrente  
Estadios de temperaturas  
120, 80 e 60°C

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

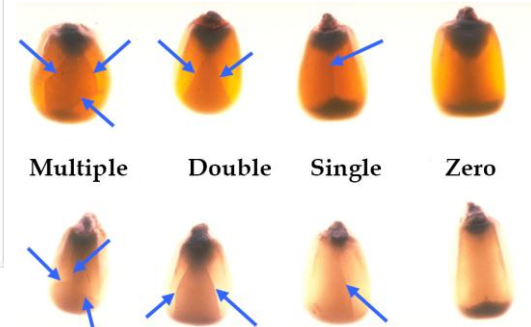
# TIPOS DE SECADORES

## 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.

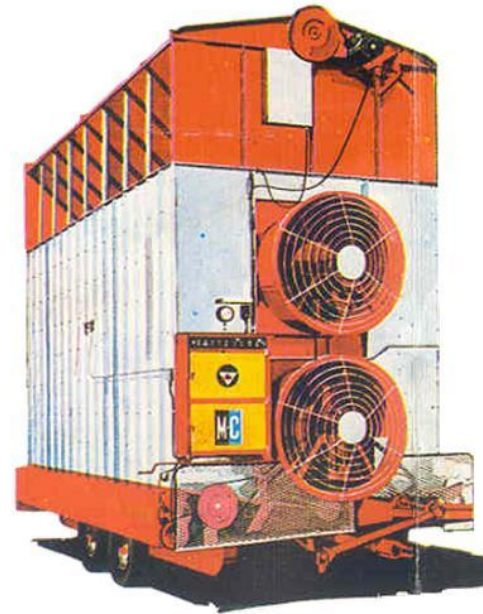
GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# TIPOS DE SECADORES



**LW·JUMBO**



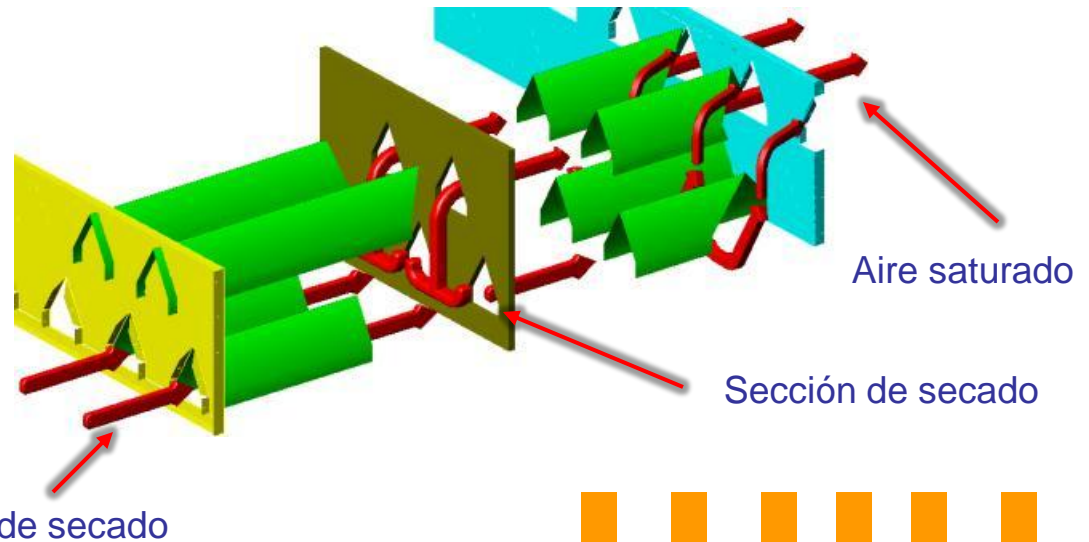
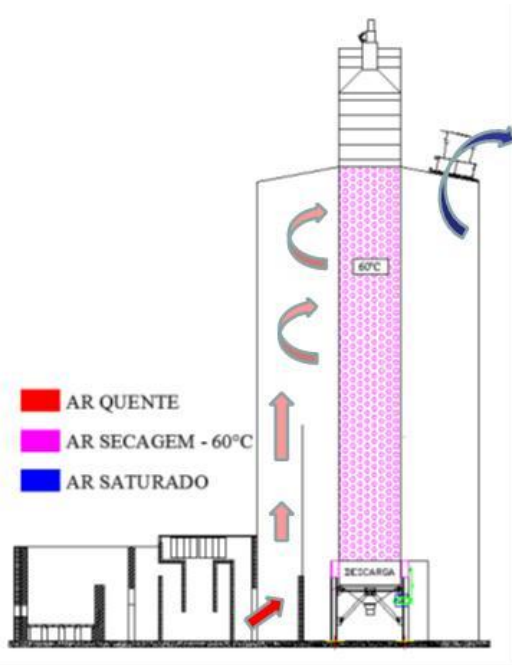
**LW·MATHEWS**

21

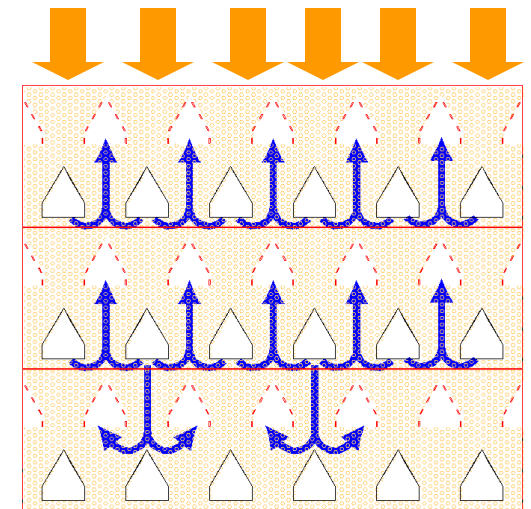
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

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.

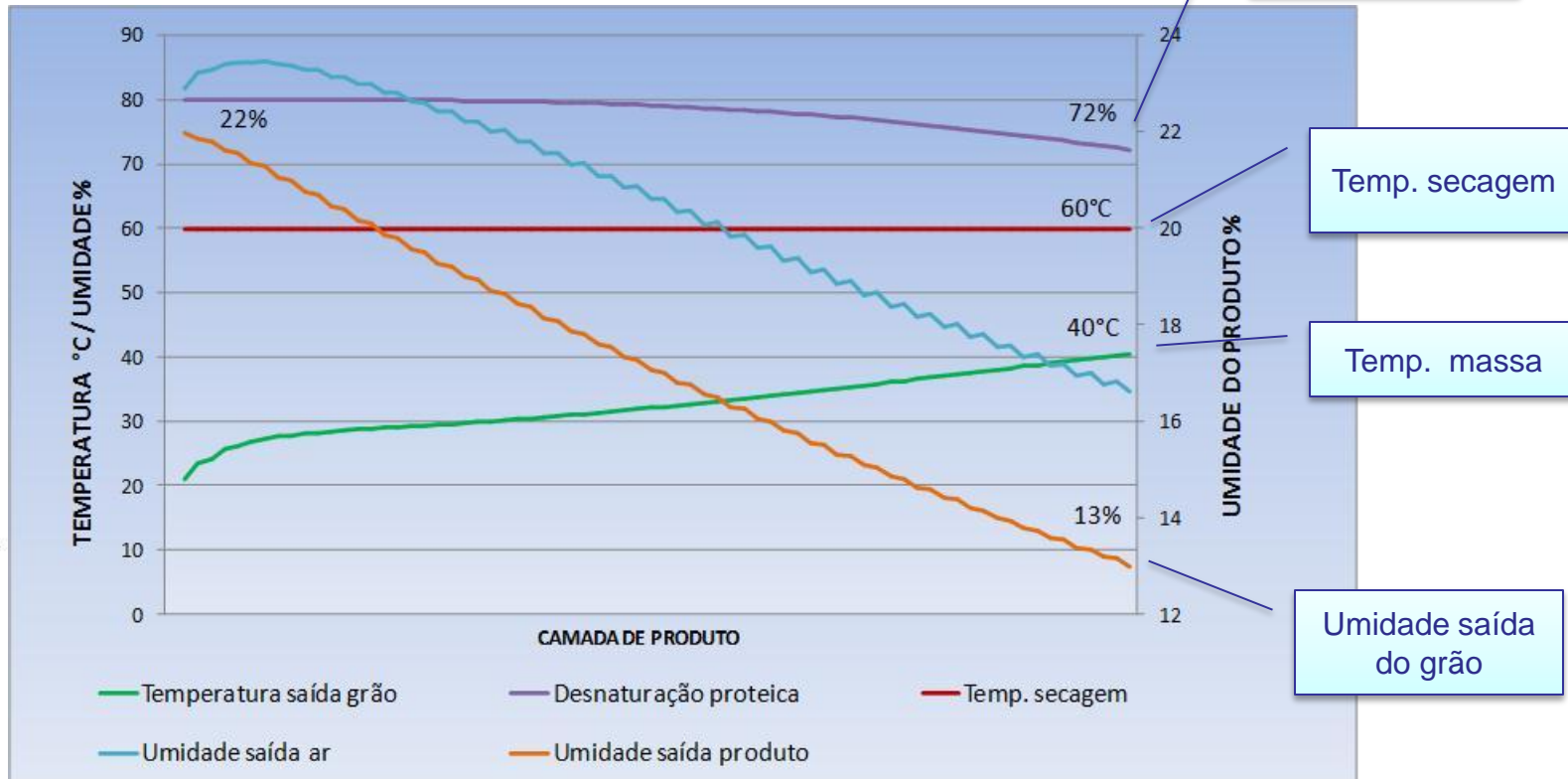
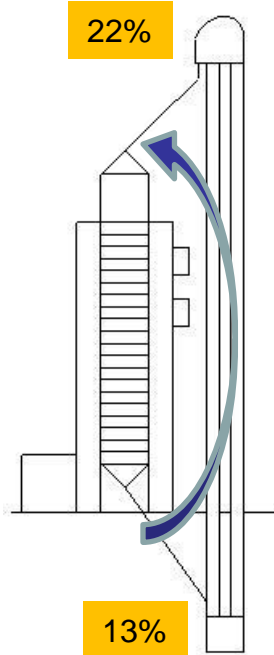
GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# TÉCNICAS DEL SECADO

## 1) Secado en lotes independientes;

Secadores de caballetes: 22-13 a 60°C



1 elevador

Intermitente - Relación de intermitencia pequeña

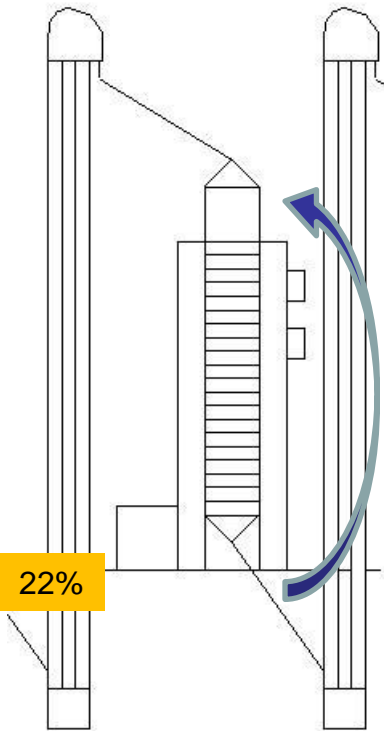
EVOLUÇÃO É NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

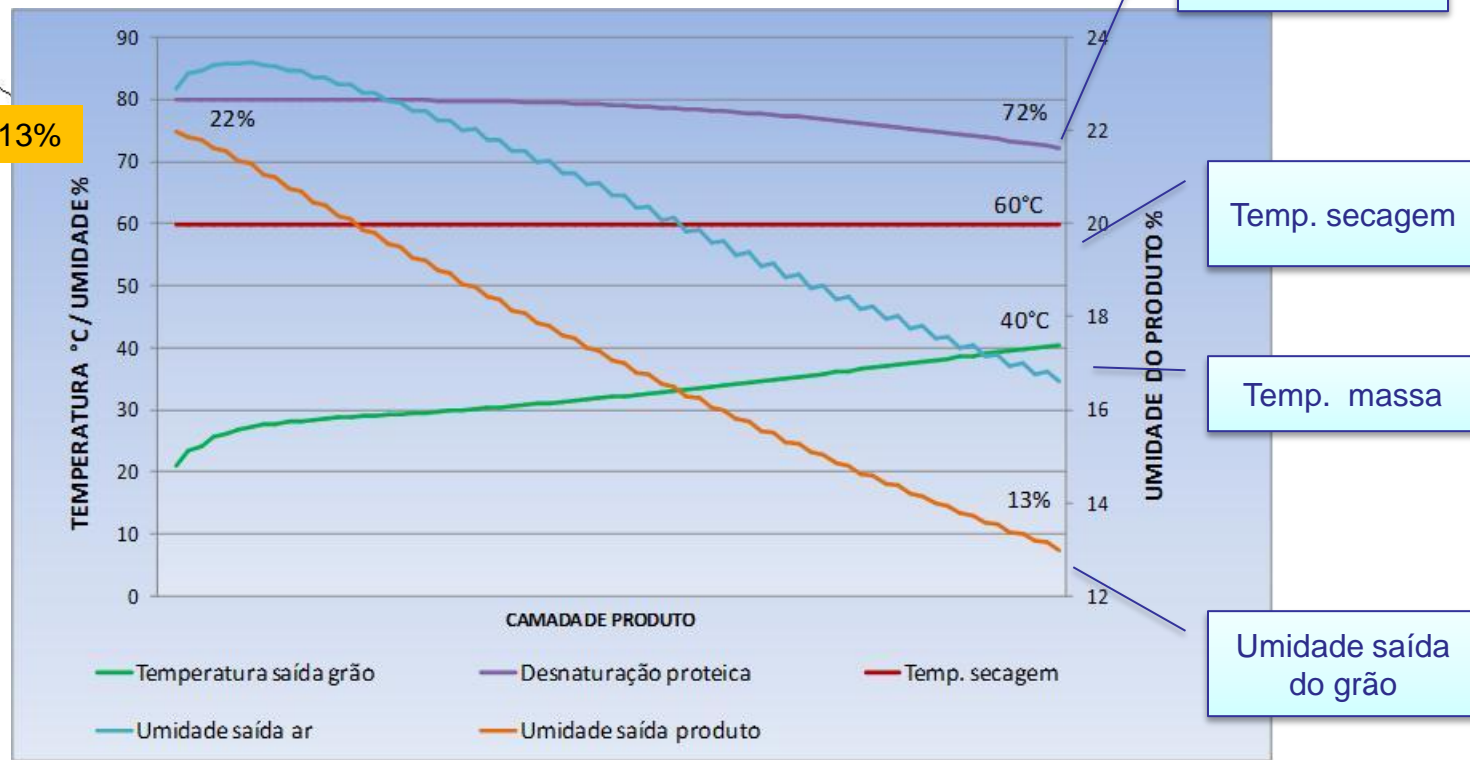
# TÉCNICAS DEL SECADO

## 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.

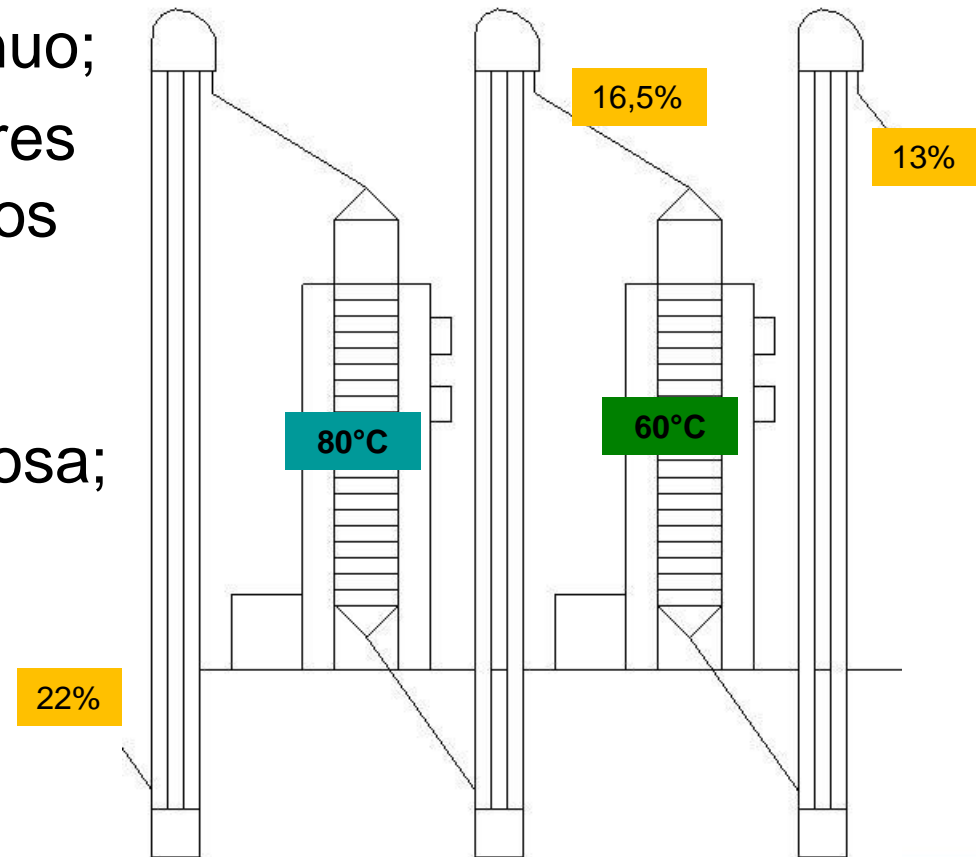
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.



# 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;



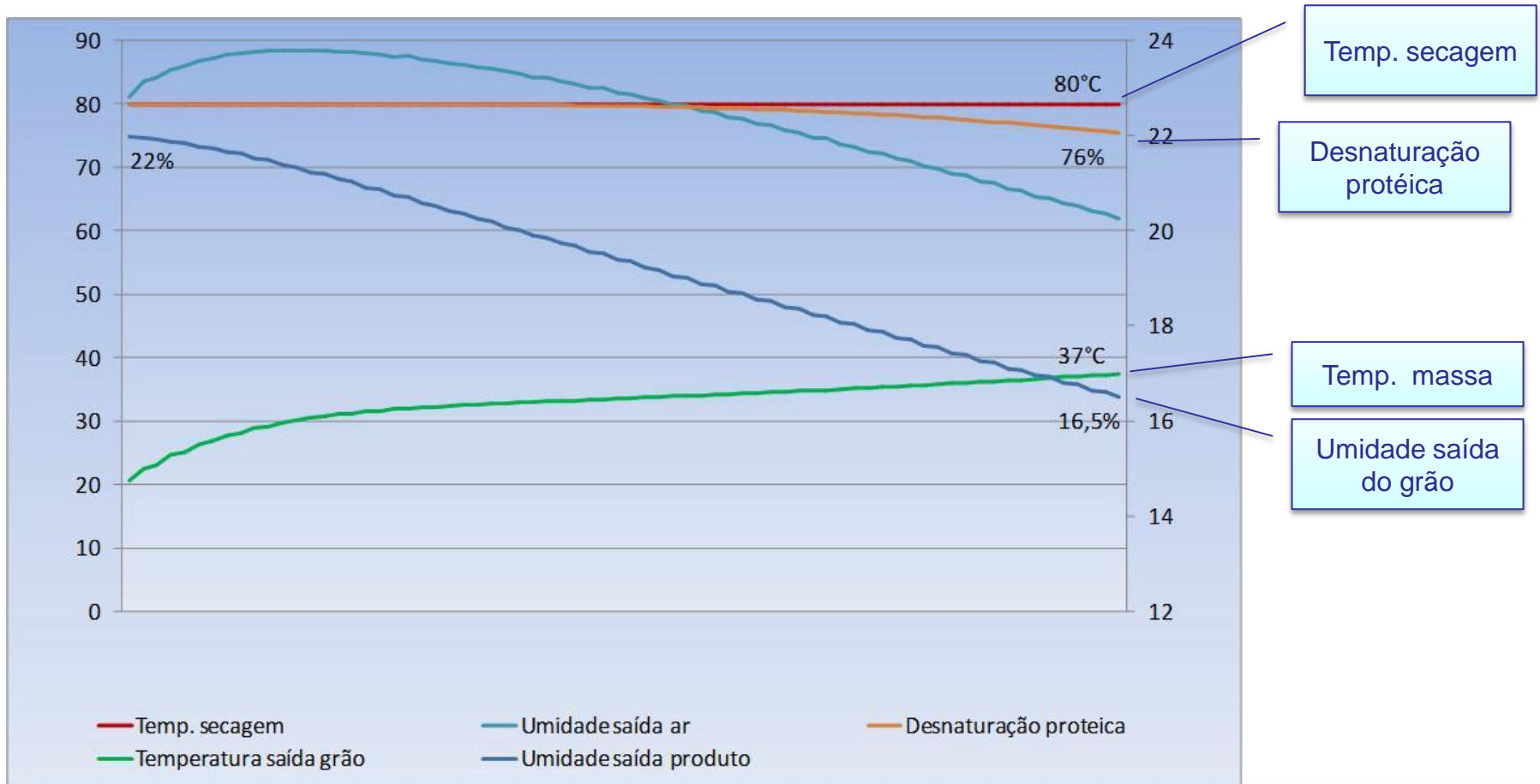
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# TÉCNICAS DEL SECADO

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

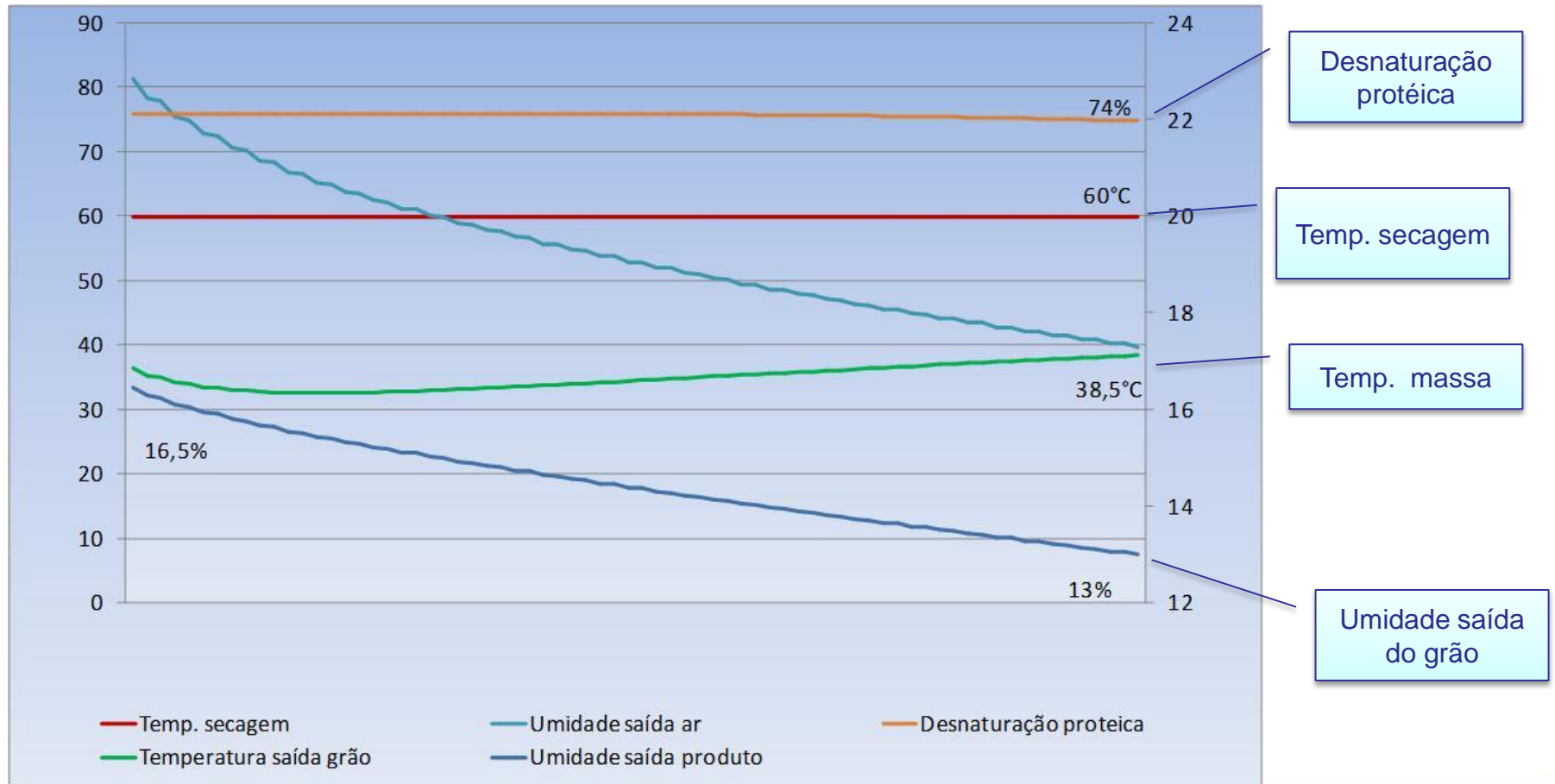


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TÉCNICAS DEL SECADO

Secador 02: 16,5 - 13,0% con 60°C;



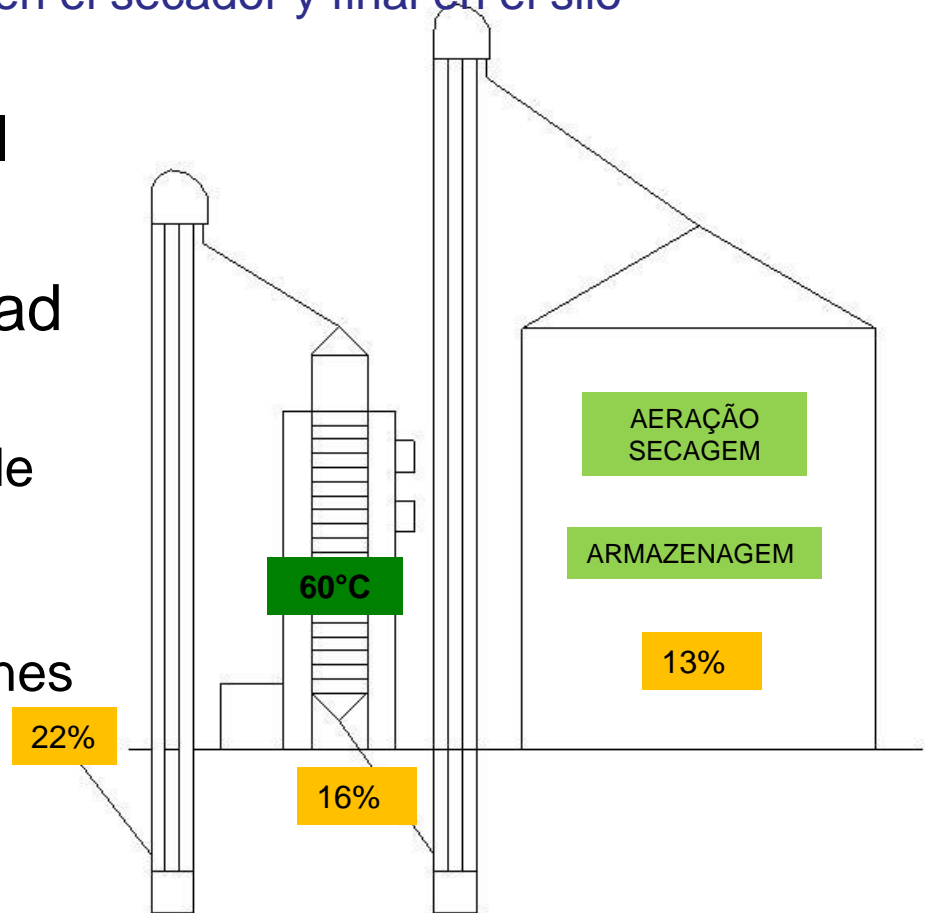
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

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**

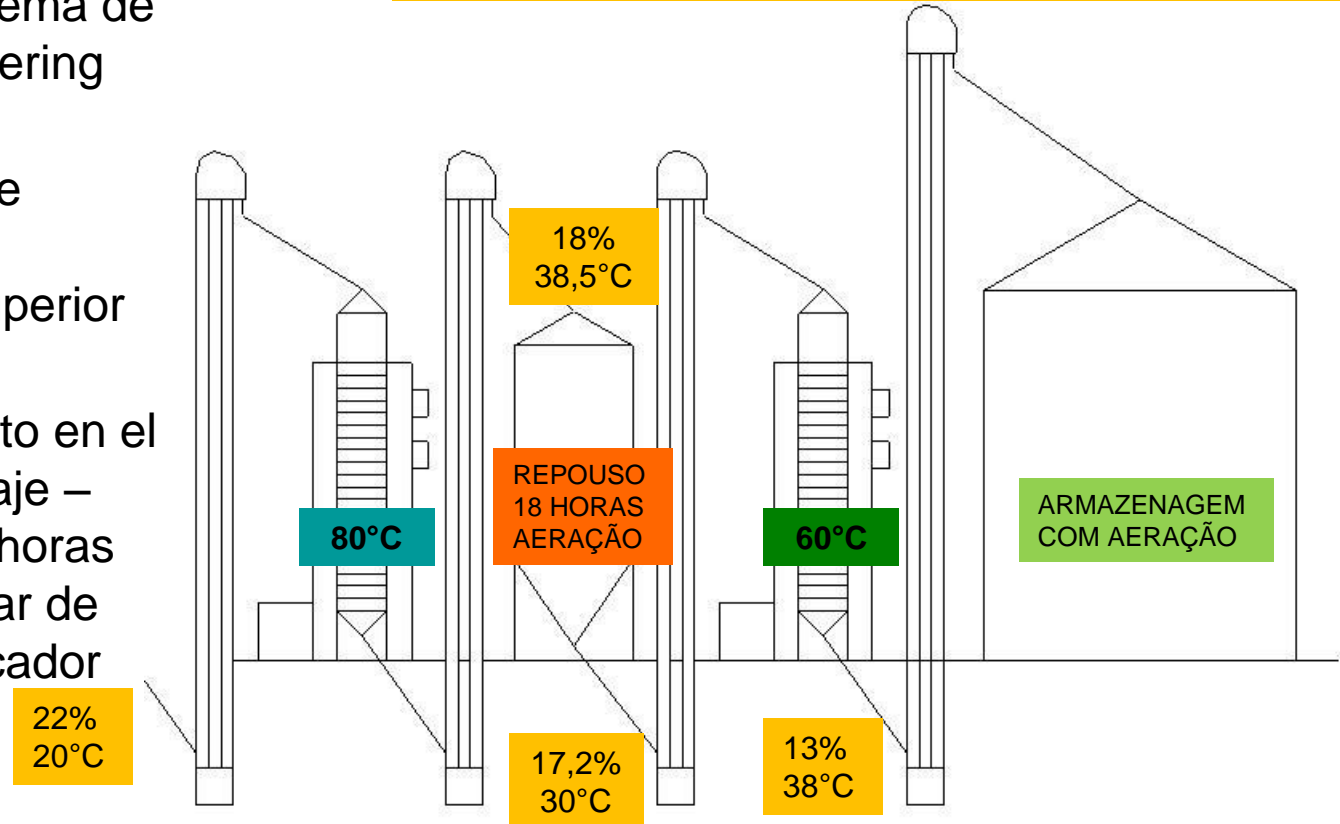


# TÉCNICAS DEL SECADO

## 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

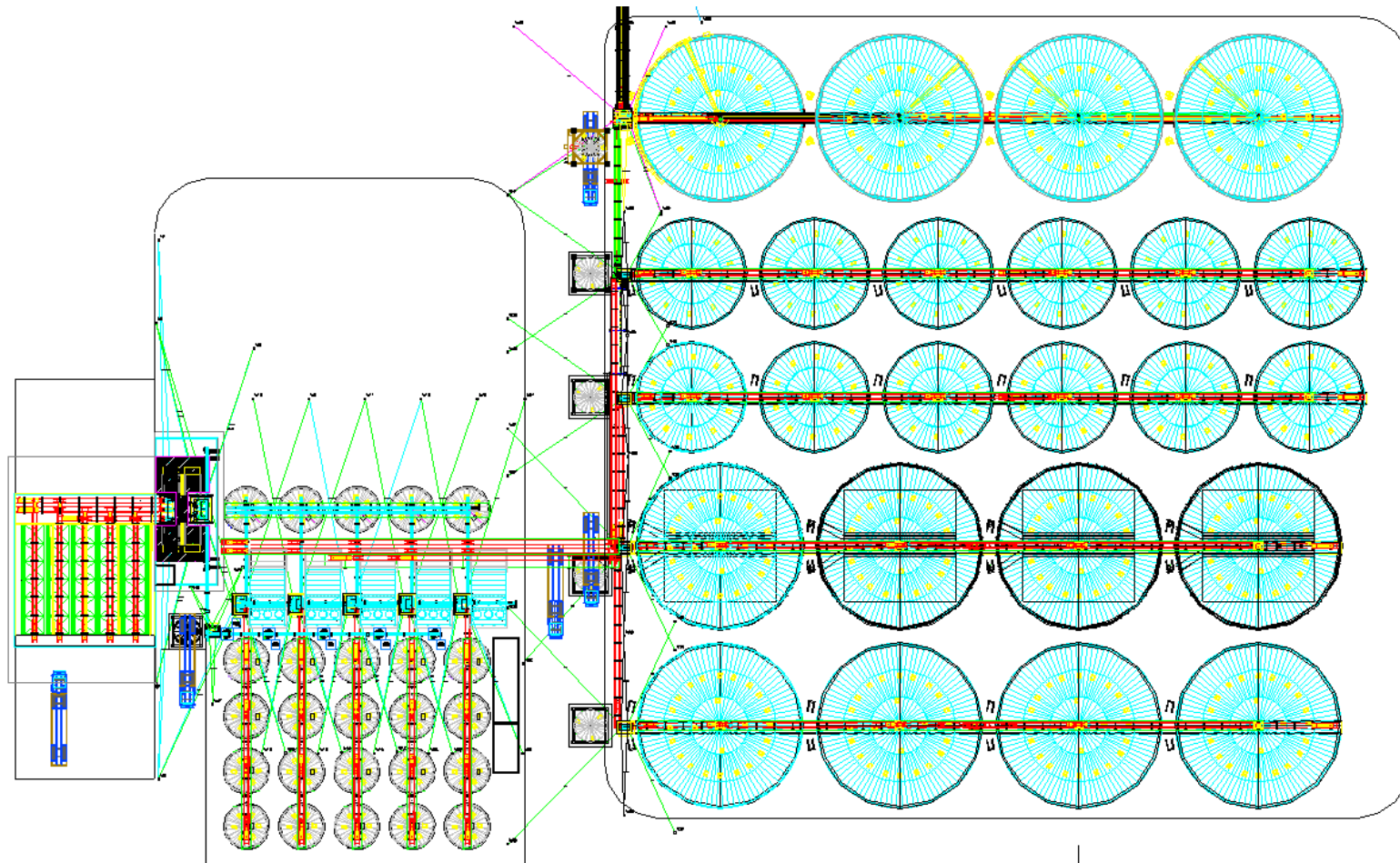
Volumen del silo de reposo = 6 x volumen del secador  
Permite 18 horas de aireación en el reposo



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:

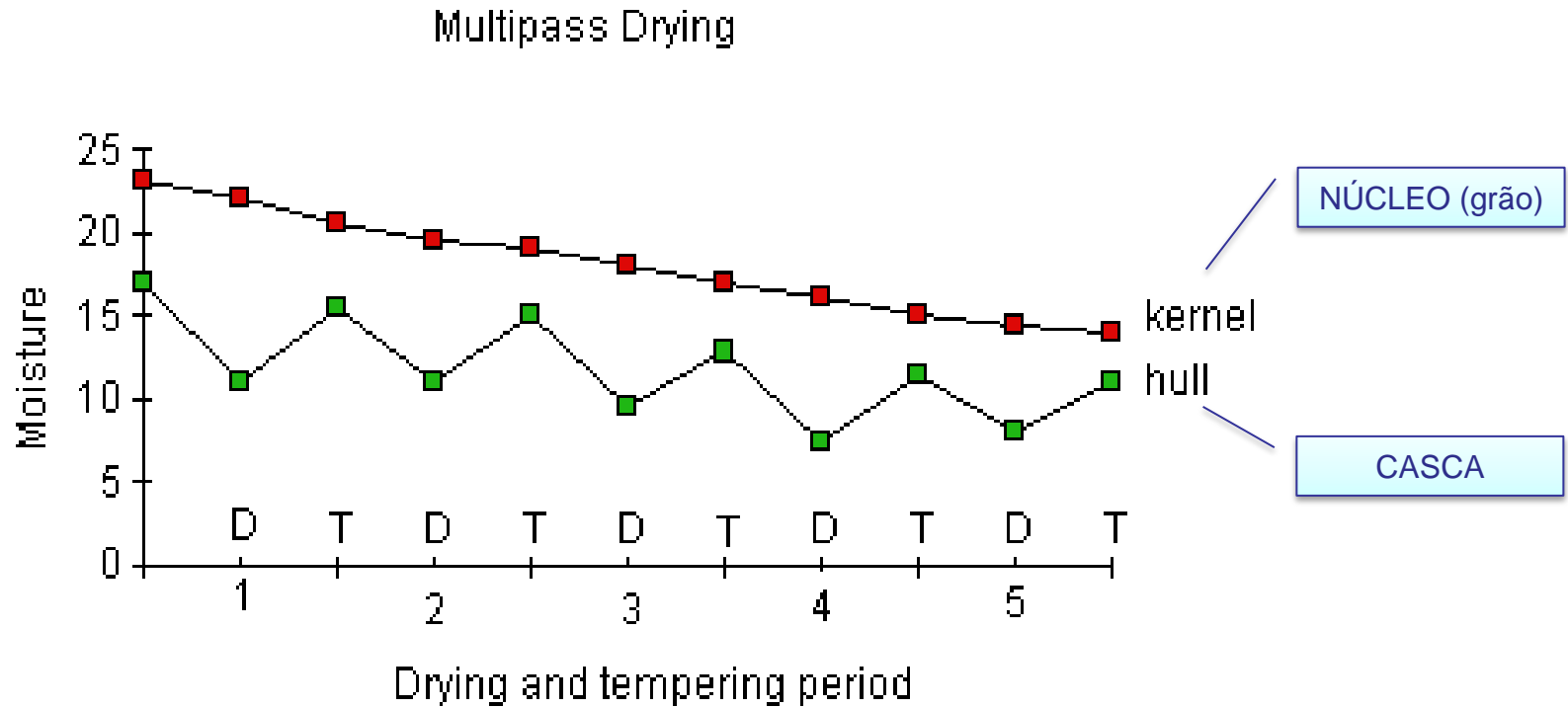
- Daños mecánicos;
- Choque térmico;
- Secado desigual;
- Exceso de temperatura de secado;
- Secado con humedad final muy baja;

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**

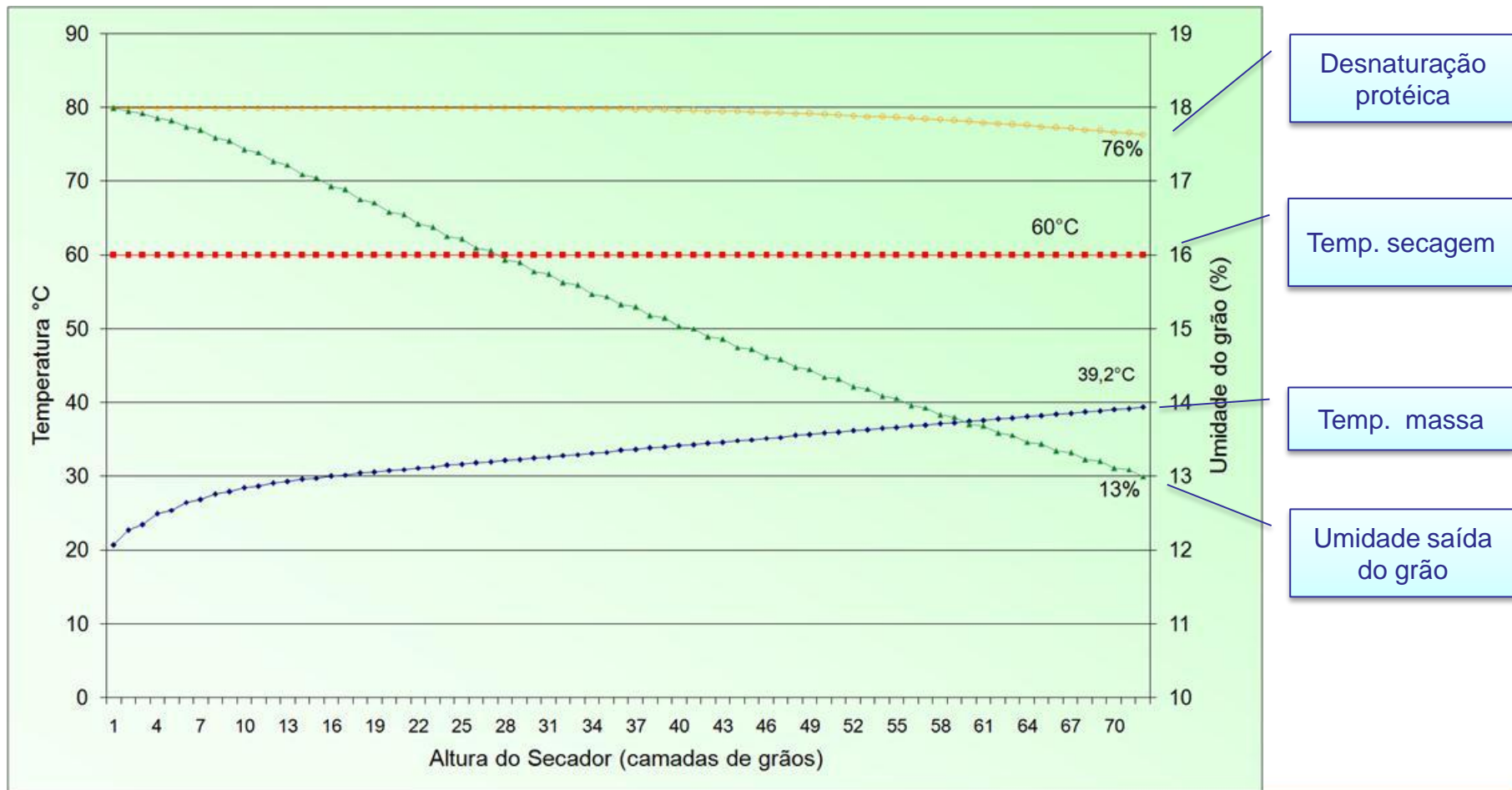
# EFECTO DE LA TEMPERATURA

- 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



Desnaturalização protéica

Temp. secagem

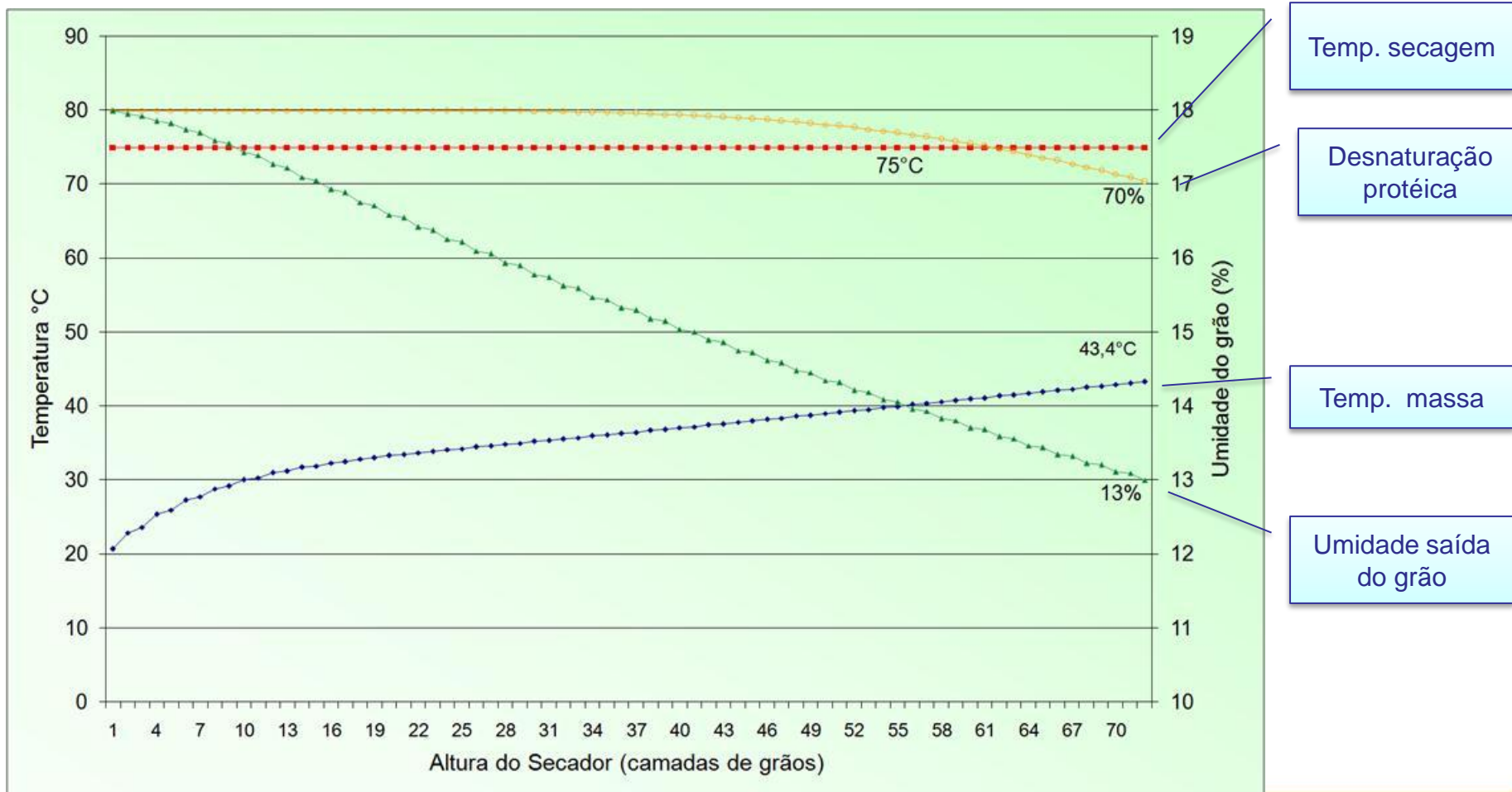
Temp. massa

Umidade saída do grão

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.



# SECADO DE ARROZ – EFECTOS DE LA TEMPERATURA



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# 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

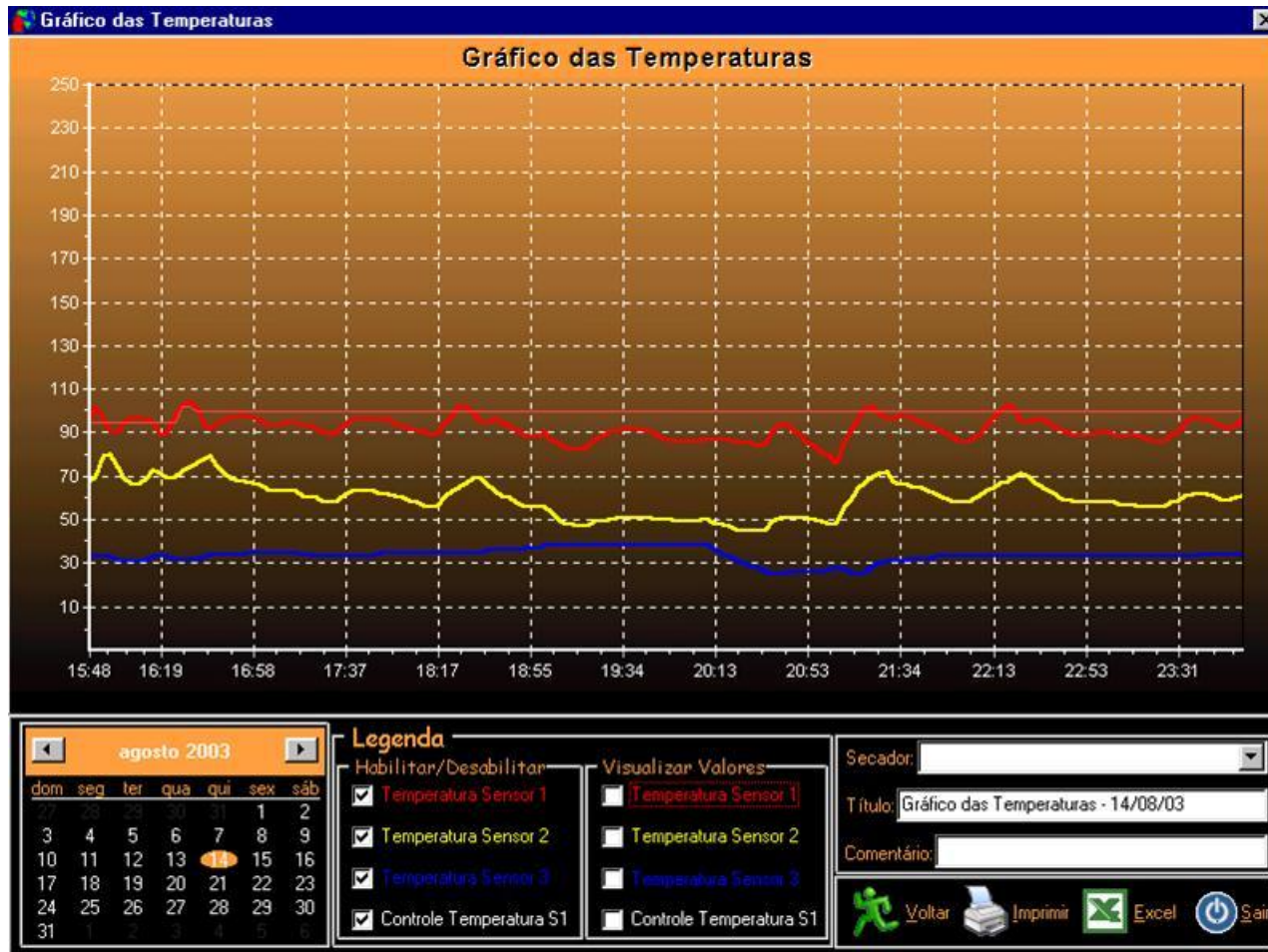
Temperatura 1  Temperatura 2  Temperatura 3  Controle Temperatura 1

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# HISTÓRICO DEL SECADO

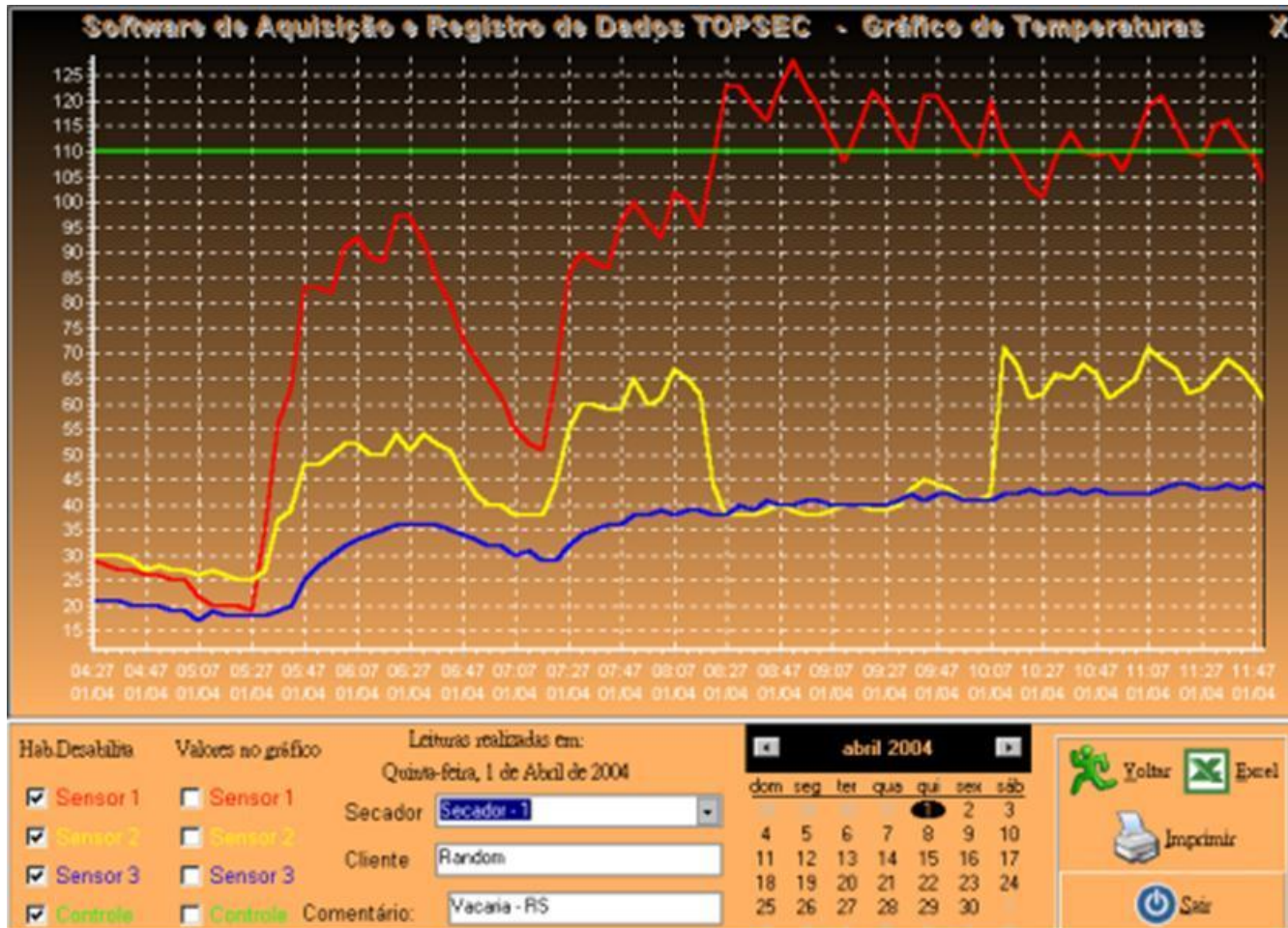


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# HISTÓRICO DEL SECADO

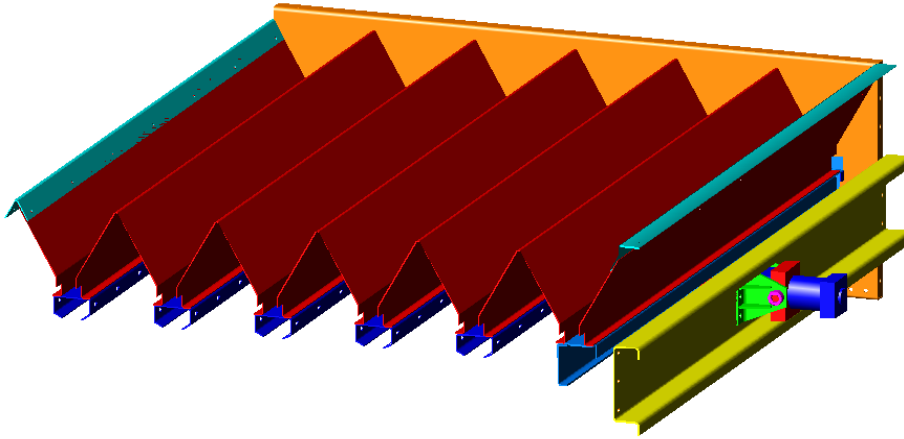


EJEMPLO OPERACIÓN EQUIVOCADA

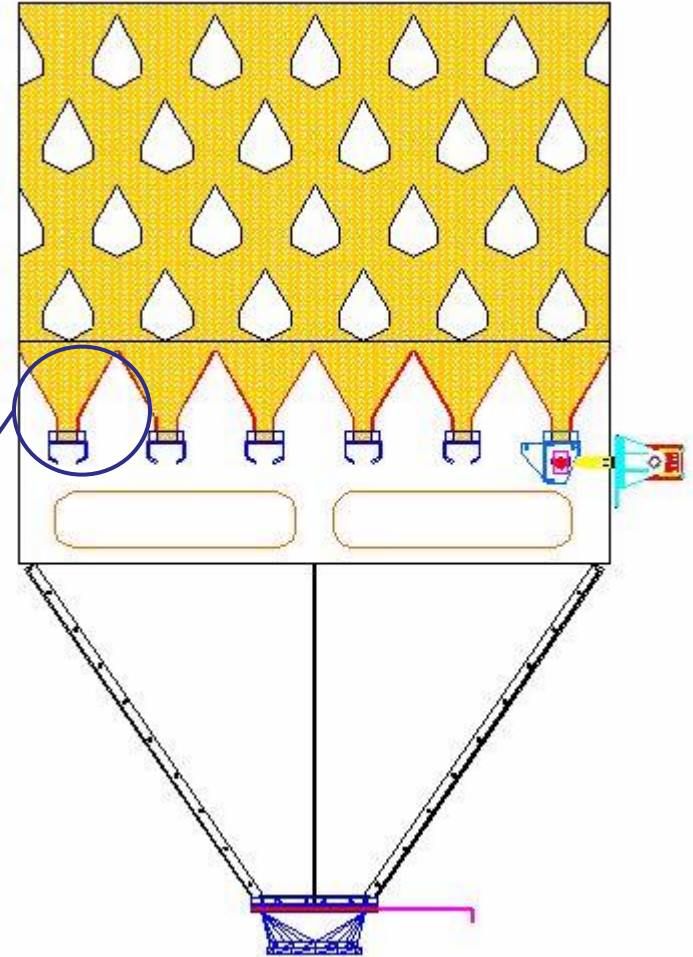
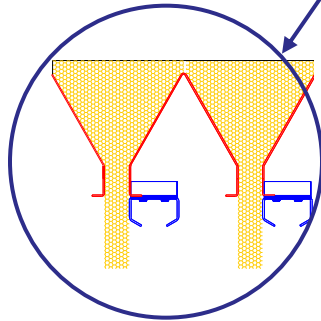
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# DESCARGA NEUMÁTICA



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

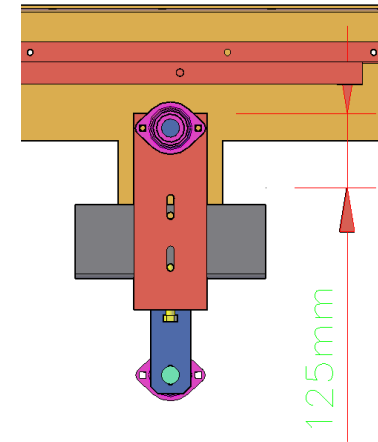
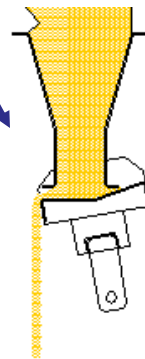
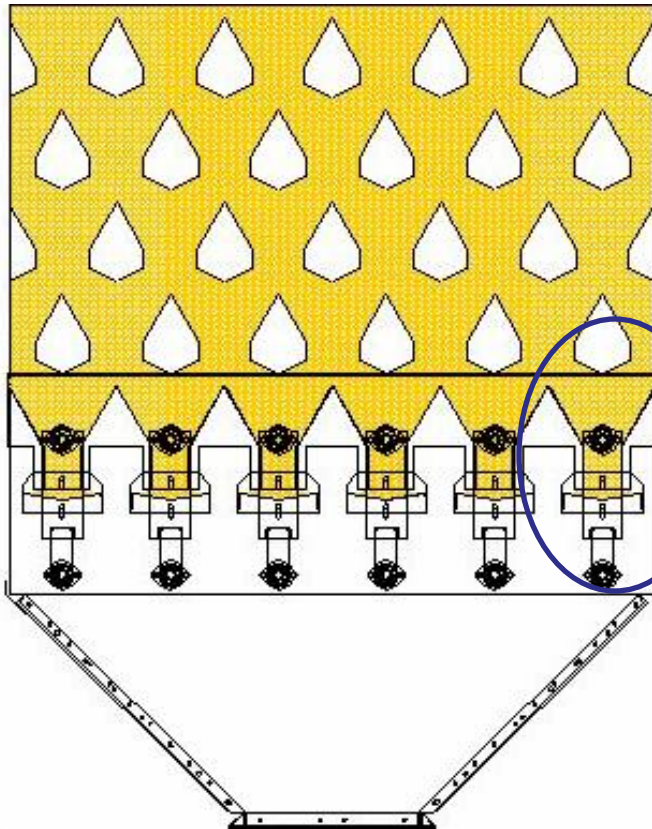


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

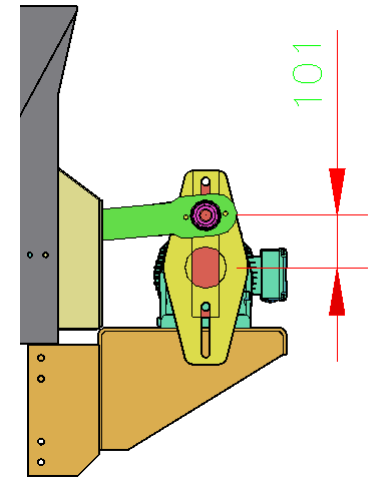
GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# DESCARGA POR BANDEJA BASCULANTE

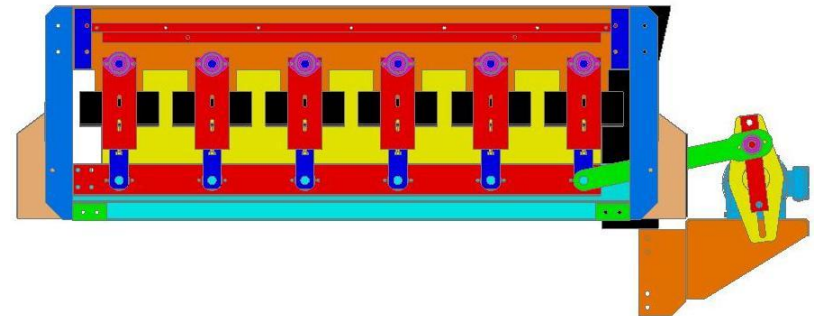
Flujo de descarga:



Abertura de las bandejas



Amplitud



EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# DESCARGA POR BANDEJAS



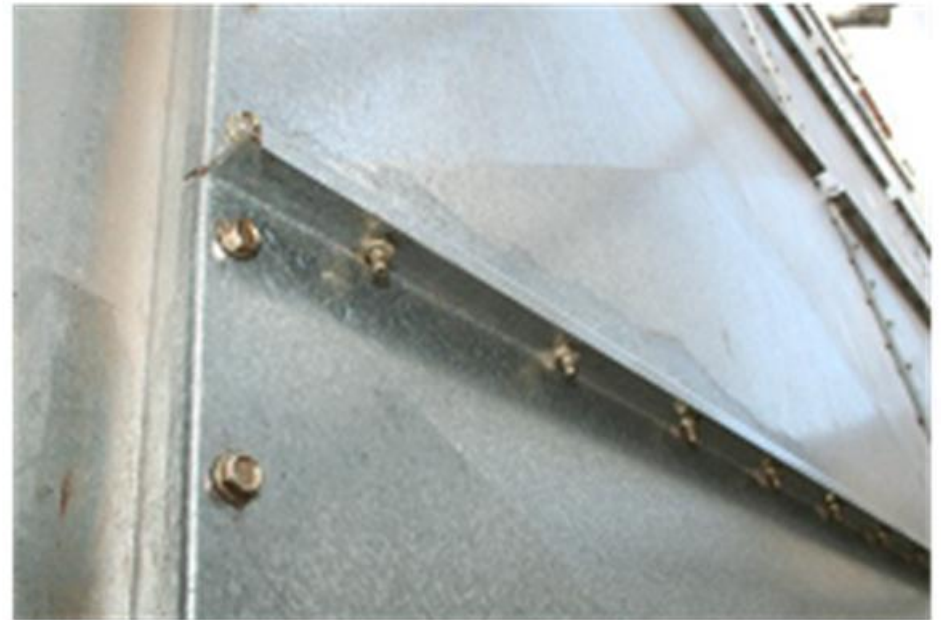
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

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**

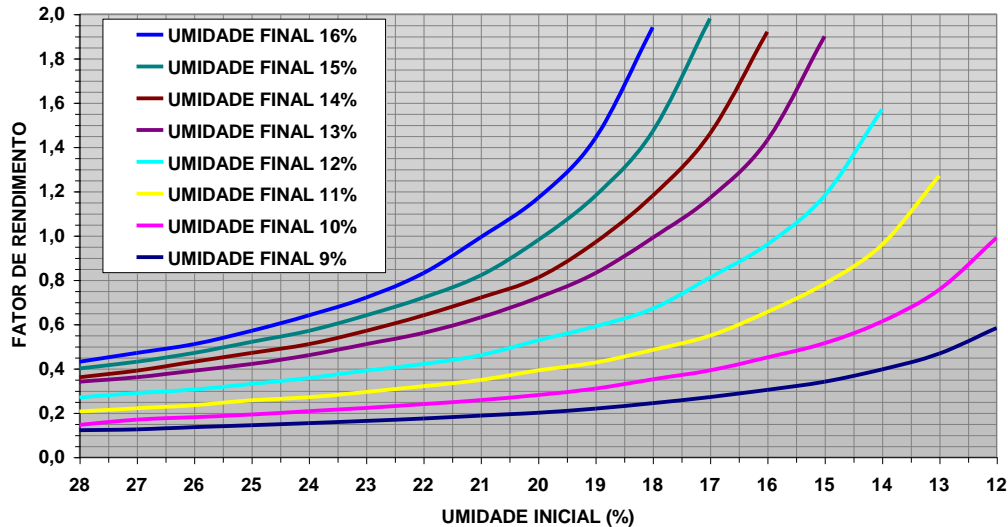
# CAPACIDAD DEL SECADO

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

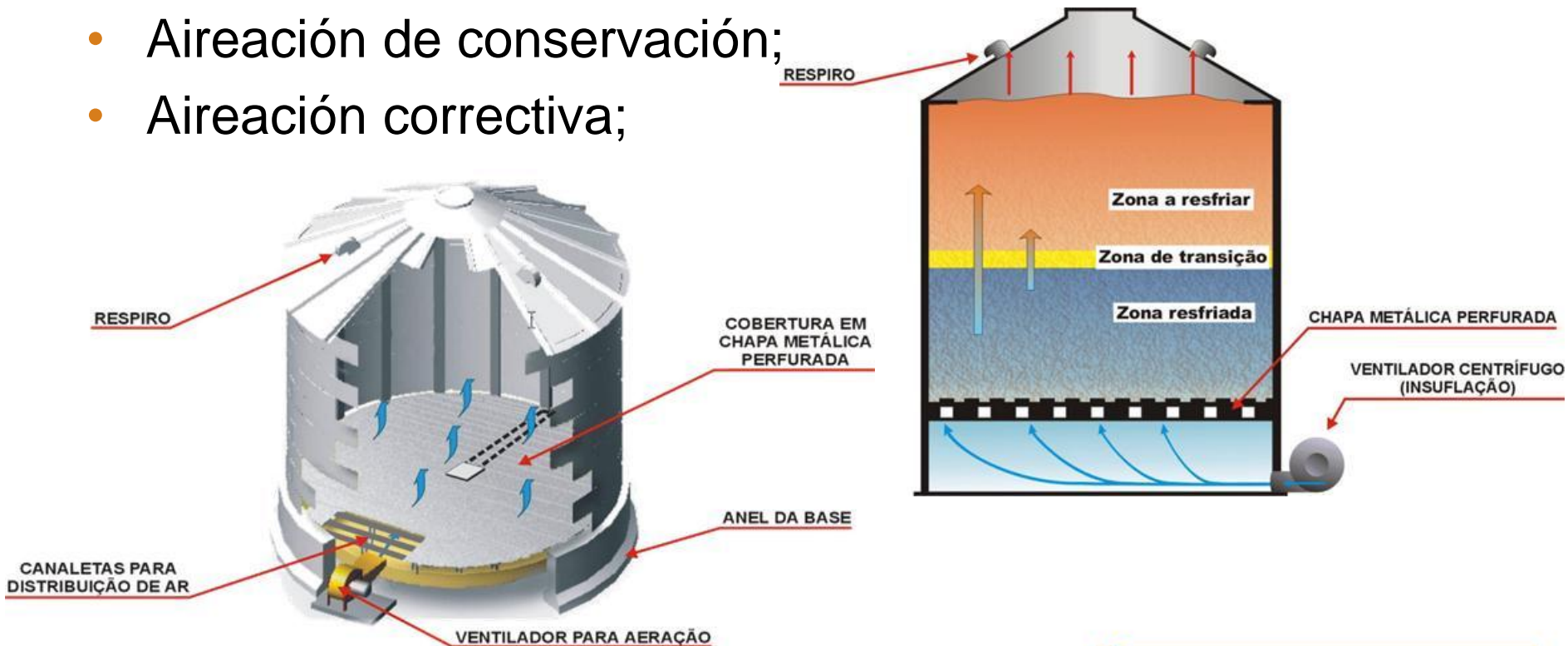
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# AIREACIÓN

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



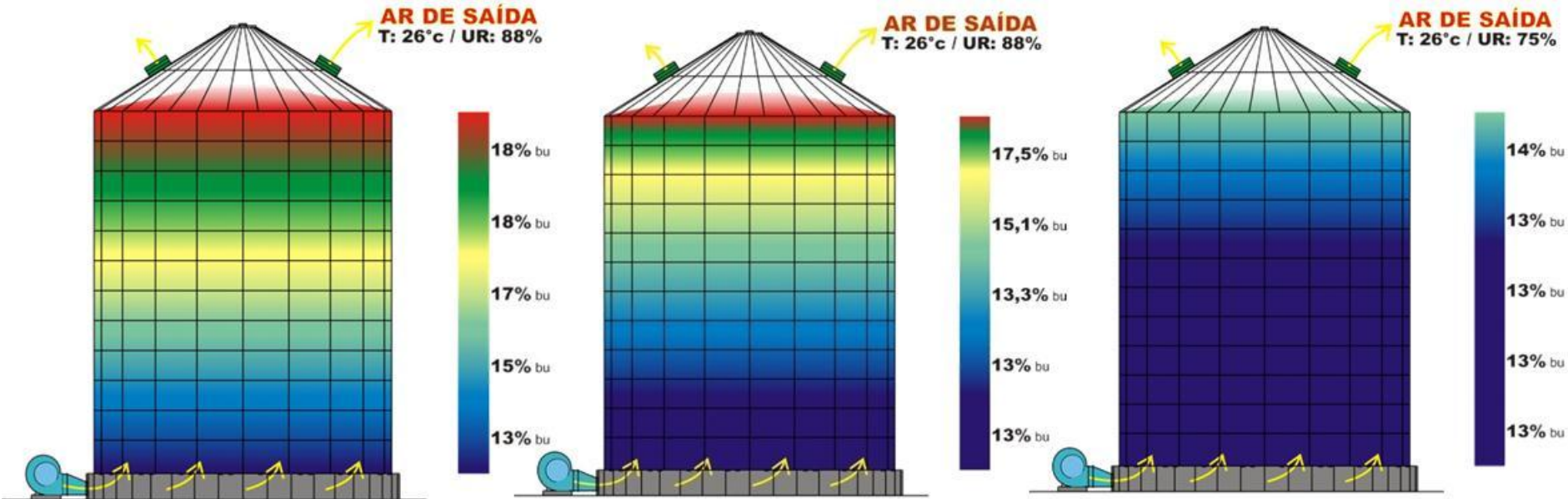
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# AIREACIÓN DE SECADO

El avance de las camadas 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	UMIDADE MEDIA	HORAS AERAÇÃO	UMIDADE MEDIA	HORAS AERAÇÃO	UMIDADE MEDIA	HORAS AERAÇÃO	UMIDADE MEDIA	HORAS AERAÇÃO	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:

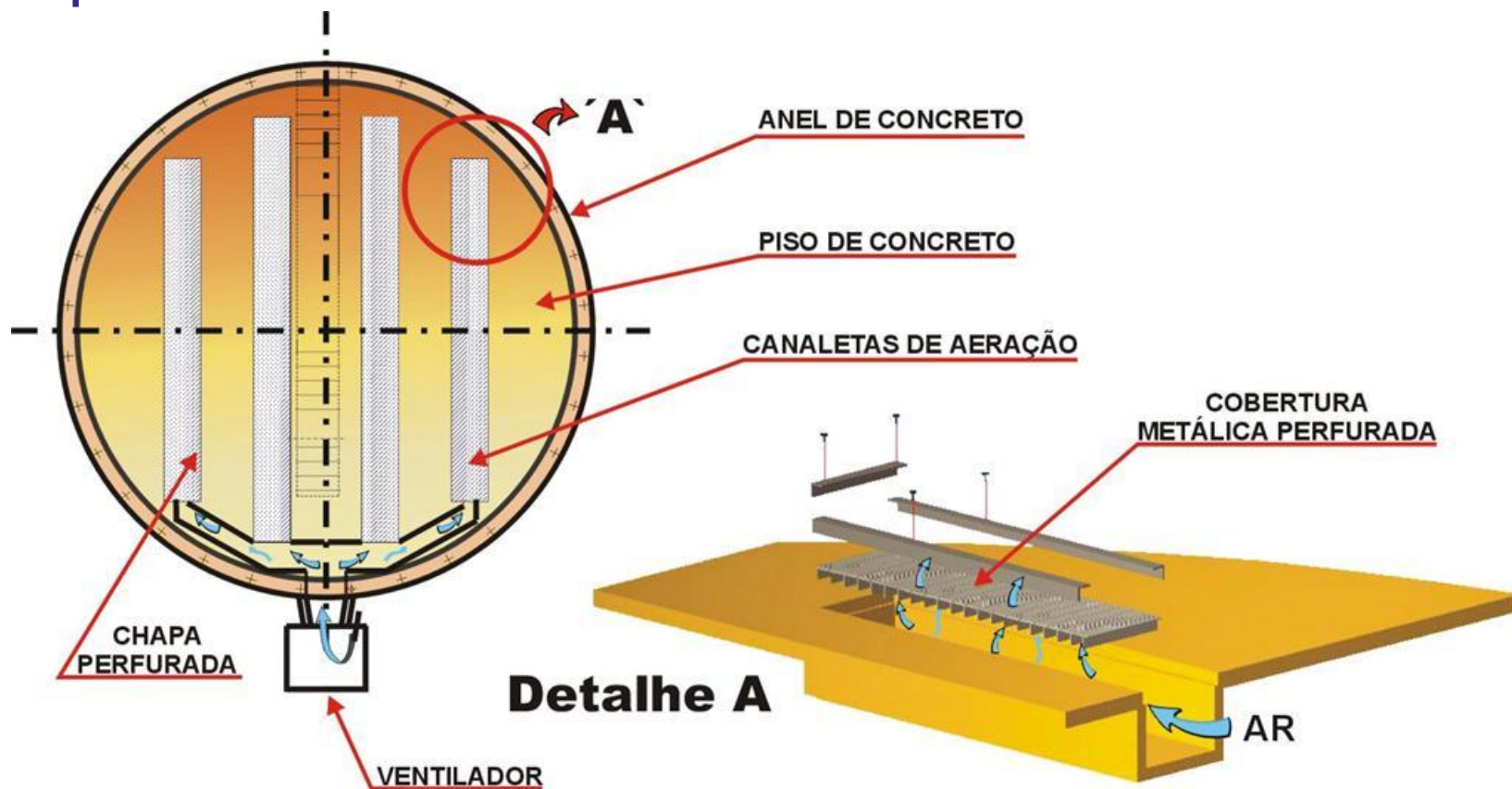
- Grano almacenado con humedad de 18%
- Temperatura ambiente 20°C
- Humedad Relativa 60%

EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE COBERTURAS DE AIREACIÓN

## ✓ Tipo Canales

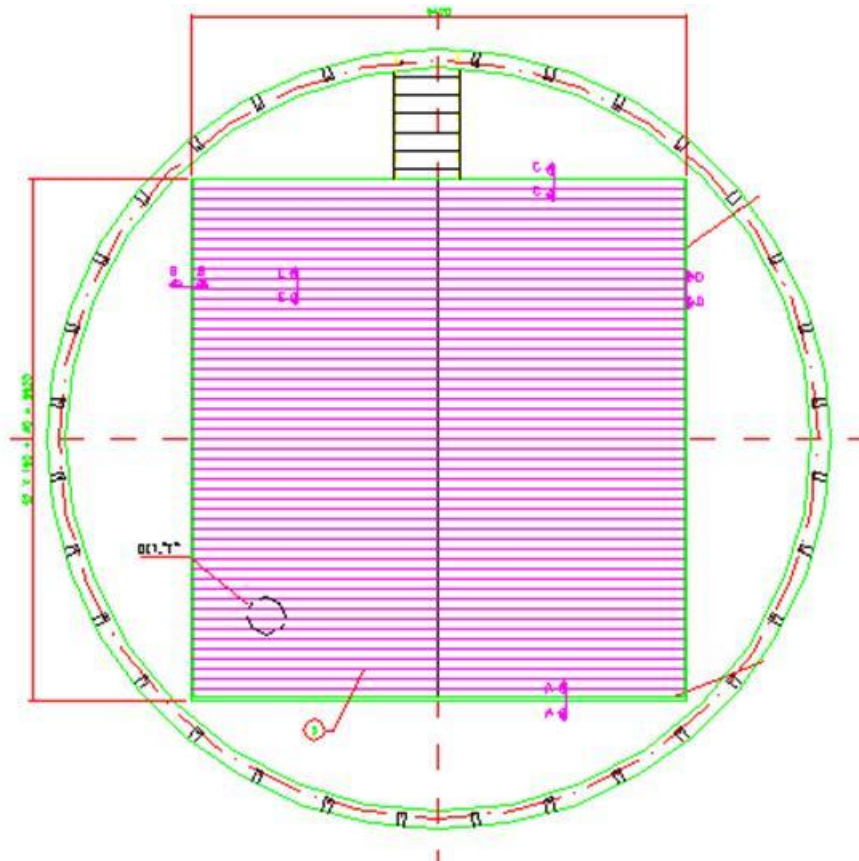


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**

# TIPOS DE COBERTURAS DE AIREACIÓN

✓ Tipo Fondo Falso Cuadrado;



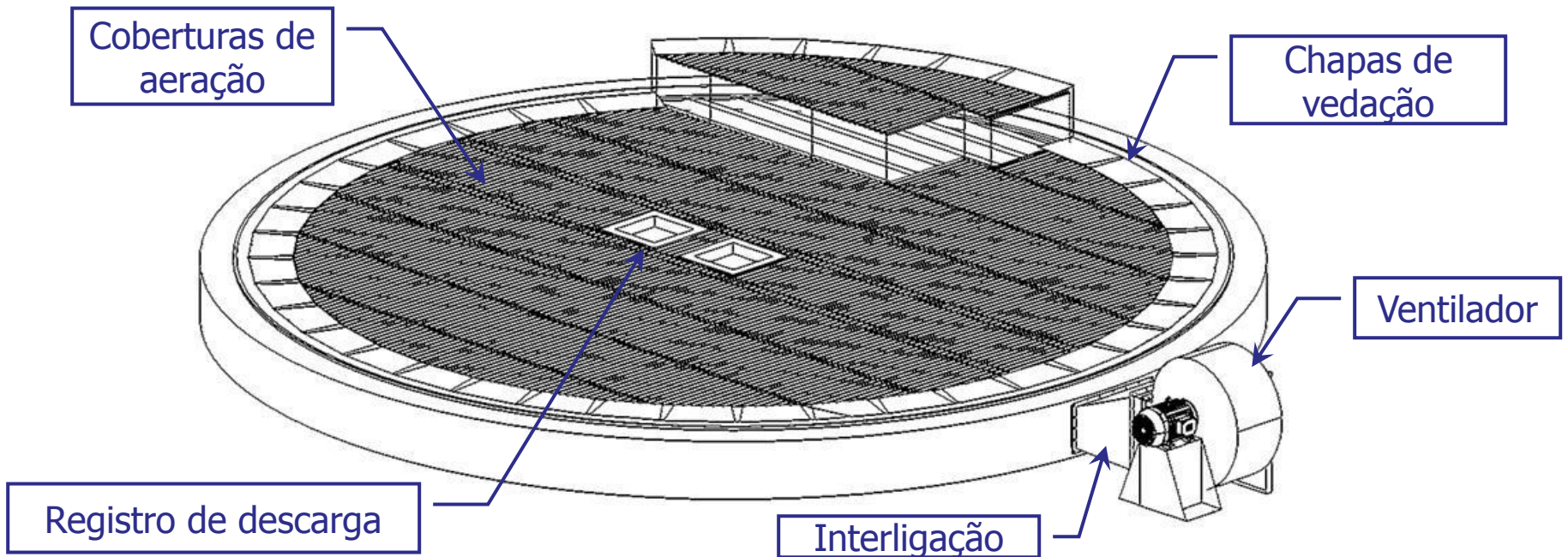
EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

GRUPO  
**KEPLERWEBER**



# TIPOS DE COBERTURAS DE AIREACIÓN

✓ Tipo Fundo Falso Total;

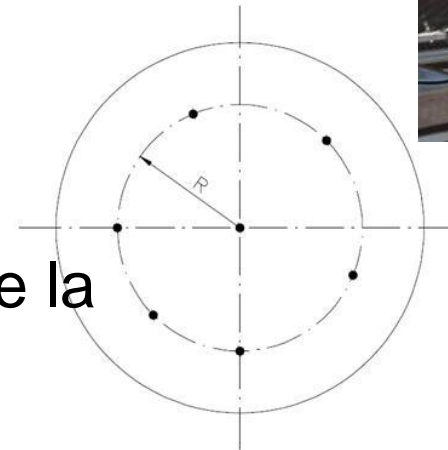


EVOLUCIÓN ES NUESTRA MARCA.

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);



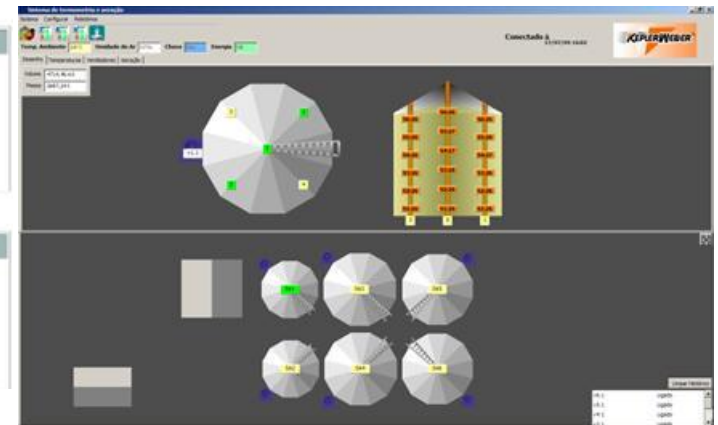
Sistema de Termometría  
Data: 01/01/2008 08:34:22  
Temperatura Ambiente: 22°C

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**