



# Manejo de Levaduras Cerveceras



Dr. Diego Libkind

Laboratorio de Microbiología Aplicada y Biotecnología  
Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y  
Medioambiente (INIBIOMA), CONICET-UNComahue,  
Bariloche, Argentina.



# ¿Qué es lo más importante en la elaboración de CERVEZA?

1º EL CERVECERO/A

2º LIMPIEZA y SANITIZACIÓN

3º UNA BUENA FERMENTACION

# 1º EL CERVECERO/A



Capacitación

Control



# 2º LIMPIEZA y SANITIZACIÓN

	Limpieza Química Alcalina	Limpieza Química Acida	Desinfección Química
Producto	Soda Caustica (NaOH), + quelantes, buffers	Ac. Fosfórico	Ac. Peracético (peroxiacético)
Cuando?	Siempre	Piedras, oxalato de calcio, depende tipo de agua	Siempre
Concentración?*	0,8 – 2,0 % ( <b>1%</b> )	0,5 – 1,5 %	0,2 – 0,5% ( <b>0,25%</b> )
Temperatura	40-80°C ( <b>&gt;60°C</b> )	20-70°C	10-30°C ( <b>20°C, evap</b> )
Tiempo	20-60min (acción mecánica)	15-30 min	2-30 min
Enjuague	Si (60°C)	Si (60°C)	No

### 3° UNA BUENA FERMENTACION



Levadura

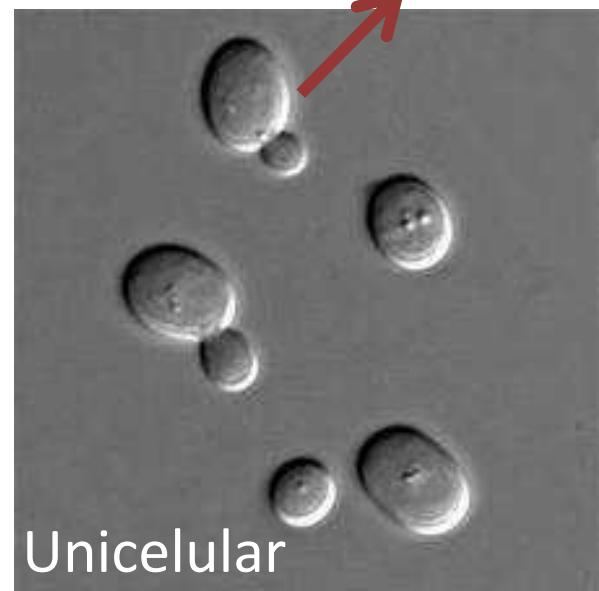
# ¿Qué es una LEVADURA?

Hongo



Saprófito, oportunistas,  
ambientes húmedos

Gemación  
Reproducción Asexual

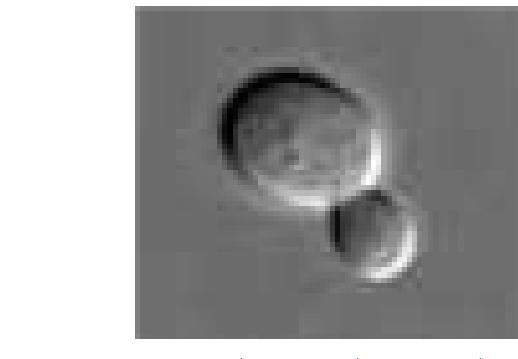


(1 célula = 1 individuo)

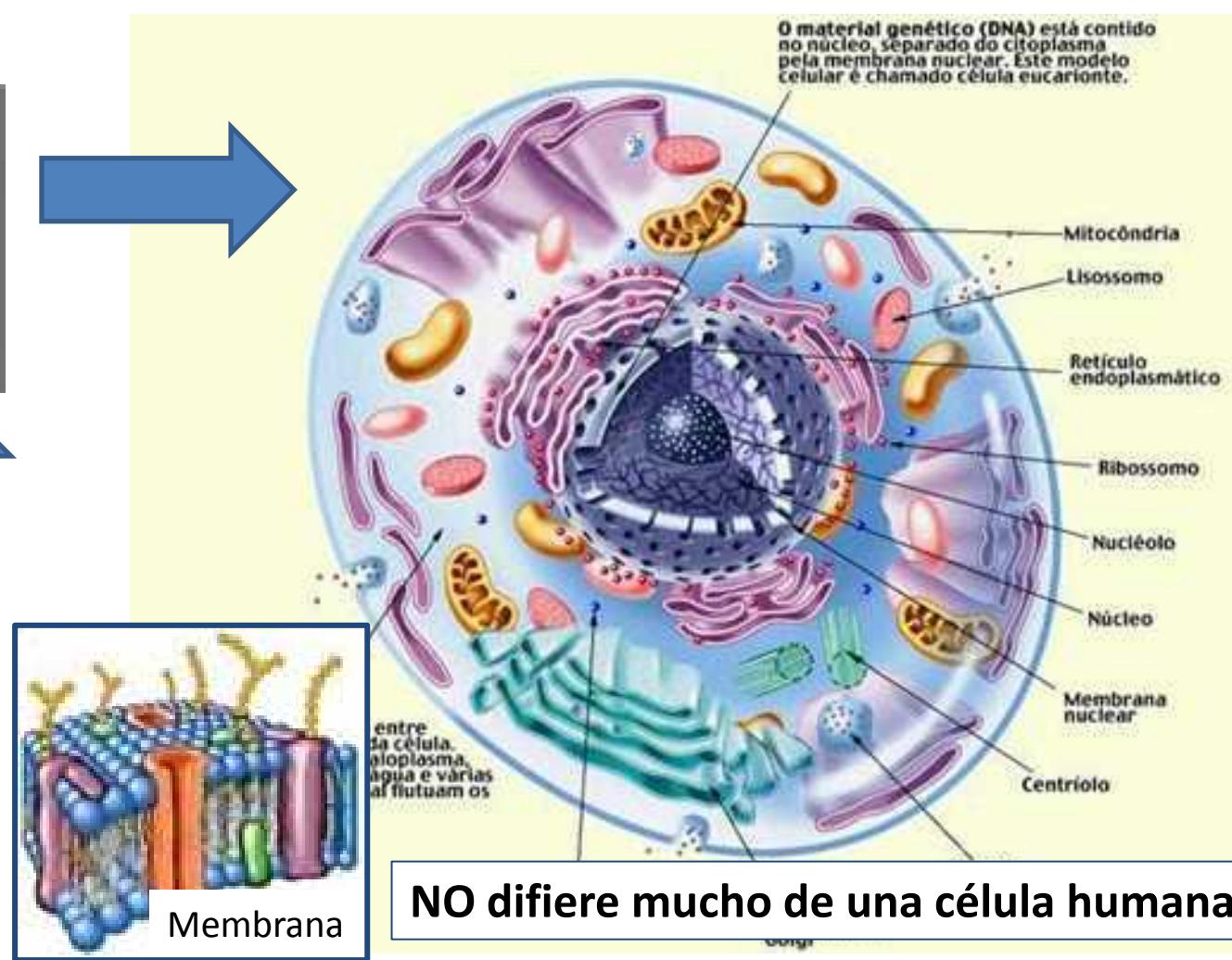
Microscópicos (3-10 µm)

# ¿Qué significa ser UNICELULAR?

¿Sencillo?

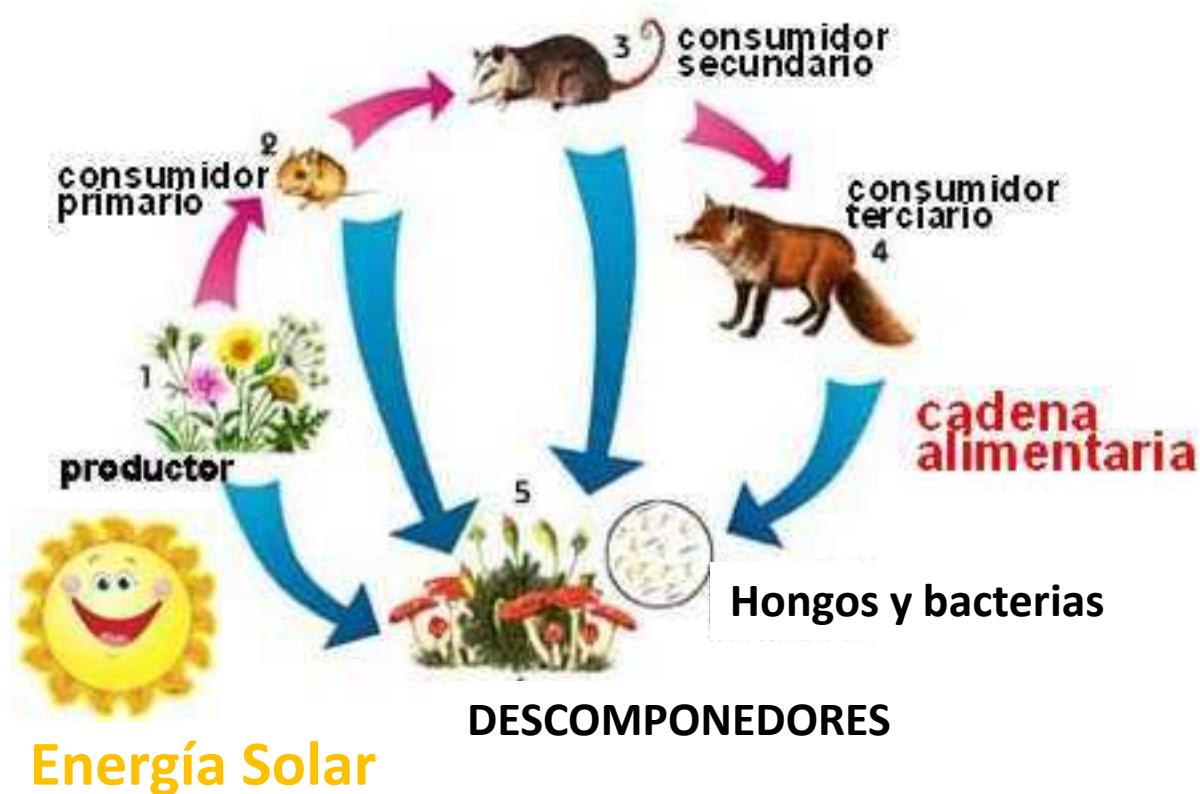


Esquema de la estructura interna de una célula de levadura



Muy susceptibles a cambios del ambiente... físico y químico

# ¿Qué hacen?



Descomposición de materia orgánica  
 para... *comer y reproducirse*



Levaduras

# ¿Para qué las usamos?



Cerveza

Vinos



Champagne



Pan



Biocombustibles

**OTROS: Compuestos químicos, vacunas, hormonas, prebióticos, etc.**



Pizza



Chocolate



Sidra



Salsa Soja



Bebidas destiladas:  
Whisky, Vodka,  
Tequila, Pisco, etc.

# ¿Para qué las usamos?



Cerveza



Pan



Biocombustibles

**OTROS: Compuestos químicos, vacunas, hormonas, prebióticos, etc.**

Vinos



Champagne



Cafe



Pizza



Chocolate



Salsa Soja

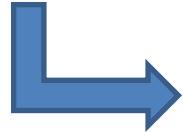


Bebidas destiladas:  
Whisky, Vodka,  
Tequila, Pisco, etc.

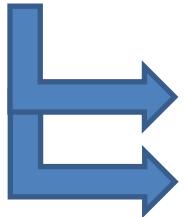
# Levaduras



> 1800 especies conocidas



***Saccharomyces*** (hongo del azúcar)



*Saccharomyces cerevisiae* (ALES, pan, vino)

*Saccharomyces pastorianus* (LAGERS)

Híbrido (Ale + ?)



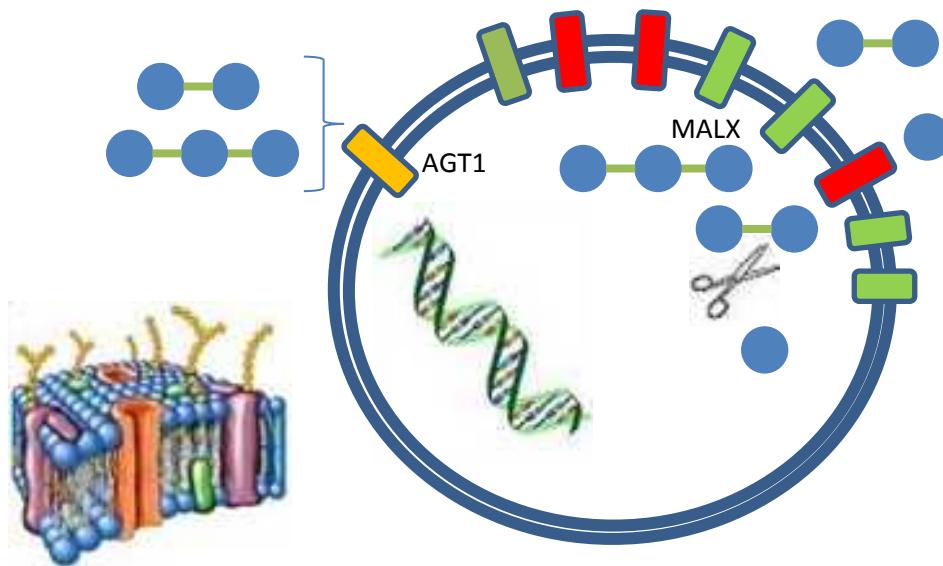
Levaduras domesticadas =

Levaduras cerveceras

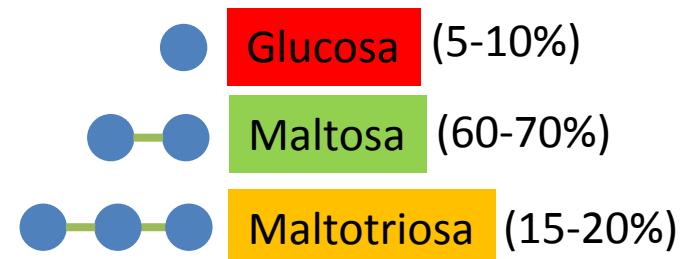
Adaptadas a las condiciones de fermentación a través de la constante re-utilización y selección por los maestros cerveceros



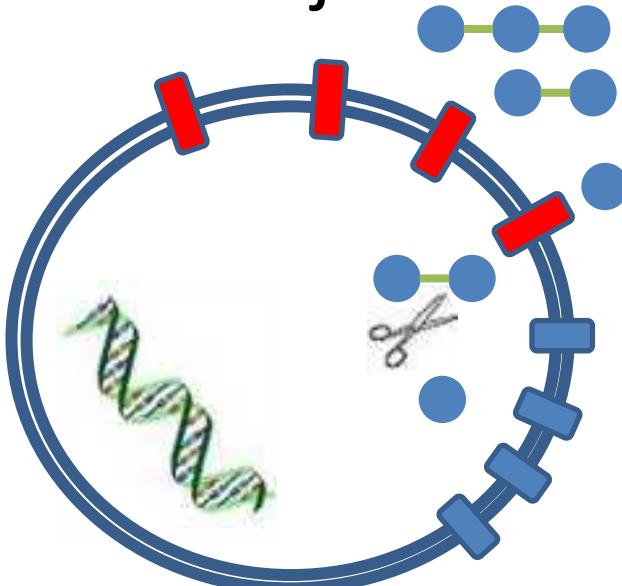
# Levaduras Domesticadas



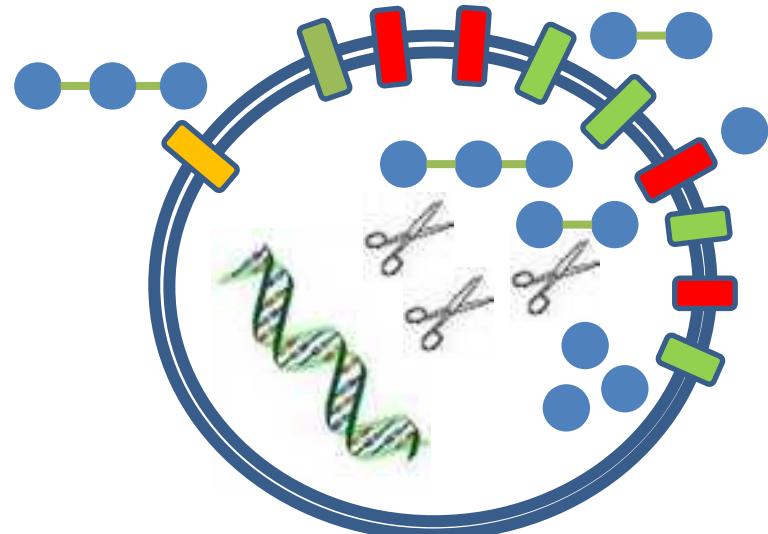
Mosto Cerveceros



Salvajes



Domesticadas



**LEVADURAS  
CERVECERAS**  
**¿De dónde vienen?**

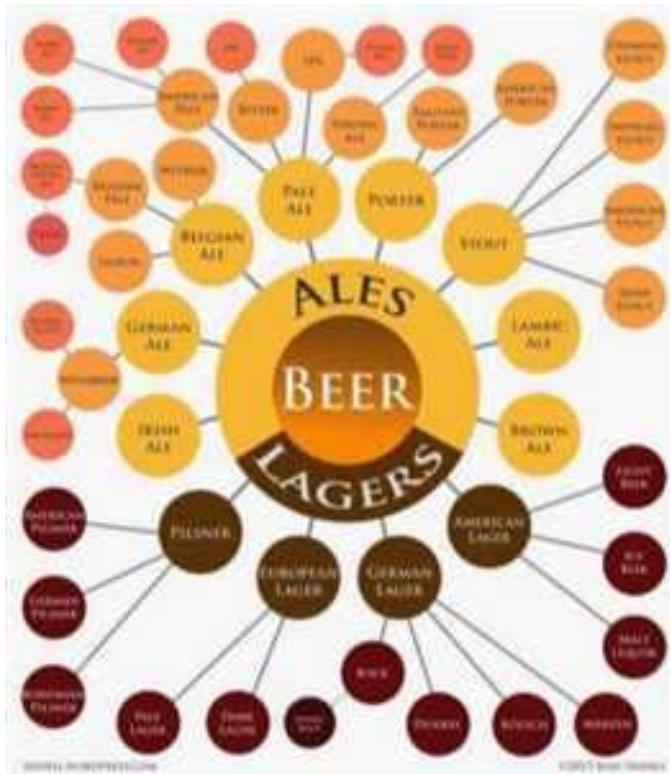
# Principales levaduras de Cervecería

## Levaduras Ale

*S. cerevisiae*

Agente fermentación originario (6000 A.C)

Gran número de cepas y variabilidad



## Levaduras Lager

*S. pastorianus*

Aparición más reciente (cientos de años) en relación a la práctica de fermentación a menores temperaturas (Baviera).

Híbrido entre una levadura ALE y una levadura adaptada al frío: *S. eubayanus*



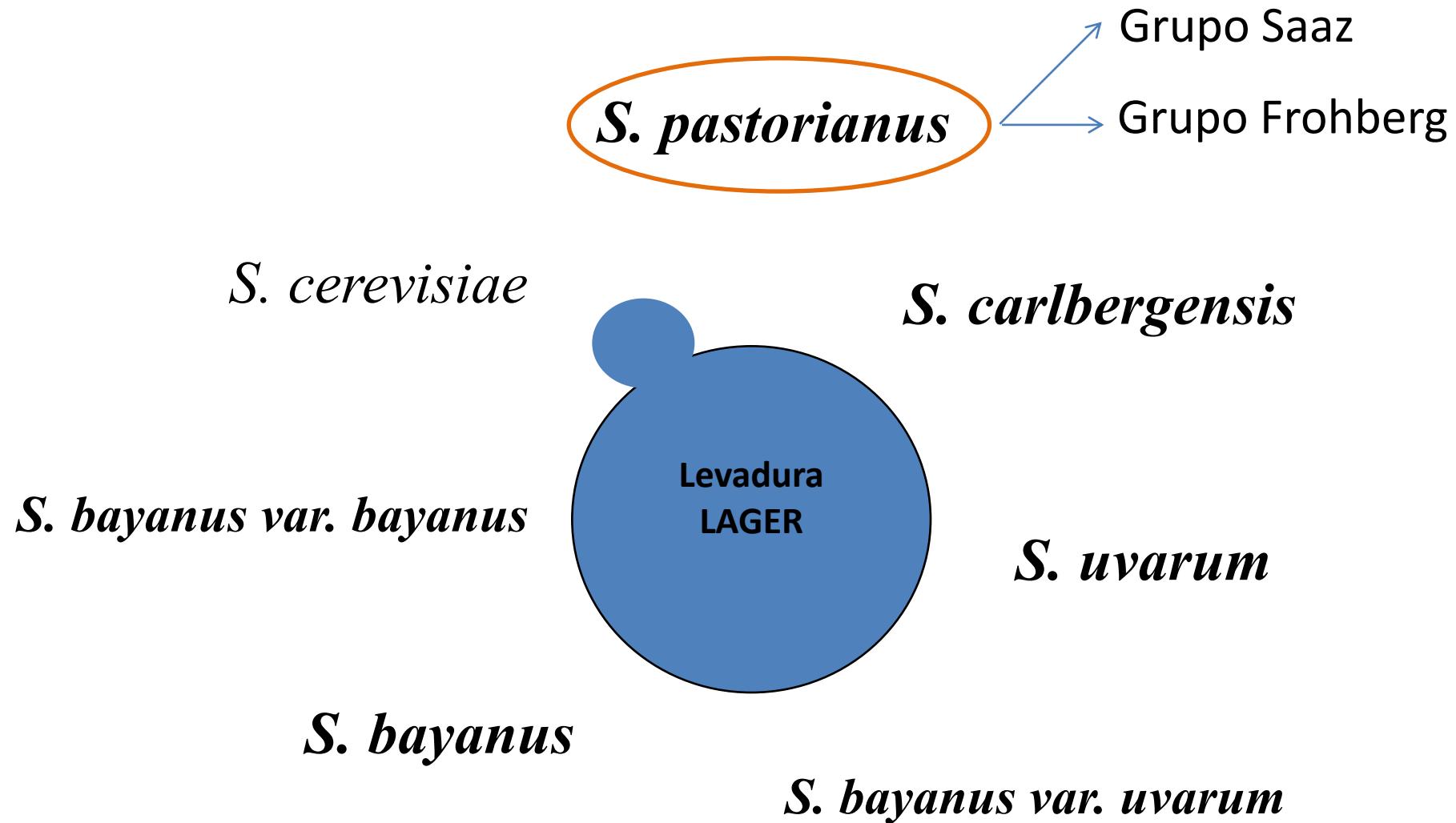
Posee ventajas selectivas a bajas temperaturas.

Dos variantes principales (Saaz y Frohberg)

Bajo número de cepas y variabilidad

## Levadura más estudiada

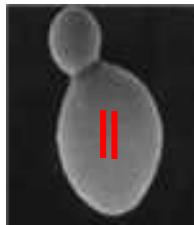
# Taxonomía de Levaduras LAGER



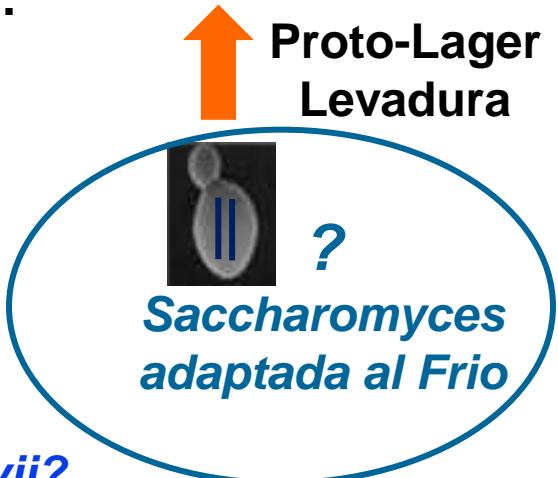
# Origen del proceso Lager, Cerveza Lager, y levadura Lager



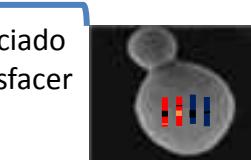
Inicio  
producción  
cerveza Lager.



*S. cerevisiae*  
+*S. uvarum*?  
+*S. kudriavzevii*?



Proceso evolutivo influenciado  
por los humanos para satisfacer  
sus necesidades.



Aislamiento de  
cepa LAGER pura  
y distribución en  
principales  
cervecerías.



~1500 → 1883

Levadura Híbrida  
(Alloploidica)

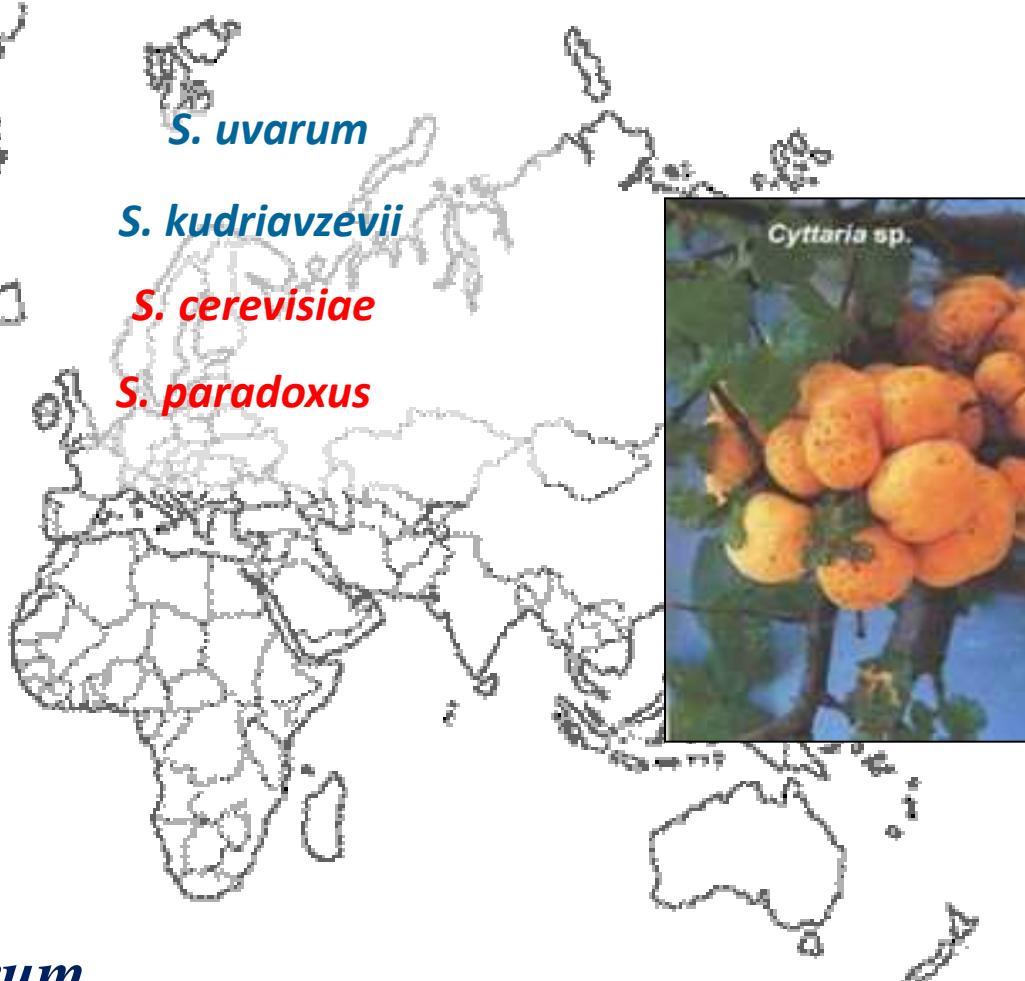
# Resultados de la búsqueda en hemisferio sur



Jose Paulo  
Sampaio  
(Portugal)



Corteza, suelo y Cyttaria  
en Nothofagus



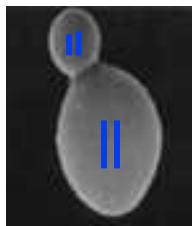
*S. uvarum*  
*S. bayanus?*

## ■ Es la cepa patagónica el progenitor faltante?

Secuencia genómica usando Next Generation Sequencing Technology (Illumina GAI, 36bp single-paired end, 13x cobertura).



Cepa patagónica

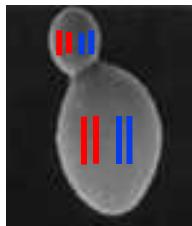


...ATGCCTGATTCTTTAATTGGGCCTAACATC...

*S. bayanus*?



99,5 % homología



...ATGCCTGATGTCTTTAATTGTGCCTATTCACT...

? Genoma no *S. cerevisiae*

...AGGGCCTTGATATGTGATTGTGTTATTCACT...

*S. cerevisiae*

*S. pastorianus*

Levadura Lager W34/70

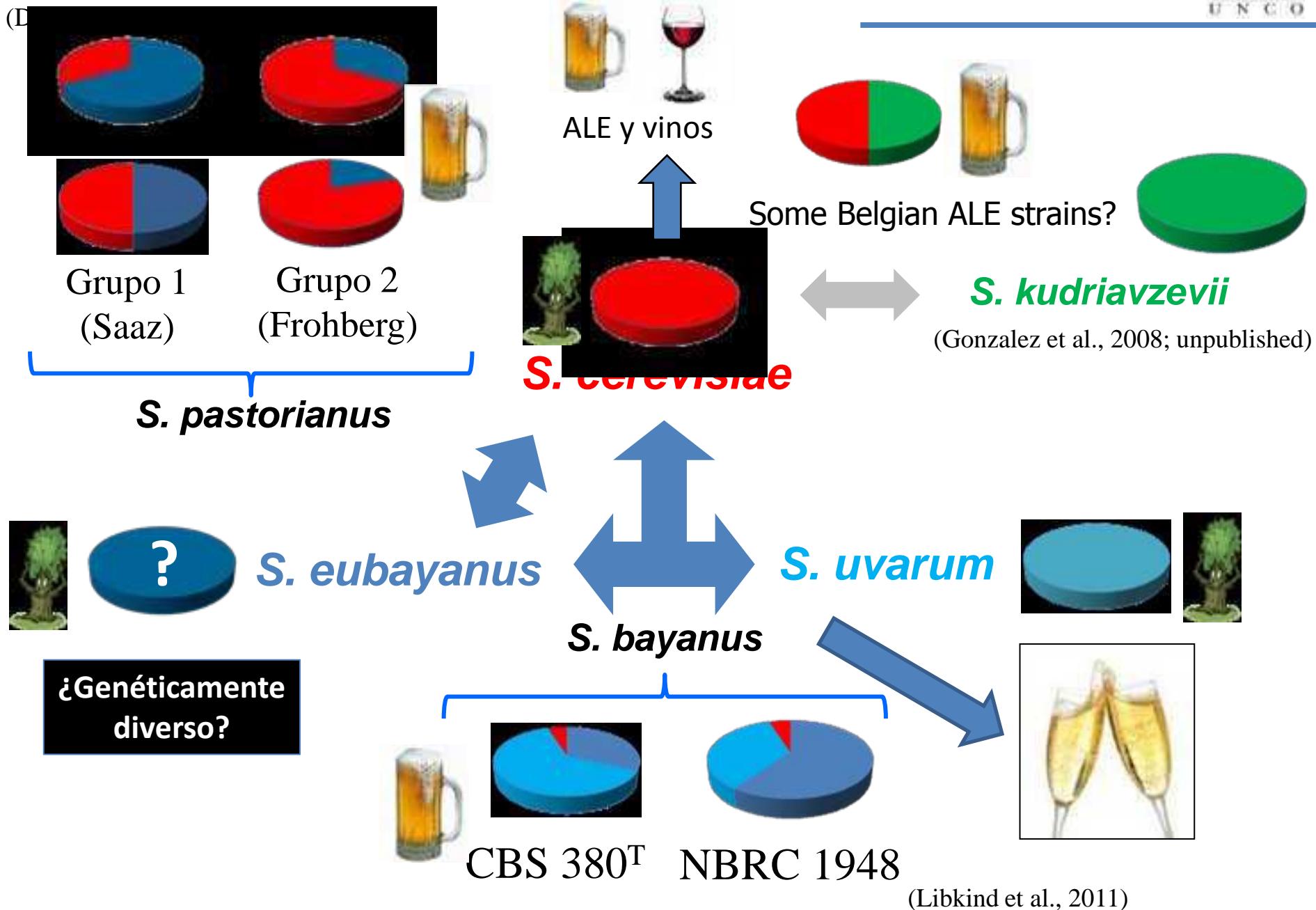


Dr. Chris Hittinger  
Universidad de Wisconsin  
Madison, EEUU

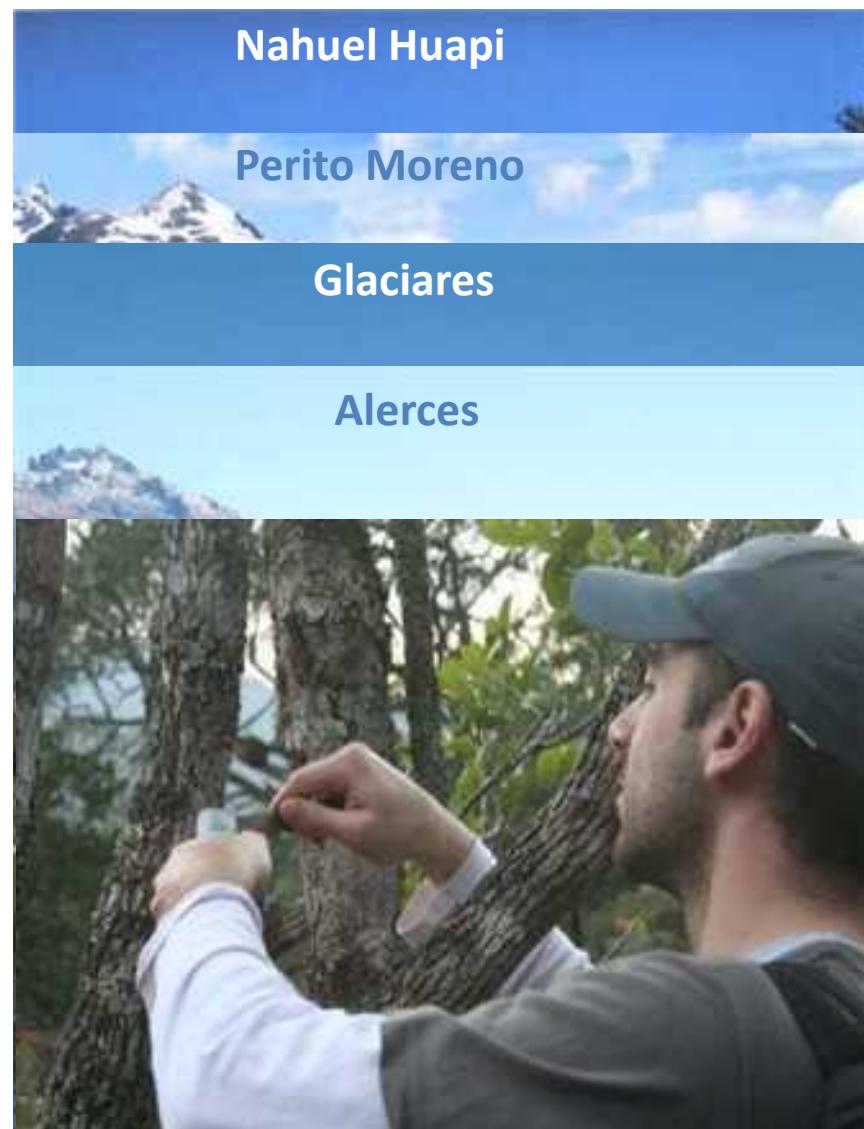
Se describe como *S. eubayanus*

*S. eubayanus* es el progenitor faltante de la levadura Lager

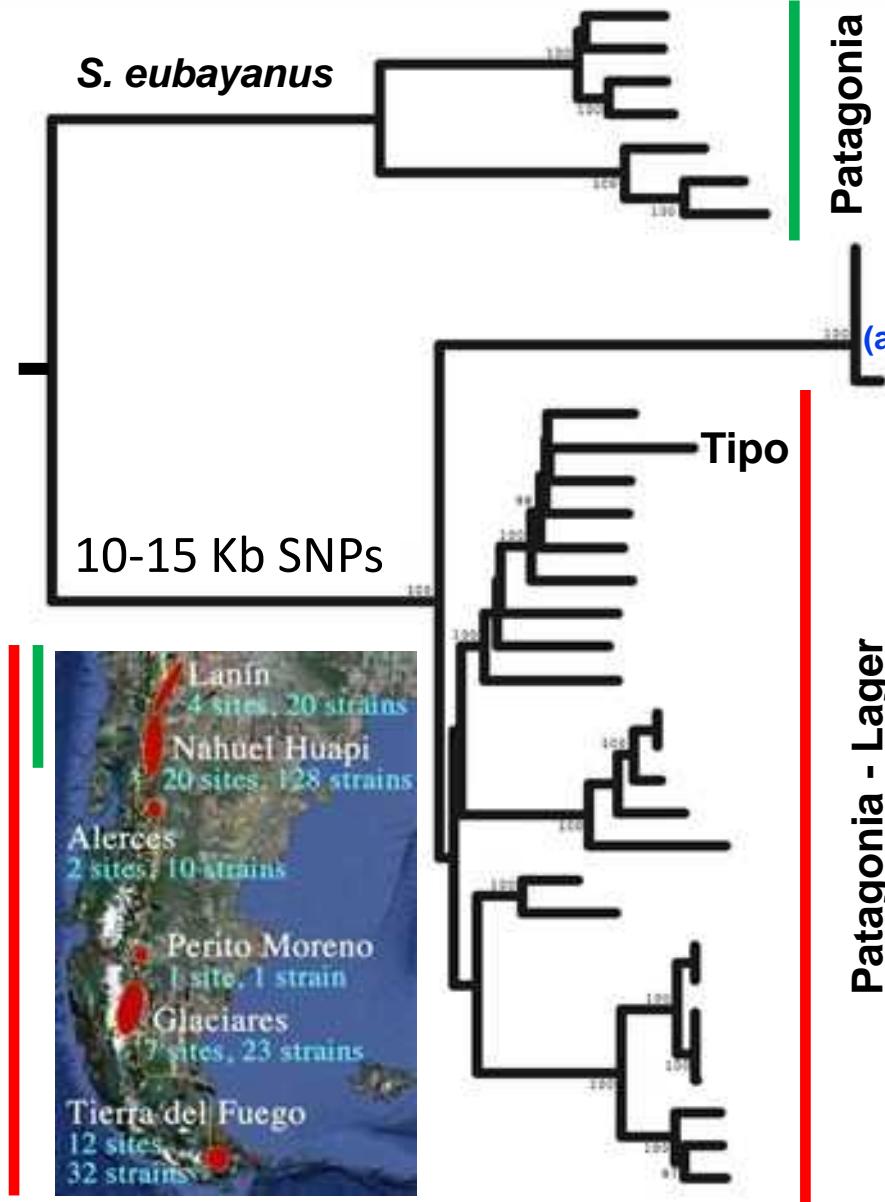
# Genomic map of brewing strains and related species



# Muestreo adicional en Patagonia (Argentina)



# Diversidad y biogeografía de *S. eubayanus*



*S. eubayanus* presenta alta diversidad genética (~1%), y una gran abundancia en Patagonia lo que sugiere que es una especie establecida en la región hace mucho tiempo.  
**ESPECIE NATIVA**

La/s hibridación/es ocurrieron con un pool genético muy pequeño de *S. eubayanus*, lo cual apoya la hipótesis de migración. **Población específica aun no detectada.**

Gran variabilidad genética para relevamiento de propiedades fermentativas



LEVADURAS  
CERVECERAS  
¿Ingrediente?

**Levaduras cerveceras:** Cómo transformar un **ingrediente** en una herramienta vital para la mejora de la calidad, productividad, rentabilidad y diferenciación productiva

## Ingredientes:

Agua, Malta, Lúpulo,



...oxígeno, sales, adjuntos...

«... es el alma de la cerveza».

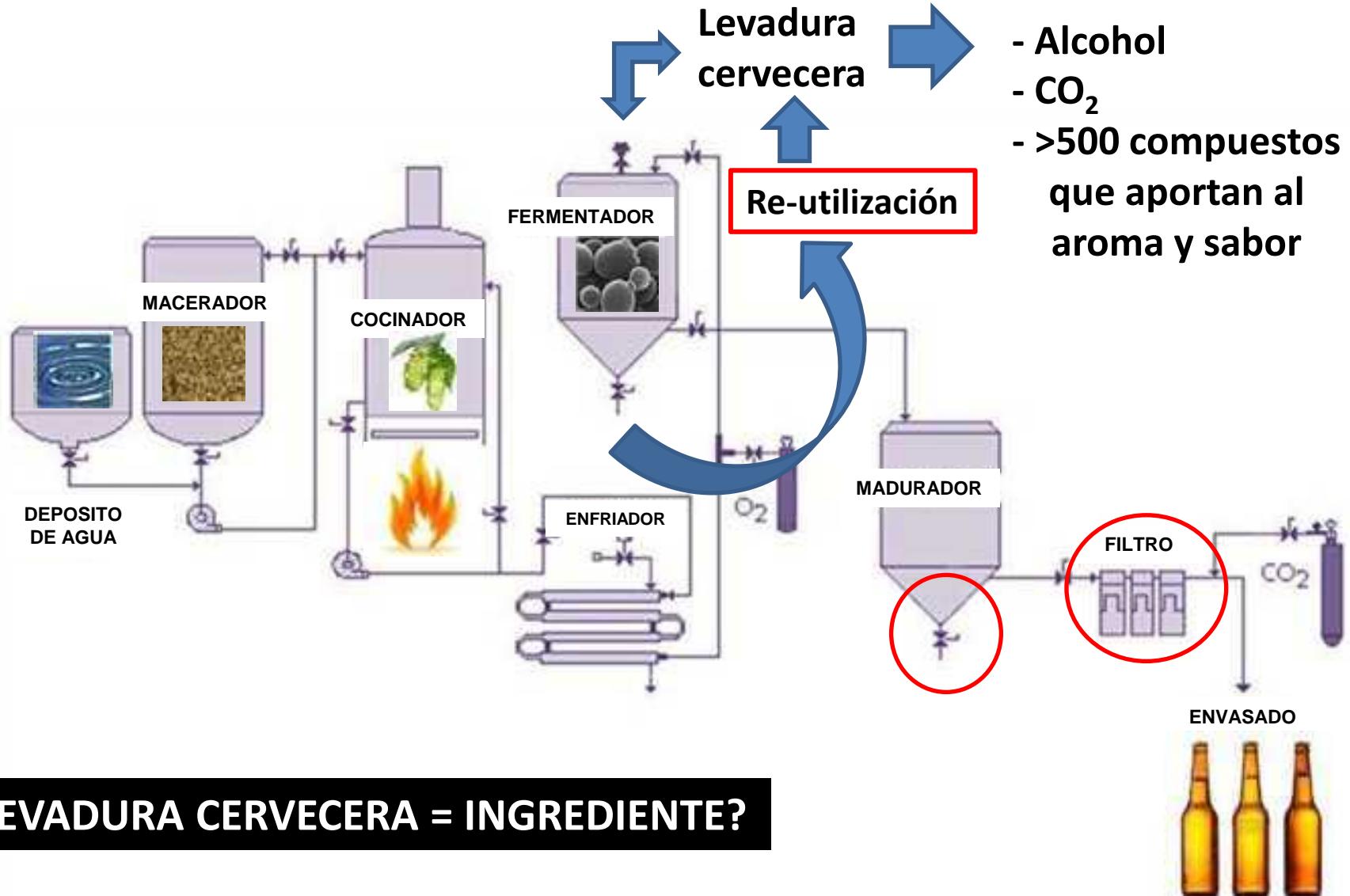
«El cervecero hace el mosto y la levadura la cerveza»

«...pongo la levadura y la dejo hacer su magia»

Expresiones comunes que minimizan el rol del cervecero!

# Proceso de elaboración de cerveza

## (Rol de la *levadura cervecera*)



# ¿Ingrediente?

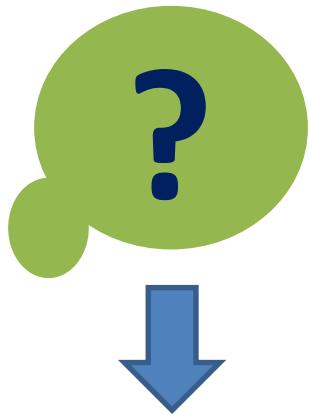


- Participación activa pero transitoria → Rol transformante
- Ser vivo (unicelular) → **Proceso biotecnológico**  
**Necesidades fisiológicas...**

## Comer y Reproducirse

- Se multiplica → Subproducto -> Reutilización\*

A la levadura no le  
interesa hacer cerveza



# ¿Ingrediente?

Debe ser manipulada/conducida...



Herramienta



¿Quién la maneja?

VOS

# LEVADURAS CERVECERAS

¿de dónde las obtengo?

# Fuentes de levadura:

Levadura re-utilizada

Laboratorio especializado



-Propia

-Otra cervecería



VS.



Levadura seca

Levadura liquida

# FUENTES DE LEVADURA CERVECERA

Rol en el *flavor: aroma y sabor* de la cerveza



Levadura seca



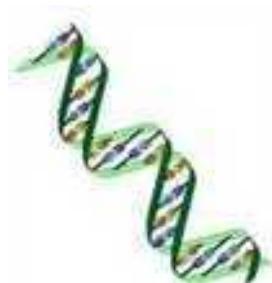
100% importadas  
disponibilidad  
limitada y variable

## Diferenciación productiva

Levadura líquida



10%



No existen en la  
Argentina

# Levaduras secas vs. líquidas

Levadura seca



Levadura líquida



Categorías	Secas	Líquidas
<b>Pureza</b>	Baja o media	Alta
<b>Re-utilización</b>	Limitada	ok
<b>Precio</b>	Bajo (10v menos)	Alto?*
<b>Comportamiento</b>	Menor floculación y esteres	Ok
<b>Variedades</b>	Limitada (10%)	Ilimitada >100
<b>Almacenamiento</b>	Prolongado (años)	Reducido (sem./meses)
<b>Uso</b>	Principiantes	Avanzados

# LEVADURAS CERVECERAS

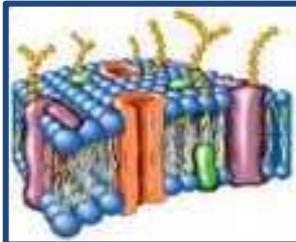
Consejos de hidratación

# Pasos de rehidratación (1)

## (Levadura Ale)



- Espacer la levadura en la superficie de agua limpia y esterilizada a 30-35°C (Ale), 20-25°C (Lager)
- **No mezclar !!!**
- Dejar reposar 15 Min. sin mover a 30 – 35 °C (tapado)
- La presencia/ausencia de espuma no es indicador de vitalidad
- **Sanitizar todos los elementos que entren en contacto con el agua o la levadura con alcohol 70% y exponer lo menos posible al aire.**



## Pasos de rehidratación (2)

### (Levadura Ale)



- Después de 15 Min. mezclar gentilmente hasta que la levadura esté en suspensión
- Dejar reposar 5 min.
- **Atemperar gradualmente**, cada 5 min agregando alicuotas de mosto, evitando los cambios de temperatura mayores a 7°C.
- **Sanitizar todos los elementos que entren en contacto con el agua o la levadura con alcohol 70% y exponer lo menos posible al aire.**

# Pasos de rehidratación (3)

## (Levadura Ale)



- Una vez atemperado inocular inmediatamente
- Tiempo total proceso: 30-60 min
- Aireación del mosto no es necesaria\*
- **Tasa de inoculación:**  
**0,8 - 1 g/L (Ale)**

**El doble para Lagers**

**LEVADURAS  
CERVECERAS**

**Líquidas de  
Laboratorios  
especializados**

# Fuentes de levadura:



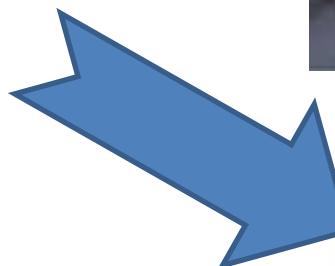
Levadura re-utilizada



- Propia
- Otra cervecería



Levadura seca



- Stamm
- LaLear



Levadura liquida

# Conservación de levaduras y provisión de inóculo líquido

Estabilidad genética

Pureza

Banco de levaduras (>100)

Crio-conservación



Conservación

Propagación a escala

(20 – 50Lts)



Propagación a escala  
(5 ml – 7Lts)

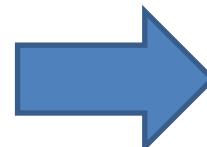


Propagación  
Piloto  
(50-100Lts)

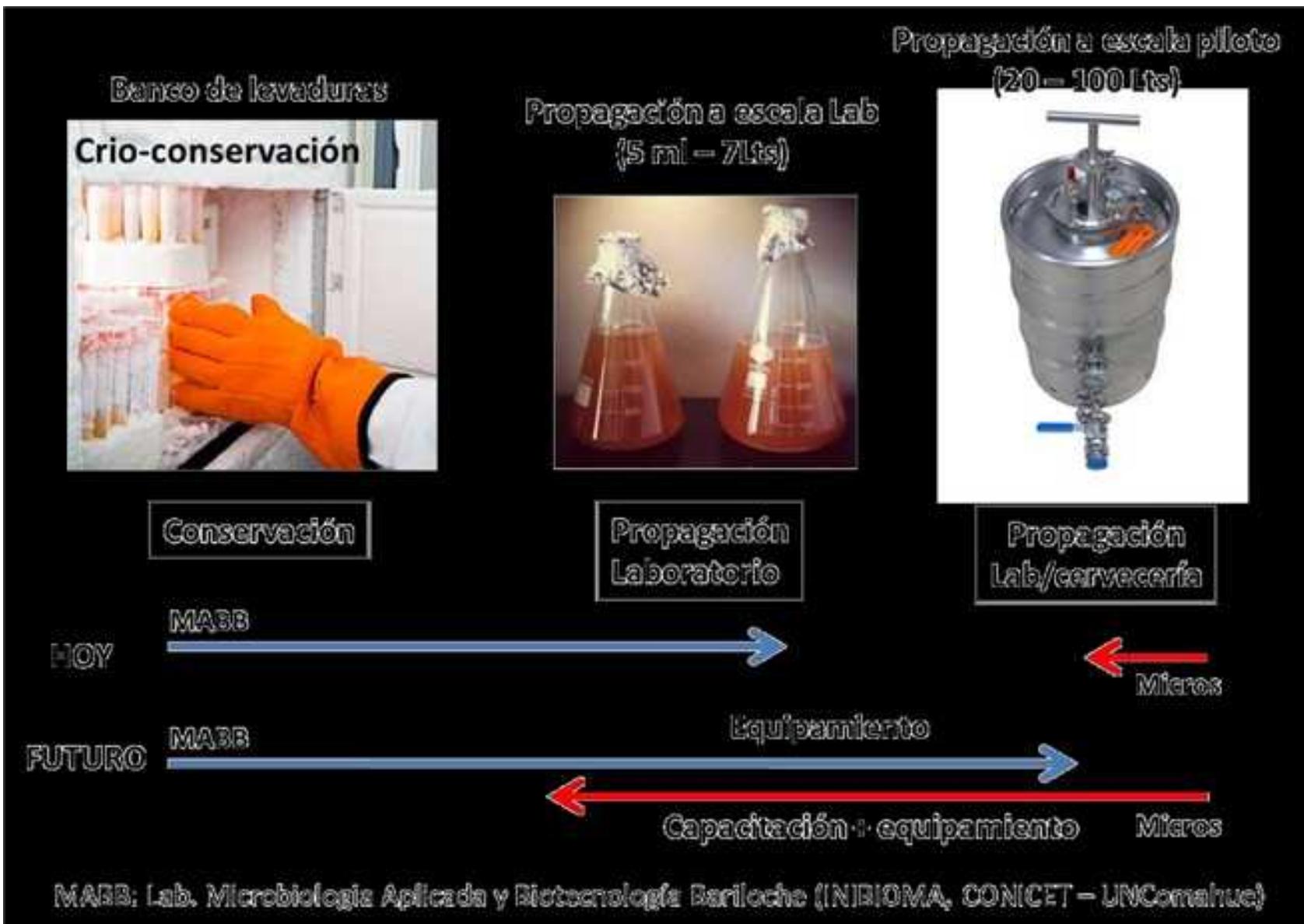


Propagación  
Laboratorio

Propagación  
Semi-piloto



La contaminación debería ser nula



# Fuentes de levadura:

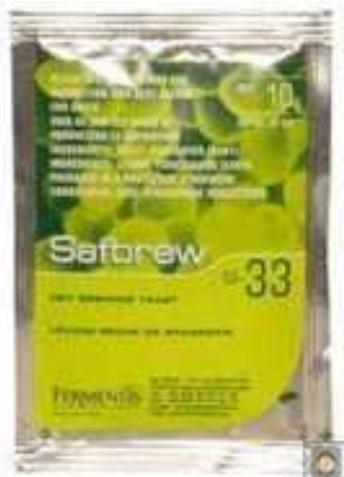
Laboratorio especializado



Levadura re-utilizada



- Propia
- Otra cervecería



Levadura seca



Levadura liquida



- Vos re-utilizas?. – Noooo, Yo uso siempre levadura fresca-

Recuperando un arte milenario....



# Qué cambia cuando re-utilizo?

% Insumos/tipo levadura	Seca*	Seca	Líquida
Malta	44,2	77,1	77,4
Levadura	45,5	4,2	3,8
Lúpulo	5,9	10,4	10,5
Otros	4,4	8,3	8,4
Reutilización	No	si	Si

Micro-cervecería de 15.000 Lts mensuales, solo materia prima. Precios julio 2014.

\* empleada según indicaciones fabricante (dosis).

# Levaduras secas vs. líquidas

Levadura seca



Levadura líquida



Categorías	Secas	Líquidas
<b>Pureza</b>	Baja o media	Alta
<b>Re-utilización</b>	Limitada	ok
<b>Precio</b>	Bajo (10v menos)	Alto?*
<b>Comportamiento</b>	Menor floculación y esteres	Ok
<b>Variedades</b>	Limitada (10%)	Ilimitada >100
<b>Almacenamiento</b>	Prolongado (años)	Reducido (sem./meses)
<b>Uso</b>	Principiantes	Avanzados

# Re-utilización de levaduras

Colectar lo antes posible... en caliente

- Atenuación deseada
- Remoción de acetaldehído y precursores diacetilo

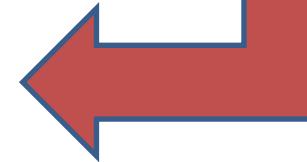
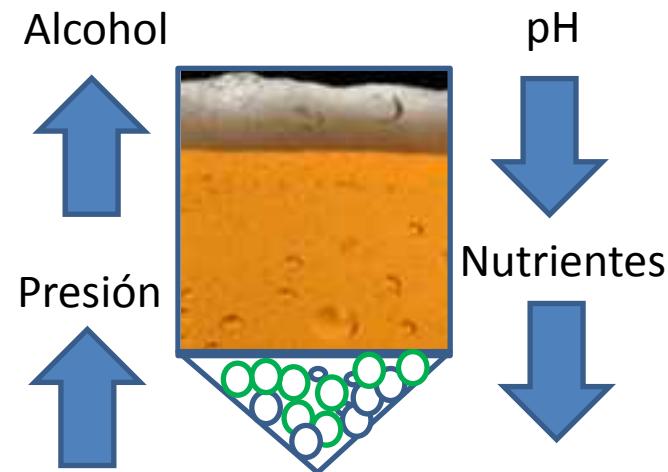
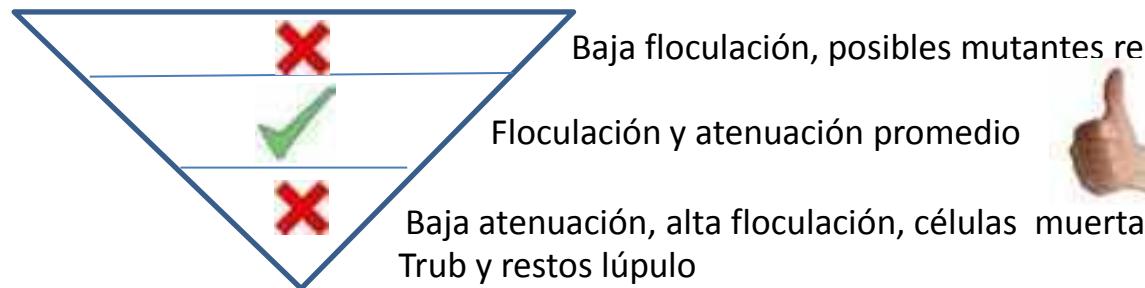
Inicio de enfriado

Para uso inmediato: **Antes de llegar a los 10-12°C**

Para almacenado en frio: **Cosechar al 1er - 2do día**

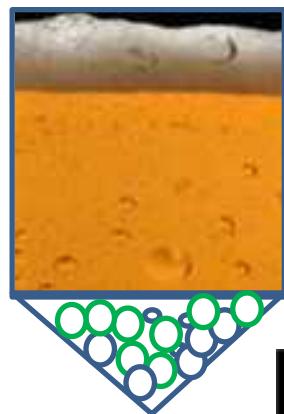
**Control de temperatura en el cono (independiente!)**

Levadura = aislante



Estratificación

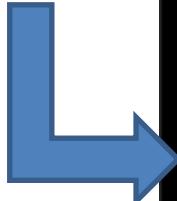
# Re-utilización de levaduras



¿Cuántas veces?: 3-5 (8-10)



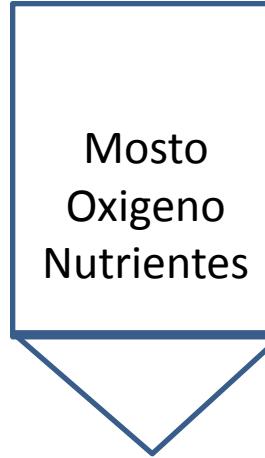
Airlock o equivalente



Alcohol 70%  
Ac. Peracético

**Re-Limpio y re-Sanitizado**

**NO dejar crema y colocar nuevo mosto!**



Inoculación  
¿Cuánto?



Valores Referencia:  
0,8 – 1 Kg / 100L



Almacenado en frio (1-2°C)

<1 semana



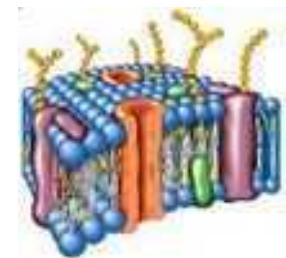
# *Utilizando levadura líquida:*

## Cosecha de levaduras



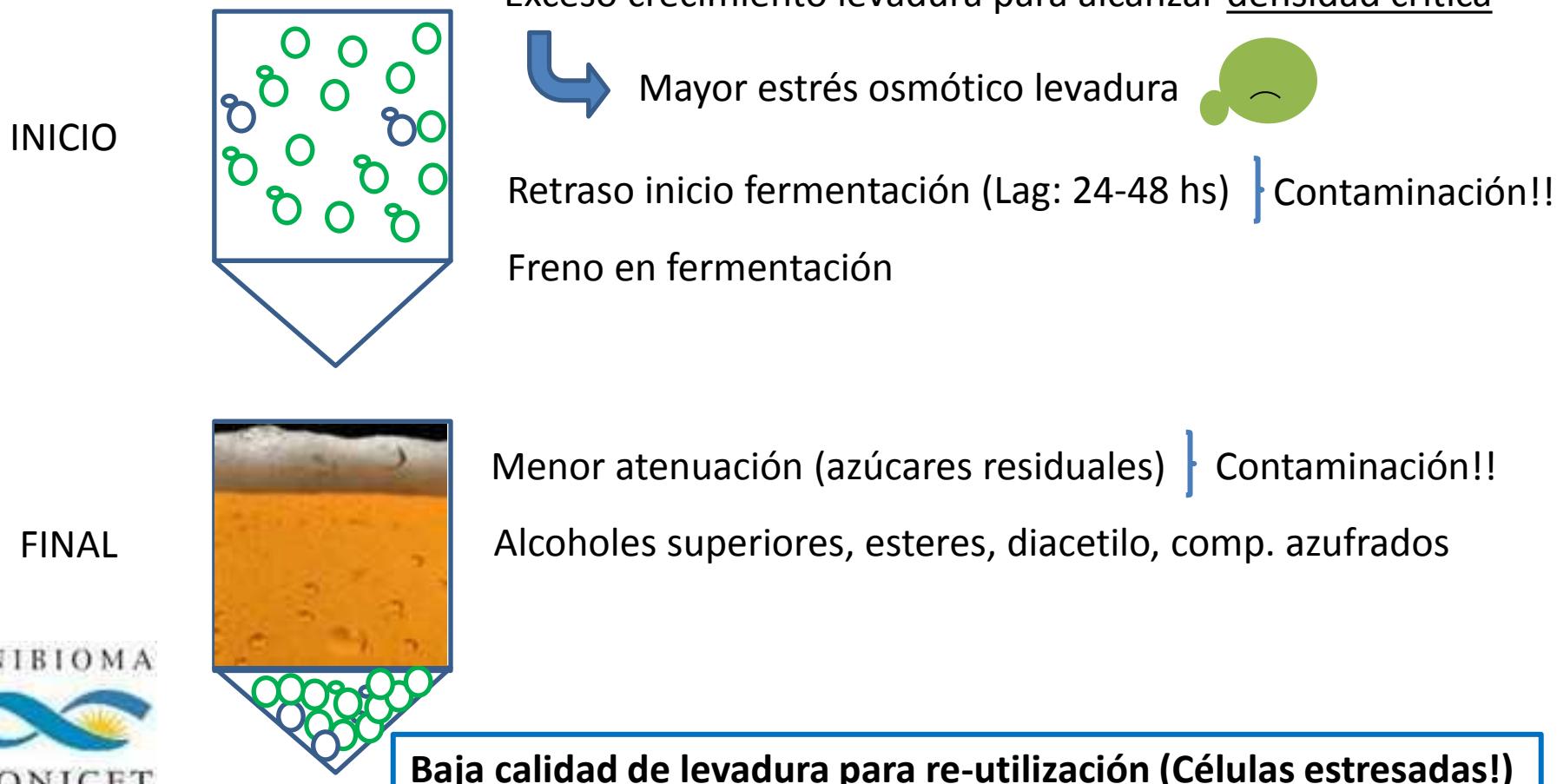
**LEVADURAS  
CERVECERAS  
¿Cuánto uso?**

# Tasa de inoculación



¿Por qué la cantidad de levadura es importante?

## Sub-inoculación



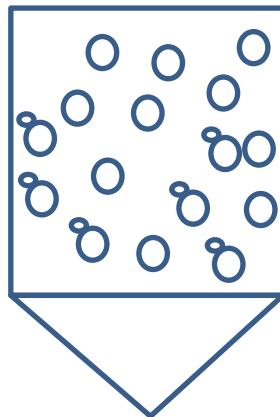
# Tasa de inoculación

- Células nuevas
- Células viejas

¿Por qué la cantidad de levadura es importante?

## Sobre-inoculación

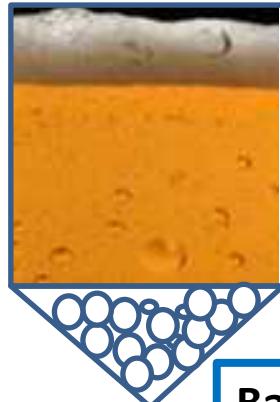
INICIO



Fermentaciones muy rápidas y violentas

Autolisis por muerte de levaduras

FINAL



Bajos esteres

Falta de cuerpo, baja retención espuma

Aromas y sabores por autolisis levadura (goma, sulfuro)

**Baja calidad de levadura para re-utilización (Células Viejas!)**

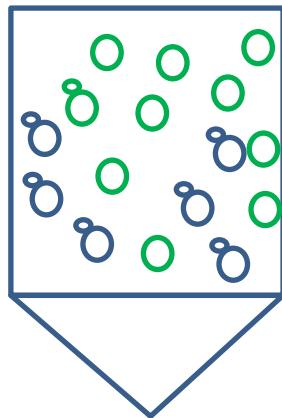
# Tasa de inoculación

 Células nuevas  
 Células viejas

¿Por qué la cantidad de levadura es importante?

## Inoculación apropiada

INICIO



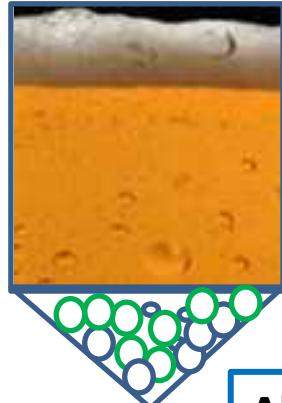
Fermentaciones eficientes y rápidas (Lag <12 hs)

Unas pocas duplicaciones (2-4 divisiones)

Mínimo estrés levadura



FINAL



Cervezas de fermentación limpia libres de *off-flavors*

Aromas y sabores deseados

**Alta calidad levadura para re-utilización (jóvenes y no estresadas)**

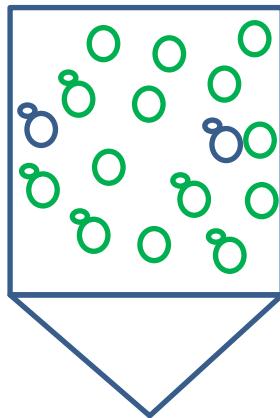
# Tasa de inoculación

¿Por qué la cantidad de levadura es importante?

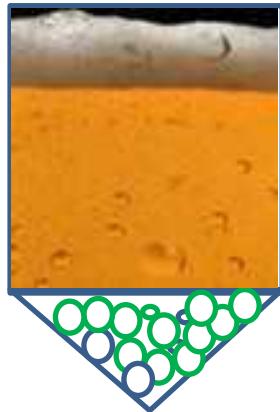
● Células nuevas  
○ Células viejas

De menos

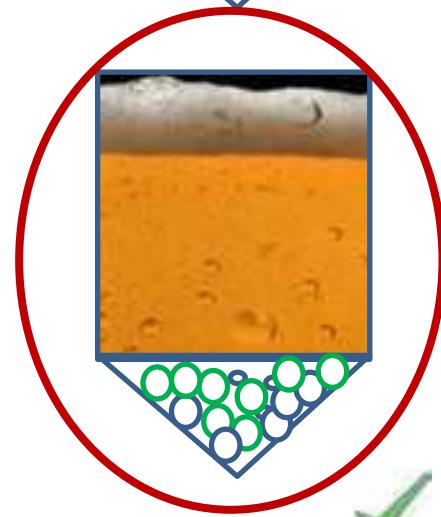
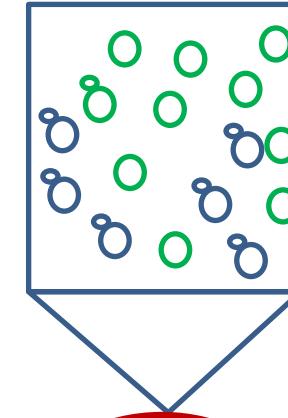
INICIO



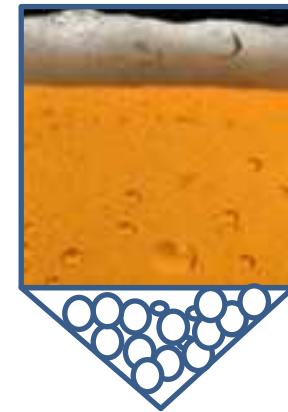
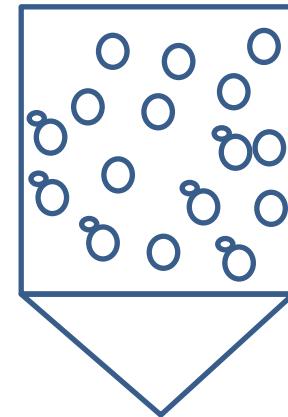
FINAL



Apropiada



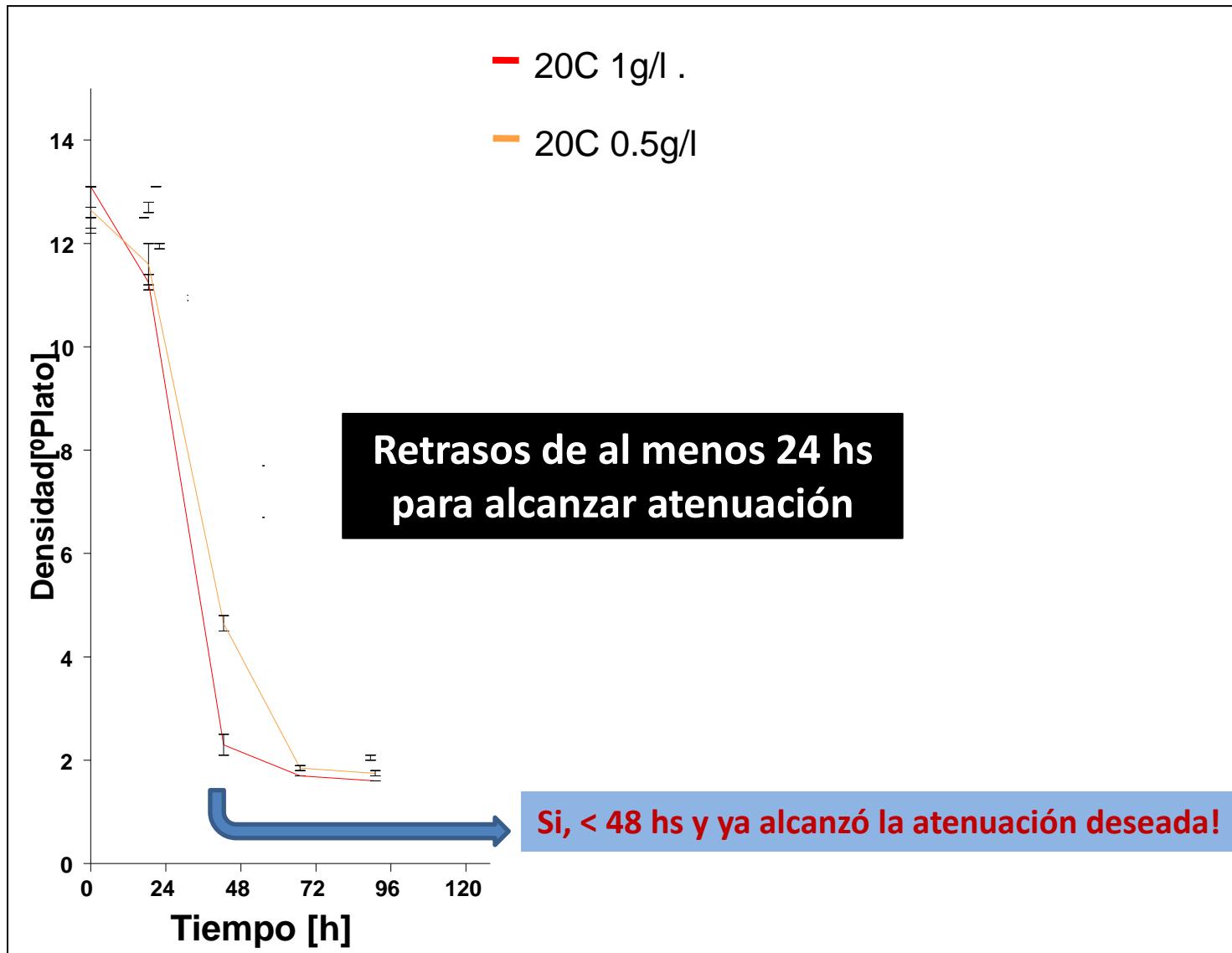
De más



Pensar en buscar una mejor calidad de levadura redundante en una mejor calidad de cerveza

# Efecto de usar menor cantidad de levadura

Levadura Ale - Rehidratada



# Densidad de levaduras en diferentes fuentes

Fuente	Células/mL
Cerveza (terminada)	<1 millón
Mosto inicio fermentación	5-15 millones
Mosto final fermentación	25-60 millones
Crema «slurry»	1 – 3 mil millones

**Tipo de Levadura**

**Tamaño y forma de fermentador**

**Temperatura y tiempo de cosecha**

**Valor referencia:  
0,8-1 Kg cada 100 lts**

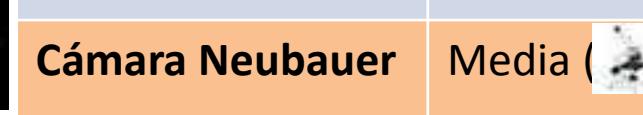
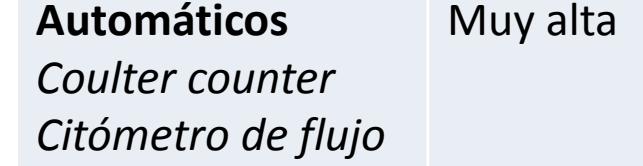
**Mucha variabilidad!!**



# ¿Cuánta levadura tengo?



## Comparación de métodos para evaluar cantidad de levadura

Método	Inversión	Tiempo	Contras	Ventajas
<b>Placa de cultivo (UFC)</b> 	Media (Lab) 	>24hs	Esterilidad, personal entrenado.	Cuento Vivas
<b>Cámara Neubauer</b> 	Media (  )	30 min	Requiere entrenamiento	Tinciones vitales
<b>Turbidez (espectrofotometría)</b> 	Alta	30 min	Calibrar, partículas no levadura	Simple
<b>Automáticos</b> <i>Coulter counter</i> <i>Citómetro de flujo</i> 	Muy alta	<10 min	No diferencia viables, gemas ni flóculos.	Preciso

■ Rango de inversión necesario: 3.500-6.000\$



# TASAS INOCULACION



10 millones cel./ml

## Cantidades sugeridas de levaduras para inoculación

ALE: 18-19 °C

**Células a inocular = 0,75 millones de células\* x mL mosto x grados Plato mosto**

LAGER: 10-12 °C

$0,75 \times 10^6$

**Células a inocular = 1,5 millones de células\* x mL mosto x grados Plato mosto**

$1,5 \times 10^6$

Valores recomendados a la hora de **re-utilizar levadura**.

En el caso de utilizar *startes* frescos obtenidos apropiadamente, los valores recomendados pueden reducirse a la mitad.

## Efecto Temperatura

**Valores de referencia!!!**

**12° Plato = 1.048**

# LEVADURAS CERVECERAS

## ¿Y si tomamos el control?



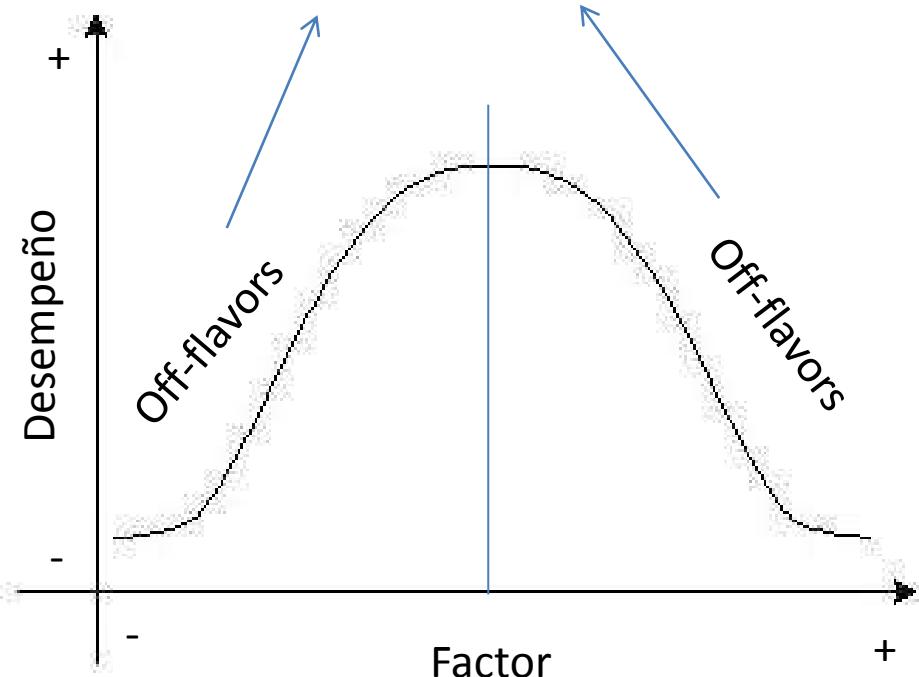
# ¿qué puedo controlar y cómo?

Cepa de levadura  $\longleftrightarrow$  Características organolépticas deseadas

- Cantidad y calidad de levadura a inocular
- Temperatura fermentación
- Nutrientes mosto
  - Micronutrientes (vitaminas, Zn, etc.)
  - Oxígeno
- Hidratación (seca)
- Sanitización
- pH (5.2)

## Análisis Sensorial

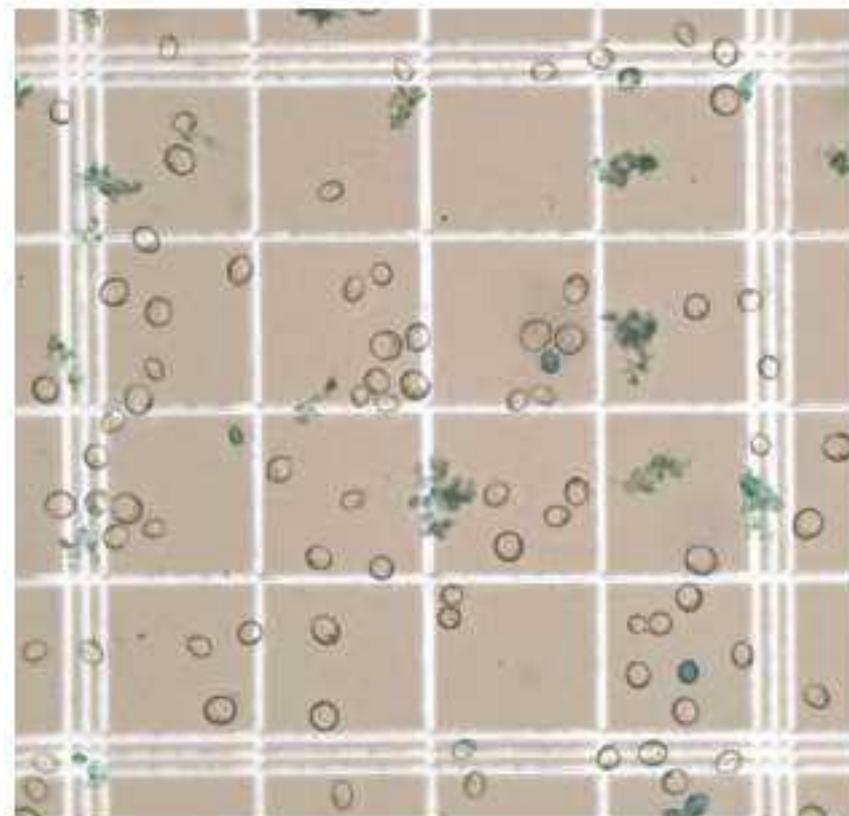
Herramienta de comunicación



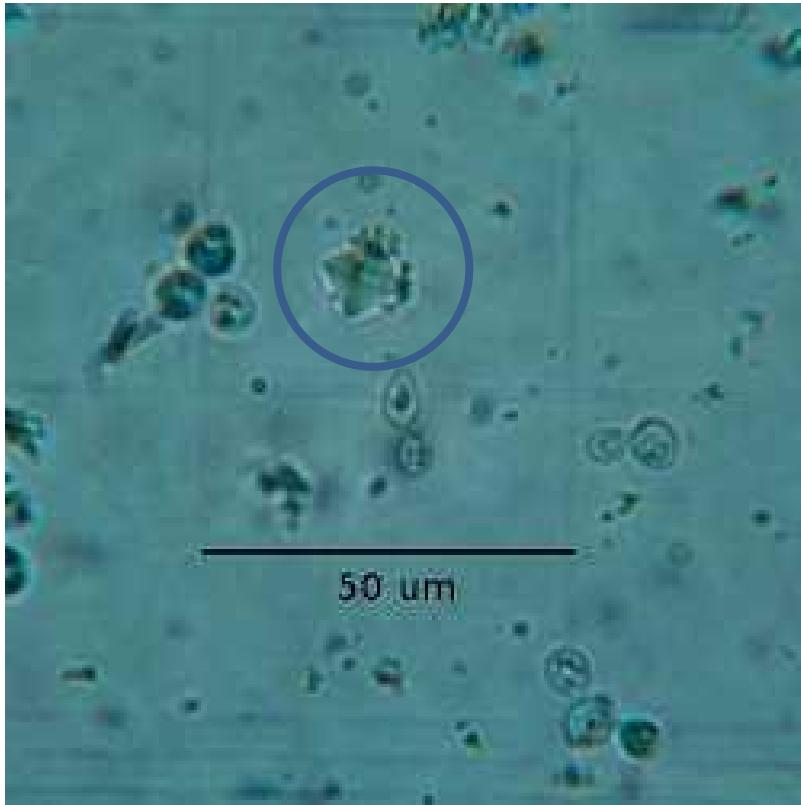
# Ventajas del microscopio



- Evaluación de calidad y cantidad de levaduras (x400-x600)
- Origen turbidez
- Detección contaminaciones con bacterias (x1000) y levaduras salvajes



# Galeria Imágenes



Cristal Oxalato de calcio



Cristal Oxalato de calcio

MO Permite diferenciar turbidez en producto terminado...

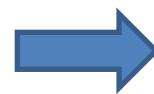
# Galeria Imágenes



Precipitado frio

# Temperaturas de fermentación

¿Cuál es la temperatura óptima?



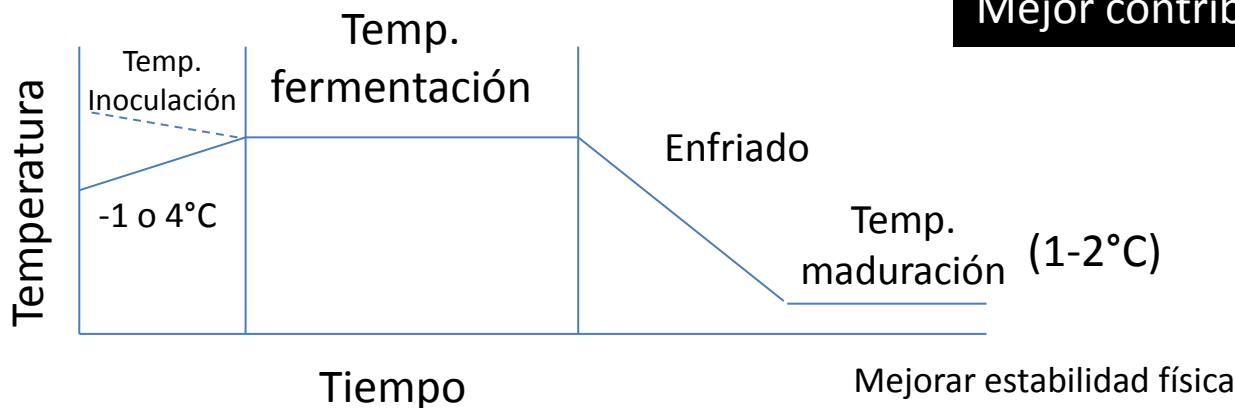
Tipo de levadura  
Estilo de cerveza  
*Flavor* buscado

Temperaturas óptimas de fermentación:

Levadura Ale: ~32°C

Levadura Lager: ~ 27°C

Con inoculación apropiada\*:



Temperaturas óptimas de fermentación para elaboración de cerveza

Levadura Ale: 18-20°C

Levadura Lager: ~ 10°C

Crecimiento celular moderado  
Mejor contribución al *Flavor* de la cerveza

Producción de aromas y sabores 1eras 36 hs

# Nutrientes del mosto

Un mosto «pura malta» debería proveer todos los nutrientes necesarios para la fermentación excepto:

## 1) Oxígeno ( $O_2$ )

Factor determinante del crecimiento



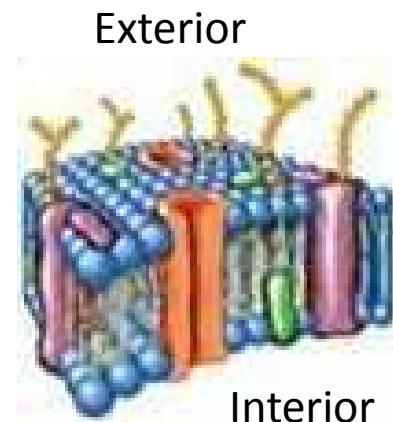
Las levaduras no son organismos estrictamente anaerobios, necesitan oxígeno para reproducirse.

Fundamental para la síntesis de ácidos grasos y ergosterol, compuestos indispensables para la constitución de membranas celulares adecuadas (estrés).

Valores deseables de Oxígeno Disuelto: **8-10 ppm**

Fundamental para asegurar una buena calidad de levadura para reutilizar

Es difícil alcanzarlo sin oxígeno Puro



# Métodos de oxigenación

Objetivo: agregar la cantidad adecuada de oxígeno para la **cantidad de levadura** inoculada y el **crecimiento** que quiero que tenga.

## *Splash/agitación*

Micros: No más de 4 ppm

Caseros:  $\leq$  8 ppm



## Aire

Riesgo de contaminación

Imposible airear en exceso

Económico

## O<sub>2</sub> Puro

Estéril

Riesgo de sobre-oxigenar

Más caro pero práctico

## Ejemplos:

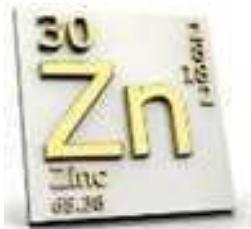
Método aireación	O <sub>2</sub> ppm
Agitación, 5 min.	2,71
O <sub>2</sub> Puro, 30 seg.	5,12
<b>O<sub>2</sub> Puro, 60 seg.</b>	<b>9,20</b>
O <sub>2</sub> Puro, 120 seg.	14,08

20 Lts mosto, 1.077 a 24°C. (1Lt/min con piedra aireadora de 0,5 micrones)

# Nutrientes del mosto

Un mosto «pura malta» debería proveer todos los nutrientes necesarios para la fermentación excepto:

## 1) ZINC

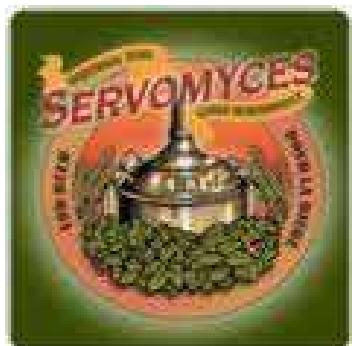


→ División celular

→ Co-factor enzimas responsables producción alcohol

### Aditivos nutricionales para levaduras:

Fuente balanceada de nitrógeno, minerales (Zn) y vitaminas.



X 500 Grs = 400\$

1 gr (80 ctvs) para 100lts

Últimos minutos hervor, Whirpool

### Alternativa:

-Agregado de 0,1-0,2 ppm zinc (ZnCl<sub>2</sub> o ZnSO<sub>4</sub>) (en fermentador).

**LEVADURAS  
CERVECERAS  
¿Cómo las eligo?**

# Características generales levaduras cerveceras

Tipo	Flavor	T°	Aten.	Floc.	Ej. lev. secas
ALE Inglesa	Más <b>frutada</b> (manzana, pera)	18-21	63-70%	Alta	S-04, Windsor
ALE Americana	Menos frutada, resalta <b>lúpulo</b>	20-23	73-80%	Media	US-5
ALE Alemana (Kolsch/Alt)	<b>Limpio, Sulfuroso</b> , poco frutado	18-20	72-78%	Alta	?
Belgas	Frutado complejo, <b>clavo (+)</b>	20-26	78-85%	Media	Belle Saison
Hefeweizen	<b>Banana</b> , clavo(-)	18-20	72-76%	Baja	WB-06, Munich
LAGER	<b>Limpio, Sulfuroso</b> , poco frutado	10-13	72-80%	Media/ Alta	W34/70

Otras variables!

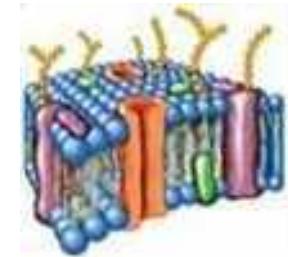
# FLOCULACION

## - Nutrientes y factores de crecimiento

Inducida por la falta de nutrientes y por condiciones de estrés.

Falta de Oxígeno en inicio de Fermentación

(No actúa directamente: Ácidos grasos insaturados y esteroles)



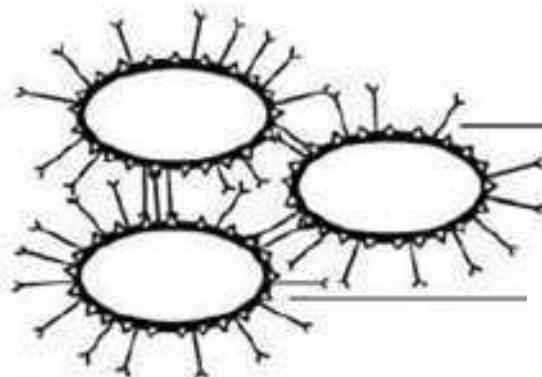
## - Edad y tamaño de las levaduras

Células **viejas** (mas cicatrices y arrugadas) **floculan más e intensamente**



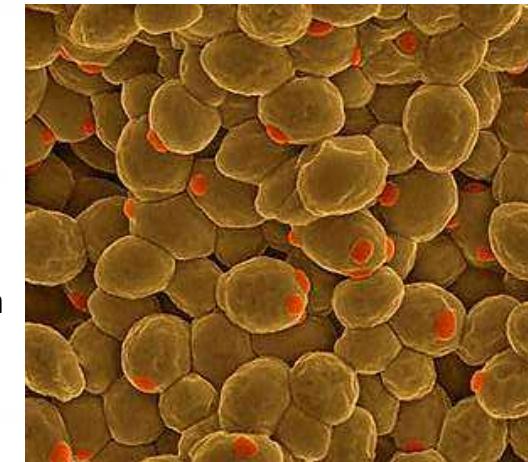
Más arrugadas, más grandes\*, más floculinas

\*Incrementa  
sedimentación



Floculinas

Residuos Manosa  
pared celular

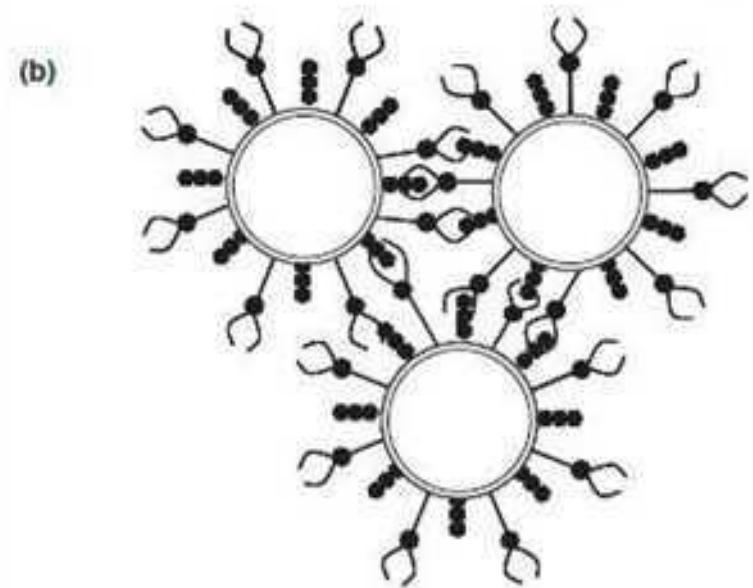
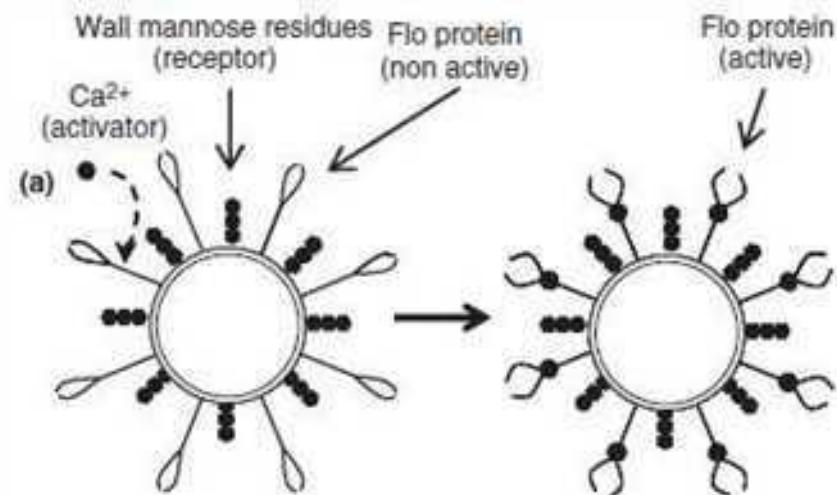


# FLOCULACION

Otros: pH, manejo de levaduras:  
(Lav. ácido, T° conservación,  
forma de cosecha),

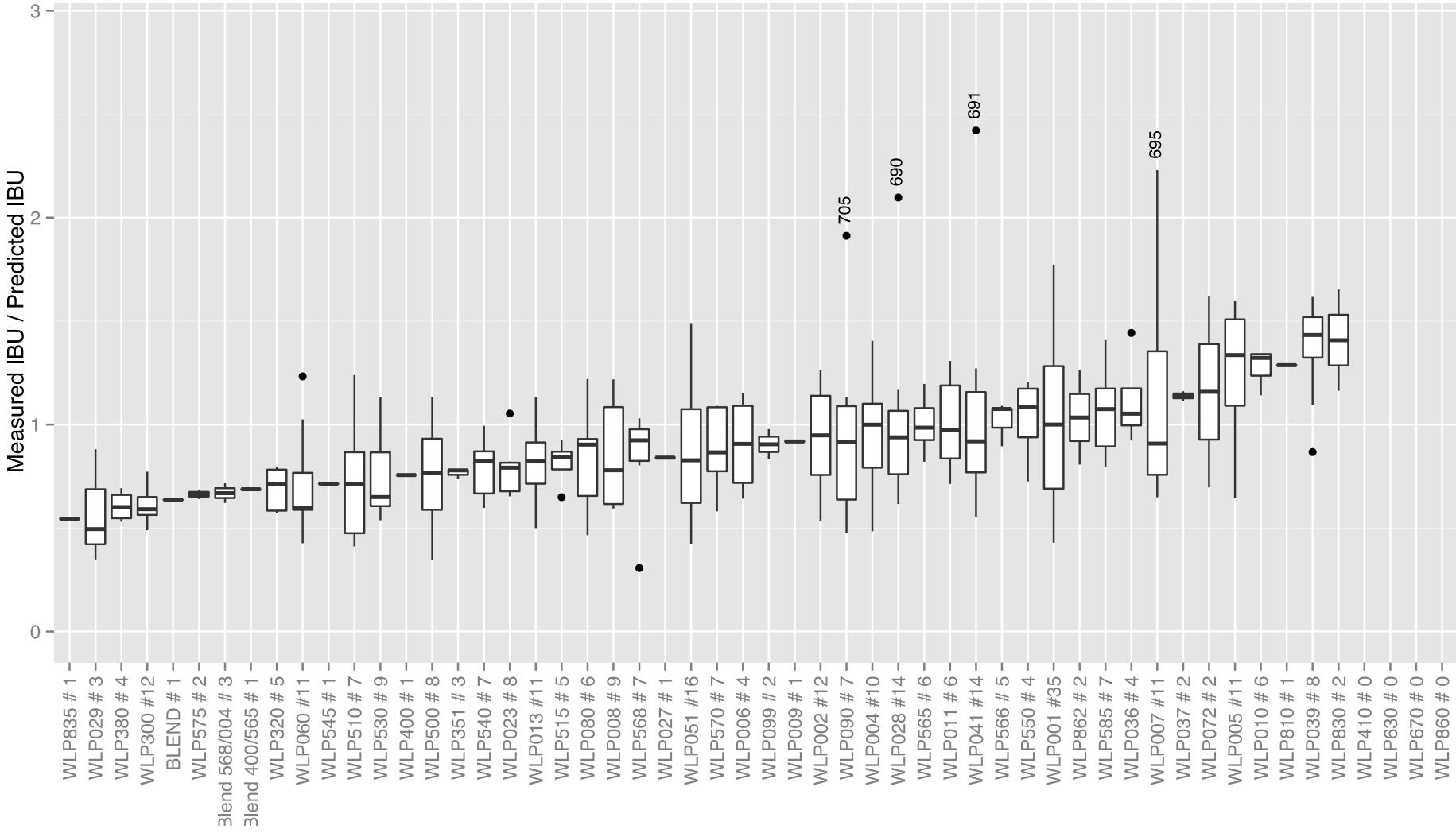
Presencia de Calcio (100-200ppm)!!

Carácter variable:  
Número de re-utilizaciones!



Otras variables:

# Influencia cepas sobre IBU Ratio



Otras variables:

## ¿Mortalidad /Viabilidad?



### Viabilidad vs. Vitalidad



% Levaduras vivas



Cultivo en placa (UFC)

### Tinción vital

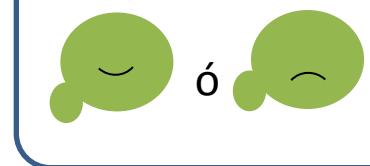
Condición fisiológica  
de las Levaduras vivas



*!No existe método estándar!*



Test poder de acidificación



# Tinción Vital – Azul metíleno



**Colorantes vitales:** Tiñen diferencialmente células vivas y muertas

- Azul de metíleno

Convencional  
Alcalino  
Citrato



3,7-bis(Dimethylamino)-  
phenothiazin-5-iום chloride



- Violeta de metíleno
- Azul Tripan
- Azul de anilina
- Fluorescentes

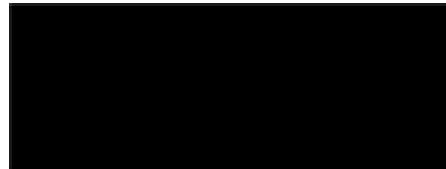


➤ Recomendado por la American Society for Brewing Chemists (ASBC)

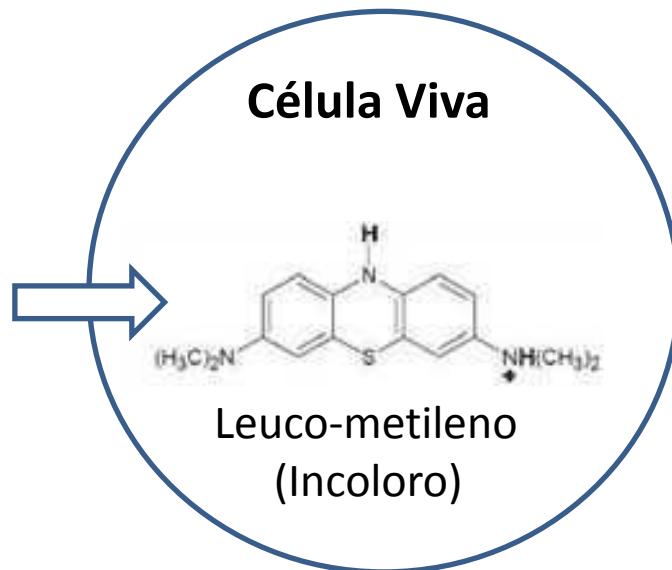
# Tinción Vital – Azul metíleno



## Reacción en Célula viva



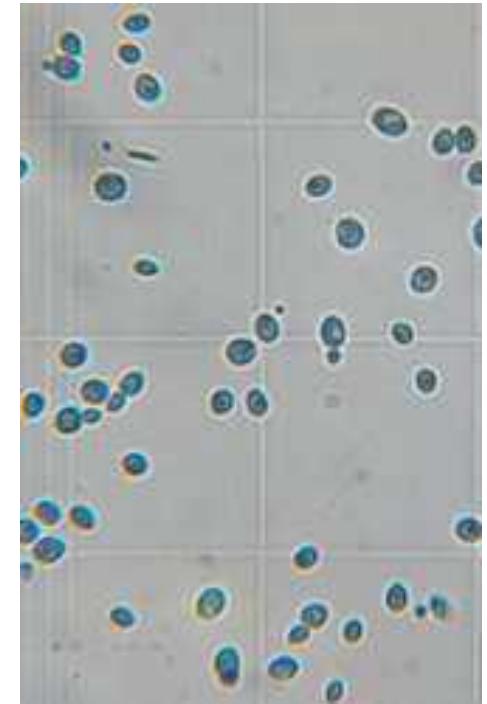
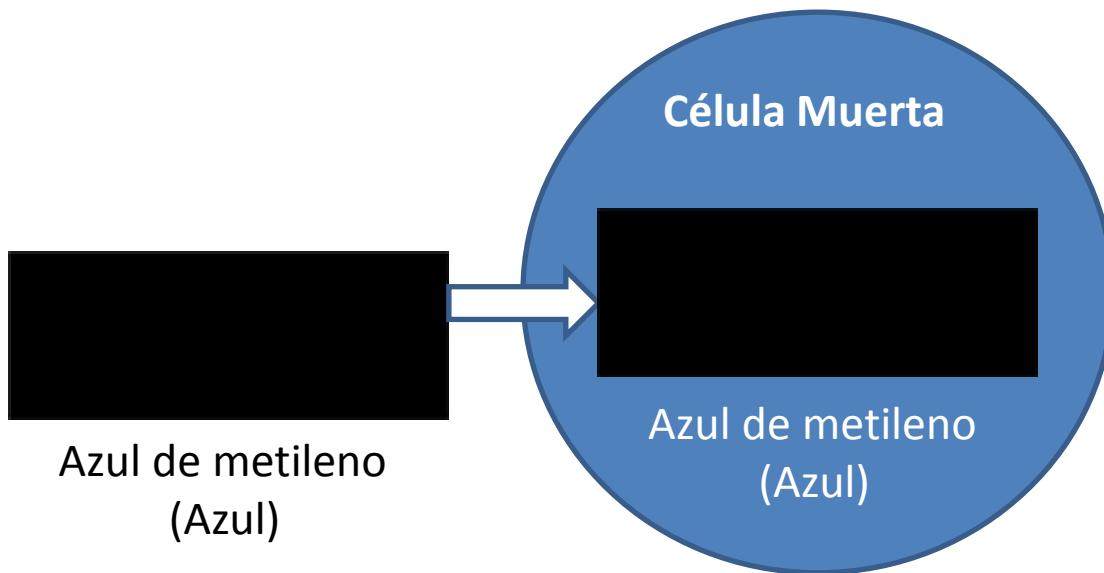
Azul de metíleno  
(Azul)



# Tinción Vital – Azul metíleno



## Reacción en Célula Muerta

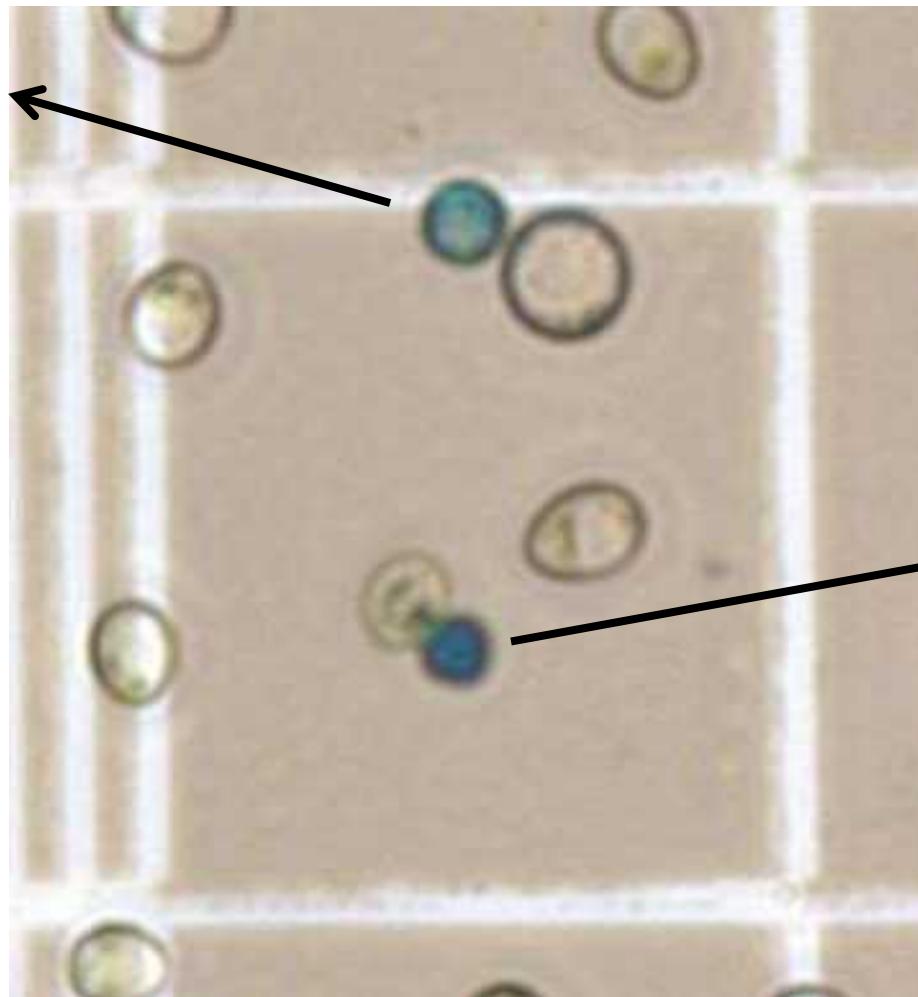


# Tinción Vital – Azul metileno



Consideraciones a la hora de contar:

Azul pálido (Viva!)

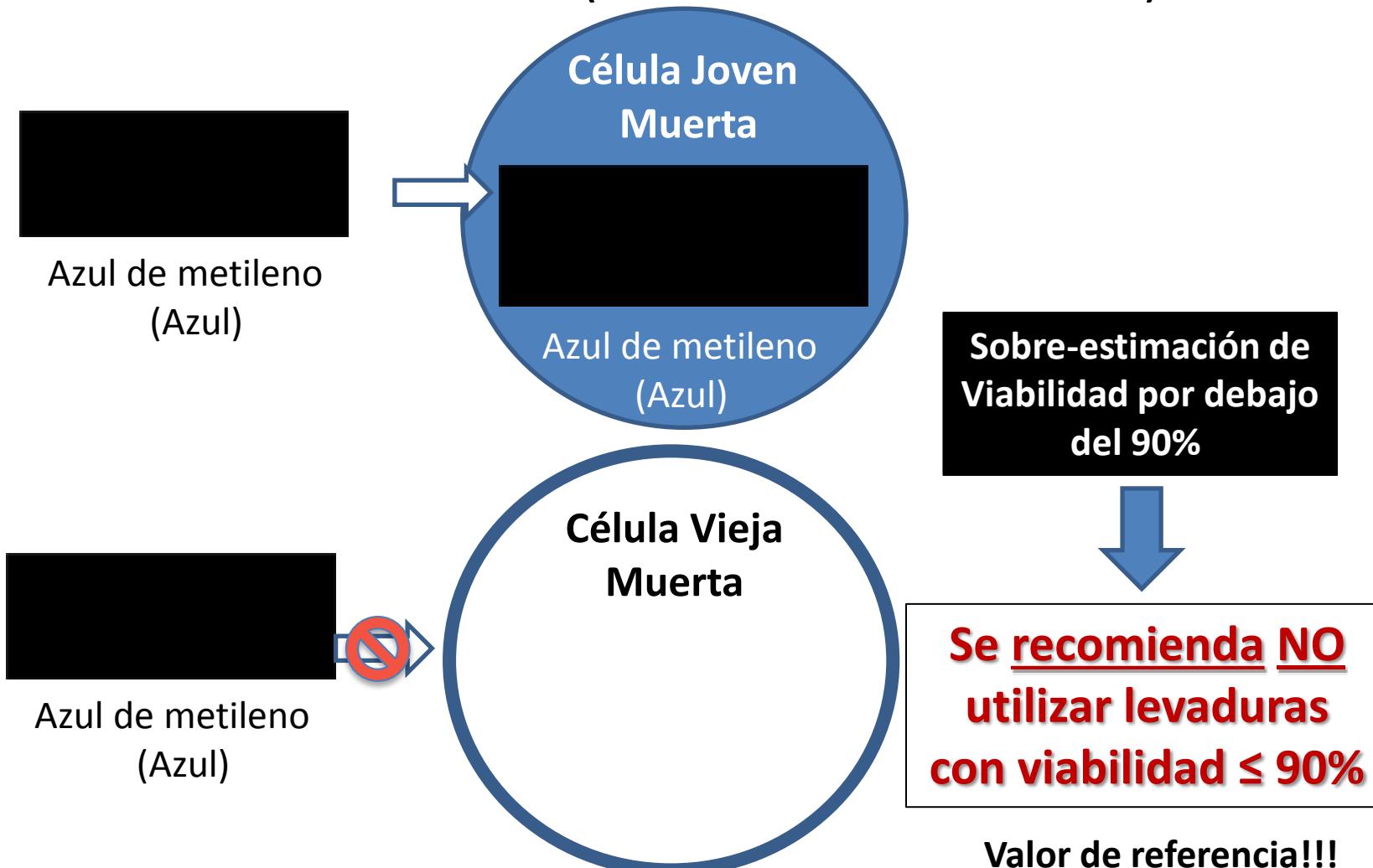


Gema (Viva!)

# Tinción Vital – Azul metíleno



Limitaciones de la técnica (edad de las levaduras):



# LEVADURAS CERVECERAS

## nutrición y subproductos

# Glucosa/Fructosa, Maltosa y Maltotriosa



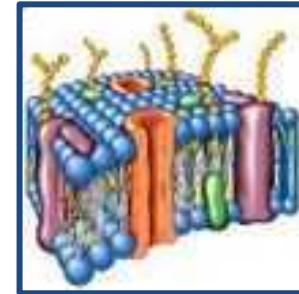
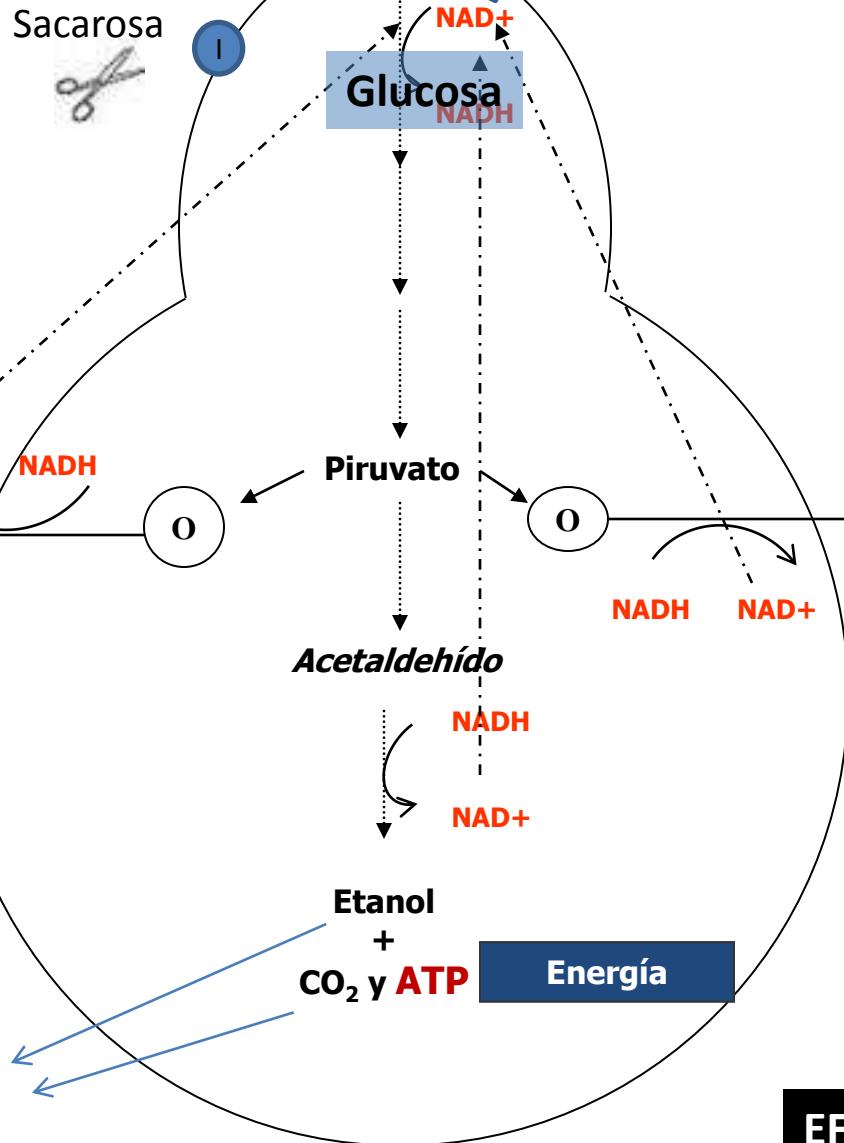
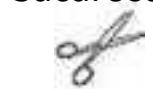
**"GLUCÓLISIS"**

## COMPUESTOS DE CRECIMIENTO

- Lípidos
- Aminoácidos
- Ácidos nucleicos



Sacarosa

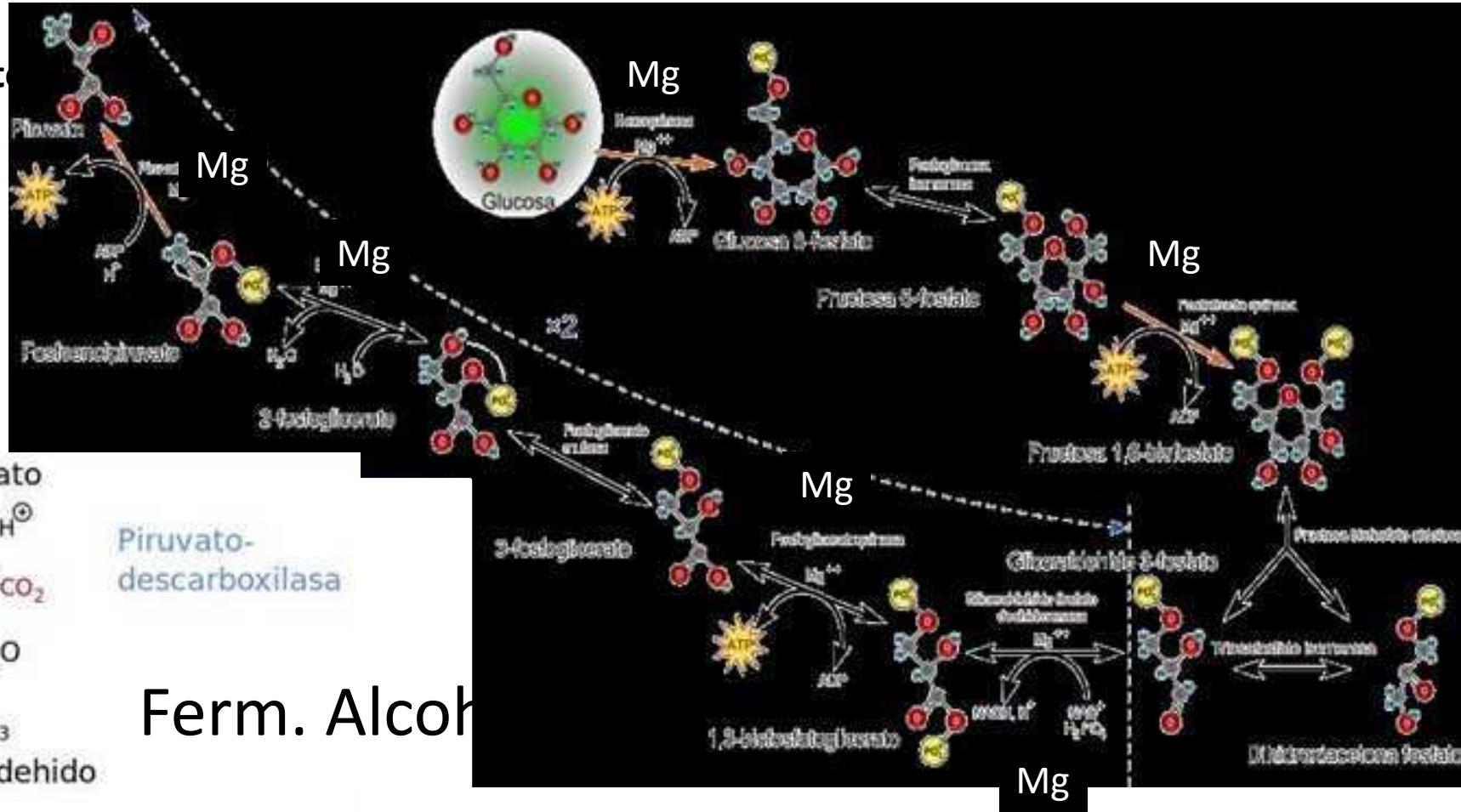
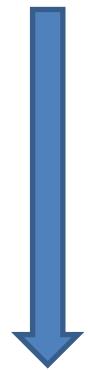


## COMPUESTOS DE SABOR

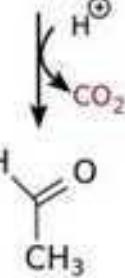
- Alcoholes superiores
- Ésteres
- Compuestos de azufre
- Precursores diacetilo
- Ácetaldehido

EFFECTO TEMPERATURA

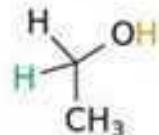
Piruvato



Piruvato



Acetaldehido



Etanol

ZN

Importancia de Zn y Mg,  
y Temperatura

Compuesto de sabor	Subproducto de:	¿Por qué se produce?	Puntos críticos de control en proceso y nutrición
Diacetilo (VDK)	Síntesis de aminoácidos valina y leucina	Las proteínas celulares (estructurales, transporte, enzimas)  <i>Pediococcus</i> y <i>Lactobacillus</i>	1. Cepa de levadura 2. Cosecha prematura  3. Oxígeno insuficiente  4. [Zinc] insuficiente  5. Tasa de inoculación baja  6. Temperatura*   7. > FAN 
Ésteres (ej. acetato de etilo, acetato isoamílico, caproato de etilo, caprilato de etilo)	La síntesis de ácidos grasos y esteroles	Bloques de construcción de membrana	1. Cepa de levadura (estrés)  2. Presión hidrostática*  3. Factores que aumenten crecimiento levadura   4. Mayor relación C/N  5. Temperatura  6. Tiempo  7. Densidad inicial   8. > claridad del mosto 
Acetaldehído	Glucólisis	Energía (ATP)  <i>Zymomonas</i>	1. Cepa de levadura 2. Mayor claridad mosto*  3. FAN de malta  4. Exceso Oxígeno disuelto  5. Presión gas  6. Separación prematura leva 

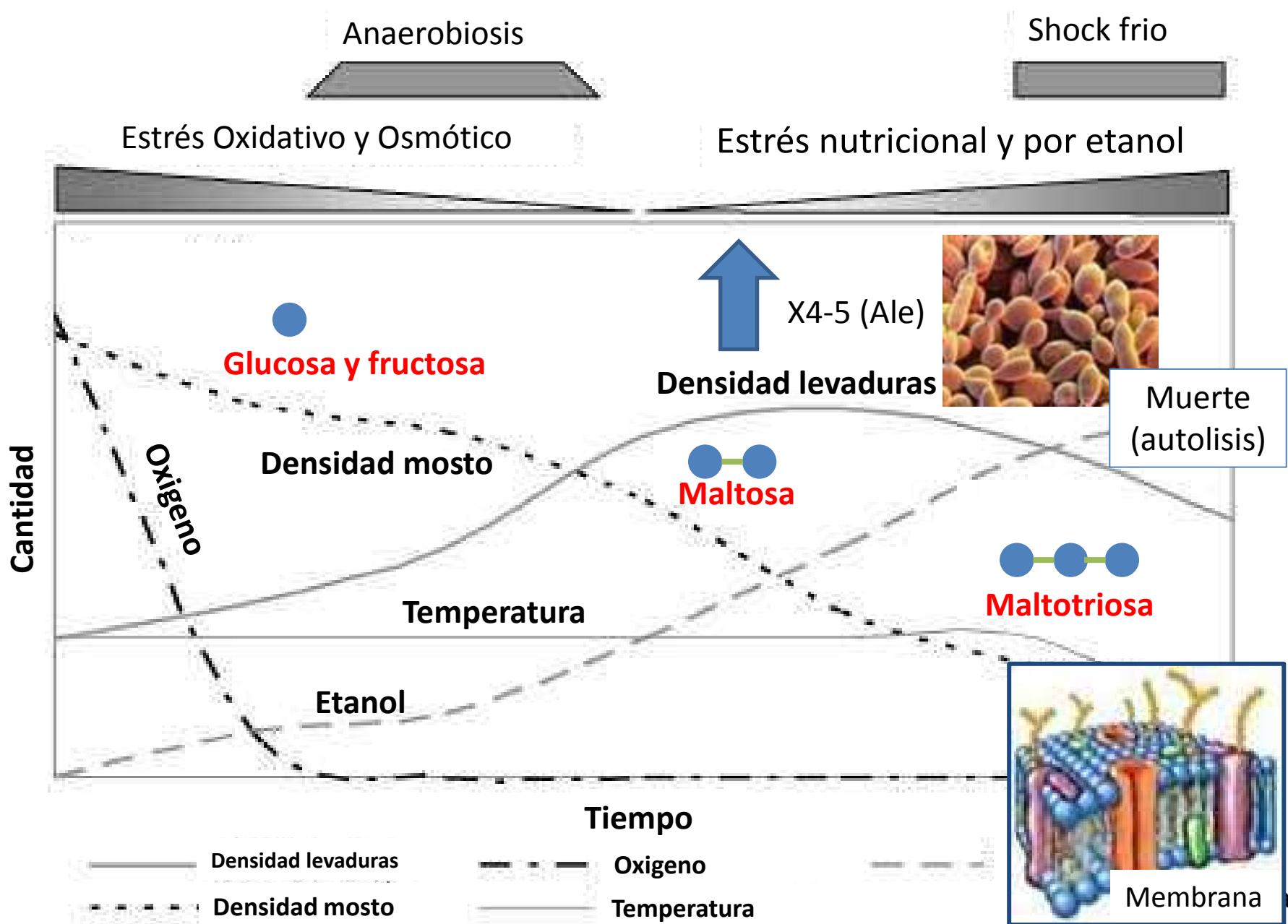
Compuesto de sabor	Subproducto de:	¿Por qué se produce?	Puntos críticos de control en proceso y nutrición
<b>Alcoholes superiores</b> (Ej. alcohol isoamílico, alcohol amílico activo, alcohol de isobutilo y N-propil alcohol)	Síntesis de aminoácidos (las vías anabólicas y catabólicas)	Las proteínas celulares (estructurales, transporte, enzimas)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cepa de levadura (Ale)</li> <li>2. Sobre-oxigenación </li> <li>3. &gt; Temperatura Ferm. </li> <li>4. &gt; Presión hidrostática </li> <li>5. &gt; FAN </li> <li>6. Vitalidad y viabilidad de levadura </li> <li>7. Mala nutrición </li> </ol>
<b>Sulfídicos y Sulfurosos</b>    	Síntesis de los aminoácidos metionina y cisteína	Las proteínas celulares (estructurales, transporte, enzimas)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cepa de levadura</li> <li>2. Bajo vigor leva </li> <li>3. Deficiencia vitam./zinc </li> <li>4. Contacto de cobre* </li> <li>5. Mosto con trub </li> <li>6. Cosecha tardía de levadura </li> </ol>

# LEVADURAS CERVECERAS

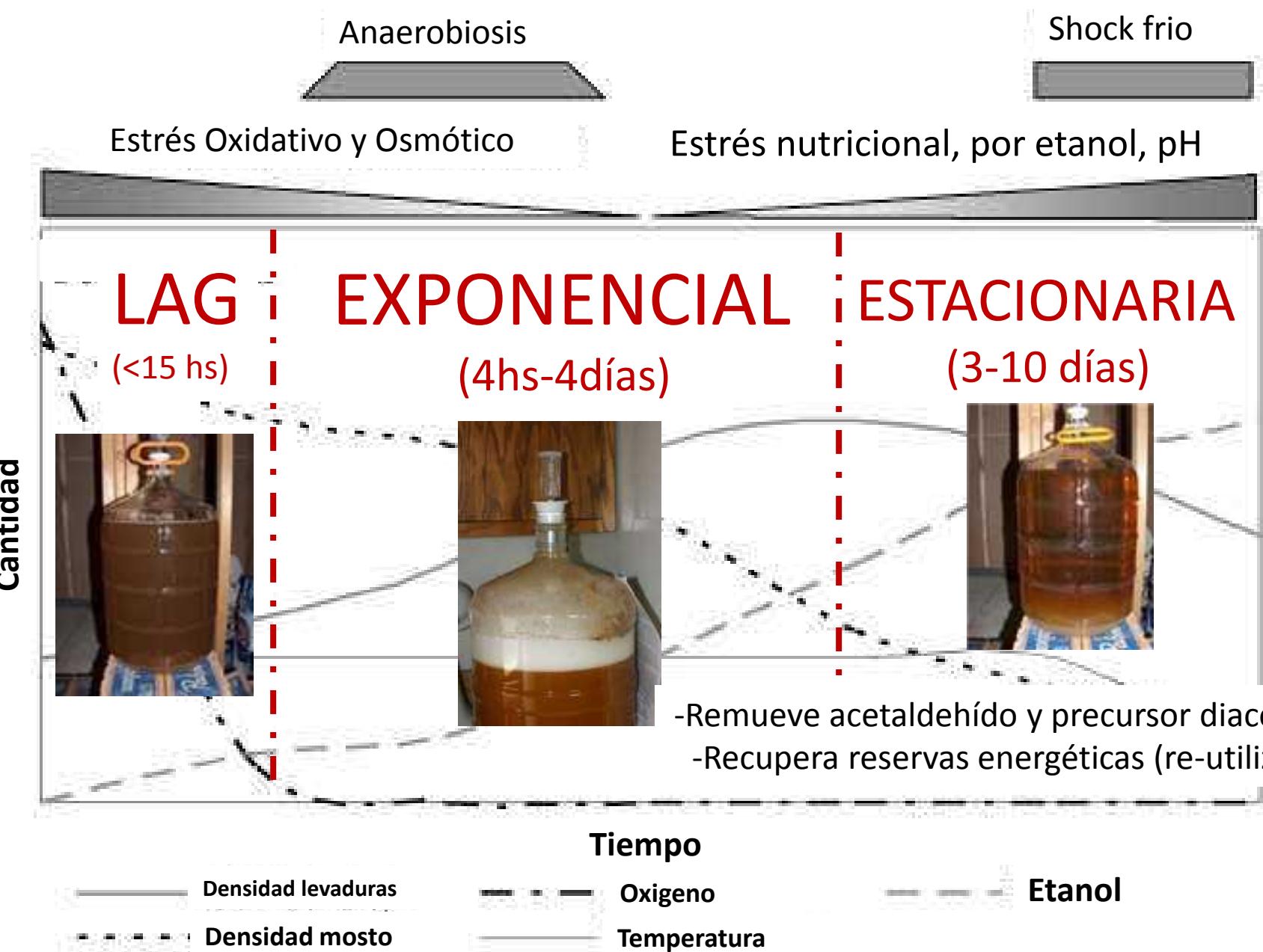
## ¿A que las sometemos?

**La fermentación**

# ¿A qué se enfrenta la levadura?



# Etapas de la fermentación



# **LEVADURAS CERVECERAS**

## **¿Ya atenuó y ahora...?**

### **Maduración**

# ACONDICIONAMIENTO - MADURACION

El proceso de **acondicionamiento /maduración** de la cerveza es función de... **la levadura cervecera**

Una vez finalizada la fase de atenuación, fermentación primaria: **CERVEZA VERDE**

- La mayoría de los azúcares fueron convertidos a alcohol.
- Se han producido todos los otros subproductos (36-72hs).



Levadura empieza a reprocesarlos

---

## MADURACION EN CALIENTE

- **Reducción de precursores diacetilo (acetolactato, pentanodione)**
- **Acetaldehído**
- **Alcoholes superiores -> esteres. (Temp+)**

# Acondicionamiento y Maduración en frío

FACTORES: Tiempo y Temperatura



Tiempo < Temperatura

-3 días-

En algunos casos con un solo  
día alcanza pero depende de  
la temperatura!!)



-0°C-

Ninguna cerveza debería  
congelarse a -1°C  
(0,42°C – cada 1% alcohol)

- Sedimentación de levadura (se lleva taninos y polifenoles)
  - Precipitación de polifenoles y proteínas del *Chill haze*
- > Genera sabores suaves e integrados, mejora estabilidad física del producto y reduce *chill haze*

# CONCLUSIONES

- 1) En la elaboración de cerveza lo más importante es el cervecero, luego su capacidad para limpiar y sanitizar, después obtener fermentaciones eficientes y controladas a partir de un manejo adecuado de las levaduras.
- 2) Las Levaduras son hongos unicelulares muy susceptibles al ambiente y lo único que buscan es... , al único que le gusta hacer cerveza es a...
- 3) Las Levaduras cerveceras son ejemplos de microbios domesticados por el hombre con características tecnológicas determinadas por su continua selección y re-utilización.
- 4) La levadura Lager es un híbrido entre una levadura Ale y una especie que se descubrió en Patagonia que le aporta su capacidad de fermentar en frío.
- 5) El descubrimiento de *S. eubayanus* abre las puertas para la denominación de origen en Cervezas Argentinas.



# CONCLUSIONES

- 5) La Levadura es una herramienta para transformar el mosto en cerveza, y sólo el cervecero puede conducirla para obtener una Cerveza de excelente calidad.
- 6) Existen pros y contras para cada formato de levadura, cada uno tiene su forma de manejo que permite minimizar contaminaciones y pérdidas de viabilidad/vitalidad. La hidratación no debe tomarse a la ligera...
- 7) La re-utilización de levaduras es una práctica más que recomendable que influye positivamente en muchos aspectos de la producción. ¿Por qué no?.
- 8) Menos es más a la hora de re-utilizar: no innovar, manipular lo menos posible
- 9) Tomar control de los principales parámetros fermentativos es clave para alcanzar calidad de cerveza y poder traslucir la parte creativa del proceso.
- 10) El *flavor* de la cerveza esta en gran parte determinado por el conjunto de compuestos de sabor y aroma (buenos y malos) producidos por la levadura en su búsqueda por....

# Cerveceros, Levaduras y Estrés

■ Las levaduras cerveceras por su naturaleza unicelular y por las condiciones de fermentación sufren múltiples tipos de estrés que generan la síntesis de productos secundarios indeseables. La reducción del estrés de las levaduras a través de una correcta manipulación y control del proceso es fundamental para lograr cervezas de calidad... entre muchas otras cosas!.



Aplicable a todo ser vivo.... también a las LEVADURAS.



# Muchas Gracias por su atención!!!!!!



asociación  
argentina de  
microbiología

