

Biotecnología Alimentaria: INDUSTRIA DEL VINAGRE

Máster Universitario en Ingeniería Química
Prof. María Martín Conde

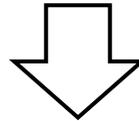
Vinagre

El vinagre es un líquido miscible con sabor agrio, que se obtiene mediante **fermentación acética** del alcohol

Vinagre: 5 - 6% ácido acético en agua

Trazas de otros ácidos como ácido tartárico y ácido cítrico

2 fermentaciones necesarias para la obtención de vinagre



1) Fermentación alcohólica: convierte azúcares en alcohol

2) Fermentación acética: convierte alcohol en ácido acético

Variedades de Vinagre

Variedades de vinagre:

- **Vinagre de vino (mayor consumo y producción)**
- **Vinagre de sidra (de manzana)**
- **Vinagre de arroz**
- **Vinagre de Jerez**
- **Vinagre de Oporto**
- **Vinagre aceto balsámico (Módena)**
- **...**

Antecedentes Históricos

- Palabra **vinagre** origen latino: “**vinum**” vino y “**acre**” agrio.
- El **origen del vinagre está unido al del vino** hace unos cuantos miles de años, alrededor del 5000 a.C.
- En la **Antigua Roma** lo diluían mezclado con agua para usarlo como bebida.
- **Potente antimicrobiano** utilizado para limpiar y desinfectar.
- También se utiliza como **conservante de alimentos**.
- **1864 Pasteur** explicó científicamente el proceso de producción del vinagre.

Fermentación Acética

Bacteria "*Acetobacter aceti*"

Se añaden las bacterias *Acetobacter* para que oxiden el **etanol** a **ácido acético** y obtener el vinagre de vino

No intervienen levaduras como en la fermentación alcohólica

- Alta **tolerancia a la acidez** (pueden crecer a $\text{pH} < 5$)
- Necesitan presencia de **oxígeno (condiciones aerobias)** (en contraste con la fermentación alcohólica que es anaerobia)

Reacciones de Fermentación Acética

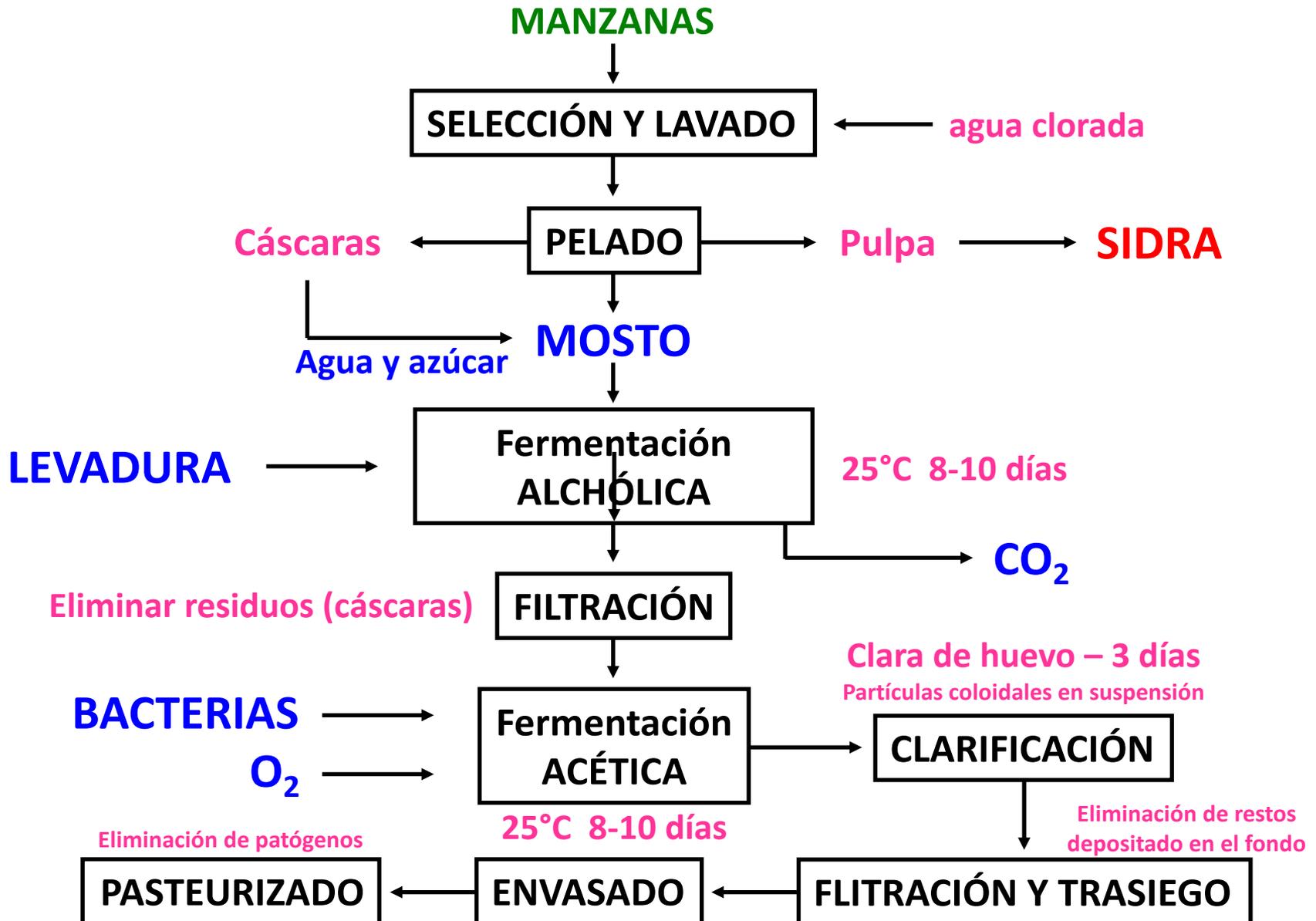
Balance global **Fermentación Acética:**



Balance: Etanol → Ácido acético

Total energía: 2 NADH = 6 ATP

Proceso de Fabricación de Vinagre de Manzana



Métodos de Fermentación del Vinagre

- **Fermentación con cultivo superficial:**

Bacterias acéticas en contacto directo con oxígeno.
Situadas en la interfase liq/gas, o fijadas a materiales (virutas).

Método tradicional. Proceso lento.

(Vinagres tradicionales de alta calidad)

- **Fermentación con cultivo sumergido:**

Bacterias sumergidas en el seno del líquido a fermentar,
en el que se está introduciendo aire constantemente.
Reactores acetificadores de acero inoxidable con turbina de aireación.

Método industrial. Proceso rápido.

(Vinagres comerciales de menor calidad)

Proceso Industrial: Método de Orleans

Ejemplo de fermentación con cultivo superficial

Método de Orleans siglo XVII

Primer sistema de fermentación controlado

Toneles de madera perforados para su aireación conteniendo líquido alcohólico.

Bacterias inoculadas forman una película superficial en la interfase líquido/aire, llamada “madre del vinagre”.

Se extrae el vinagre obtenido y se sustituye por nuevo líquido alcohólico, y recomienza el proceso.

- **Rendimiento bajo**
- **Método estático**
- **Proceso lento (de 8 a 10 días)**
- **Vinagres de muy buena calidad**

Proceso Industrial: Método Alemán

Ejemplo de fermentación con cultivo superficial

Método rápido o alemán o de goteo (1823)

Paso de un sistema estático a uno dinámico

La mezcla hidroalcohólica se rocía (goteo), continua y lento, sobre virutas de madera inoculadas con bacterias acéticas, contra una corriente de aire de sentido contrario.

Las virutas de madera proporcionan una amplia superficie para el desarrollo de las bacterias acéticas.

Mejora la transferencia de oxígeno al líquido.

- Rendimiento alto (88-90%)
- Método continuo
- Proceso rápido (3 días)
- Producto final sin bacterias

Proceso Industrial: Acetator Frings

Ejemplo de fermentación con cultivo sumergido

Método de burbujeo o Acetator Frings (1950)

Base de la biotecnología vinagrera actual

Burbujea aire a través de la cuba que contiene la mezcla (alcohol + Acetobacter)

Turbina aspira de modo continuo aire desde el exterior mezclando la mezcla del medio de cultivo.

Dispersión homogénea del aire en forma de burbujas pequeñas provocando que la superficie de transferencia del oxígeno sea muy elevada.

- **Rendimiento muy alto (95-98%)**
- **Proceso muy rápido (25-30 horas)**
- **Filtración del vinagre para eliminar bacterias**