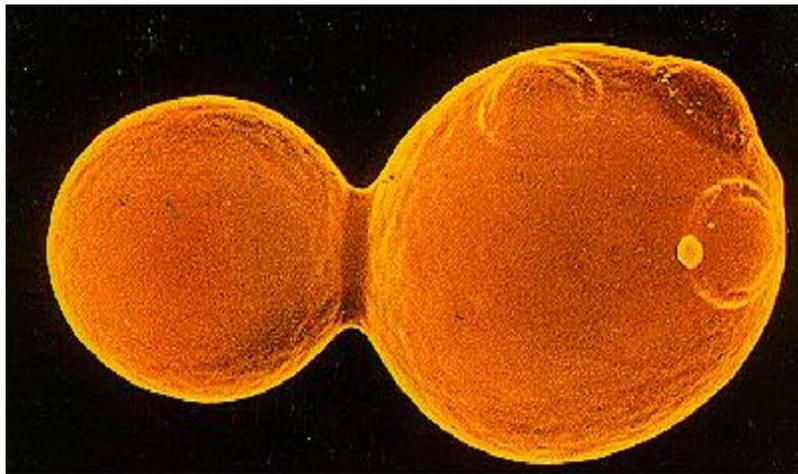




**Adaptación bioquímica de la levadura
al proceso de panificación**
Javier Rodríguez Aranda



AETC, Valladolid, 8 Noviembre 2017

Contenido

- Qué es la levadura
- Cómo se reproduce
- Cómo se alimenta
- Cómo se relaciona con el medio
- Cómo sufre sus inclemencias
- Cómo se adapta
- Cómo se especializa

COMPANY CONFIDENTIAL

- This document contains data and/or statements concerning the AB Mauri global business, financial condition, results of operations and certain of AB Mauri's plans, assumptions, or expectations with respect to these items.
- The contents of this document is distributed to you as a key manager to the AB Mauri business to help you understand performance, and aid with future decisions.
- The contents of this document is not to be shared or to be discussed with anyone outside the distribution list.



La Levadura: ¿qué es?

- Las levaduras son organismos microscópicos que pertenecen al grupo de los HONGOS.

- Dentro de los hongos encontramos:

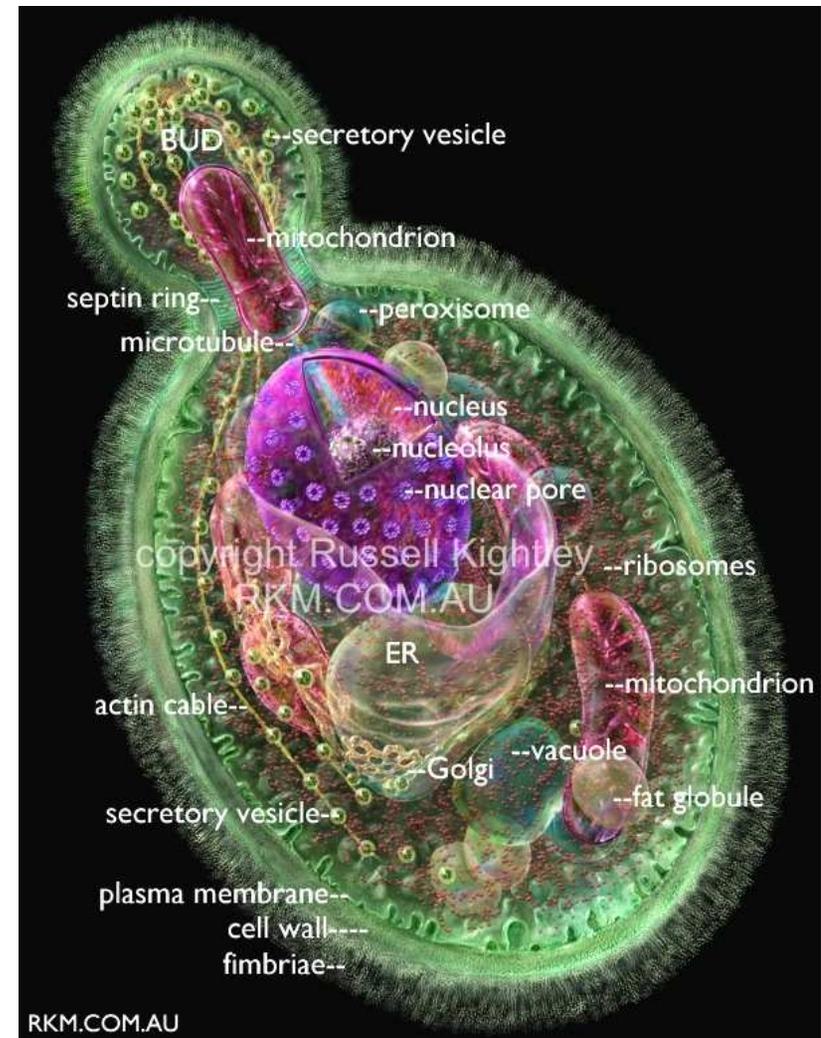
- Setas
- Mohos
- Levaduras



- Los hongos en general, y las levaduras en particular son ubicuos
- Entre de los hongos los hay beneficiosos para el ser humano: Setas comestibles, mohos para la producción de antibióticos, levaduras para la producción de pan, vino o cerveza (de la especie *Saccharomyces cerevisiae*)

La Levadura: ¿qué es?

- Es un Eucariota, y su estructura celular interna es tan compleja como la de otros organismos superiores.
- La levadura es un organismo unicelular
- Tamaño microscópico 4 a 8 micras
- 1 gramo de levadura prensada posee aproximadamente: 10.000.000.000 de células

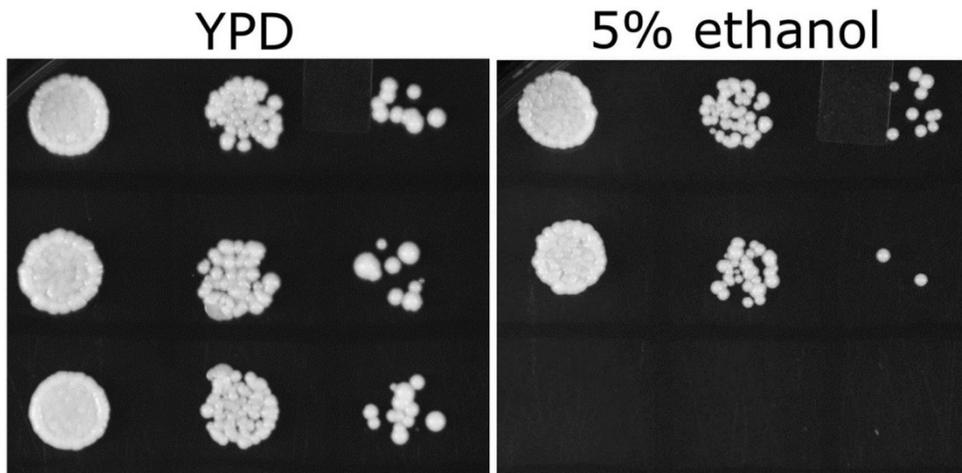


La Levadura: ¿qué es?

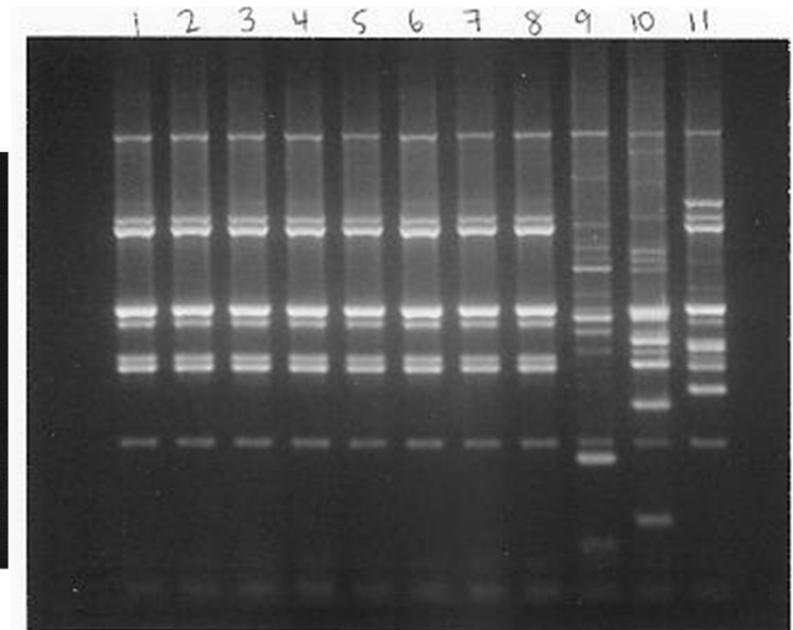
Una especie: *Saccharomyces cerevisiae*; cientos de cepas

- Producción de bebida alcohólica

- Producción de pan



Fuente: Matthew D. Berg (Genetics ; August 1, 2017)



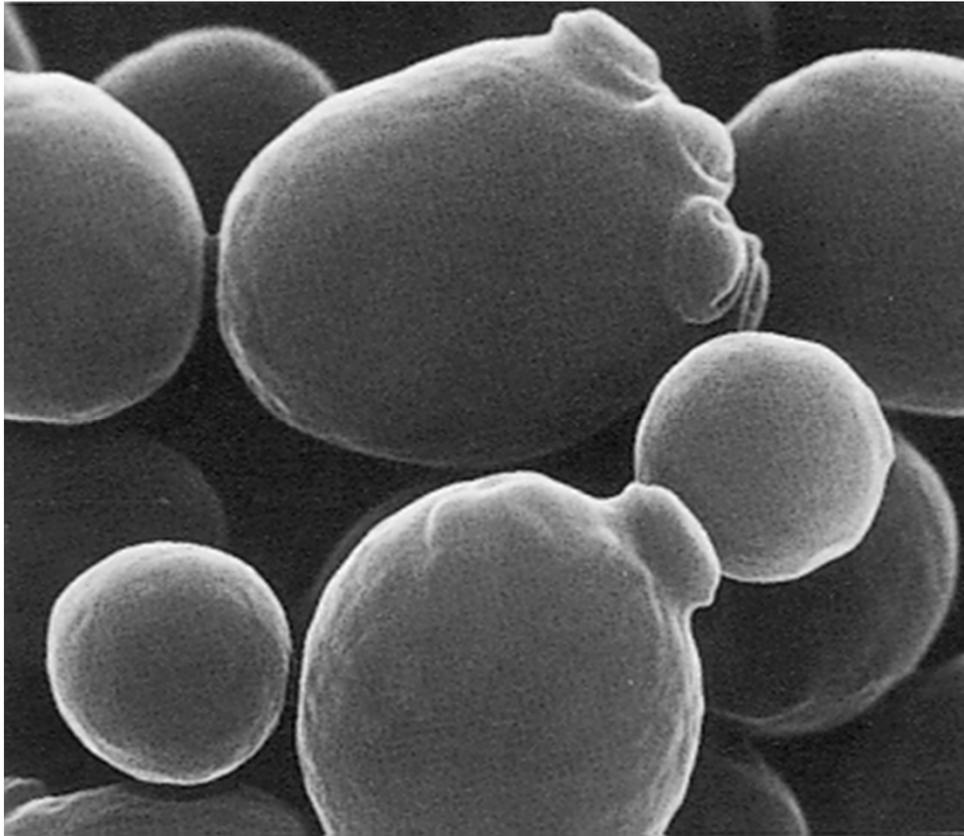
Fuente: AB MAURI Sydney

Mecanismo reproductivo

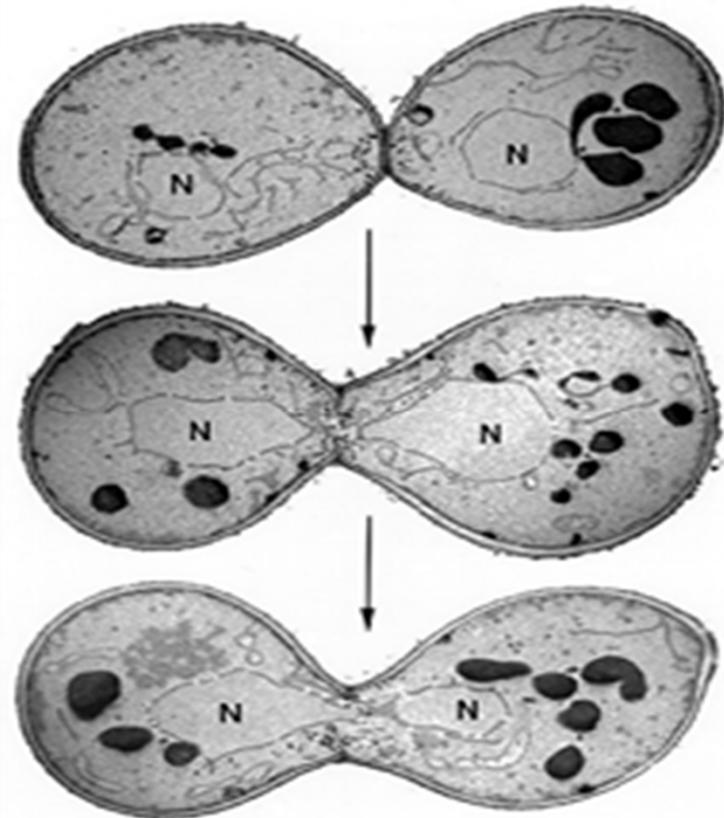


Fuente: Development Biology Films. Preservation Project

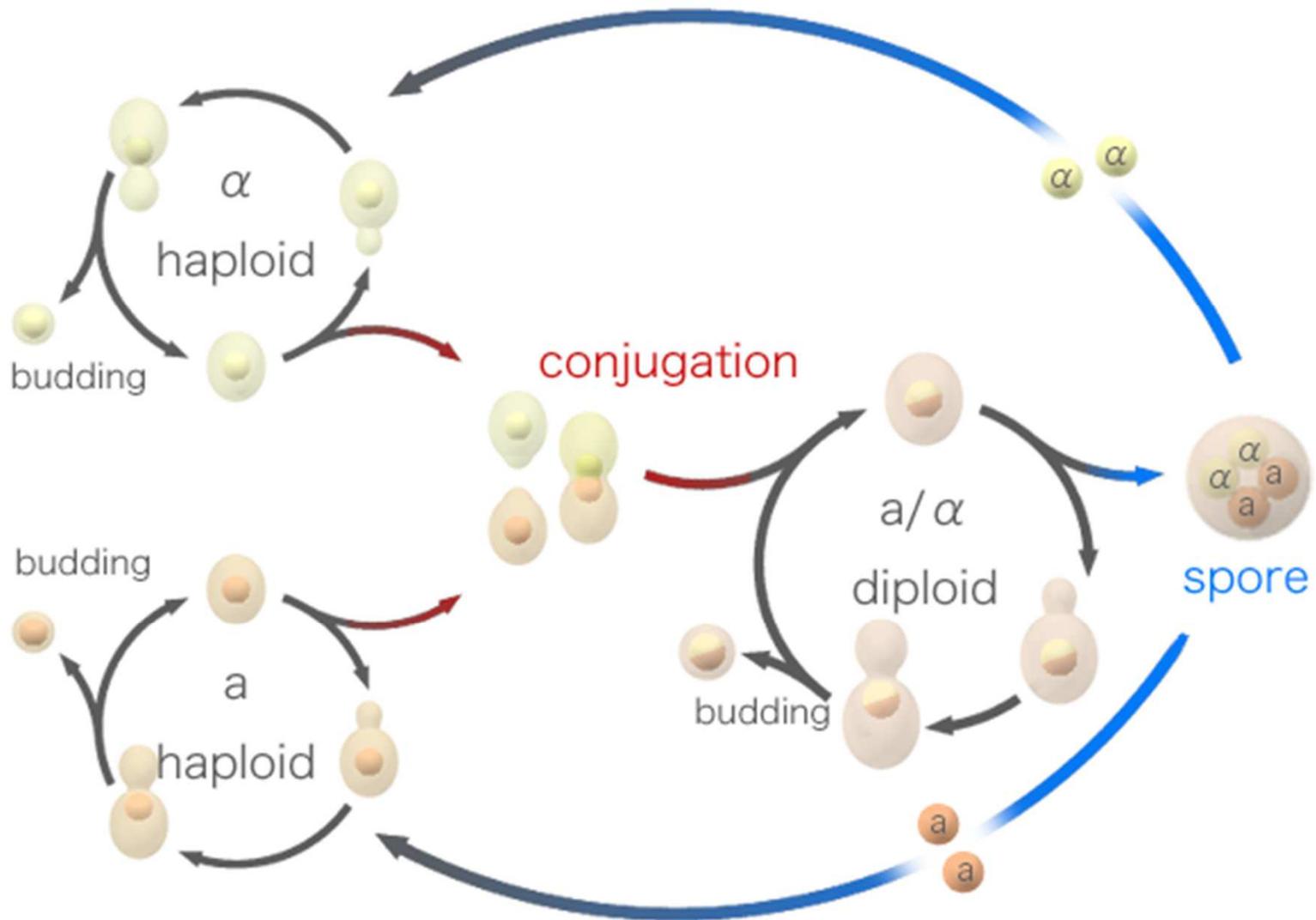
Reproducción asexual



Reproducción sexual

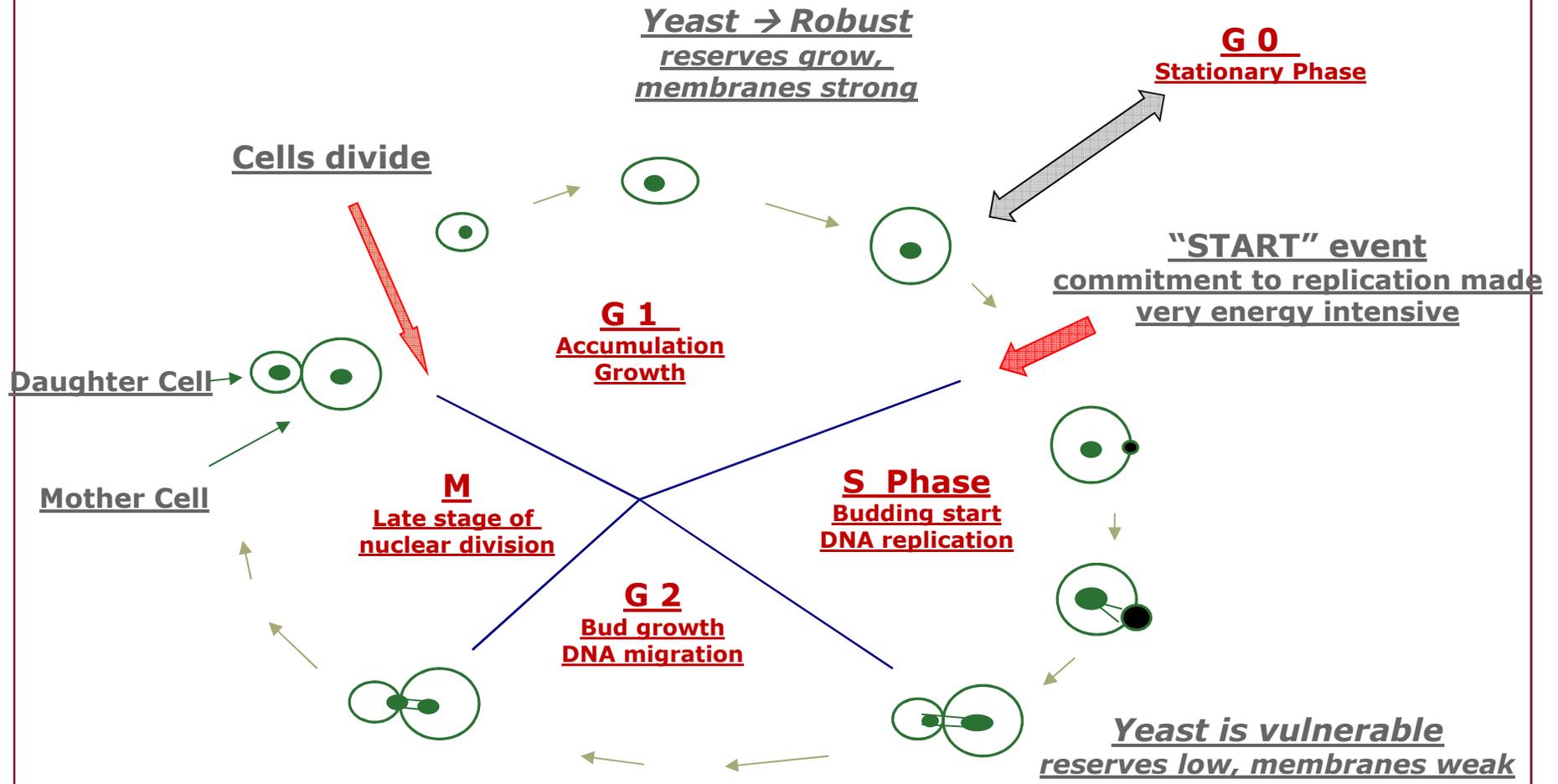


Mecanismo reproductivo



Mecanismo reproductivo

Ciclo celular



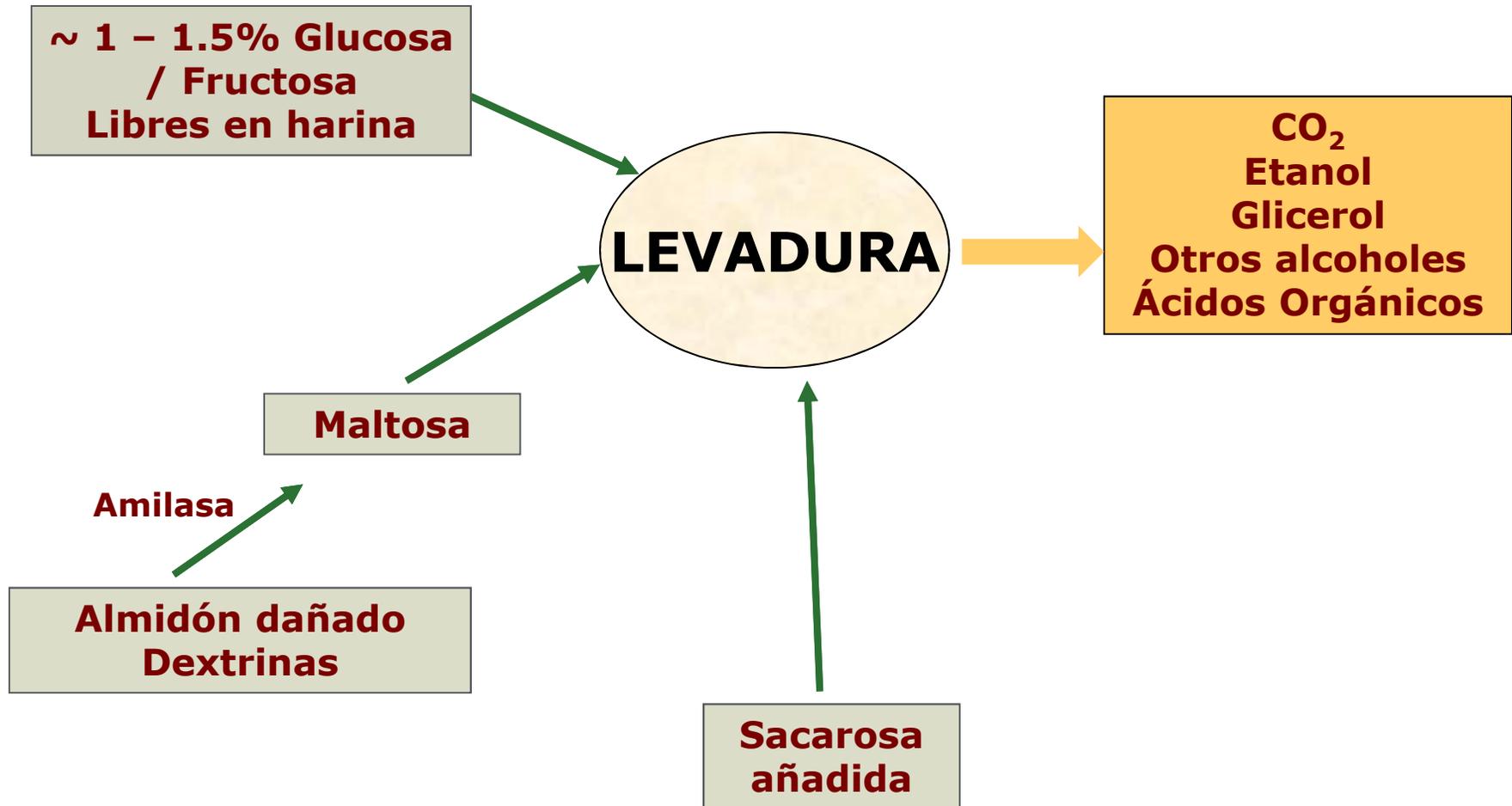
Fermentación: Producción de CO₂



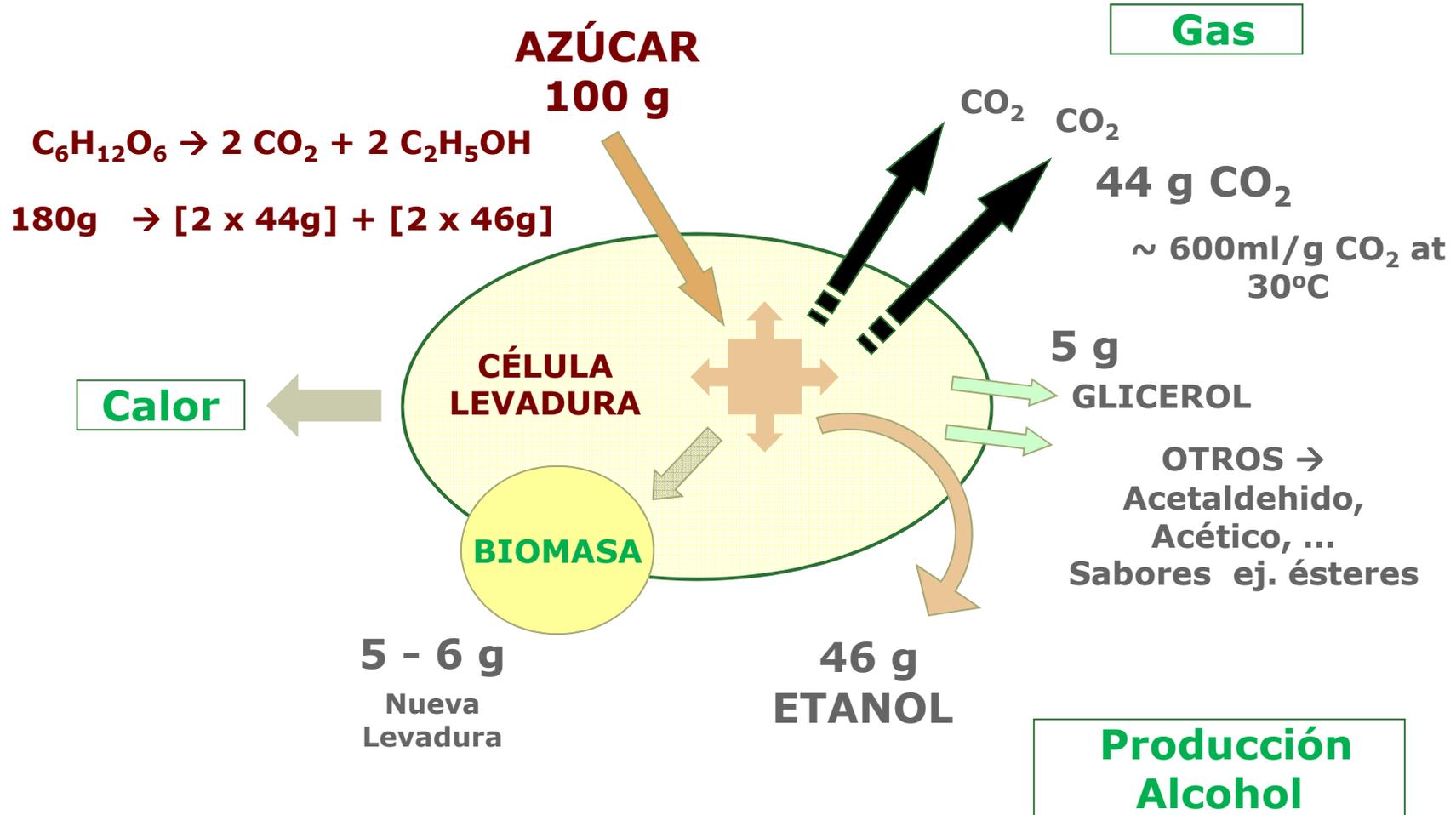
Proceso Ineficiente

Proceso eficiente

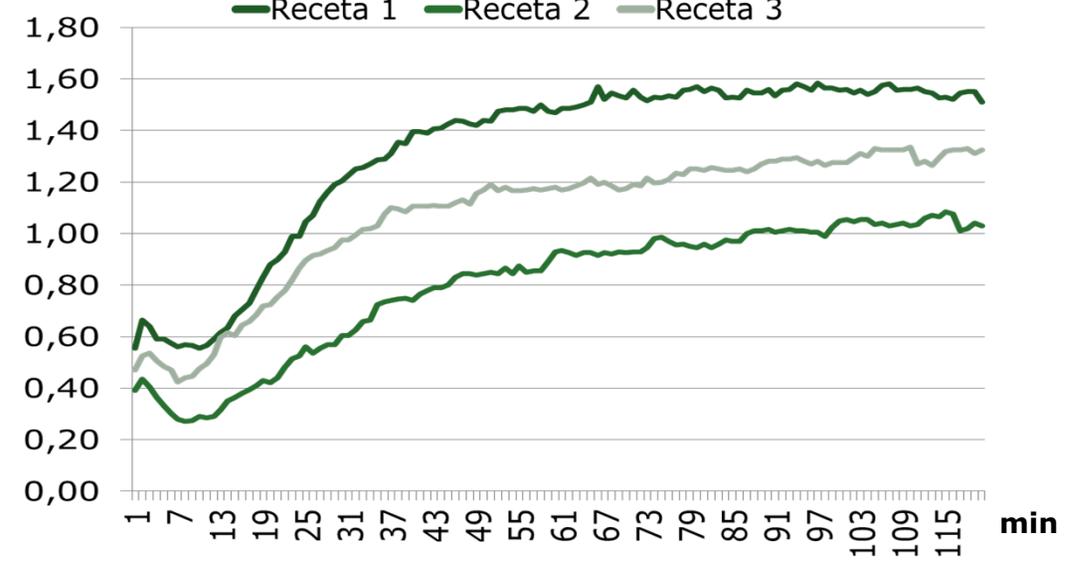
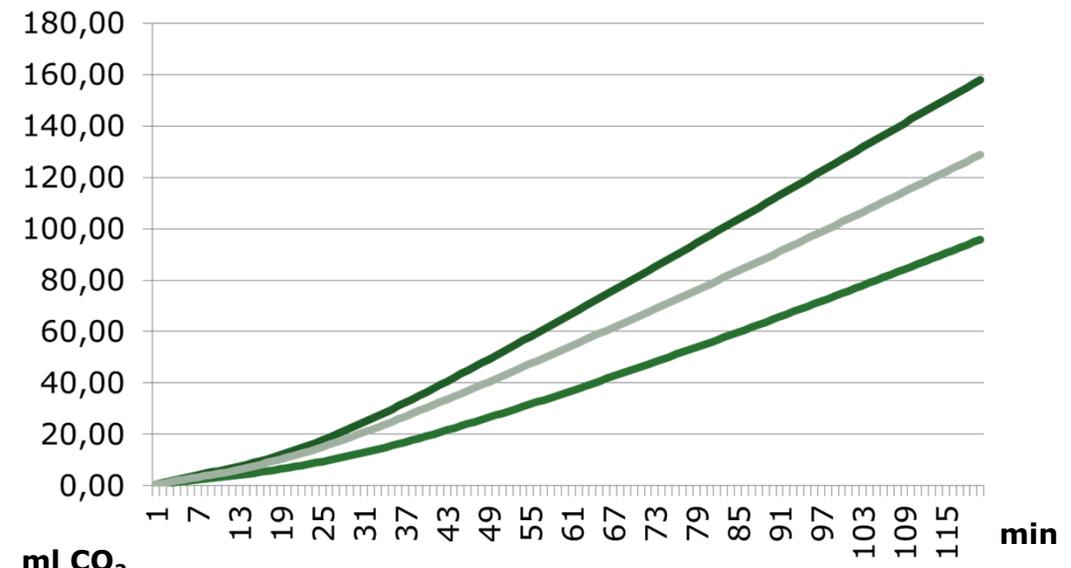
Fermentación: Producción de CO₂



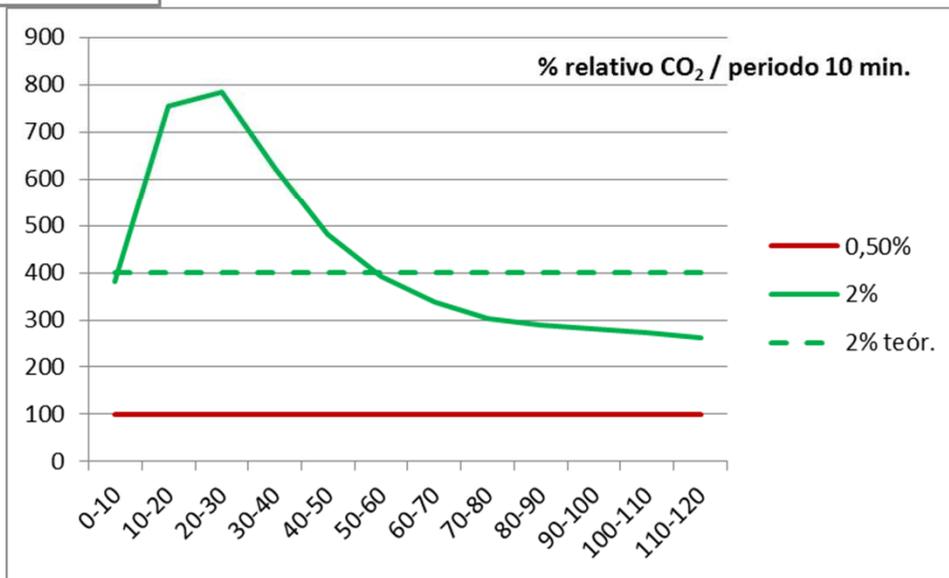
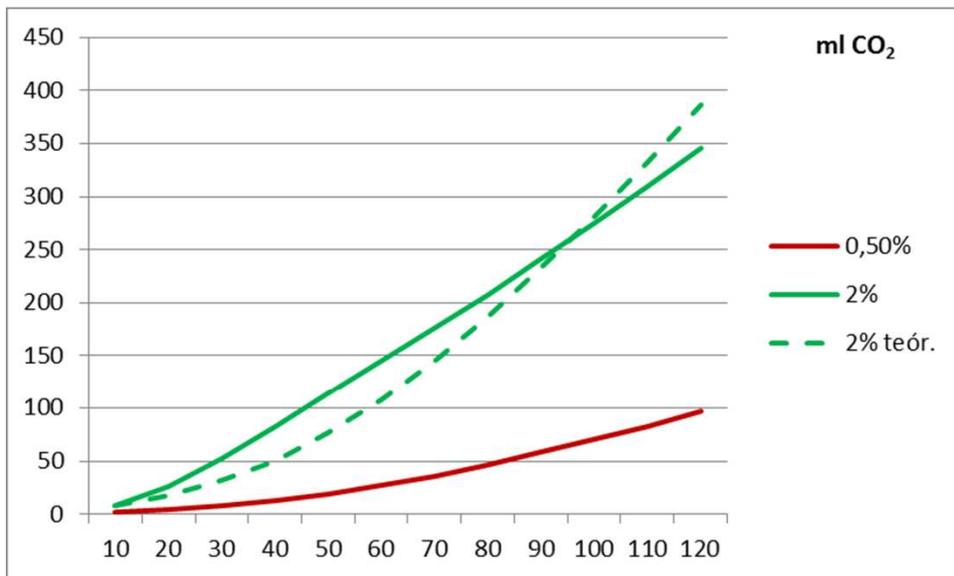
Fermentación: Producción de CO₂



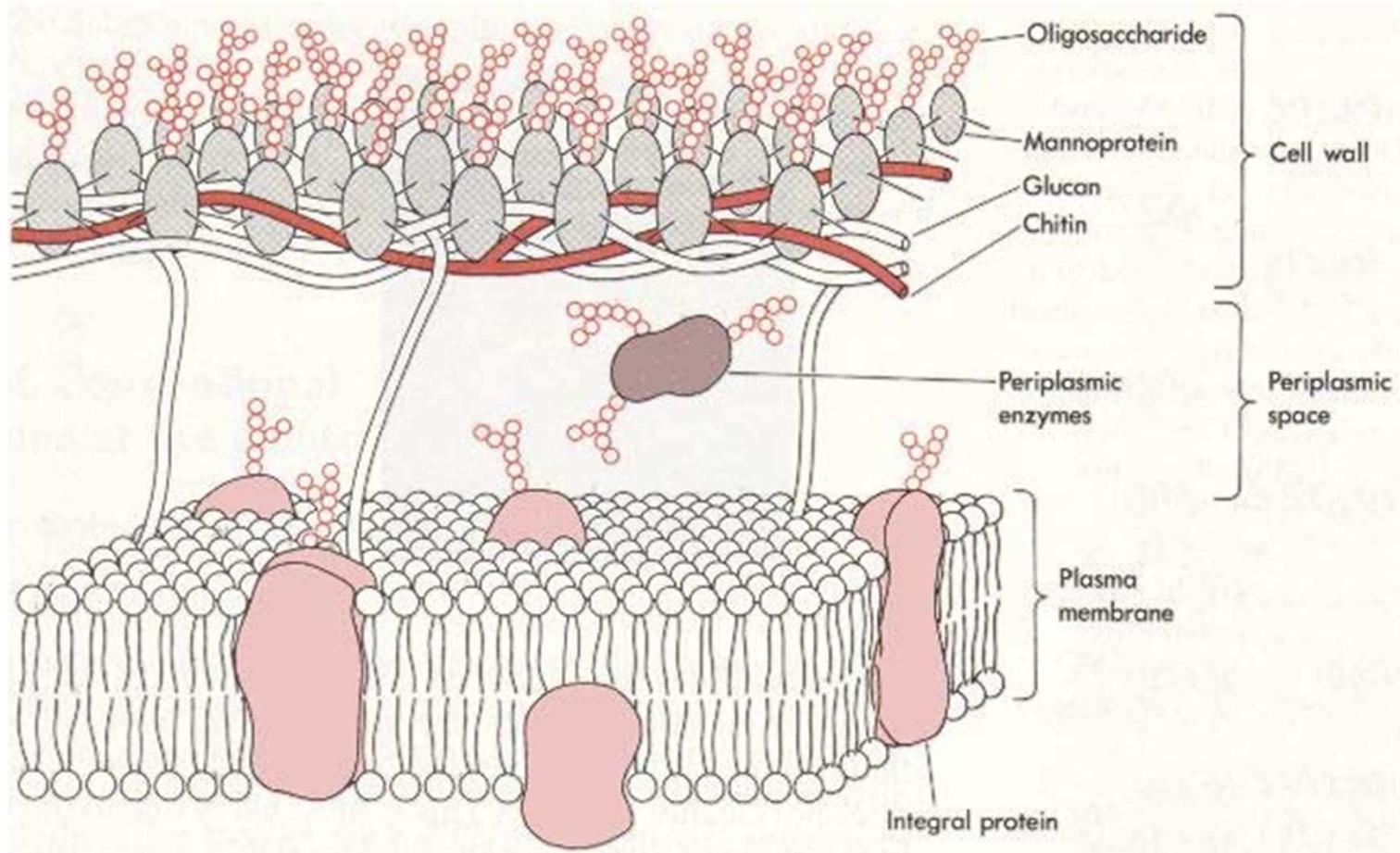
Fermentación: Producción de CO₂



Fermentación: Producción de CO₂

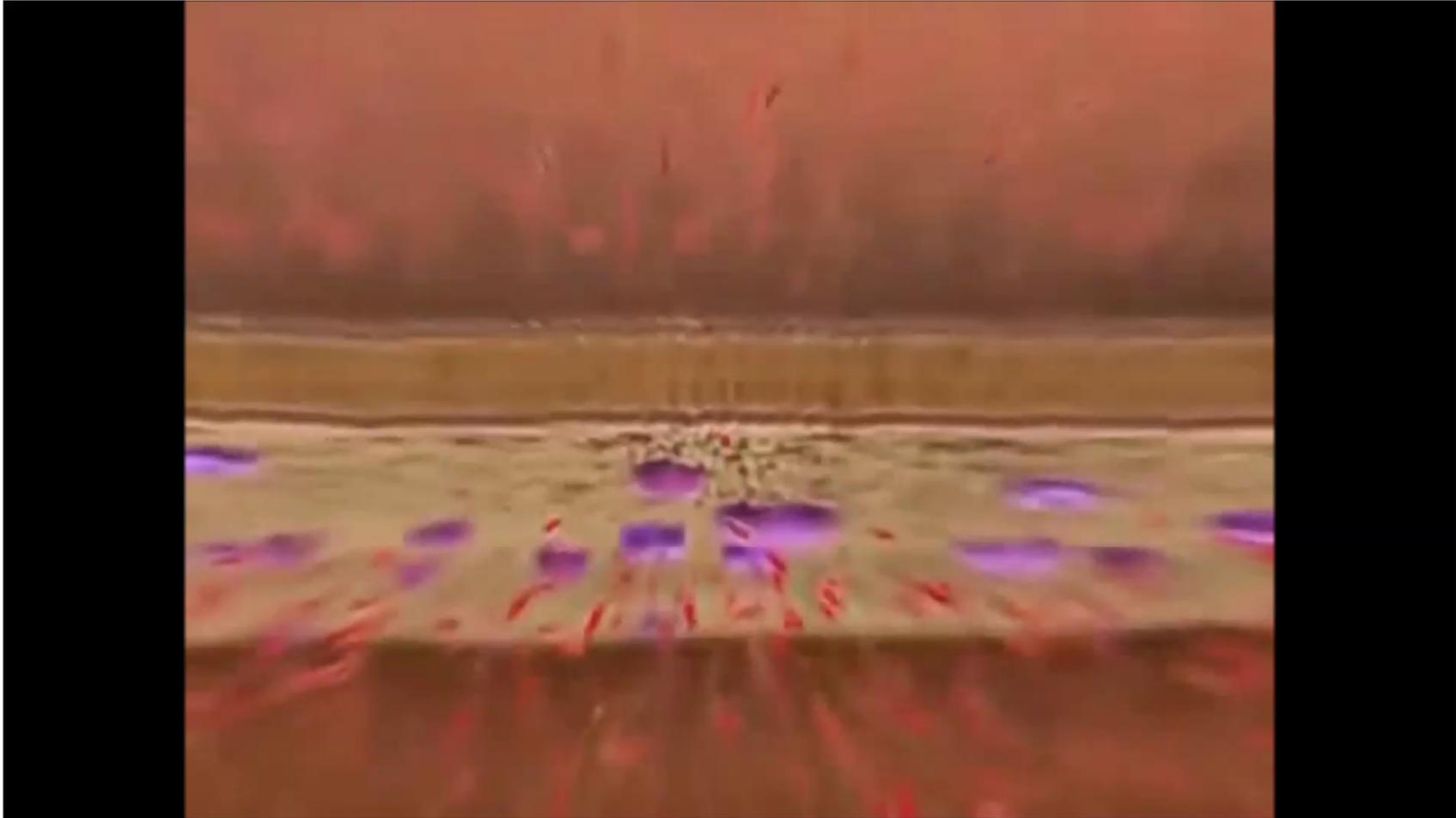


Relación con el medio



Fuente: Lucia Paciello. Università degli Studi di Salerno

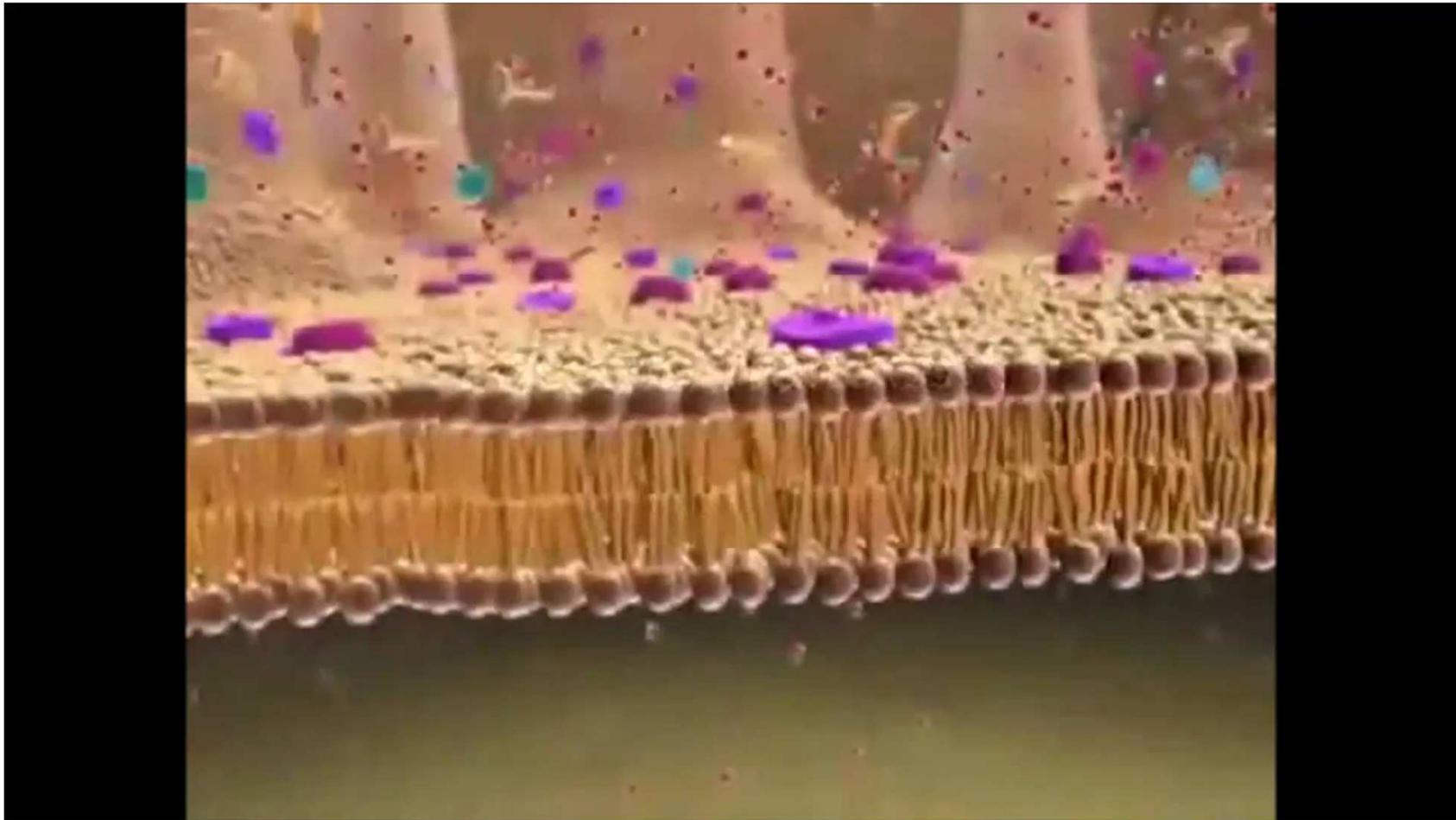
Relación con el medio



Fuente: Pearson education incorporated

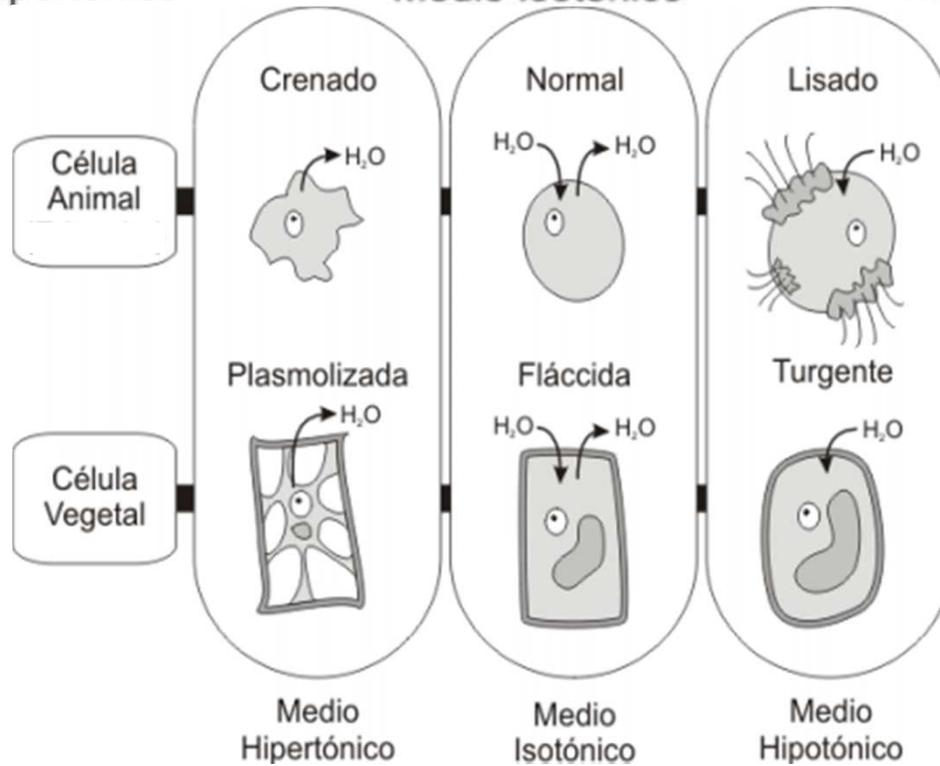
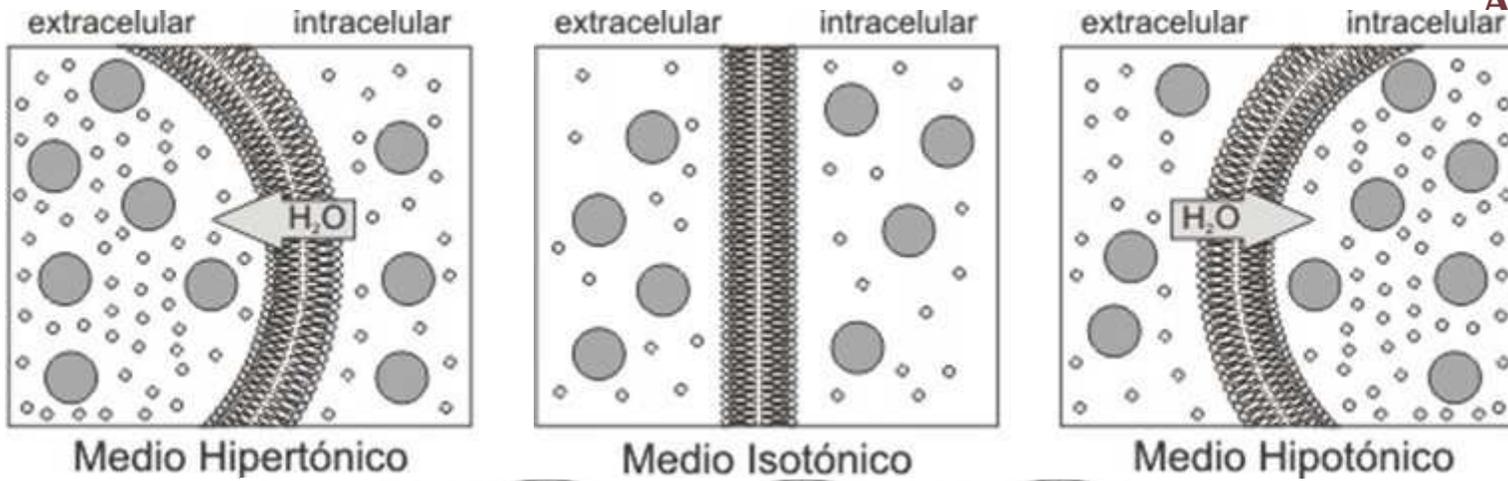
Difusión de gases

Relación con el medio



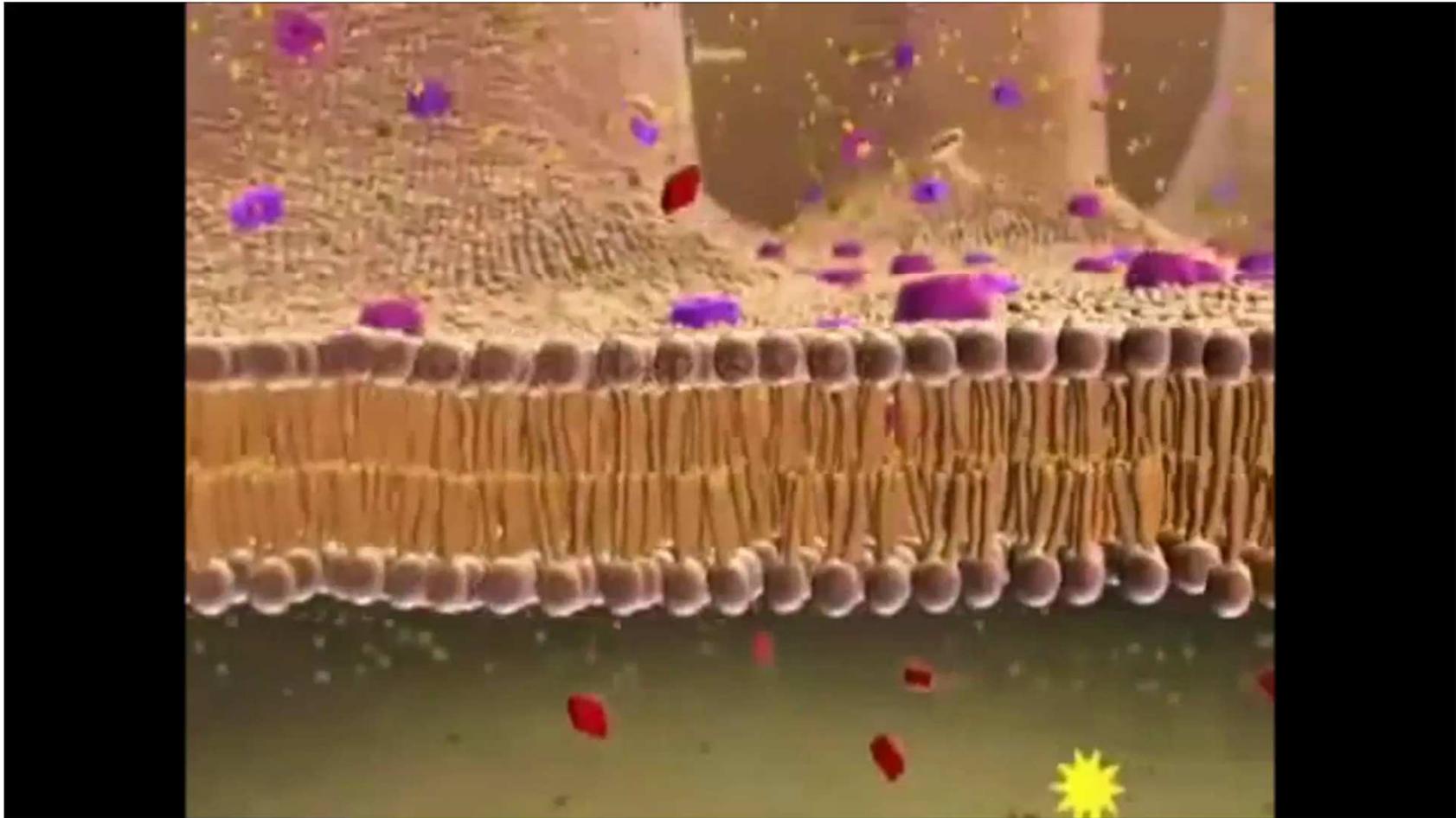
Fuente: Pearson education incorporated

Difusión de sustancias



**Relación
con el
medio**

Relación con el medio



Fuente: Pearson education incorporated

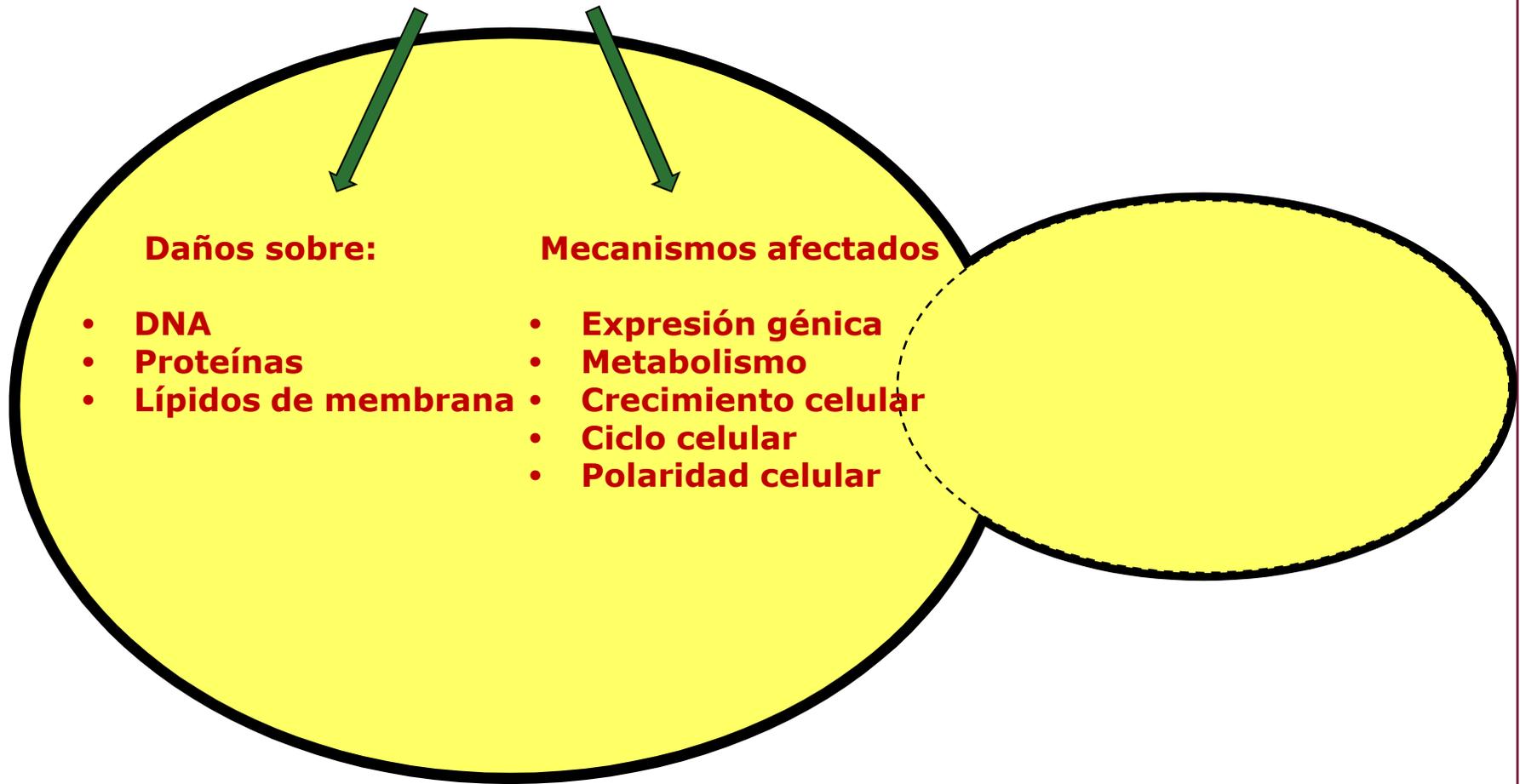
Transporte activo

Adaptación al proceso

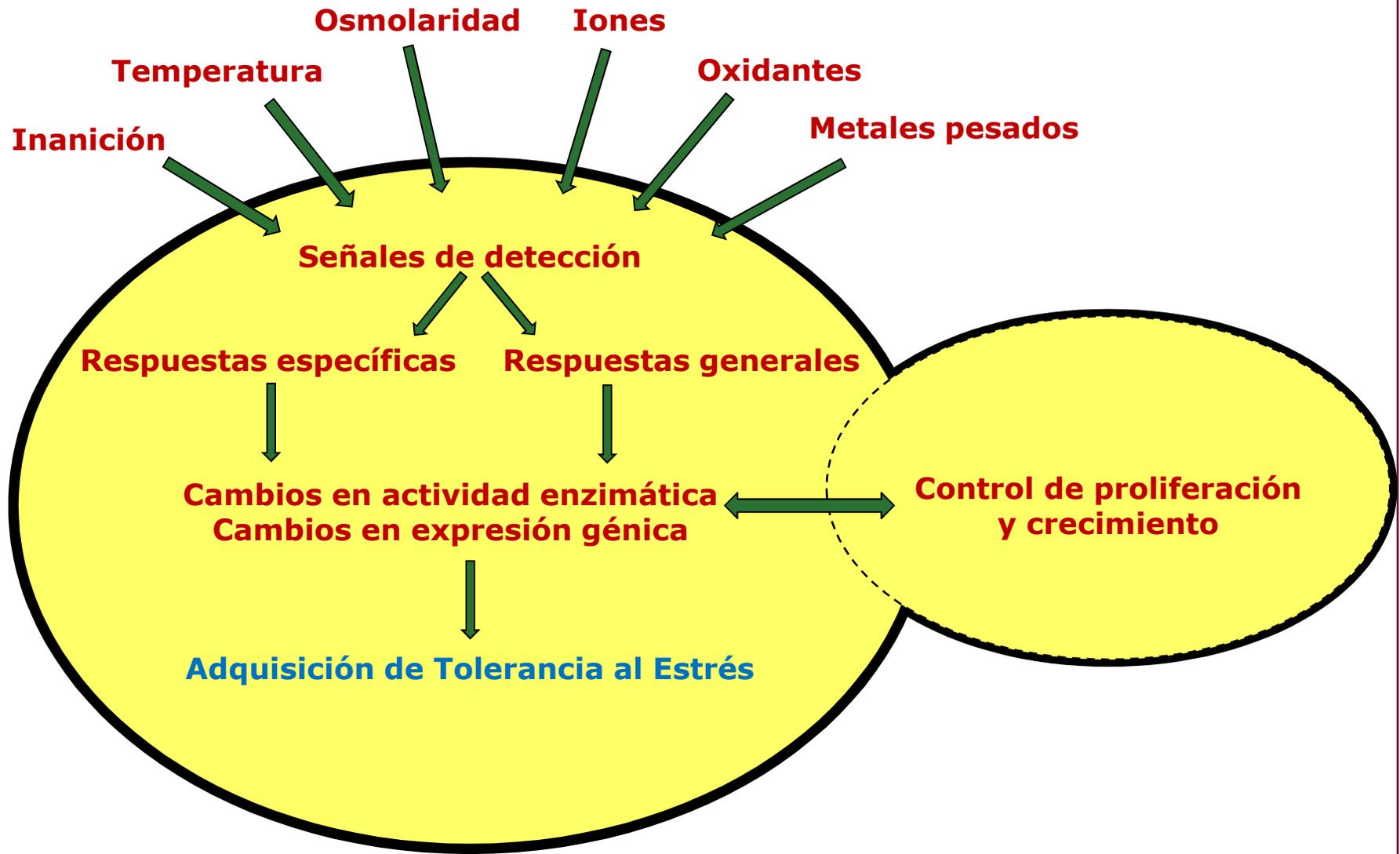
- Adaptarse a los tipos de azúcares
- Adaptarse al estrés osmótico
- Crecer y reproducirse.
- Fermentar y no Respirar
- Competir con otros microorganismos por los nutrientes
- Adaptarse a productos de otras fermentaciones
- Fin de Fermentación: Aumenta el estrés – \uparrow Concentración de etanol, \downarrow pH
- Horno: Rápido aumento de la Temperatura
- Resistir la congelación



Estrés celular

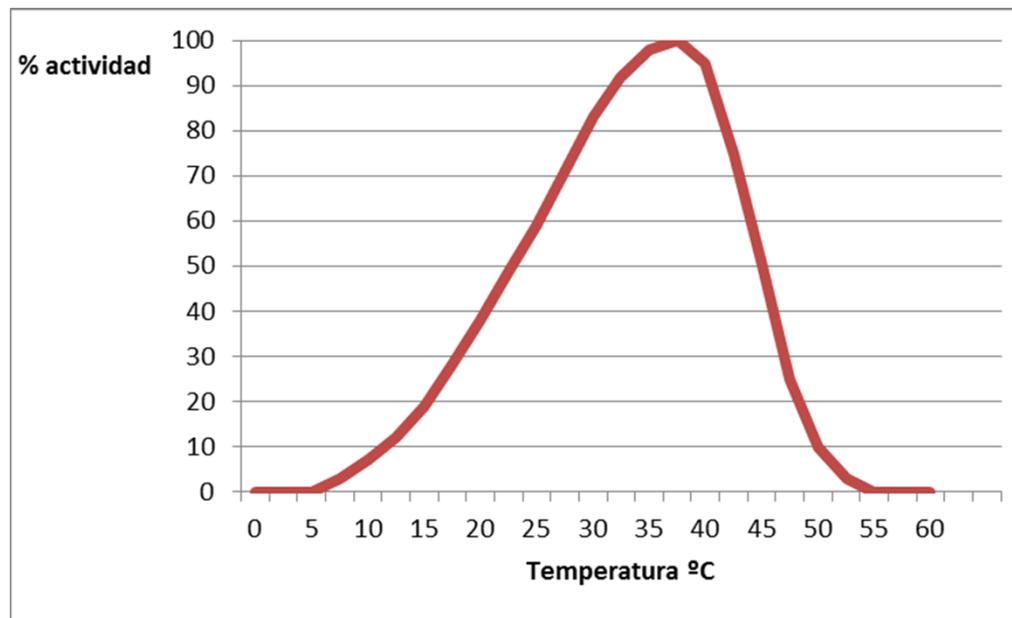


Adaptación al proceso



Adaptación al proceso. Temperatura

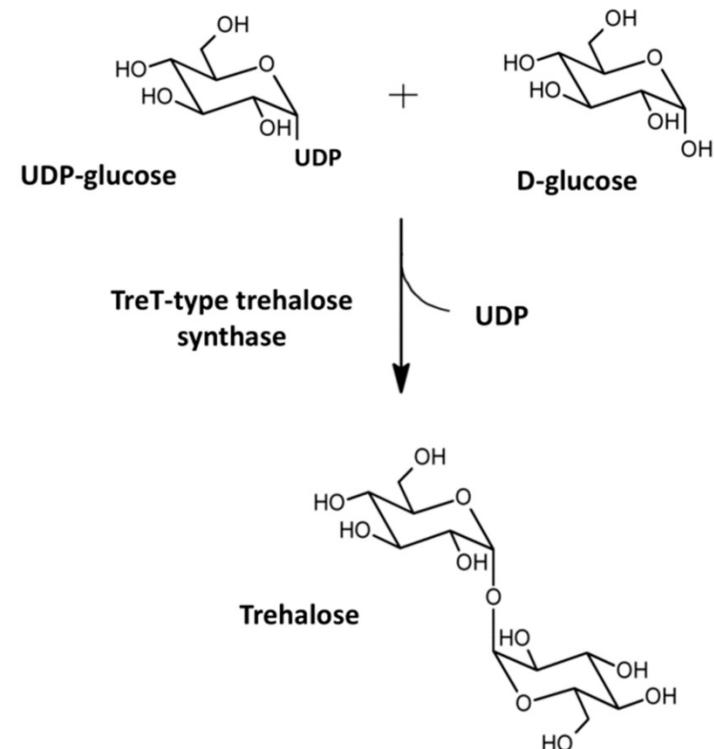
- Como ser vivo la levadura tiene un rango de temperatura óptimo para garantizar su funcionalidad.
- La levadura a partir de los 28°C aumenta su metabolismo en un 5% por cada grado que aumenta la temperatura de su medio.
- Todas las reacciones de fermentación son dependientes de tiempo y temperatura
- El rango óptimo de temperatura para la producción de gas es 30 – 40°C
- El punto de muerte térmica de la levadura se produce a los 50°C



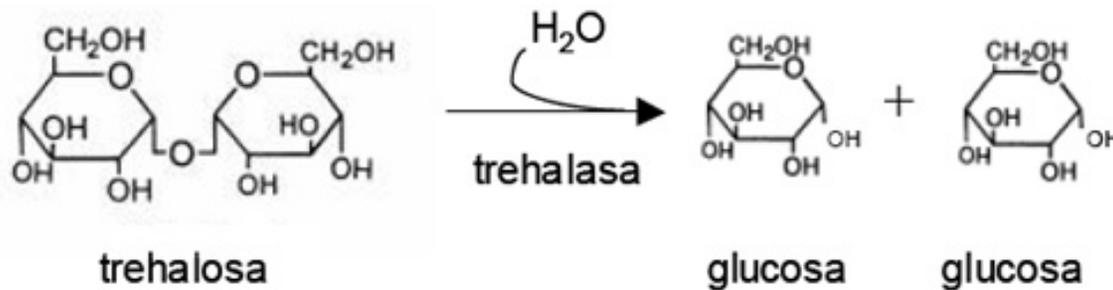
Adaptación al proceso. Generación de reservas

- En condiciones óptimas (Nutrientes, oxígeno) la levadura se dedica a crecer
- Cuando las condiciones son inapropiadas se prepara para resistir
- Incremento de reservas: Glucógeno y Trehalosa
- La Trehalosa se incrementa cuando:

- Altas temperaturas
- Bajas temperaturas
- Estrés salino
- Escasez de Nitrógeno
- Incremento de presión
- Reducción de pH
- Excesivo etanol
- ...

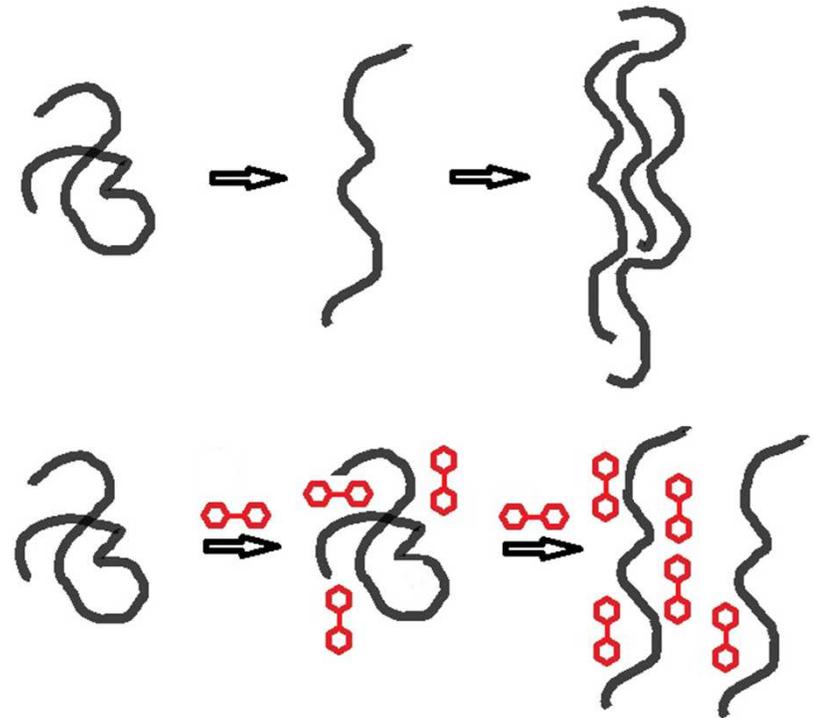


- La Trehalosa interviene para:
 - Mejorar la Viabilidad de la levadura
 - Garantizar el poder fermentativo
- En primer lugar, la Trehalosa es fuente de nutrientes.

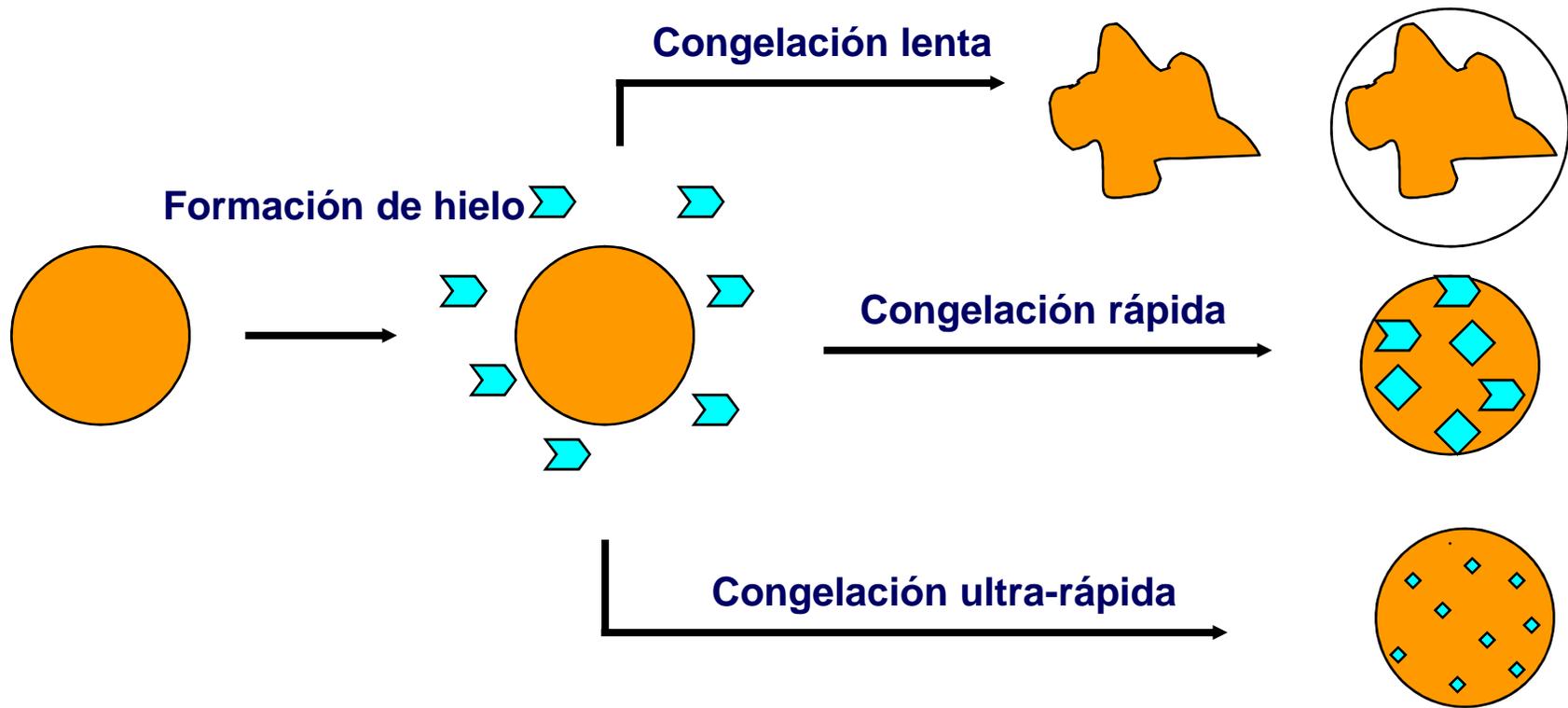


■ La Trehalosa también interviene como protector:

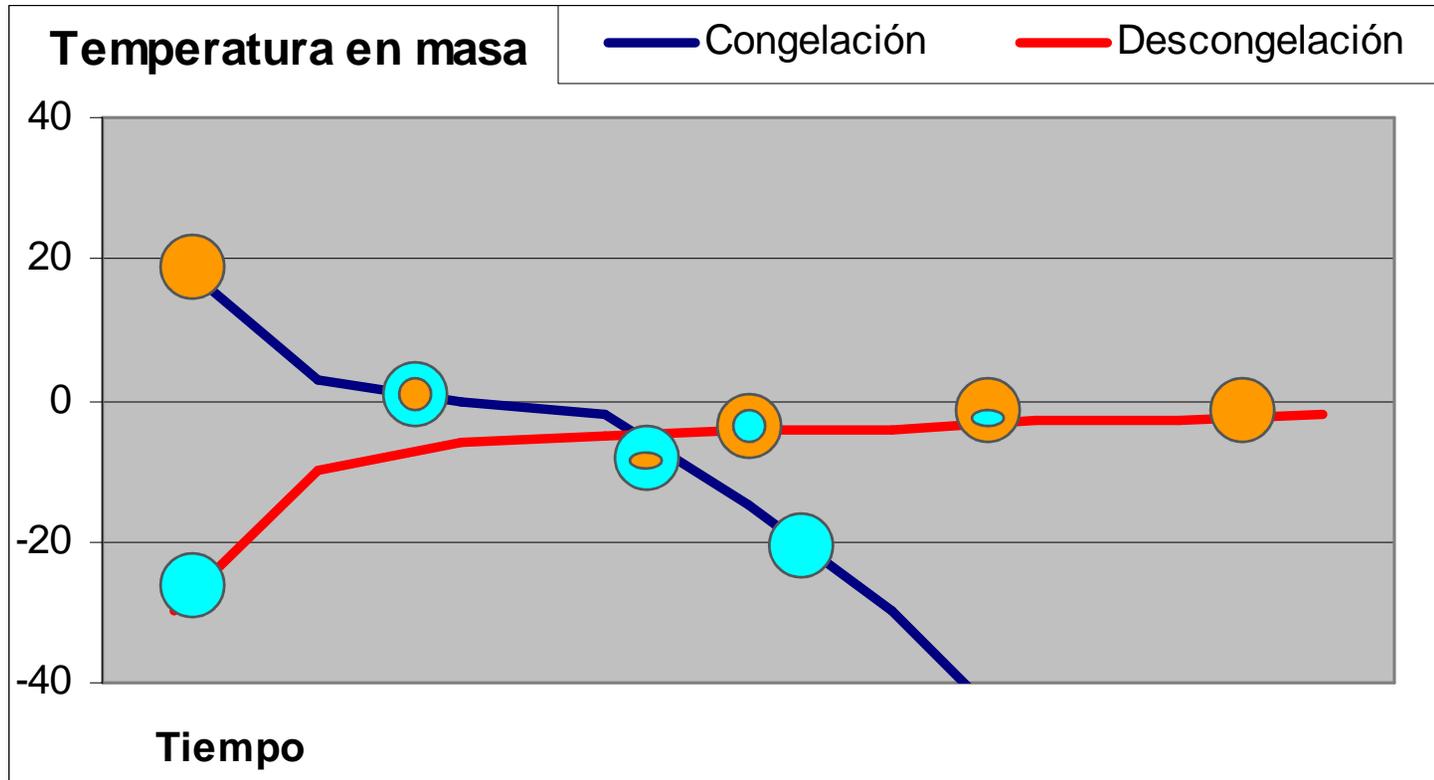
- Protege a las **proteínas** en un estrés térmico o de la desecación
- Protege al **ADN**
- Mejora la resistencia de la membrana de la levadura a **estrés osmótico**
- Mejora significativamente la resistencia de la levadura a **procesos de congelación.**



Adaptación a la congelación



Adaptación a la congelación



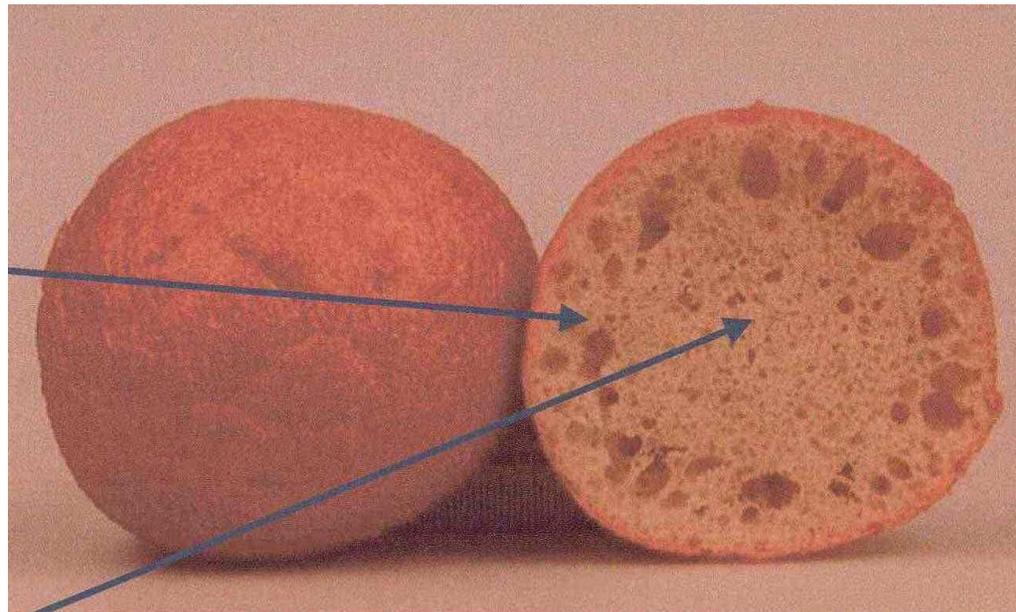
Zona descongelada



Zona Congelada

Adaptación a la congelación

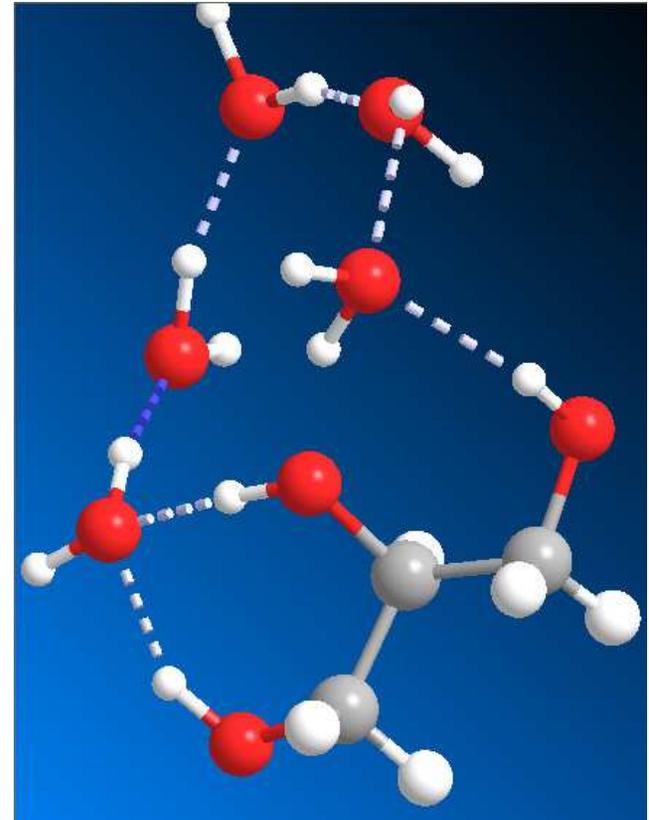
Área donde la masa se ha congelado rápido y la levadura permanece activa



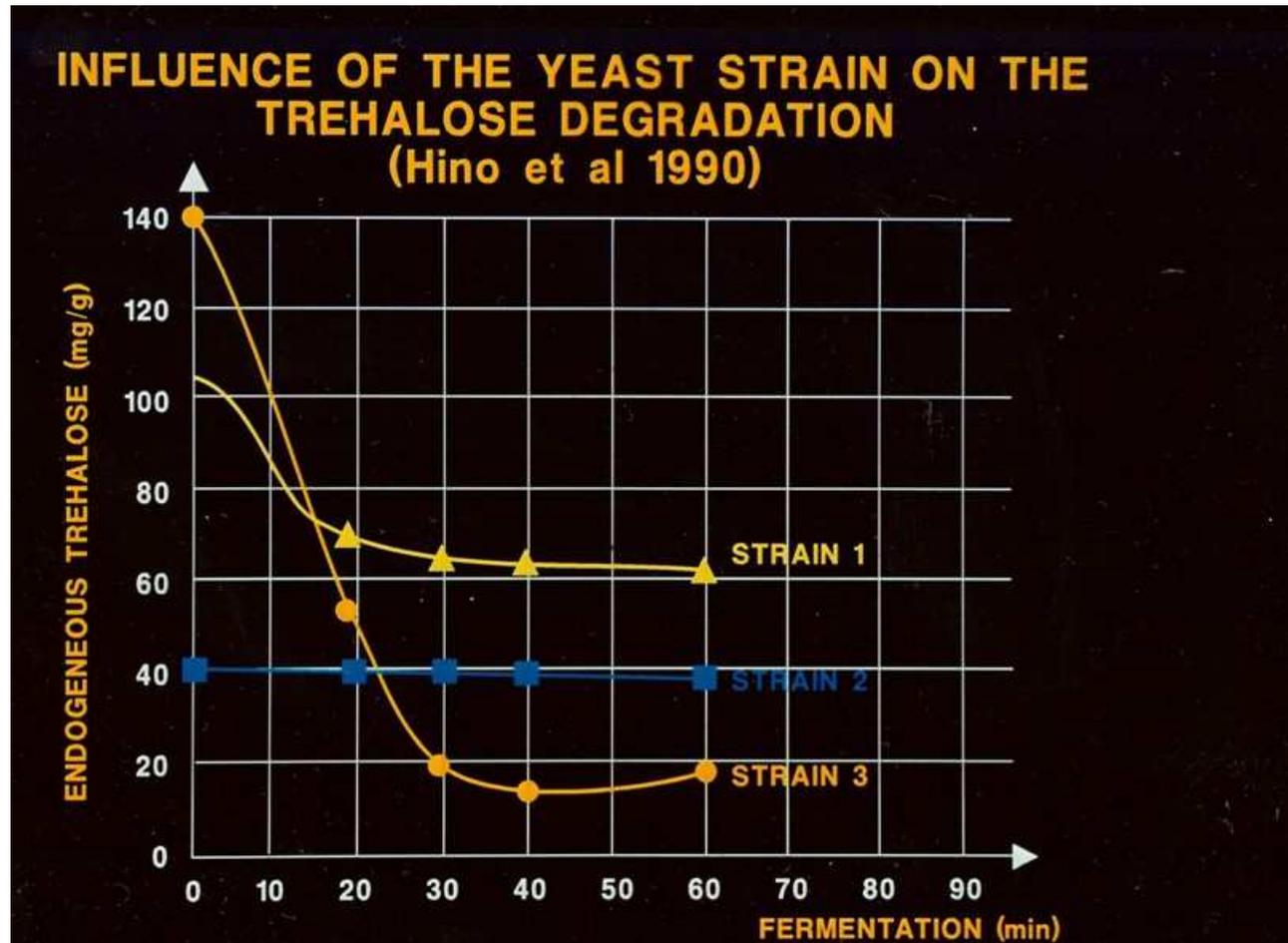
Área donde la levadura se ha activado antes de la congelación sin sobrevivir al proceso posterior

Adaptación a la congelación

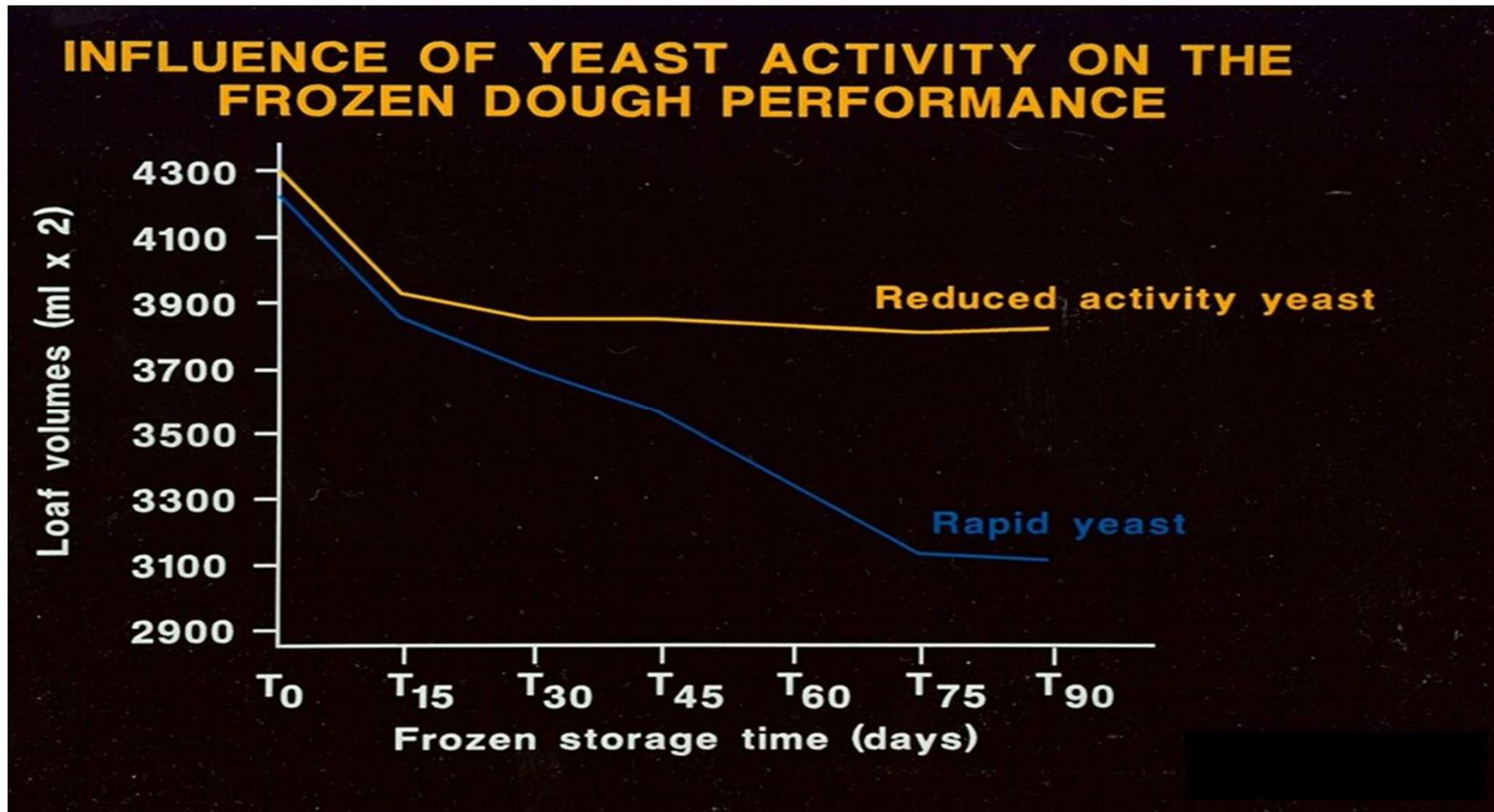
- La unión del glicerol con el agua (propiedad coligativa) impide la penetración de los electrolitos dentro y fuera de la célula, permaneciendo más agua congelable en su interior que en ausencia del crioprotector.
- Disminuye el punto de congelación, dificultando de esta forma un excesivo crecimiento de los cristales de hielo.
- La concentración crítica se desplaza hacia una T° inferior en la cual el daño celular ocurre más lentamente



Adaptación a la congelación



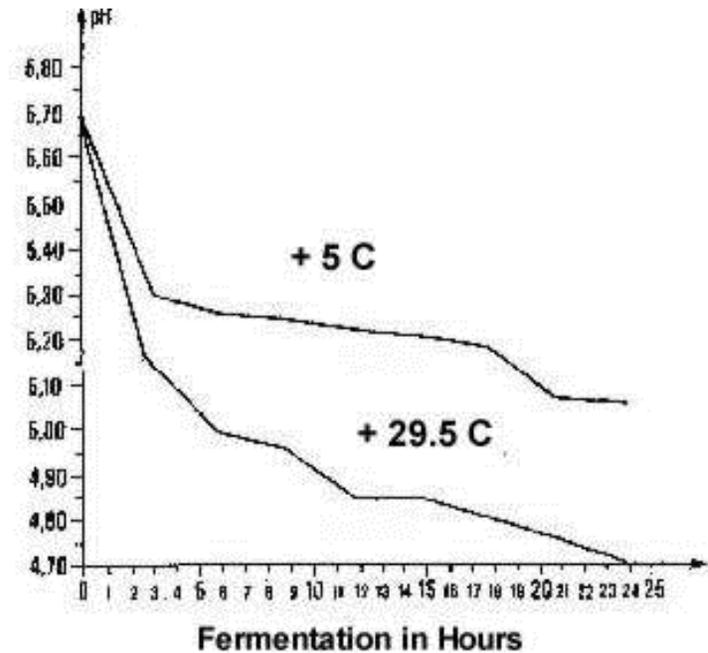
Fuente: Olivier Neyreneuff



Fuente: Olivier Neyreneuff

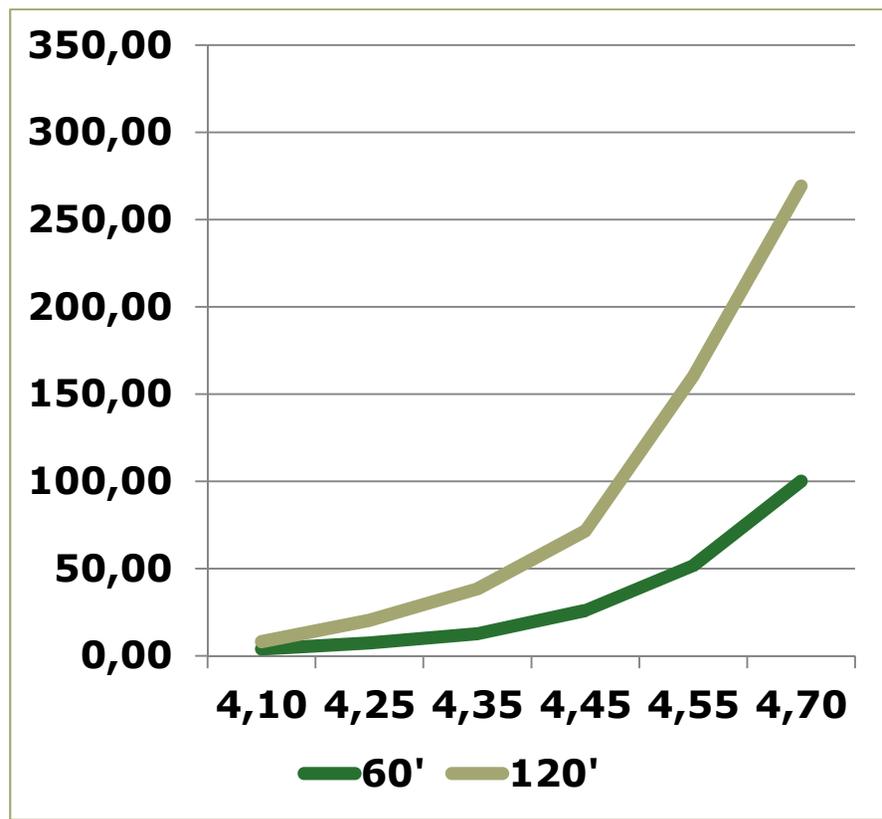
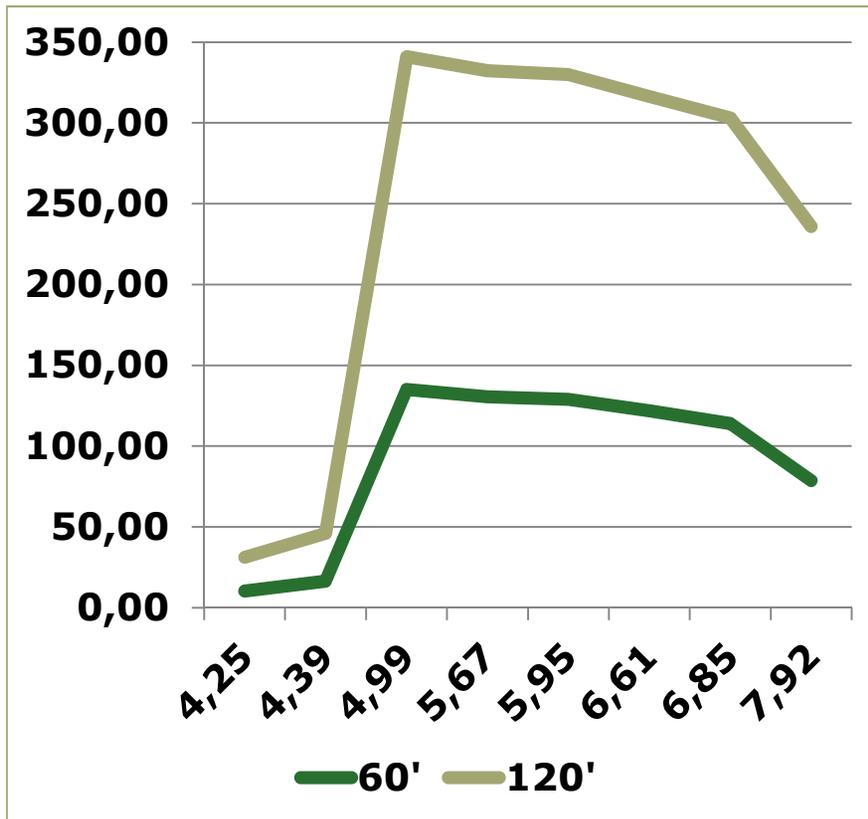
Adaptación al proceso. pH

- El pH cae a medida que aumenta el tiempo de fermentación
- El rango óptimo de pH para la levadura en fermentación es 4.5 → 6.5
- El efecto del pH de la crema es insignificante (El pH de la levadura no afecta al pH de la fermentación)
- Por debajo de pH 4.5 la levadura se enlentece rápidamente



Raymond Calvel

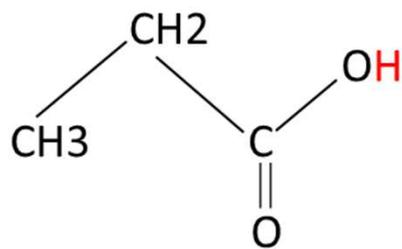
Adaptación al proceso. pH



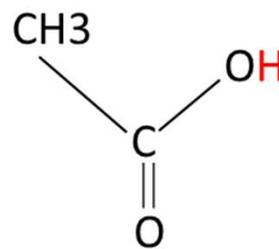
- Efecto del pH de la masa inicial sobre la actividad de la levadura (3% levadura prensada)

Adaptación a los Conservantes

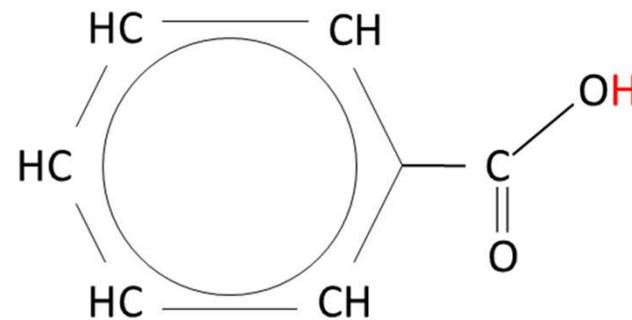
- La mayoría de los conservantes son ácidos débiles
- Los ácidos pueden desprender un protón H^+ en determinadas condiciones
 - Los ácidos muy fuertes (HCl) en disoluciones normales están siempre disociados: H^+ y Cl^-
 - Los ácidos muy débiles (H_3BO_3) en disoluciones normales están siempre asociados.
- La mayoría de los ácidos se mueven dentro de un equilibrio



Propionic acid



Acetic acid



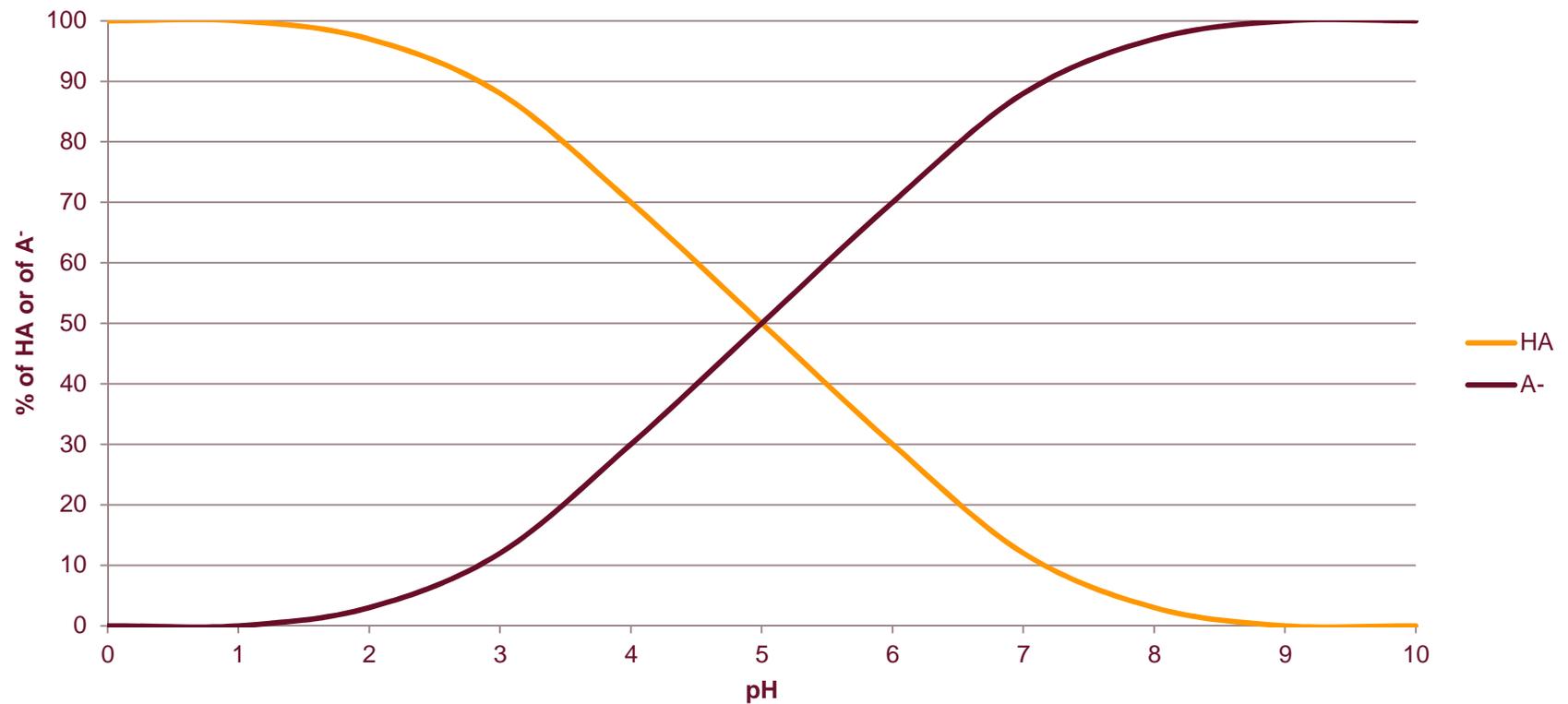
Benzoic acid

Adaptación a los Conservantes

- ¿Qué cantidad de ácido está como HA y cuanta como $H^+ + A^-$?
- pKa
 - Propiedad de cada ácido
 - Significa: pH al cual el 50% del acido es HA y el 50% es $H^+ + A^-$
 - Ácidos fuertes tienen un pKa muy bajo ($HCl < 1$)

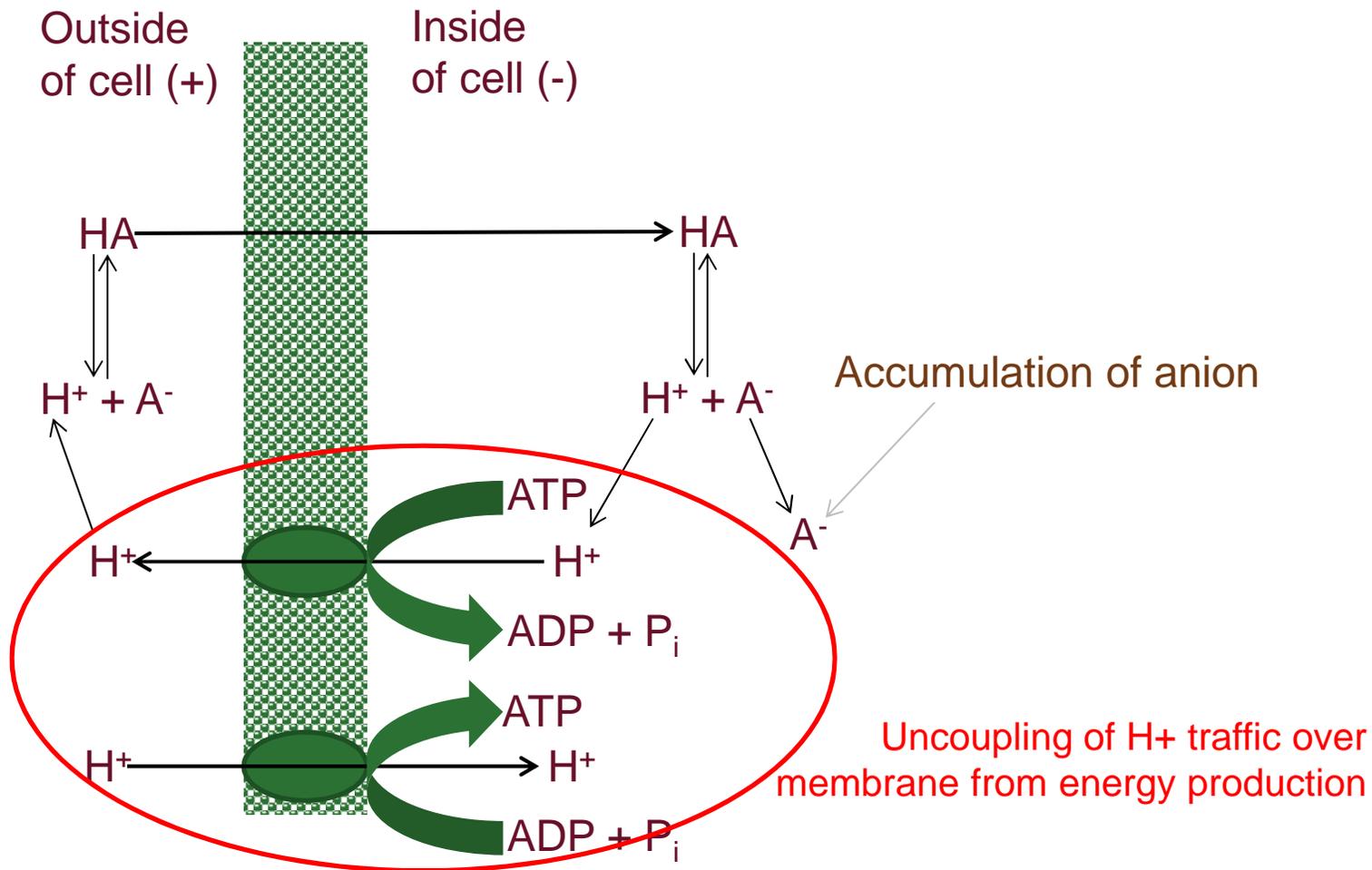
Preservative	pKa value
Benzoic acid	4.19
Vinegar (acetic acid)	4.75
Sorbic acid	4.76
Propionic acid	4.87

Dependency on pH of dissociation of weak acid HA (pKa = 5)



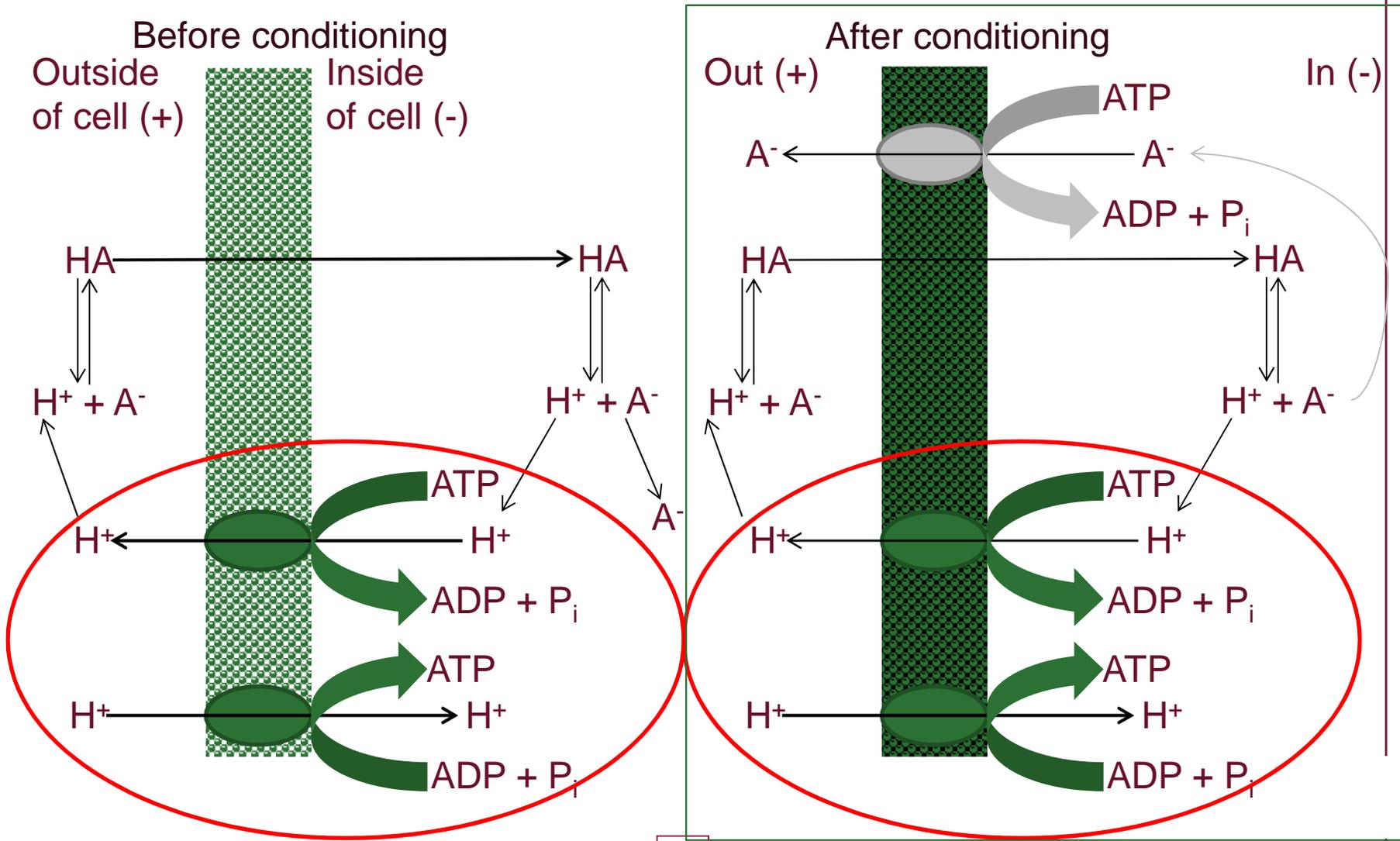
Adaptación a los Conservantes

- Efecto de disociación, acidificación, acumulación de anión



Adaptación a los Conservantes

- Cambio en fluidez de membrana, Bomba de eflujo de aniones.

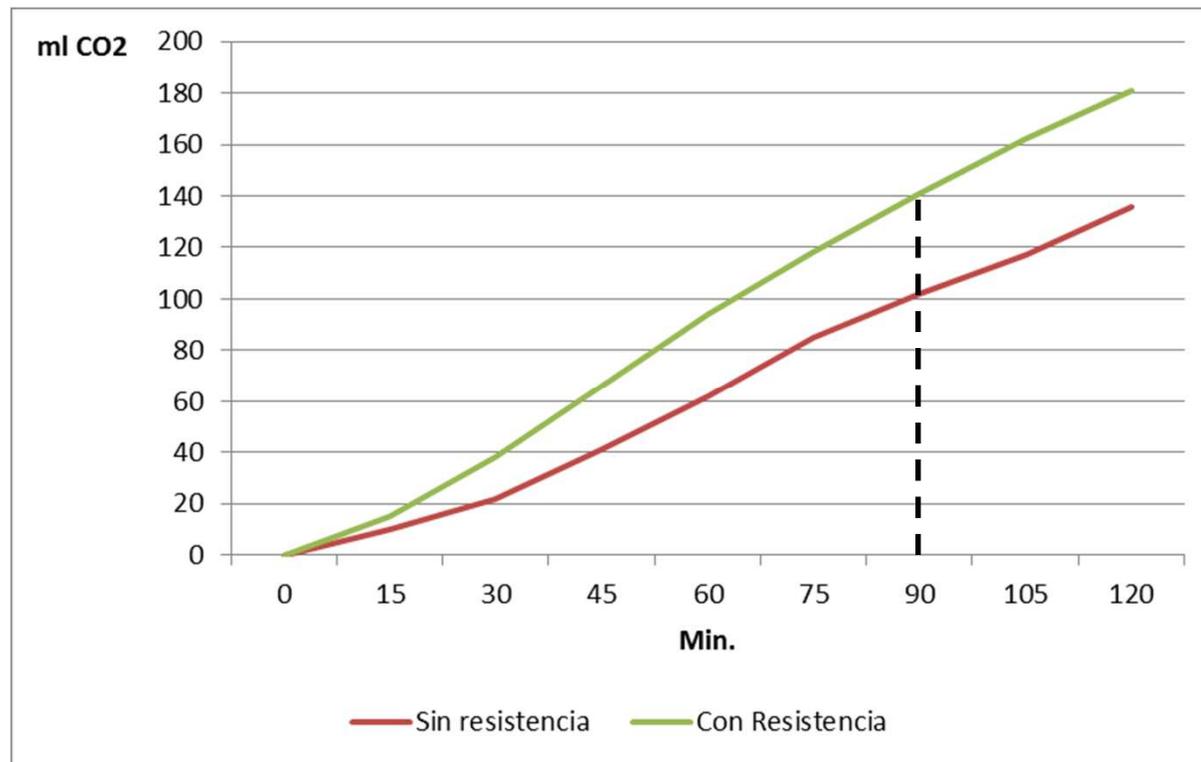


■ Adaptaciones de la célula:

- Por un lado se produce un cambio en la permeabilidad, reduciéndose incluso para los ácidos sin disociar y otros metabolitos necesarios. En este instante se requiere un gasto energético para facilitar su entrada.
- Se pueden crear bombas de excreción de aniones con el consiguiente consumo energético, perjudicándose otras reacciones metabólicas.
- La maquinaria metabólica se concentra en la metabolización de aquellos aniones ajenos que pueden ser asimilados.

■ Todo esto implica que la célula esté más "preocupada" en adaptarse que en reproducirse o producir gas.

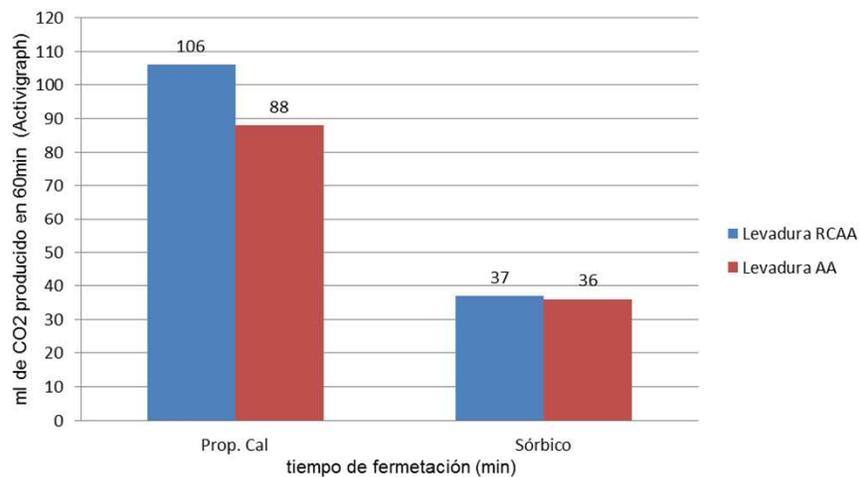
Adaptación a los Conservantes



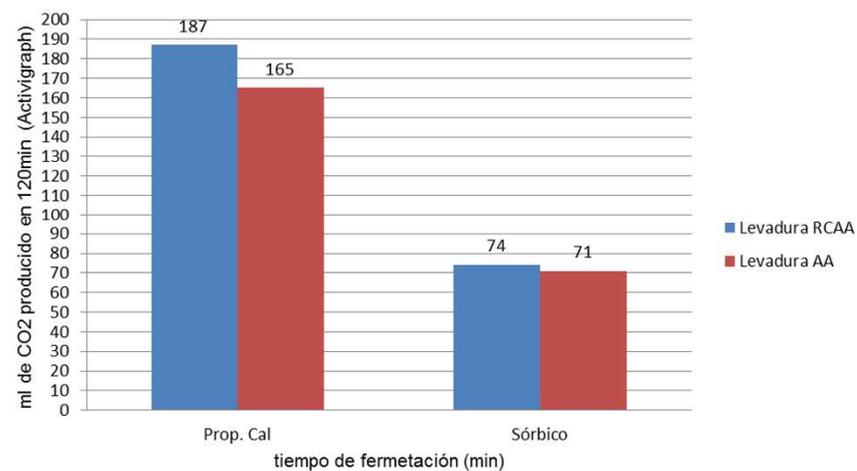
Masas elaboradas con presencia de Propionato Cálcico

Adaptación a los Conservantes

Comparativa propionato vs. sórbico en receta

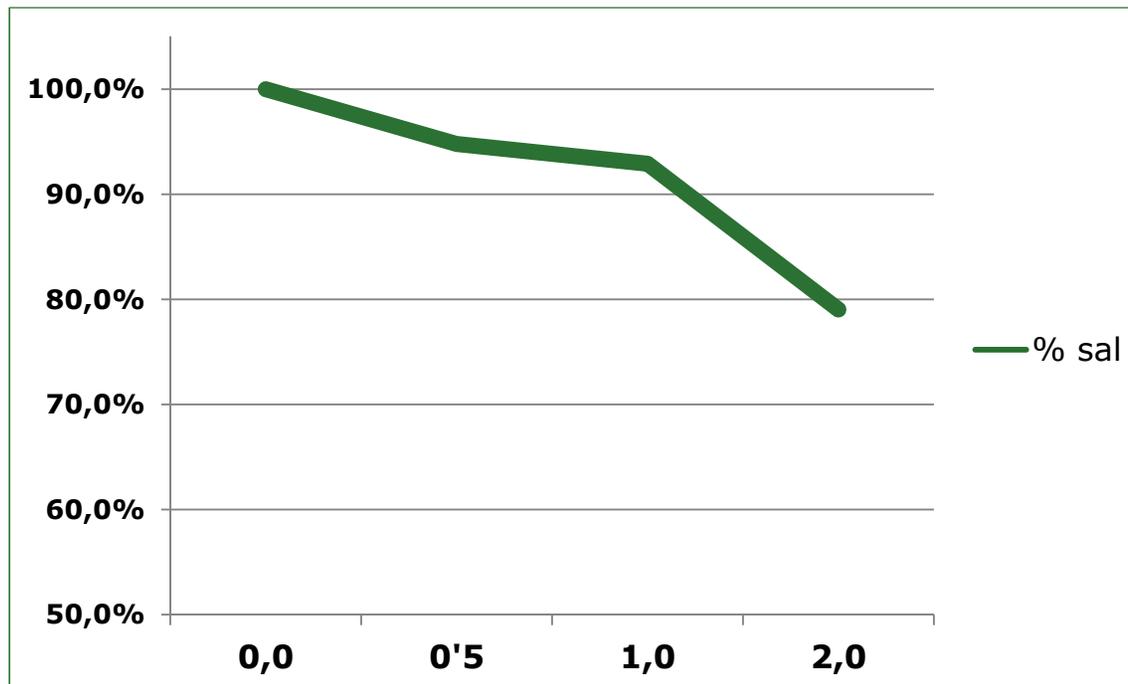


Comparativa propionato vs. sórbico en receta



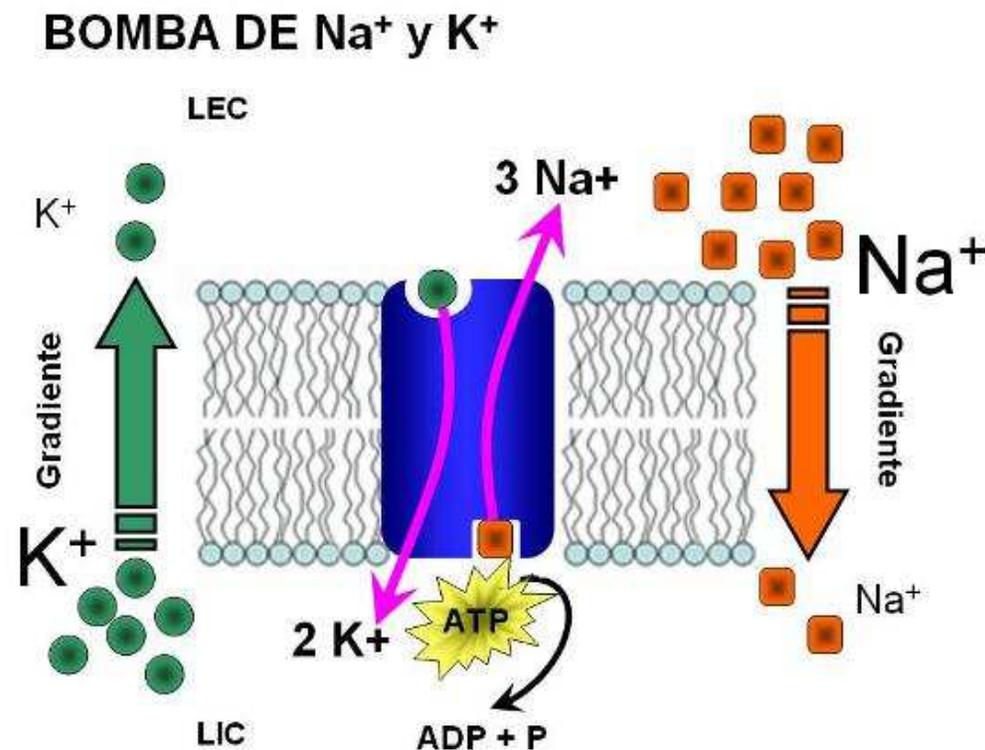
Influencia de la sal

- La sal siempre se ha utilizado como un conservador por su efecto sobre los microorganismos.
- A la levadura, como microorganismo, le afecta igualmente.



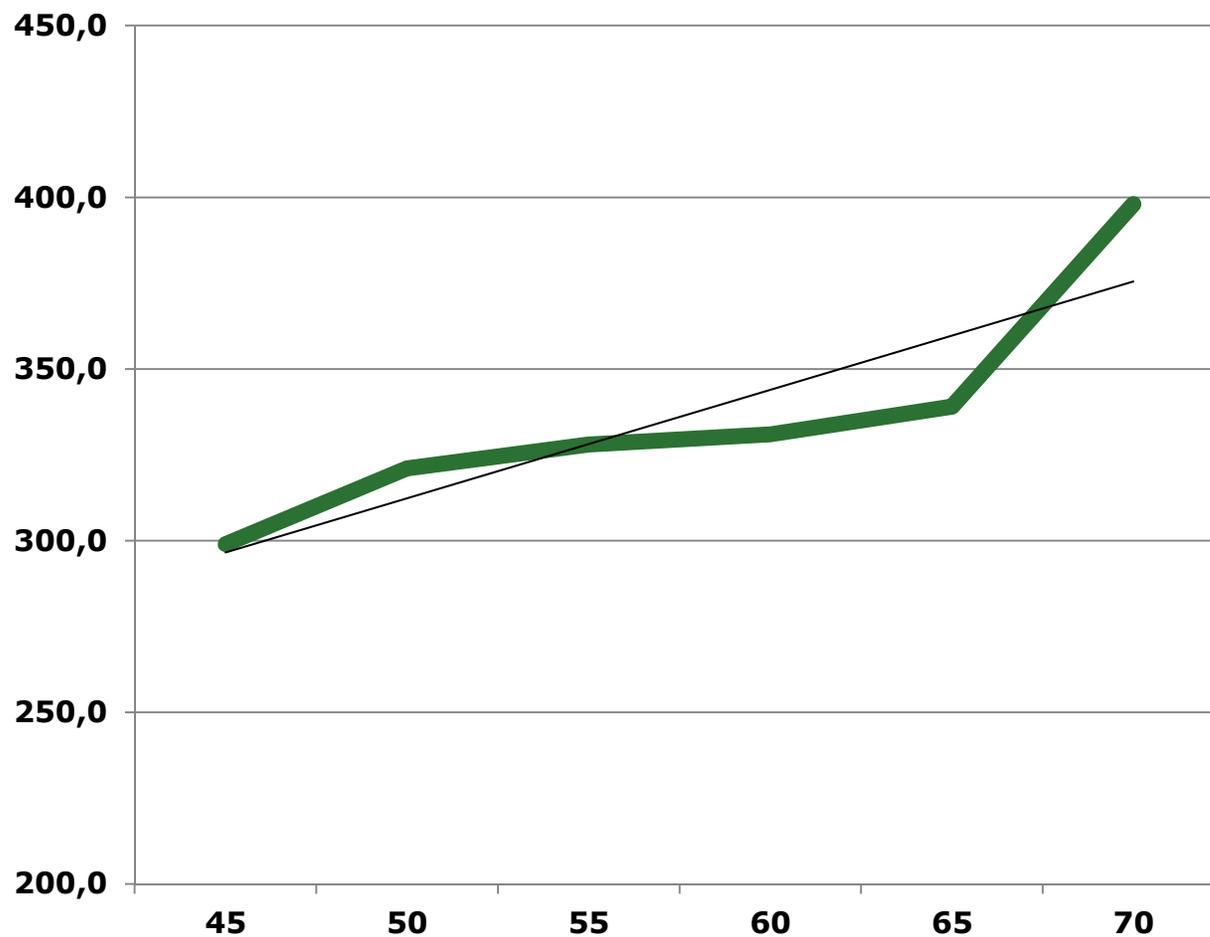
Influencia de la sal

- Al aumentar la presión osmótica del medio se provoca la pérdida de agua de la célula de levadura y una dedicación a la producción de glicerol.
- La activación de la bomba Na^+/K^+ requiere consumo energético



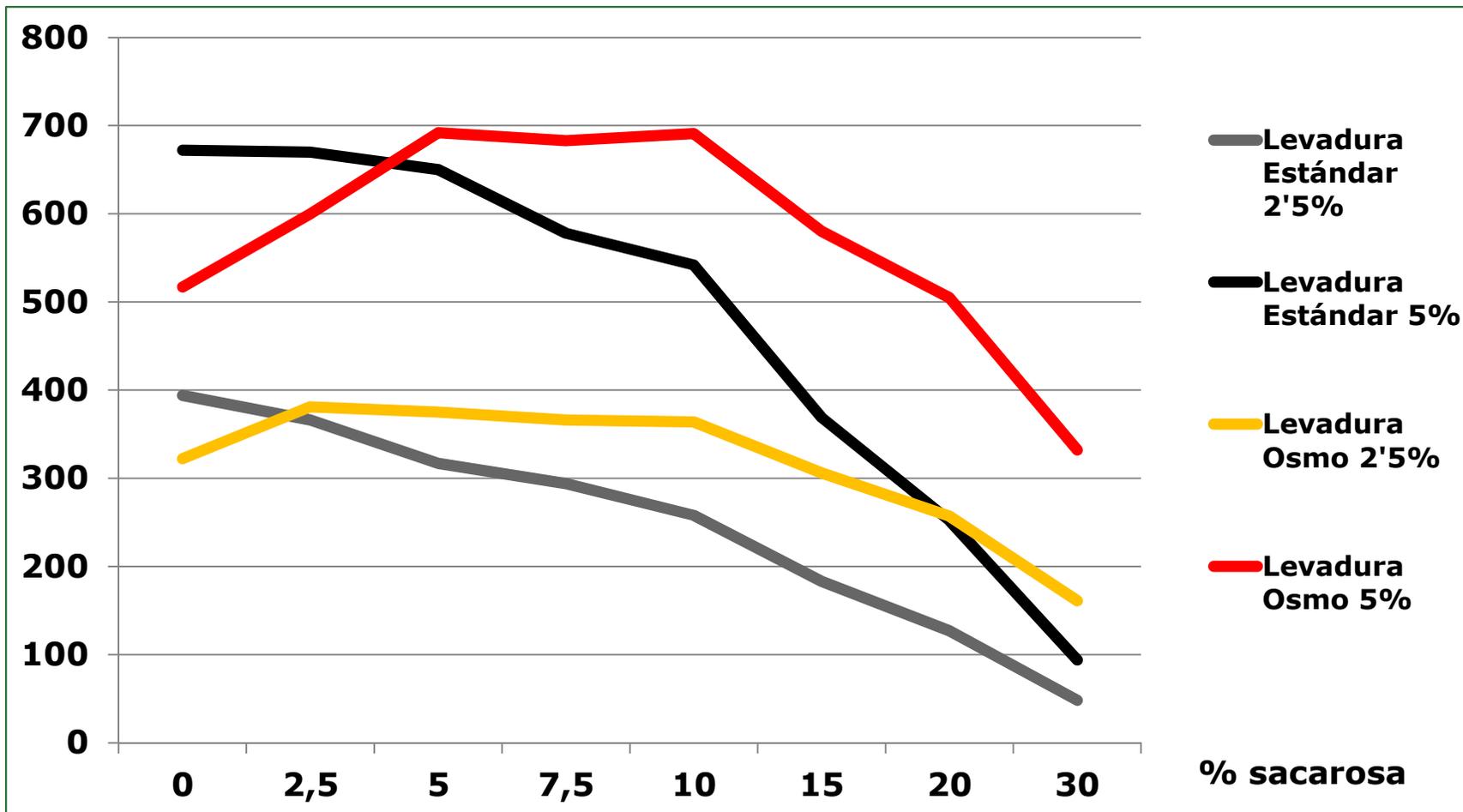
Efecto de la hidratación

ml/CO2 generado en función hidratación
120 min. 2%levadura



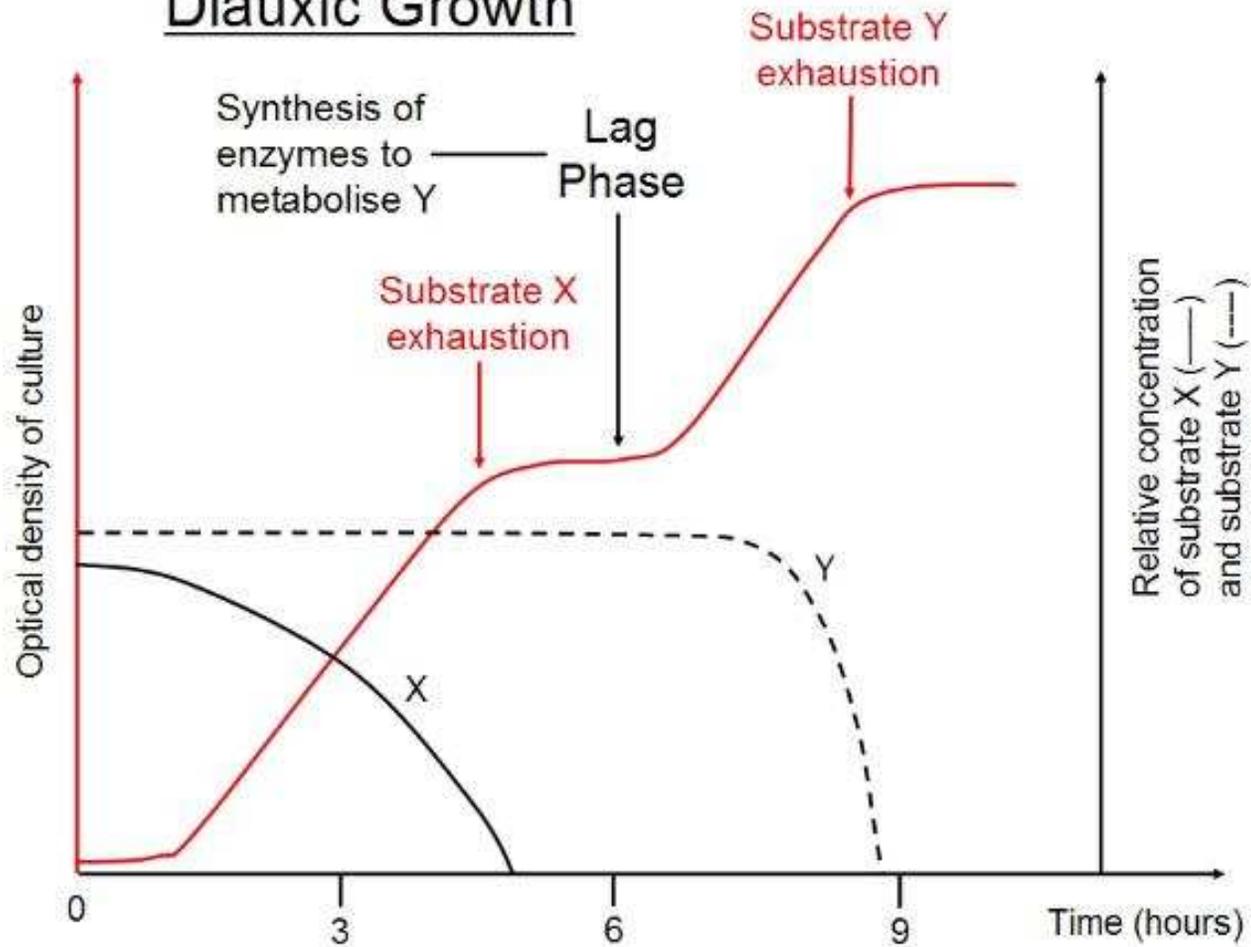
Adaptación al azúcar

ml CO2

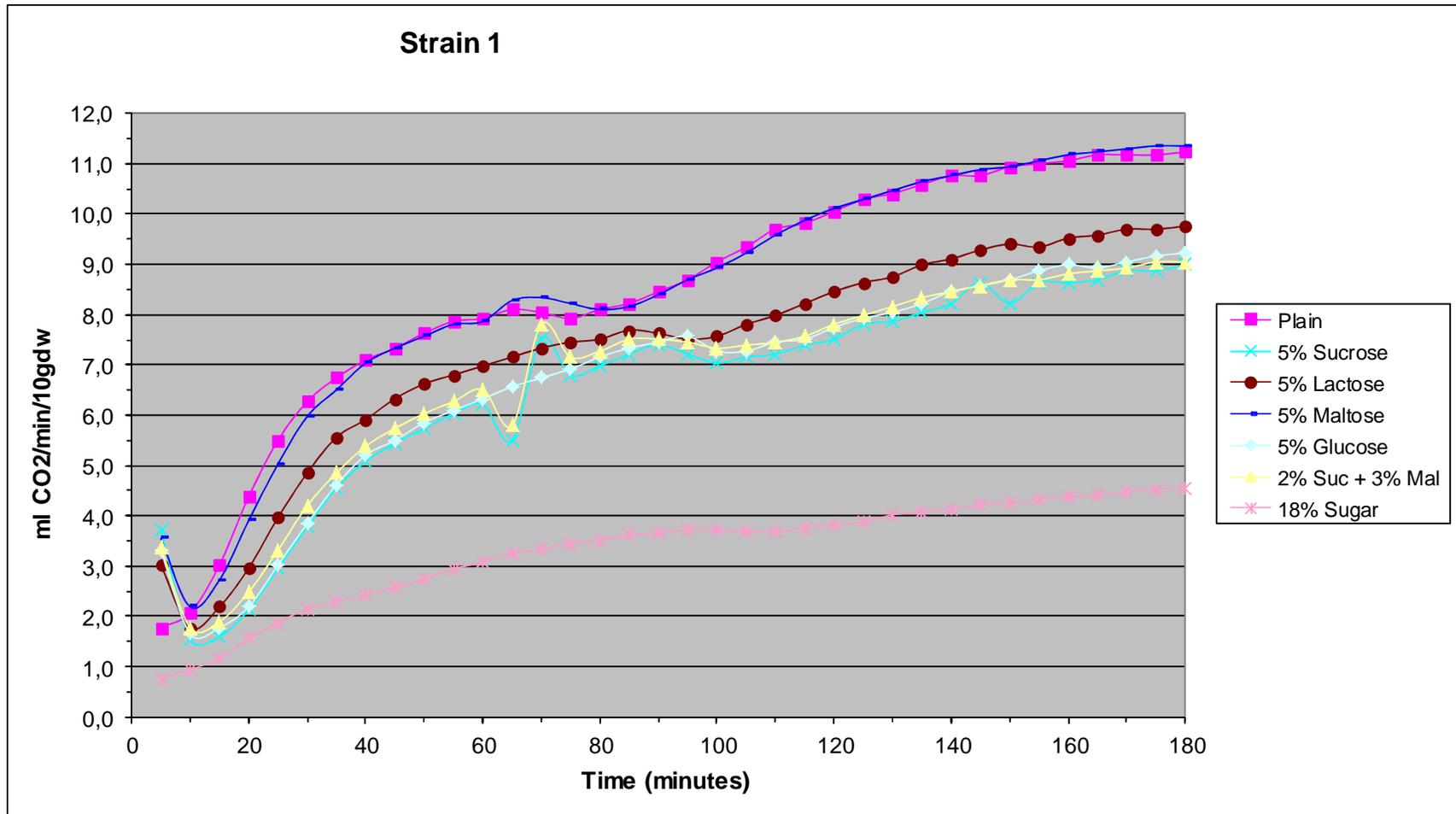


Adaptación al azúcar

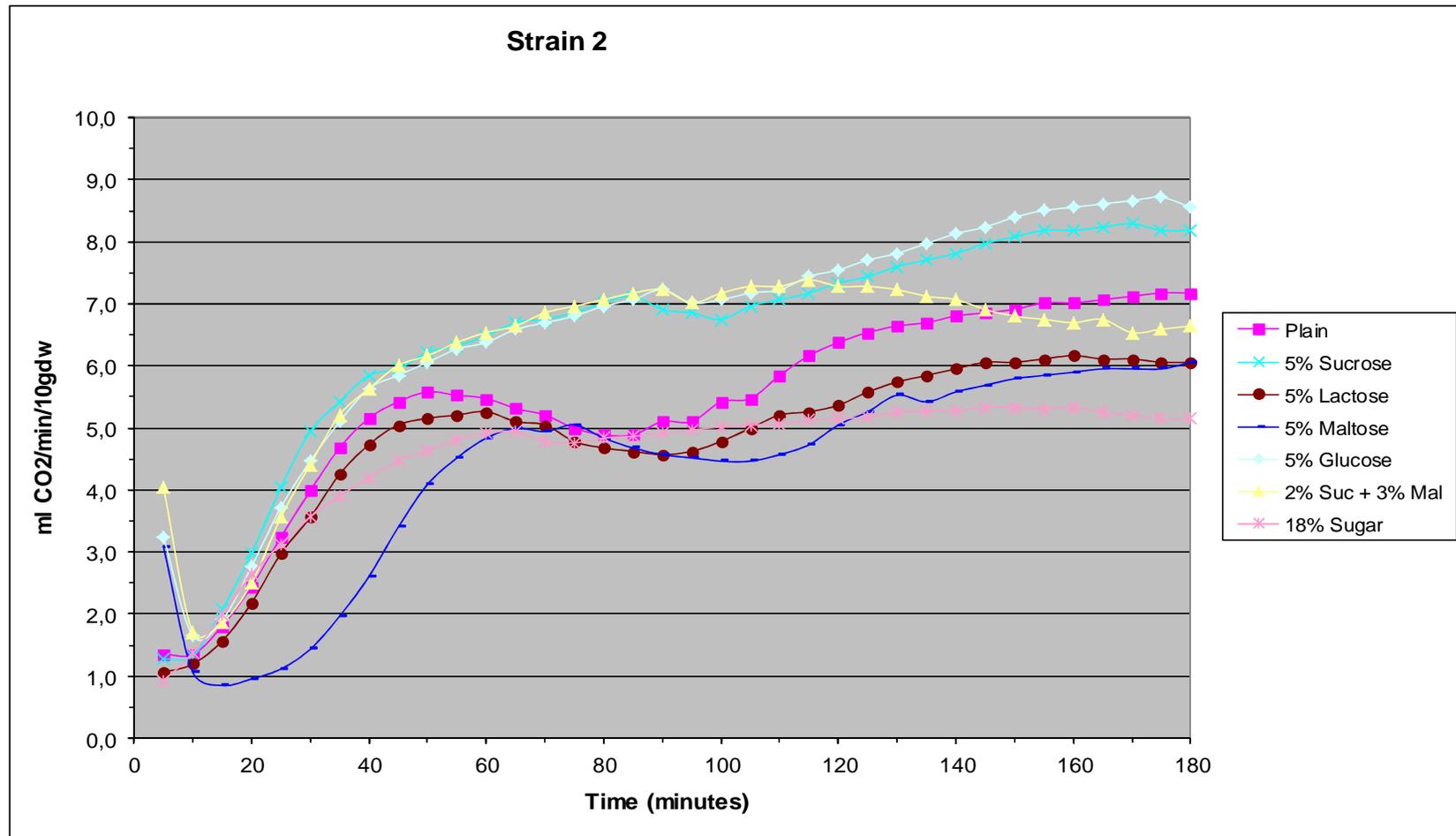
Diauxic Growth



Adaptación al azúcar



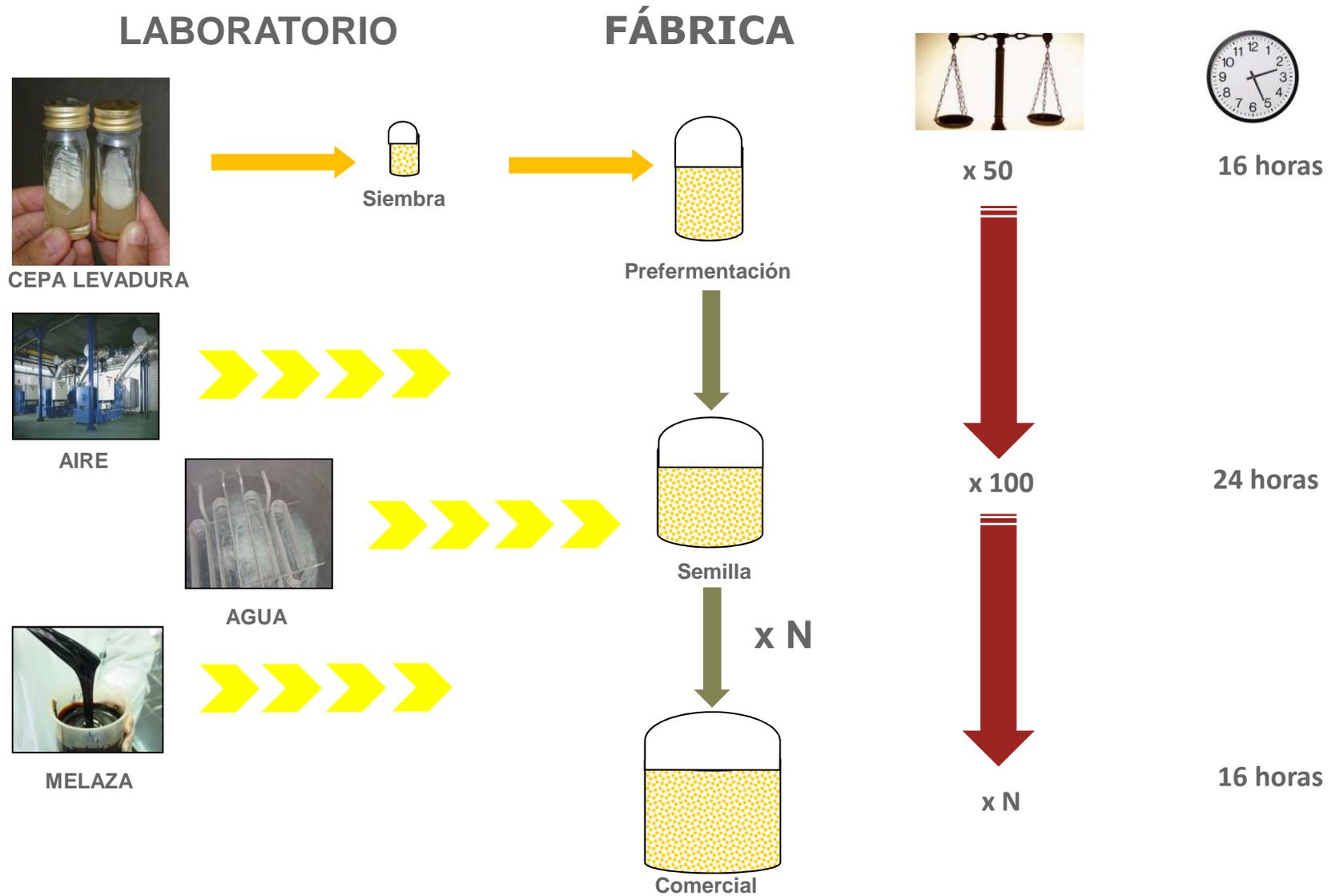
Adaptación al azúcar



Especialización de la levadura

- 1. Determinación del proceso productivo adecuado**
- 2. Elección de la cepa adecuada**

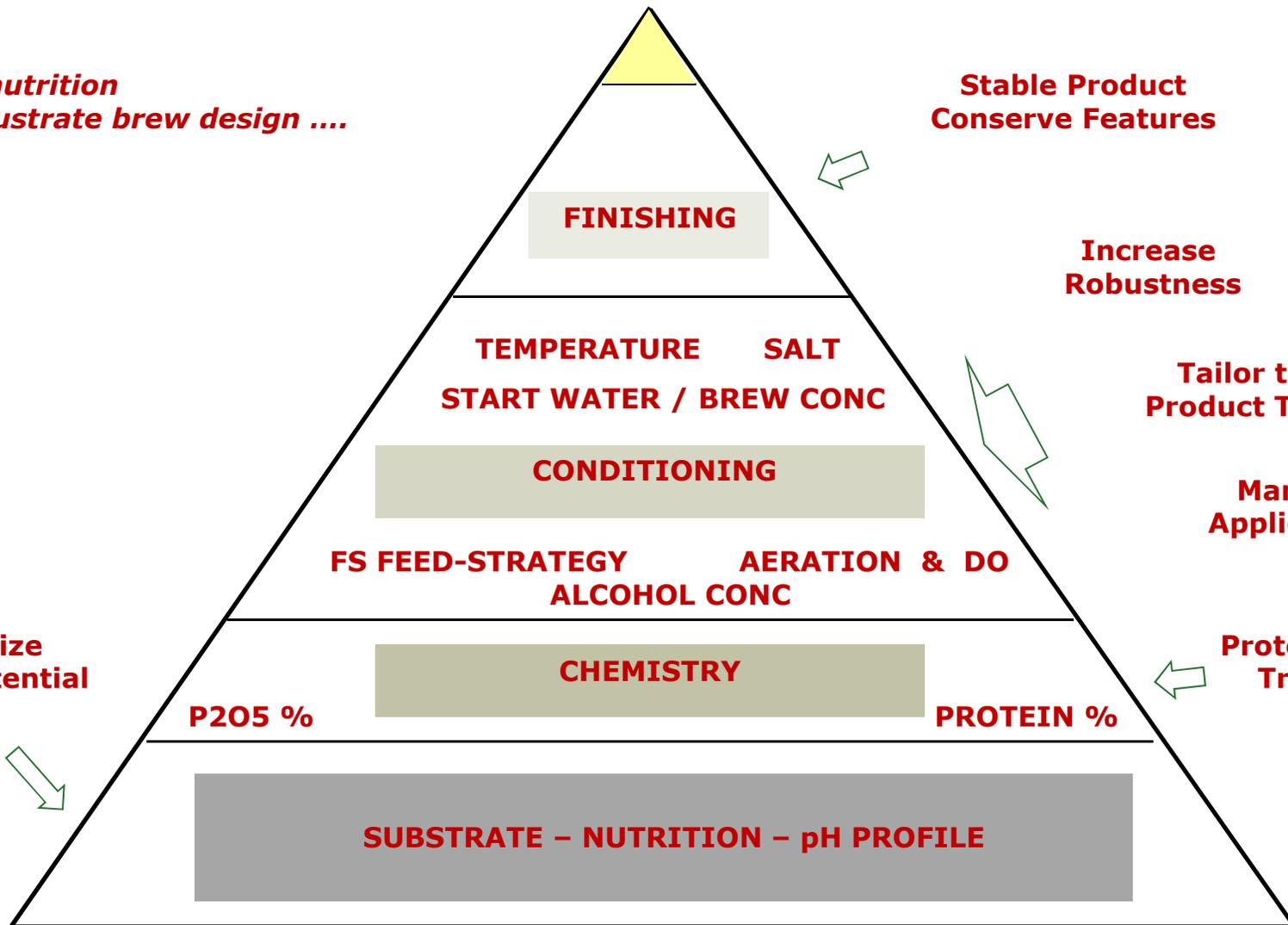
Especialización del proceso productivo



Especialización del proceso productivo

*Poor nutrition
can frustrate brew design*

**Stable Product
Conserve Features**



**Increase
Robustness**

**Tailor to
Product Type**

**Market
Application**

**Protein
Trehalose**

**Realize
Full Potential**

Selección de cepas

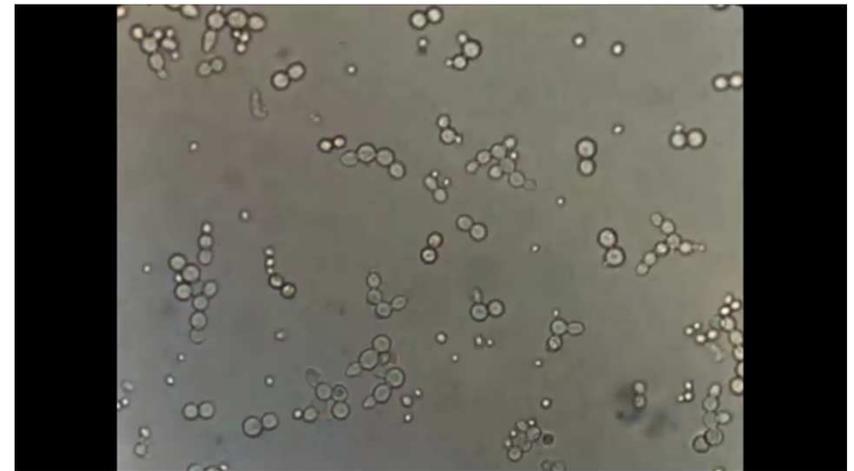
- Colección de cepas → 1500 (panadería y otras especialidades)
- Unas 50 Cepas se encuentran en producción comercial para panificación, Vino, Destilería, Biocombustibles,...
- Cultivos frescos genéticamente estables son recibidos periódicamente
- Un trabajo fundamental del centro tecnológico es la identificación y caracterización de cepas



Selección de cepas

- **ADAPTACIÓN DE LAS CEPAS - Producción**

1. Rendimiento sobre azúcar y otros sustratos
2. Necesidad de nutrientes y asimilación
3. Cinética de la reabsorción de agua
4. Tamaño de célula
5. Rendimiento productivo
6. Adaptación a los conservantes
- 7...



Fuente: Development Biology Films.

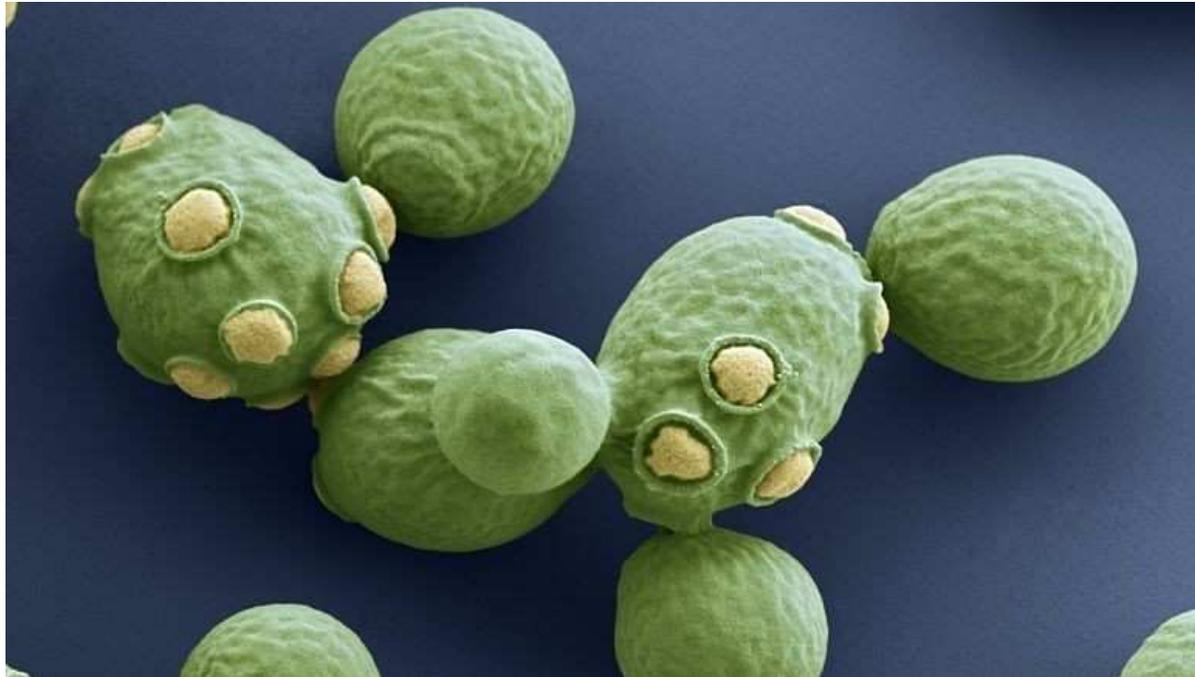
Selección de cepas

- **ADAPTACIÓN DE LAS CEPAS - Producto**

1. **Especificidad de sustrato**
2. **Habilidad para reaccionar a altas presiones osmóticas**
3. **Capacidad de manejar altas concentraciones de Sacarosa**
4. **Respuesta a inhibidores de mohos (conservantes)**
5. **Adaptación a la congelación**
6. **Producción de vitaminas**
7. **Alta proteína – Alta actividad**
- 8.....



Gracias



Fuente: Enciclopedia Británica