EL SECAMIENTO MECÁNICO DE LOS GRANOS

ING. JOSÉ ALB. MIRANDA CH.

EL SECAMIENTO DE LOS GRANOS

1. LA HUMEDAD EN LOS GRANOS
2. EL AIRE DE SECADO
3. DEFINICIÓN
4. PARÁMETROS DEL SECADO DE GRANOS
5. SISTEMASS DE SECADO MECÁNICO
6. TIPOS DE SECADORAS

EL PROBLEMA DE LA HUMEDAD

PERDIDAS

POR ALTA HUMEDAD

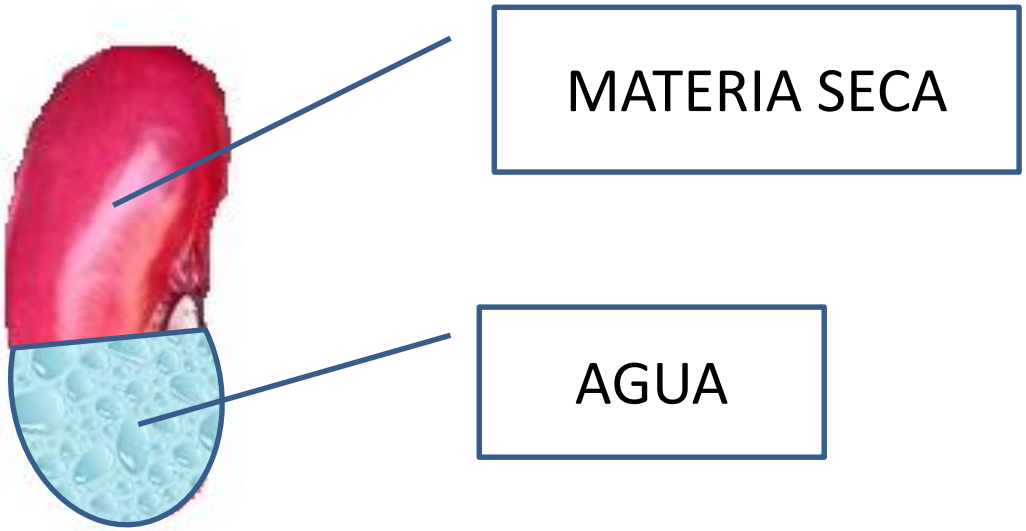
SOBRESECADO

EL AGUA PRESENTE EN PRODUCTOS AGRÍCOLAS

- AGUA LIBRE O ABSORBIDA
- AGUA ADSORBIDA
- AGUA DE CONSTITUCIÓN

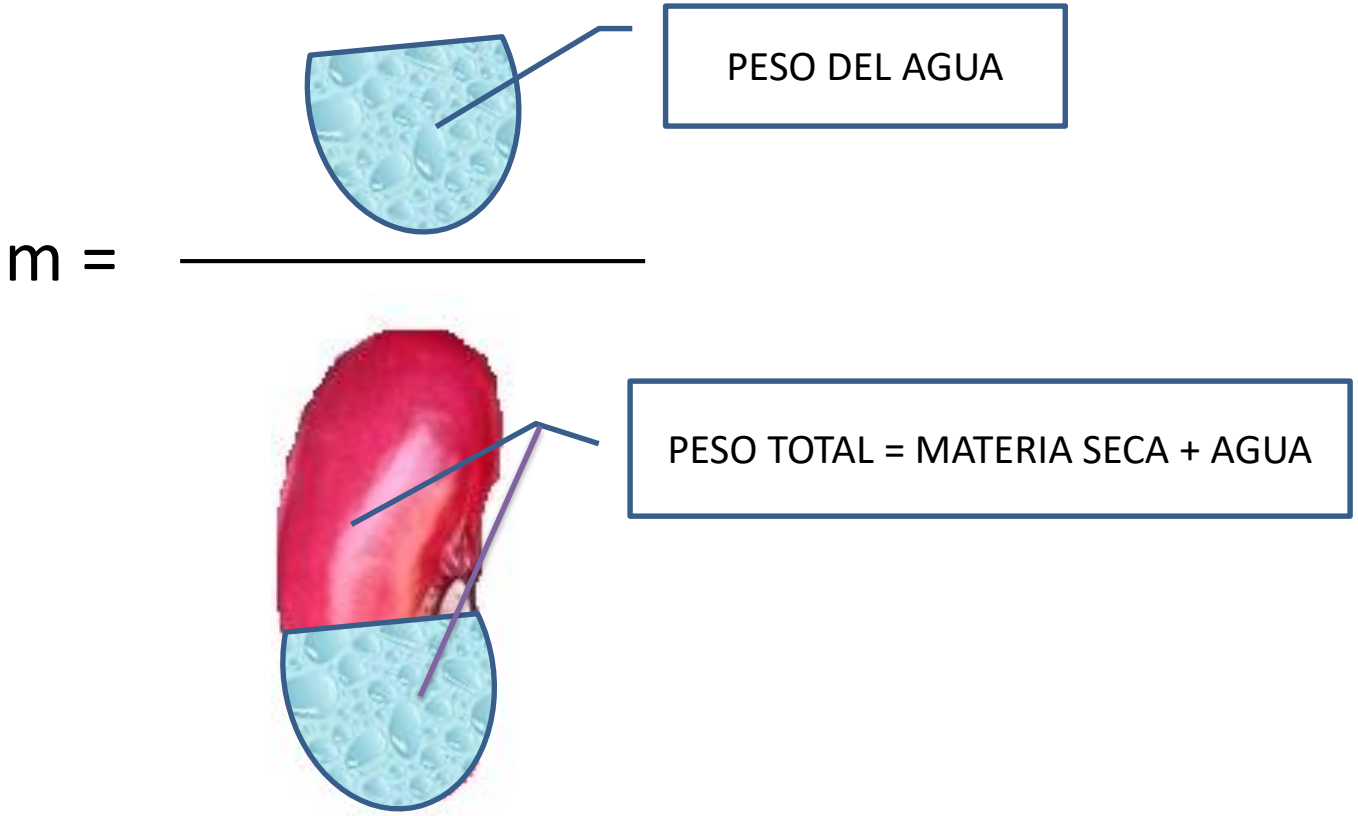
CONTENIDO DE HUMEDAD

- SE EXPRESA NORMALMENTE COMO UN PORCENTAJE DEL PESO DEL PRODUCTO


MATERIA SECA
AGUA

CONTENIDO DE HUMEDAD EN BASE HÚMEDA

m



BASE HÚMEDA

$$CH_{bh} = \frac{P_a}{\left(P_a + P_{ms}\right)} \times 100$$

o bien,

$$CH_{bh} = \frac{P_a}{\left(P_t\right)} \times 100$$

Donde:

CH_{bh} = Contenido de humedad, % base húmeda.

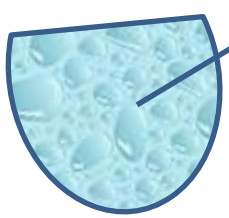
P_a = Peso del agua, kg

P_{ms} = Peso de materia seca, kg

P_t = Peso total del producto, kg

CONTENIDO DE HUMEDAD EN BASE SECA
M

$$M = \frac{\text{PESO DEL AGUA}}{\text{PESO DE MATERIA SECA}}$$



BASE SECA

$$CH_{bs} = \frac{P_a}{P_{ms}} \times 100$$

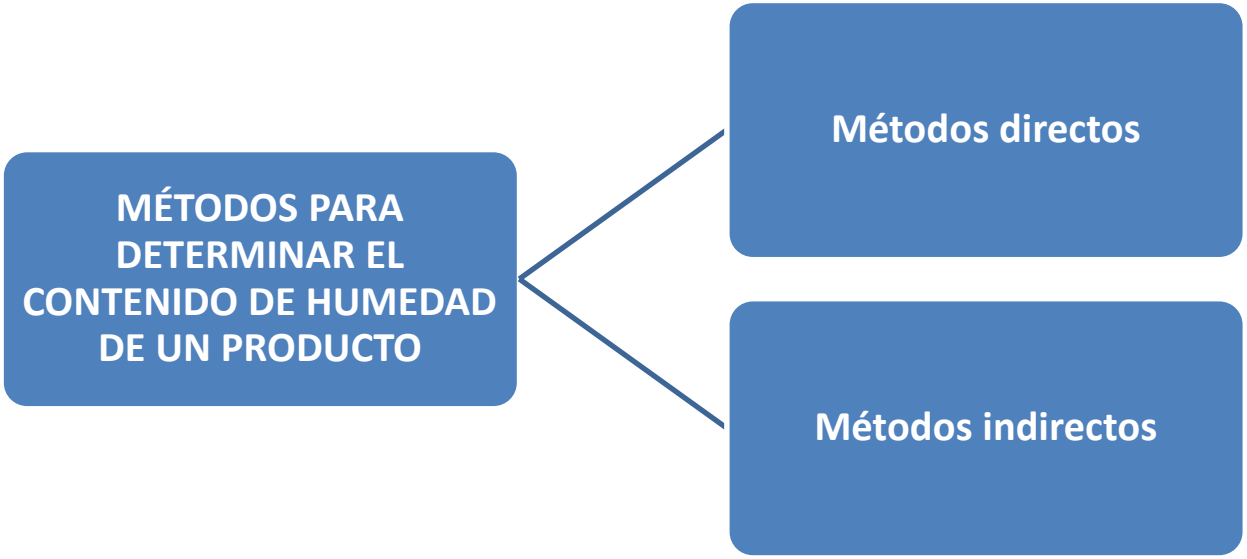
Donde:

CH_{bs} = Contenido de humedad, % base seca.

P_a = Peso del agua, kg

P_{ms} = Peso de la materia seca, kg

El **contenido de humedad en base seca** es el que se utiliza más frecuentemente en investigación científica


MÉTODOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN PRODUCTO
Métodos directos
Métodos indirectos

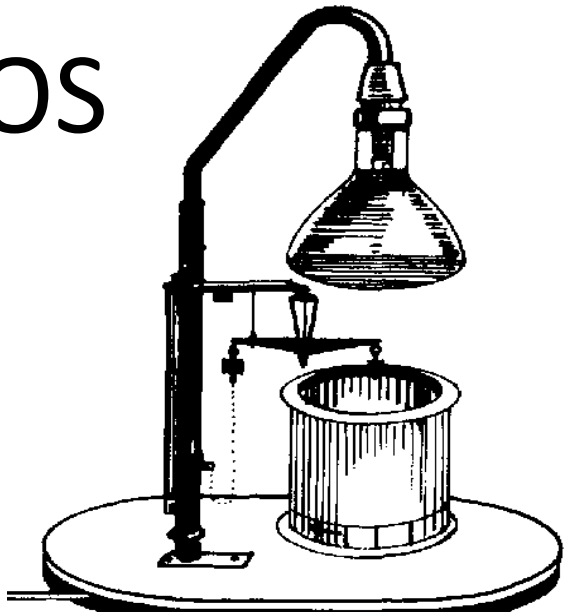
LOS MÉTODOS DIRECTOS
SE BASAN EN MEDIR, DE MANERA DIRECTA, POR SECAMIENTO O DESTILACIÓN, LA CANTIDAD DE AGUA QUE TIENE EL PRODUCTO.
MÉTODO DE ESTUFA
EL DE DESTILACIÓN
Y EL MÉTODO KARL FISCHER.

METODOS DIRECTOS

MÉTODO DE ESTUFA

- Horno de convección forzada
- Horno al vacío

METODOS DIRECTOS



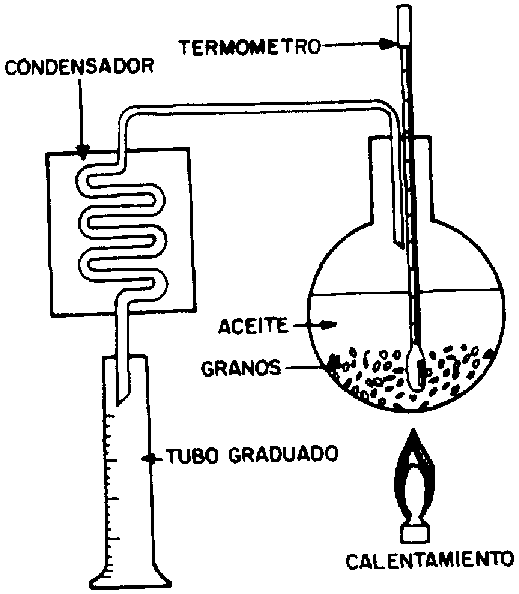
MÉTODO RAYOS INFRAROJOS

- LA MUESTRA REQUIERE SER MOLIDA
- LA DURACIÓN ES MUCHO MENOR A LA ESTUFA

METODOS DIRECTOS

MÉTODO POR DESTILACIÓN "BROWN DUVEL"

- LA MUESTRA NO NECESARIAMENTE TIENE QUE MOLERSE
- MIDE LA HUMEDAD DE FORMA DIRECTA EN FORMA LÍQUIDA



METODOS DIRECTOS

MÉTODO KARL FISCHER POR TITULACIÓN

HAY DOS TIPOS DE TITULADORES KARL FISCHER:

- TITULADORES COULOMÉTRICOS
- TITULADORES VOLUMÉTRICOS.

METODOS INDIRECTOS

RECURREN A CIERTAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PRODUCTO QUE DEPENDEN AMPLIAMENTE DE SU CONTENIDO DE AGUA, COMO SON LA CONDUCTANCIA Y LA CAPACITANCIA.

SON MENOS EXACTOS QUE LOS DIRECTOS

LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS DEBEN SER CALIBRADOS PARA CADA TIPO DE PRODUCTO

SB 900

Dole400

Perten
AM 5200-A

DETERMINADORES OFICIALES USDA

DICKEY-JOHN
GAC 2500-UGMA

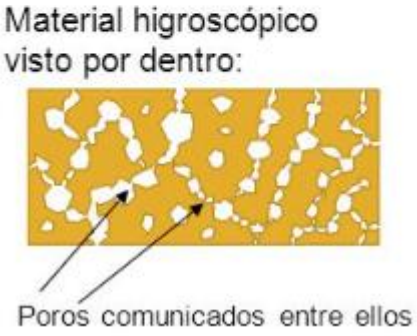
PERTEN AM 5200-A

CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO

CHE

MATERIALES HIGROCÓPICOS

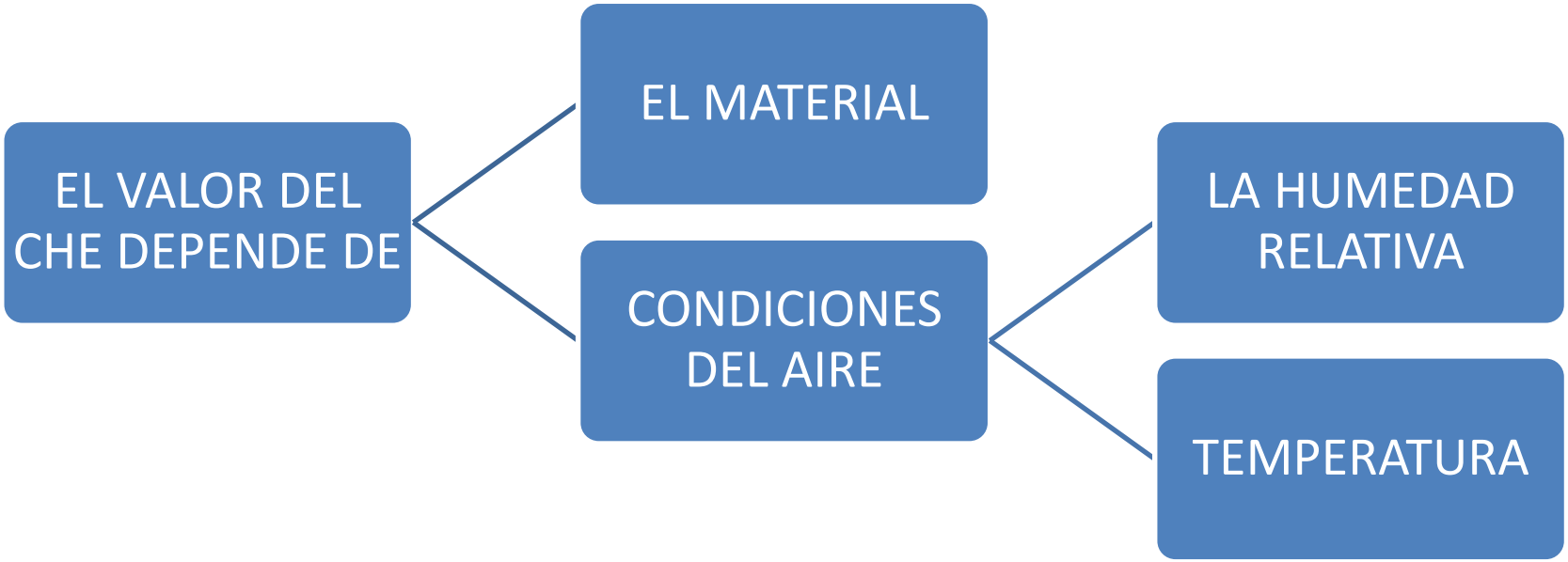
- SON LOS QUE TIENEN LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIAR HUMEDAD CON EL ENTORNO



CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO

SE DEFINE COMO EL CONTENIDO DE AGUA QUE ALCANZA EL MATERIAL DESPUÉS DE **HABER SIDO EXPUESTO A UN AMBIENTE PARTICULAR** POR UN TIEMPO INFINITAMENTE LARGO

EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO (CHE) DE UN MATERIAL ES EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL QUE EL MATERIAL **NO ESTÁ GANANDO NI PERDIENDO HUMEDAD**.


EL VALOR DEL CHE DEPENDE DE
EL MATERIAL
CONDICIONES DEL AIRE
LA HUMEDAD RELATIVA
TEMPERATURA

LA VELOCIDAD CON QUE SE ALCANZA EL EQUILIBRIO DEPENDE DE

- LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL
- LA RELACIÓN ENTRE LA SUPERFICIE Y EL VOLUMEN Y DE LA FORMA
- EL MECANISMO DE TRANSPORTE DE LA HUMEDAD DENTOR DEL EL MATERIAL (DIFUSIÓN)
- MOVIMIENTO DEL AIRE (AIRE ESTANCADO O CONVECCIÓN)

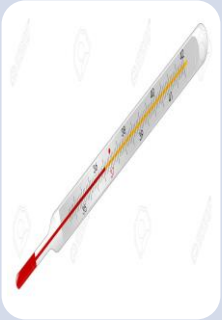
VOLVER

EL AIRE DE SECADO

AIRE SECO: MEZCLA DE OXIGENO (21%) Y NITRÓGENO (79%)

AIRE HÚMEDO: MEZCLA DE AIRE SECO Y VAPOR DE AGUA.

PROPIDADES PSICROMÉTRICAS DEL AIRE DE SECADO

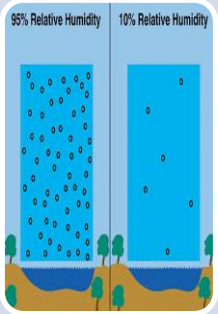


TEMPERATURA DE BULBO SECO (°C)

TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO (°C)

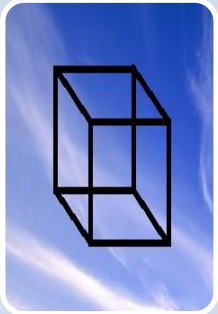
TEMPERATURA DE PUENTO DE ROCIO (°C)

HUMEDAD ABSOLUTA (kg/kg as)

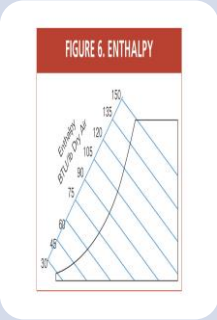


HUMEDAD RELATIVA (%)

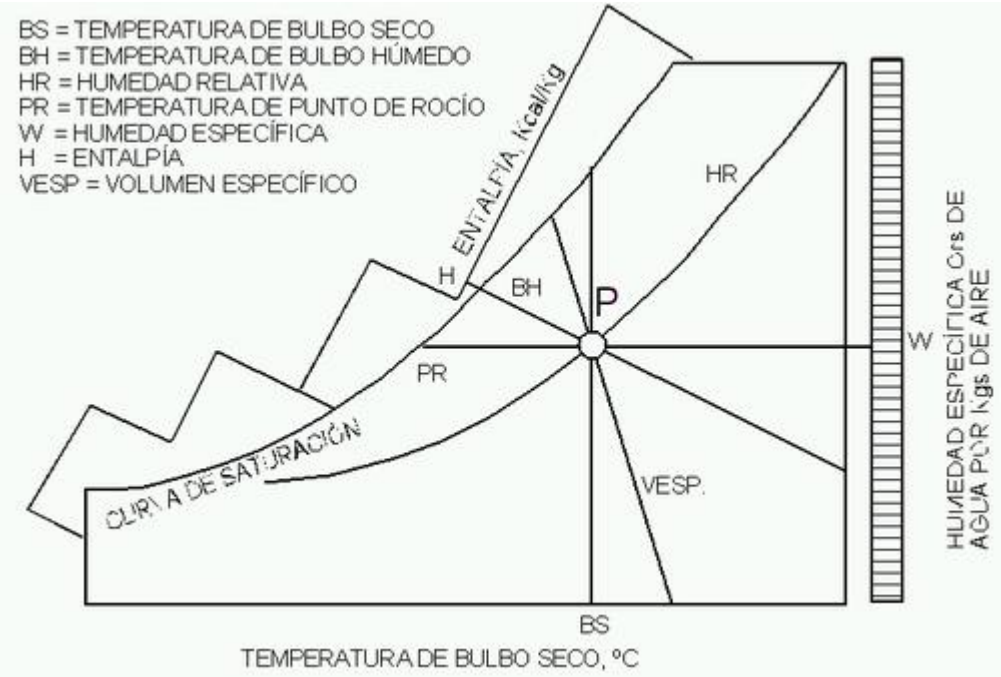
•Pv/Pvs x 100



VOLÚMEN ESPECÍFICO (m^3/kg as)



ENTALPÍA (kJ/kg as)


BS = TEMPERATURA DE BULBO SECO
BH = TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO
HR = HUMEDAD RELATIVA
PR = TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCÍO
W = HUMEDAD ESPECÍFICA
H = ENTALPÍA
VESP = VOLUMEN ESPECÍFICO
ENTALPÍA, kcal/kg
HR
H
BH
P
W
PR
CURVA DE SATURACIÓN
VESP.
HUMEDAD ESPECÍFICA Grs DE AGUA POR Kgs DE AIRE
BS
TEMPERATURA DE BULBO SECO, °C

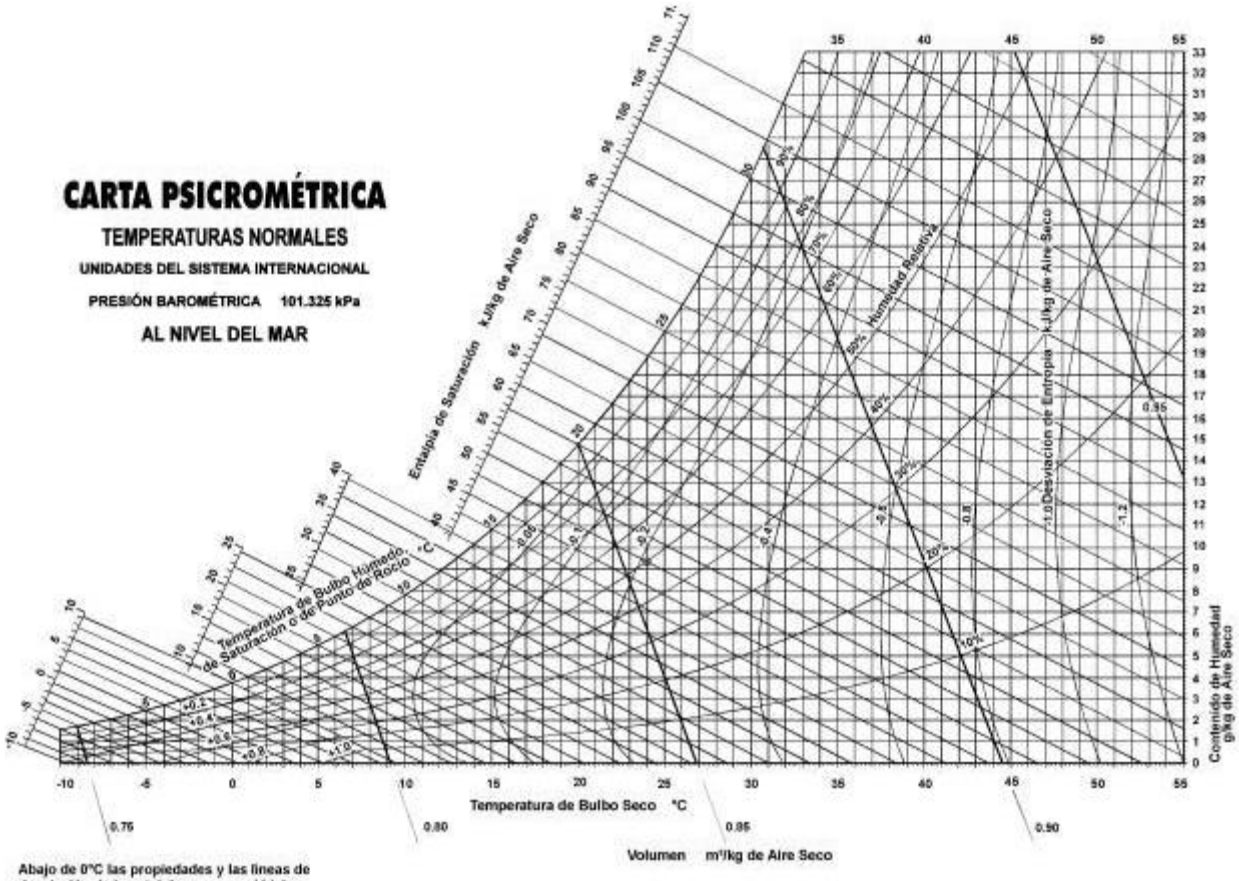
CARTA PSICROMÉTRICA

TEMPERATURAS NORMALES

UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

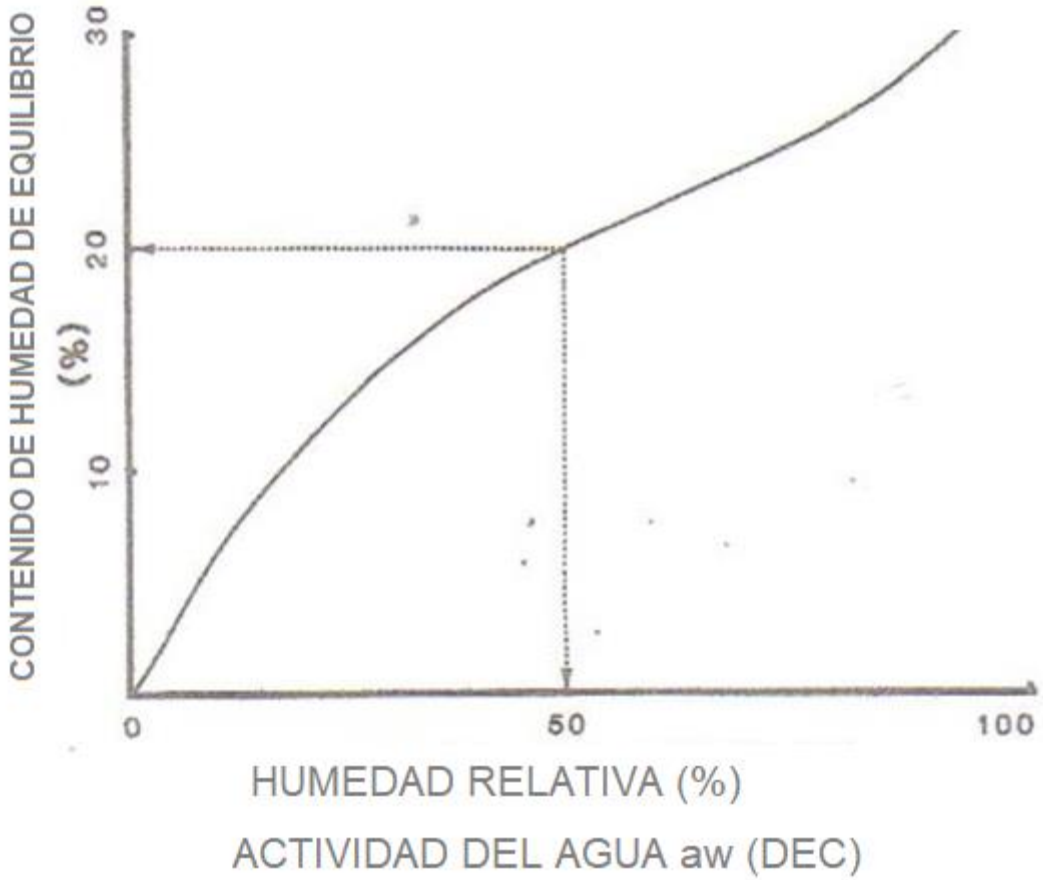
PRESIÓN BAROMÉTRICA 101.325 kPa

AL NIVEL DEL MAR

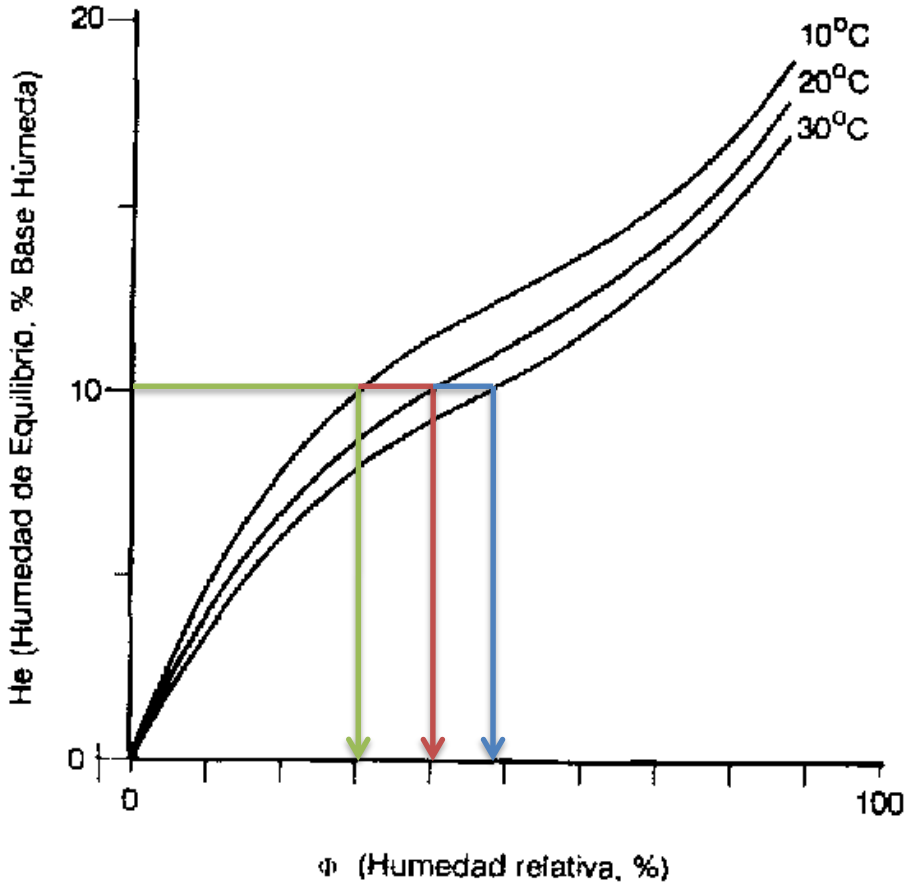


Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la entalpía son para el hielo

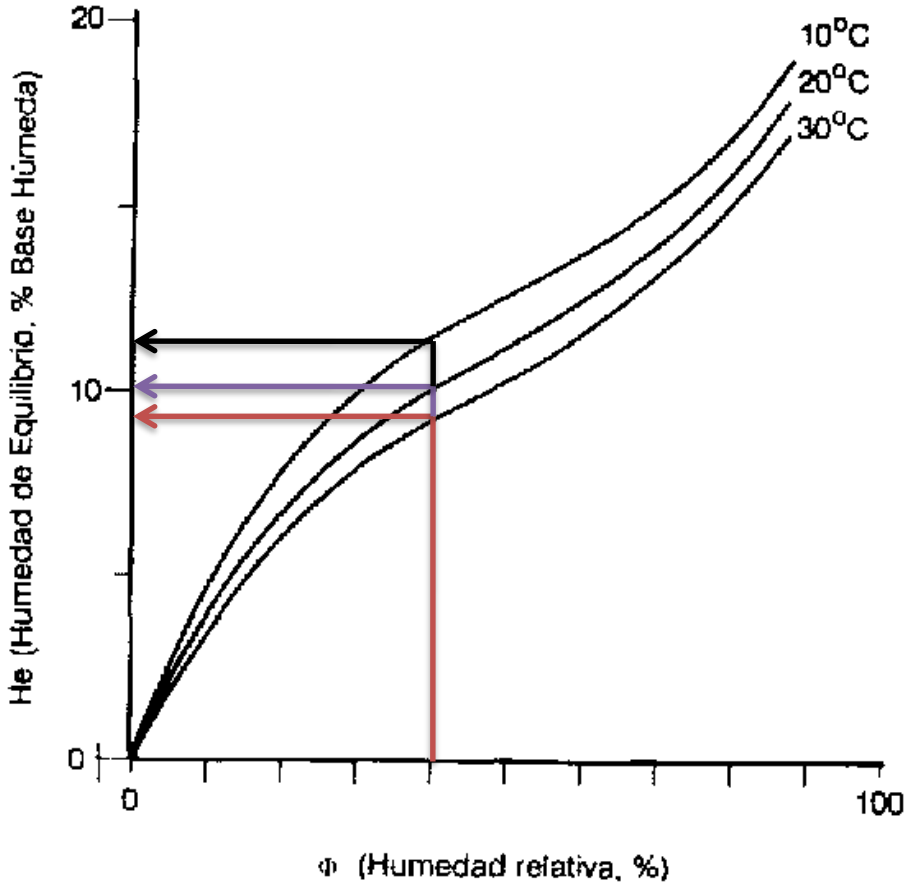
CURVA DE EQUILIBRIO HIGROSCÓPICO



CURVAS ISOTERMAS



CURVAS ISOTERMAS



VOLVER

DEFINICIÓN

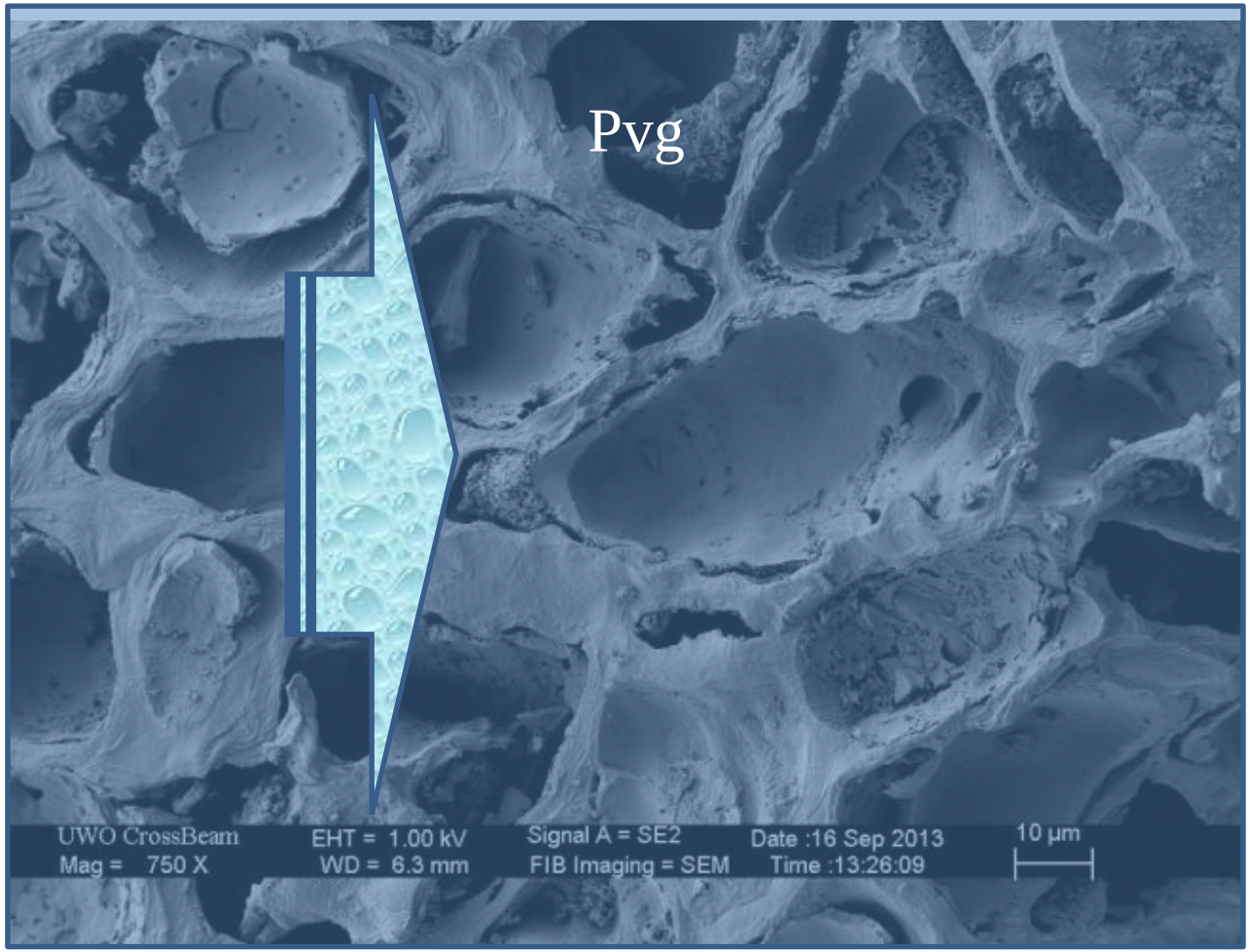
El **secamiento** es la ***remoción de la humedad del producto hasta alcanzar un <u>contenido de humedad en equilibrio</u> con el aire atmosférico normal***

o hasta un nivel de humedad adecuado de manera que, durante el almacenamiento, la disminución de la calidad del producto por microorganismos u otros agentes sea prácticamente despreciable

EL MECANISMO DE SECADO

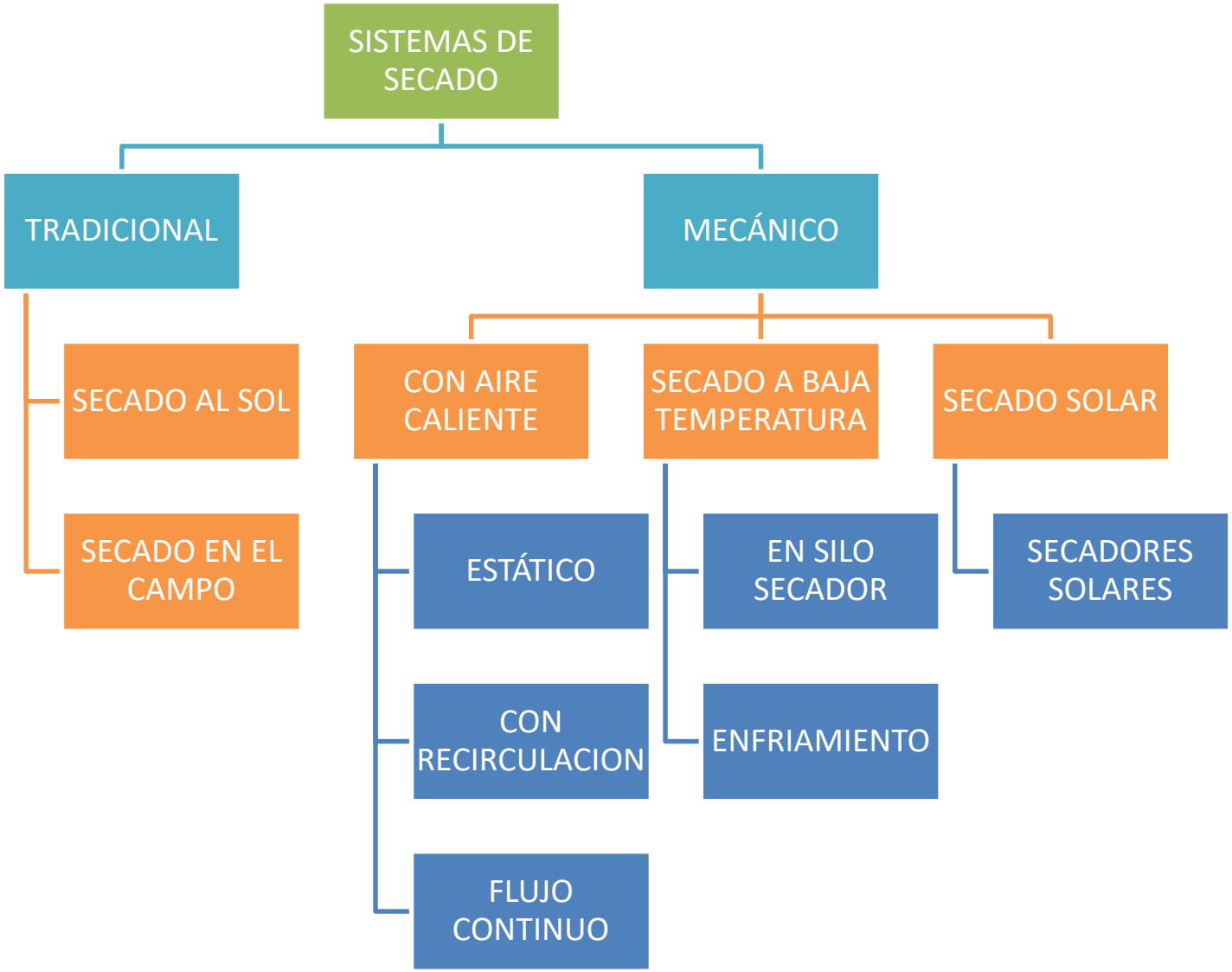
EL SECADO SE PRODUCE PORQUE EXISTE UNA DIFERENCIA ENTRE LA PRESIÓN DE VAPOR INTERNA EN EL GRANO Y LA PRESIÓN DE VAPOR EL AIRE QUE LO RODEA.

$$Pvg > Pva$$



Pva

$$HR = \frac{Pva}{Pvs}$$


SISTEMAS DE SECADO
TRADICIONAL
MECÁNICO
SECADO AL SOL
SECADO EN EL CAMPO
CON AIRE CALIENTE
SECADO A BAJA TEMPERATURA
SECADO SOLAR
ESTÁTICO
CON RECIRCULACION
FLUJO CONTINUO
EN SILO SECADOR
ENFRIAMIENTO
SECADORES SOLARES

VOLVER

PARÁMETROS DEL SECADO DE GRANOS

CONDICIONES AMBIENTE

TEMPERATURA DEL AIRE DE SECADO

CAUDAL DE AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL Y FINAL

CANTIDAD DE PRODUCTO

TIEMPO DE SECADO

VOLVER

EL SECADO MECÁNCO DE GRANOS

ES EL SECADO QUE SE HACE CONTROLANDO ALGUNAS DE LAS VARIABLES QUE GOBIERNAN EL PROCESO

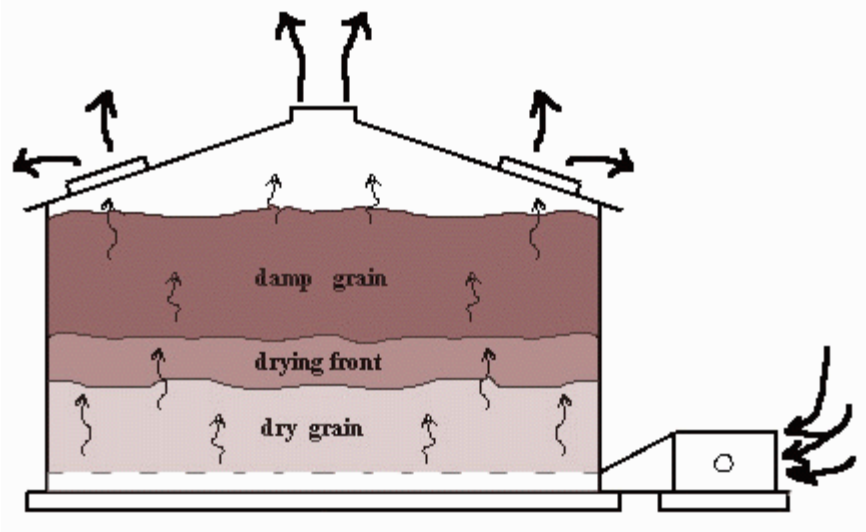
- TEMPERATURA DEL AIRE
- HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
- CAUDAL DE AIRE
- CANTIDAD DE PRODUCTO
- CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL

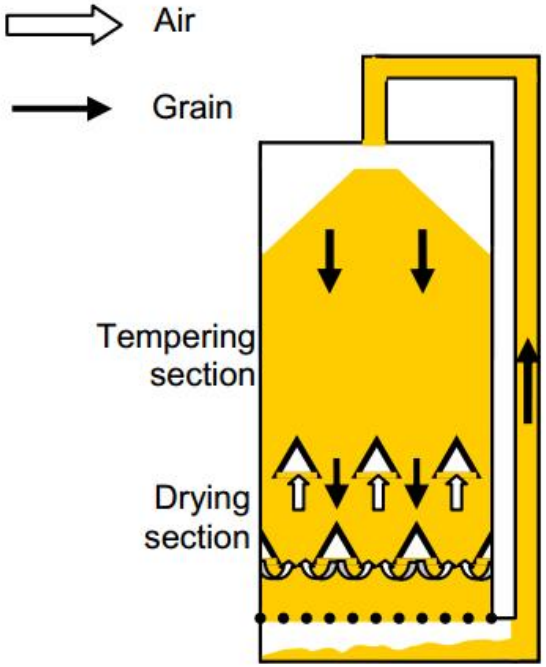
SISTEMAS DE SECADO MECÁNICO

- SECADO POR LOTES O BATCHES
- SECADO EN FLUJO CONTINUO
- SECADO POR ETAPAS
- SECA-AIREACIÓN

SISTEMAS DE SECADO MECÁNICO

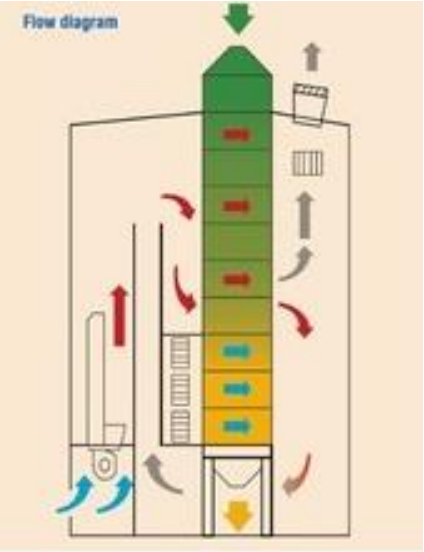
SECADO POR LOTES O BATCHES





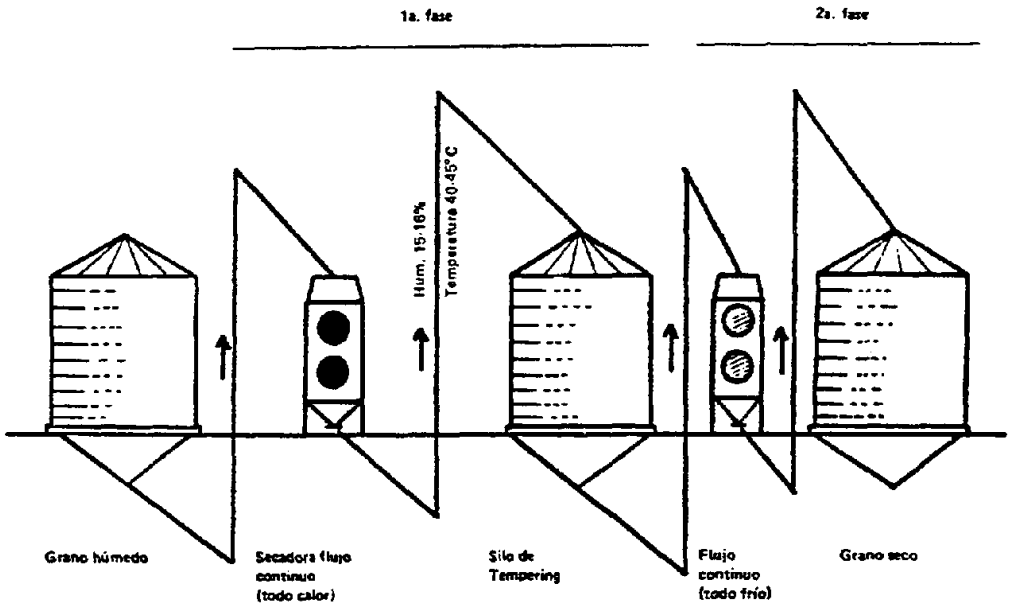
SISTEMAS DE SECADO MECÁNICO

SECADO EN FLUJO CONTINUO



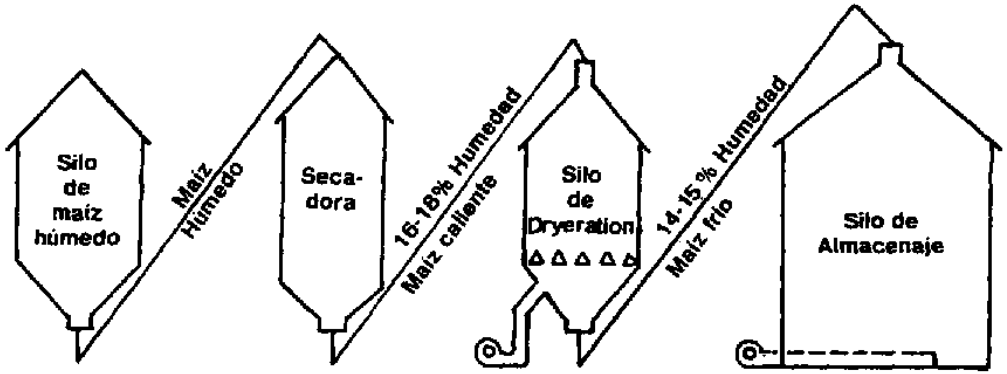
SISTEMAS DE SECADO MECÁNICO

SECADO POR ETAPAS



SISTEMAS DE SECADO MECÁNICO

SECA-AIREACIÓN

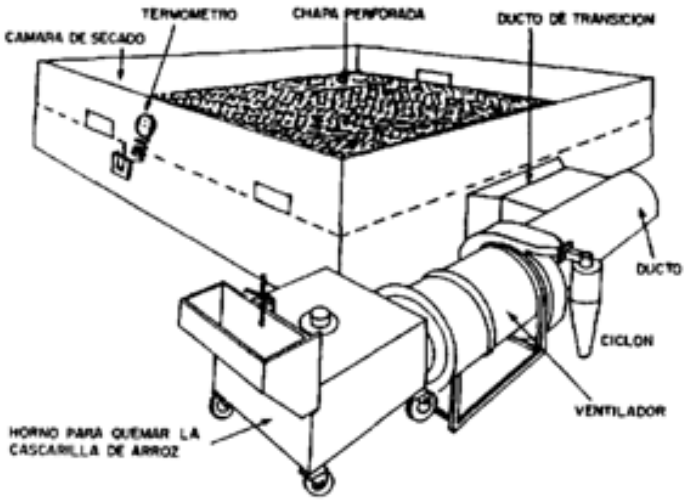


VOLVER

- TIPOS DE SECADORAS

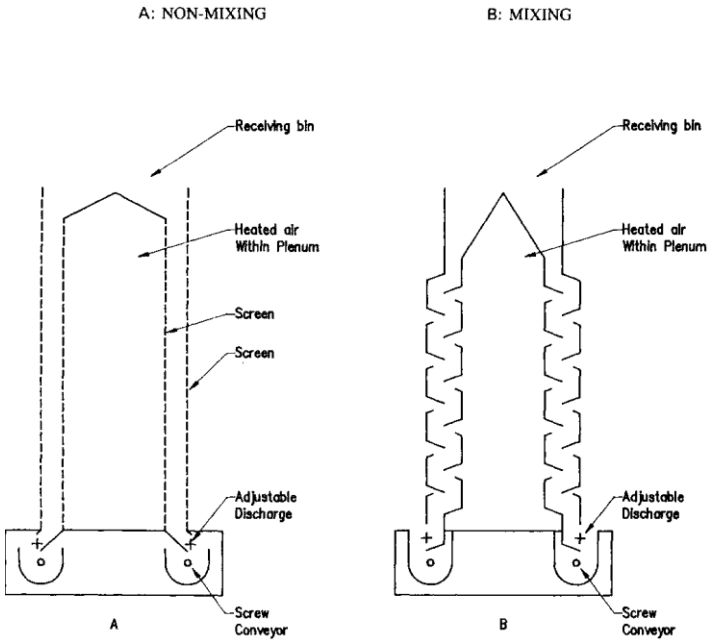
TIPOS DE SECADORAS

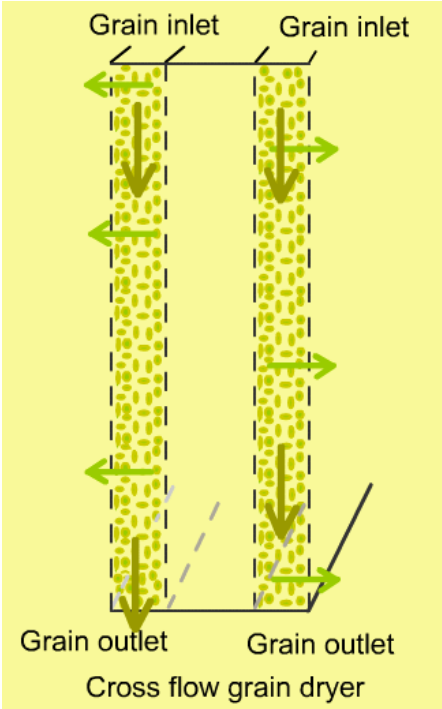
SECADORAS ESTÁTICAS



TIPOS DE SECADORAS

SECADORAS COLUMNARES





TIPOS DE SECADORAS

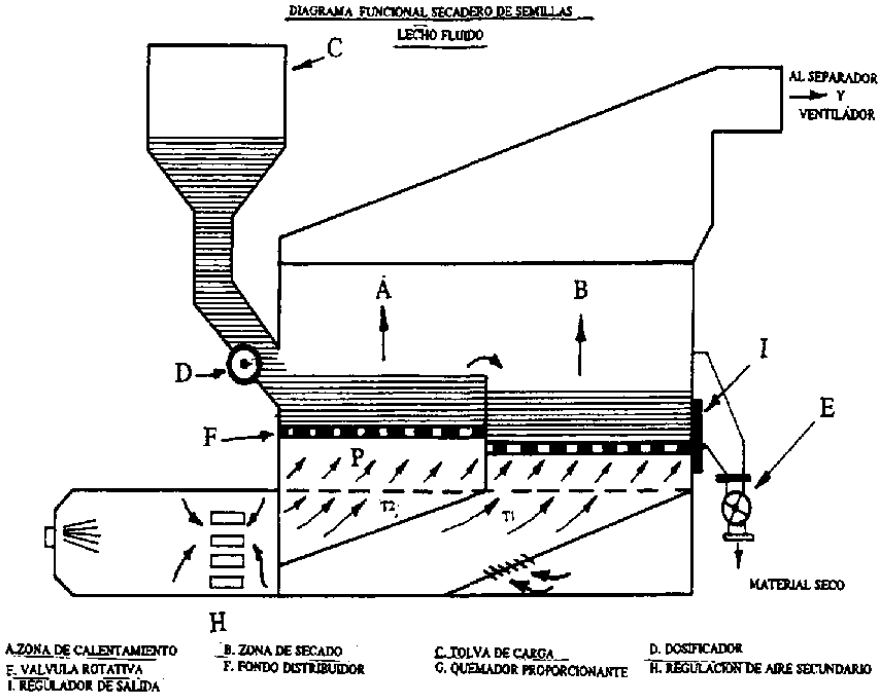
SECADORAS DE CABALLETES

TIPOS DE SECADORAS

SECADORAS ROTATIVAS

TIPOS DE SECADORAS

SECADORAS DE LECHO FLUIDIZADO



PREGUNTAS

¡Gracias!