

Producción de cerveza

Tecnología de los alimentos

FCEFYN | UNC

Ing. Leandro Romano
leandroromano8@gmail.com

Introducción

Código alimentario:

1.1 DEFINICIONES

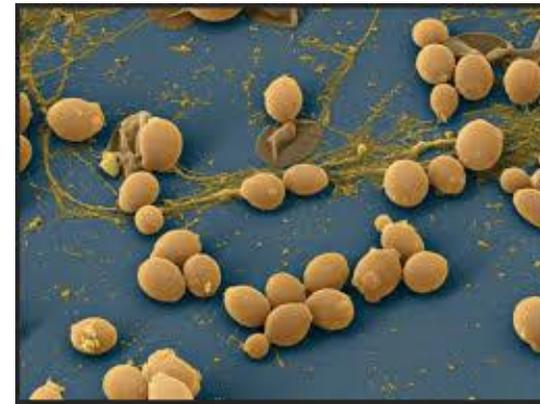
1.1.1 Cerveza

Se entiende exclusivamente por cerveza la bebida resultante de fermentar, mediante levadura cervecera, al mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo. Una parte de la cebada malteada o de extracto de malta podrá ser reemplazada por adjuntos cerveceros. La cerveza negra podrá ser azucarada. La cerveza podrá ser adicionada de colorantes, saborizantes y aromatizantes.

¿Qué necesito para una fermentación?

- Microorganismo.
- Fuente de nutrientes: C, N, micronutrientes.
- Condiciones favorables para el proceso.

Materias Primas



Agua

- Agua potable (CAA)
- Sin cloro para evitar formación de clorofenoles: carbón activado.
- Iones:
 - Sabor/sensación en boca:
 - CLORURO (sensación en boca)
 - Sulfato (acentúa amargor)
 - Sodio (resaltador de sabor)
 - Carbonato, influye en pH por lo tanto en astringencia y color.
 - Proceso
 - Calcio: floculación en hervor y maduración.
 - Magnesio y manganeso: cofactor para enzimas de levaduras.

Tratamientos

- Filtrado
- Ósmosis inversa
- Ajuste con ácido
- Tratamiento microbiológico (ojo con cloro).

Malta

Proceso de malteado

El malteado es un proceso que se puede realizar a distintos cereales. El principal cereal utilizado en cervecería es la cebada (cascara y temperatura de gelatinización). Otros: trigo, centeno. Sin tacc.

Proceso:

1. Limpieza
2. Remojo
3. Germinación
4. Secado/caramelizado/tostado

Objetivos:

1. Mayor exposición de gránulos de almidón.
2. Producción de aminoácidos libres.
3. Producción de enzimas.

Aportes de la malta

- Fuentes de C y N para la fermentación.
- Enzimas para hidrólisis.
- Compuestos que aportan color, sabor y aroma.

Adjuntos

Cereales no malteados: arroz, maíz, avena. Algunos se deben cocer aparte para lograr gelatinización del almidón.

Lúpulo

- Se utiliza la flor de la planta del lúpulo.
- Compuestos relevantes:
 - Alfa ácidos: aportan amargor, efecto bacteriostático.
 - Aceites esenciales: aportan sabores y aromas.



Levadura

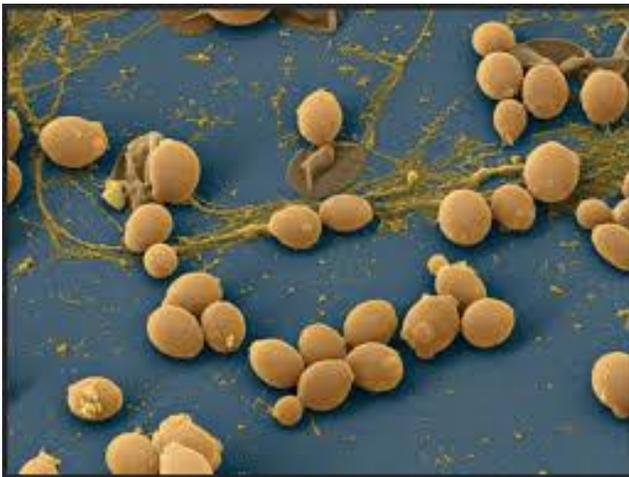
- Fermenta ciertos carbohidratos del mosto produciendo **etanol, dióxido de carbono y calor**.
- También puede producir algunos subproductos que aportan sabores y aromas, deseables e indeseables.

Fuentes de C

- Glucosa, fructosa
- Sacarosa
- **Maltosa**
- Maltotriosa (algunas no lo metabolizan)

Fuente de N

- Aminoácidos libres (FAN): se liberan en malteado.
- Los adjuntos como arroz y maíz aportan poco.



Tipos:

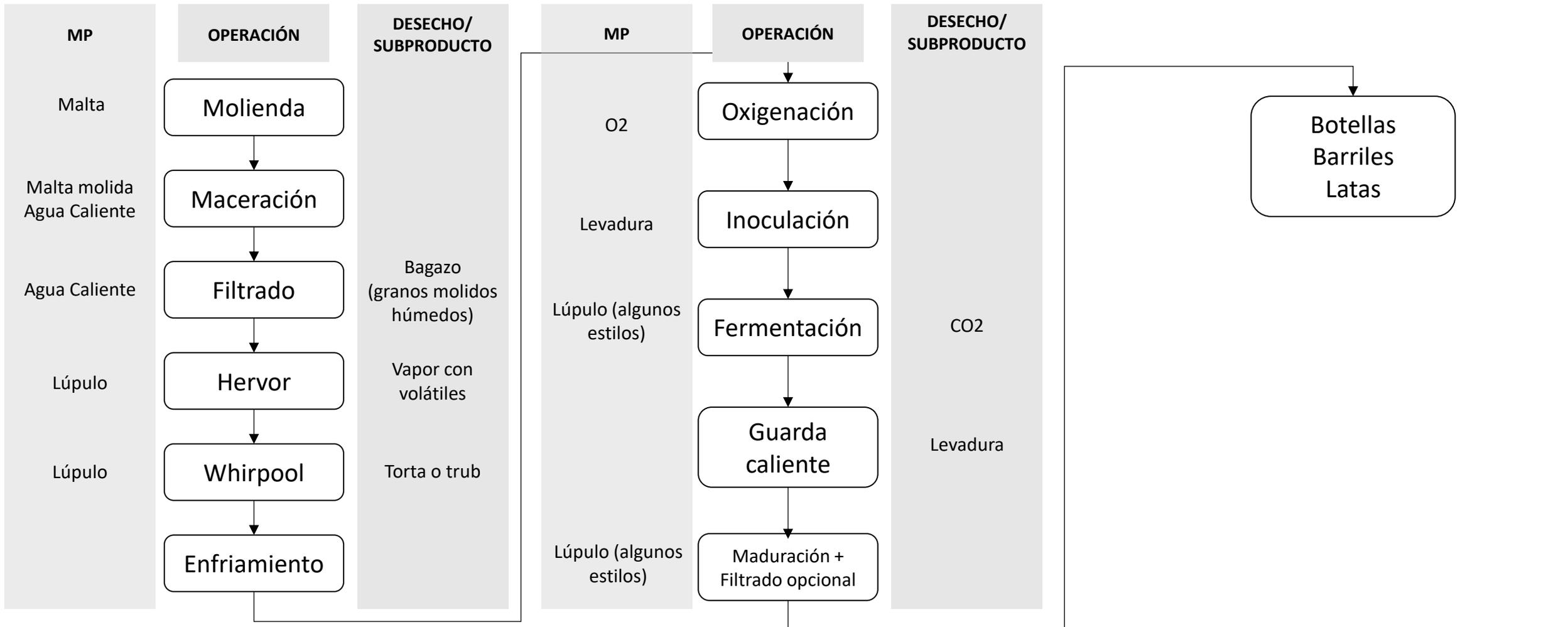
- Ale:** *Saccharomyces cerevisiae* (T 17°C-23°C)
- Lager:** *Saccharomyces pastorianus*, híbrido de *Saccharomyces eubayanus* y *Saccharomyces cerevisiae* (T 8°C-12°C) Generalmente mas neutra. Fermentación mas segura.
- Otras:** *Saccharomyces eubayanus*, levaduras noruegas.

Proceso

Producción del mosto

Fermentación y maduración

Envasado y pasteurización



Producción de mosto - Molienda

Objetivos

- Partir el endospermo sin triturar demasiado la cáscara

Molino de rodillos

- 1, 2 y 3 pares de rodillos
- Principalmente compresión y algo de cizalla.
- Tamices

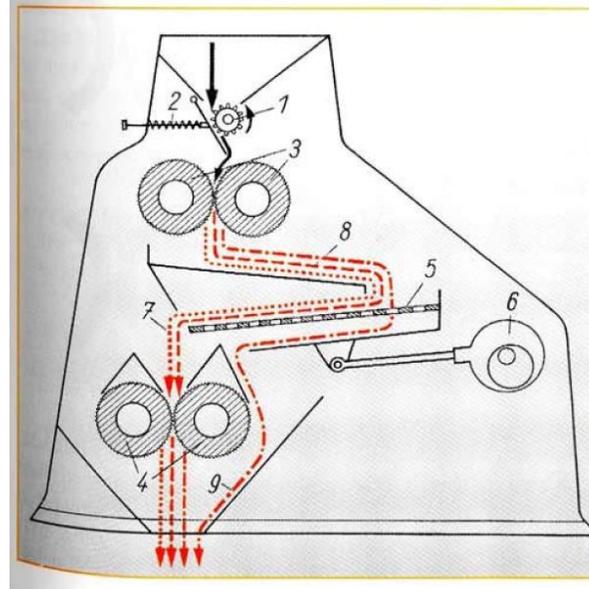


Fig. 3.9
Four roller mill (principle)
(1) distributor roller
(2) inflow controller
(3) preliminary crushing roller pair
(4) husk crushing roller pair
(5) vibrating screen
(6) eccentric drive
(7) husks with attached grits
(8) initially ground grist
(9) flour

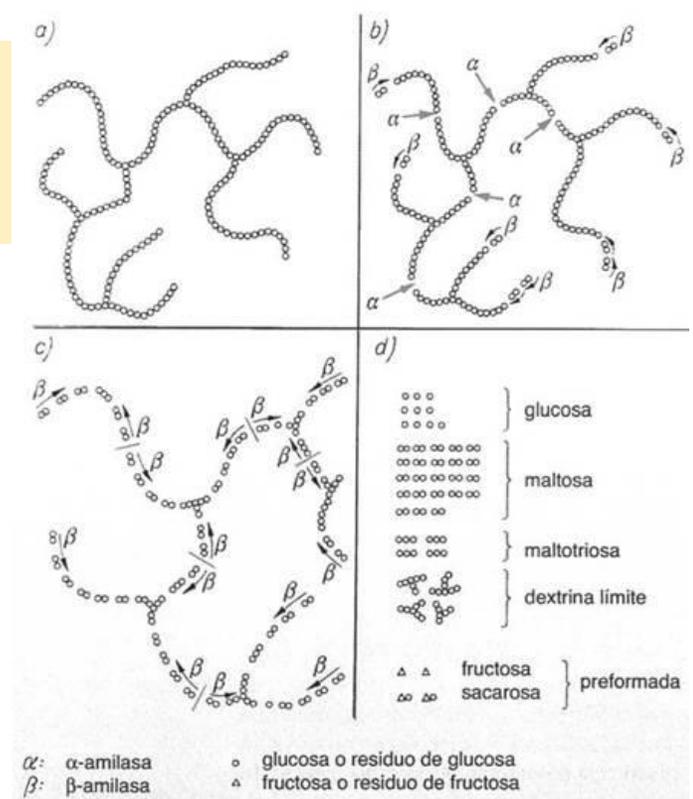
Producción de mosto - Maceración

Objetivos principales

- Obtener azúcares fermentables.
- Extraer compuestos de color, sabor y aroma.

Operación

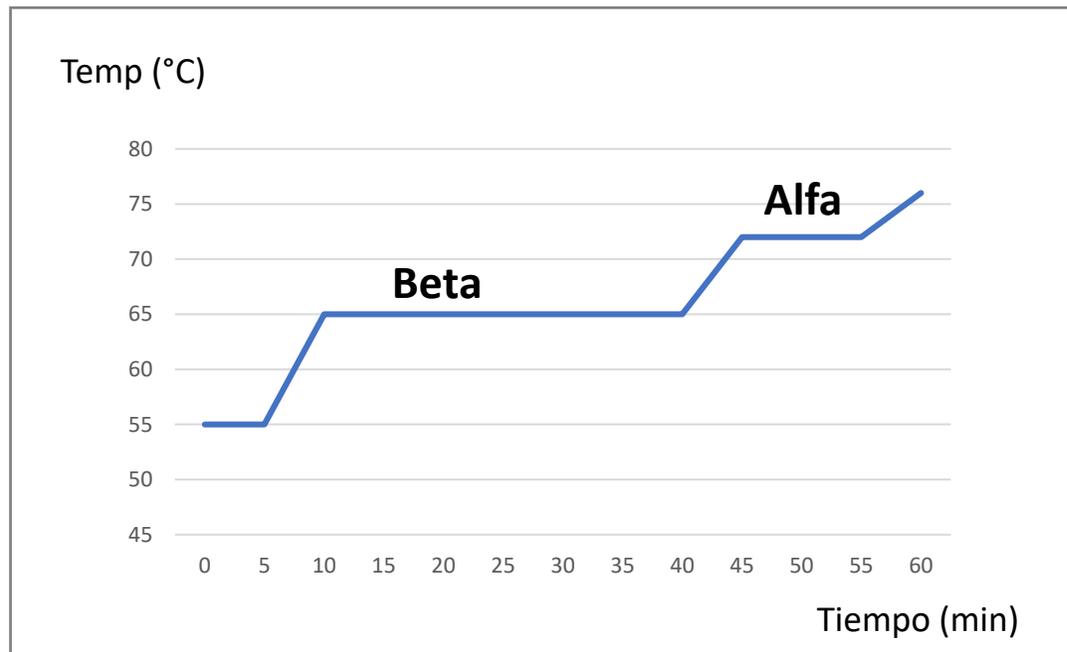
- Extracción sólido líquido: malta molida/agua.
- Involucra procesos bioquímicos
 - Gelatinización del almidón (cebada aprox. 60°C). (Arroz y maíz T° más alta)
 - **Amilasas: alfa y beta.**
 - Beta: hidroliza el segundo enlace del extremo NO reductor => **maltosa** (pacman). T° óptima 60°C-65°C
 - Alfa: hidroliza aleatoriamente a lo largo de la cadena de almidón (tijera) => glucosa, maltosa, maltotriosa, **dextrinas**. T° óptima 70°C-72°C
- Proteasas (55°C).
- Beta glucanasa (ya no es importante, solucionado en malteado).



Producción de mosto - Maceración

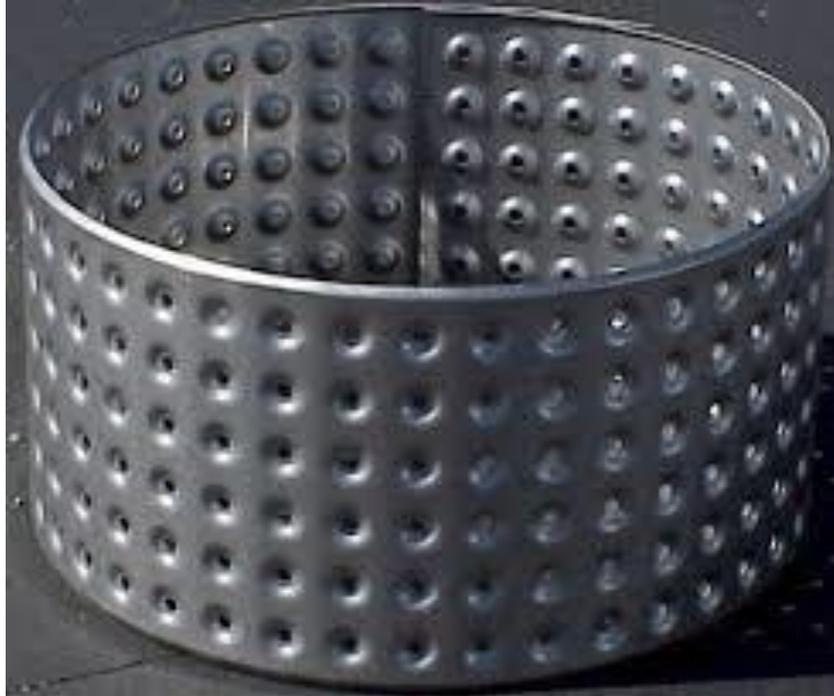
Parámetros de la operación

- pH: 5,2 a 5,6
- Temperatura entre 55/60°C a 76/78°C. Haciendo escalones según que tipos de azúcares quiero en el mosto.
- Agitación, mas intensa en calentamiento. Mas lenta o intermitente en reposo.



Influencia en producto final

- Cuerpo (densidad final) de la cerveza.
- Tenor alcohólico.



Producción de mosto - Filtrado/Lavado de granos

Objetivos

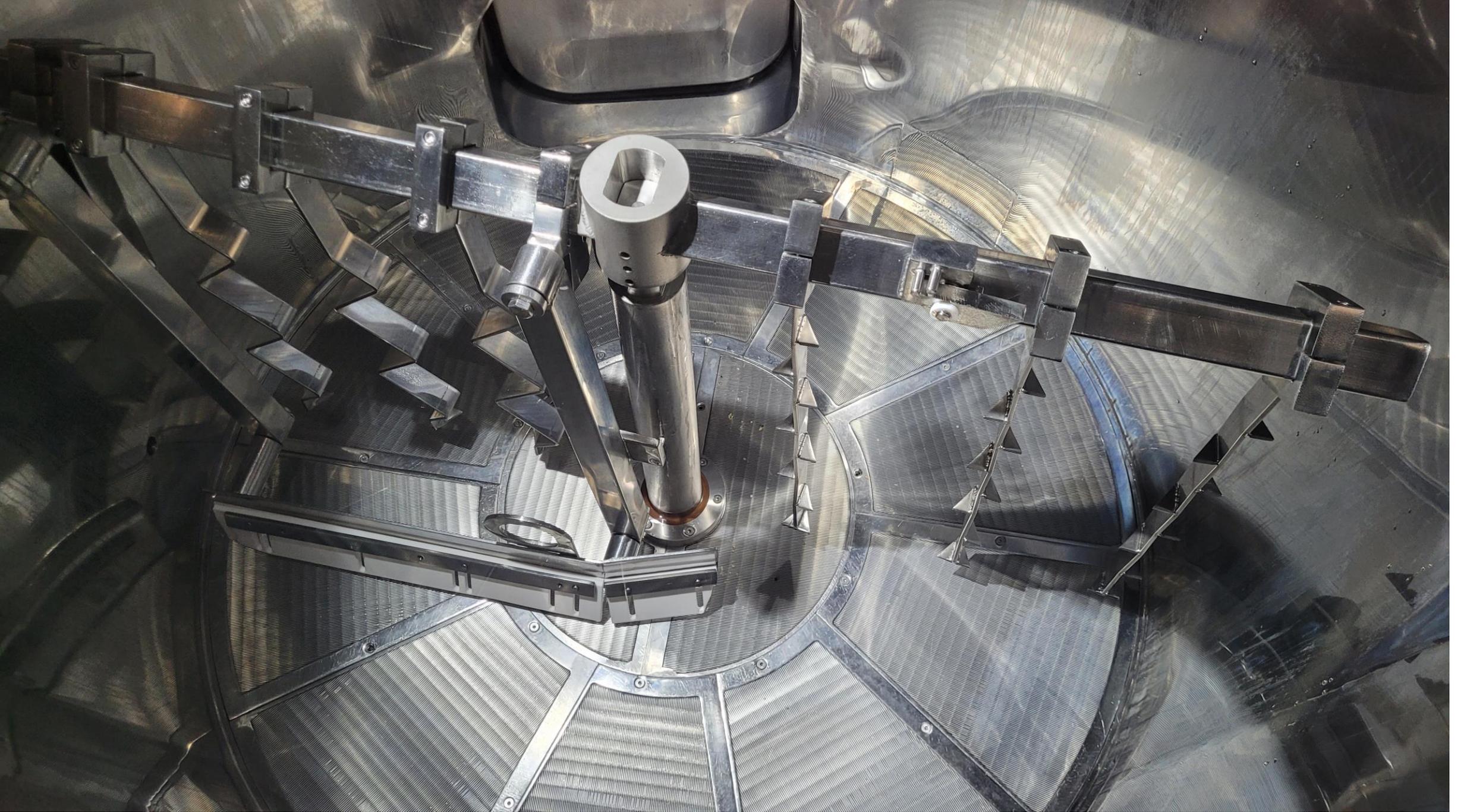
- Clarificar el extracto.
- Aumentar extracción de carbohidratos y compuestos de color, sabor y aroma.

Operación

- Filtrado: cama de granos.
- Extracción sólido líquido (malta molida/agua).

Parámetros

- $T^{\circ} < 78^{\circ}\text{C}$
- $\text{pH} < 6$



Producción de mosto - Hervor

Objetivos

- Destrucción de microorganismos.
- Isomerización de alfa ácidos del lúpulo: es mayor a mayor temperatura/tiempo y a mayor pH.
- Formación de complejos proteína/polifenoles y floculación de los mismos.
- Eliminación de DMS (dimetil sulfuro: aroma a choclo hervido o sopa de verduras).
- Caramelización y Maillard

Operación

- Intercambio de calor y extracción sólido líquido (lúpulo).
- Se agrega todo o parte del lúpulo en distintos momentos.

Parámetros

- pH: inicial 5,3/5,2 - final 5,2/5,1.

Producción de mosto - Hervor

Influencia en producto final

- Nivel de amargor: momento de adición de lúpulo.
- Calidad de amargor: pH
- Turbidez: tiempo y vigorosidad del hervor.
- Presencia/ausencia de off flavor DMS
- Sabores y aromas



Producción de mosto - Whirpool

Objetivos

- Sedimentan los flóculos formados en hervor y los sólidos insolubles del lúpulo.

Operación

- Sedimentación acelerada por fuerza centrífuga

Producción de mosto - Enfriamiento

Objetivos

- Enfriar el mosto hasta la temperatura de fermentación deseada.

Operación

- Intercambio de calor (intercambiador a placas)

Parámetros

- T°
- Caudal de mosto
- Caudal de agua fría



Fermentación y maduración - Oxigenación

Objetivos

- Lograr generación de biomasa.
- La levadura es anaerobia facultativa pero con los niveles de carbohidratos del mosto la misma no respira incluso en presencia de O_2 => el oxígeno lo utiliza para formar moléculas lipídicas de la membrana celular de las nuevas células.

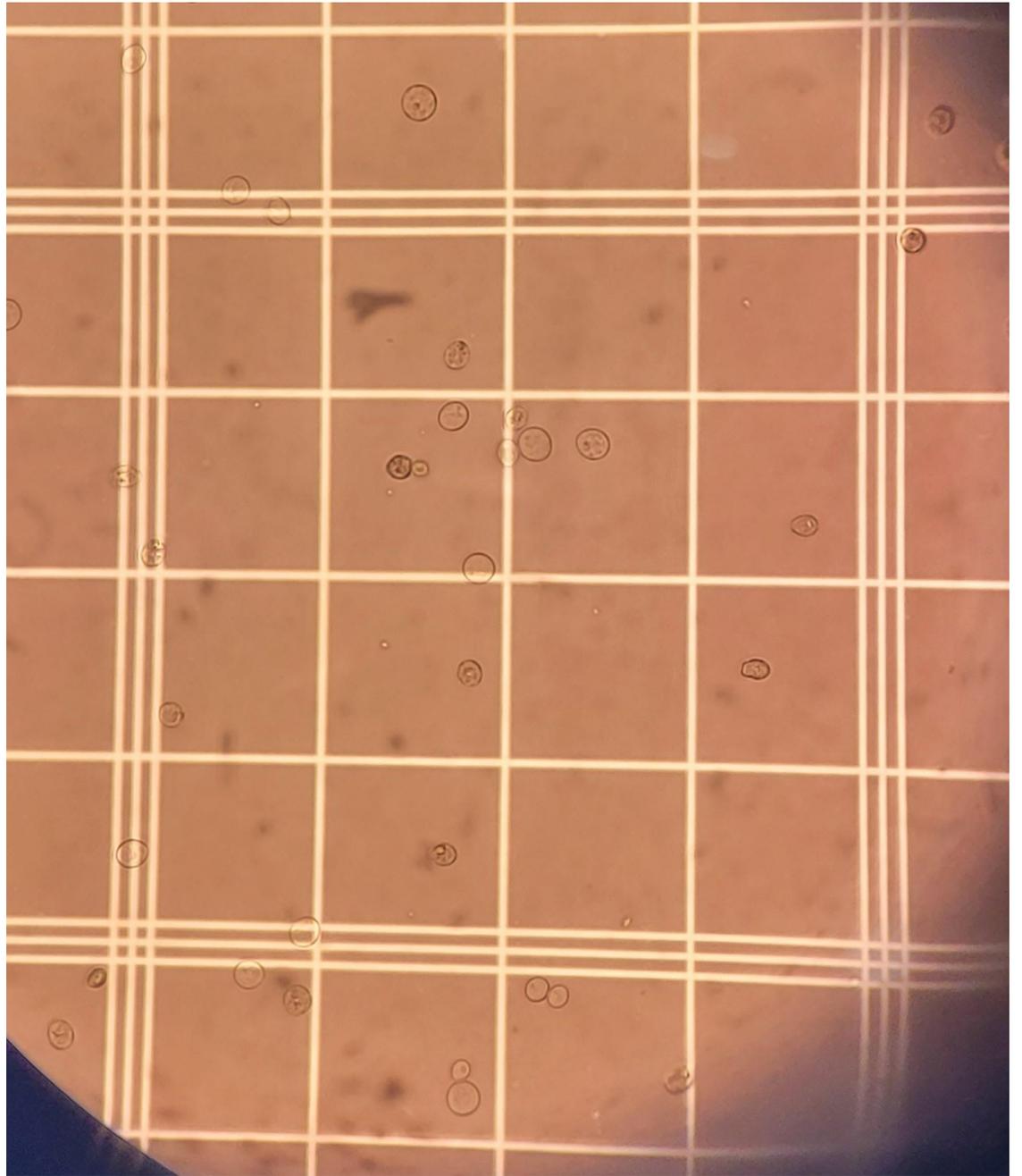
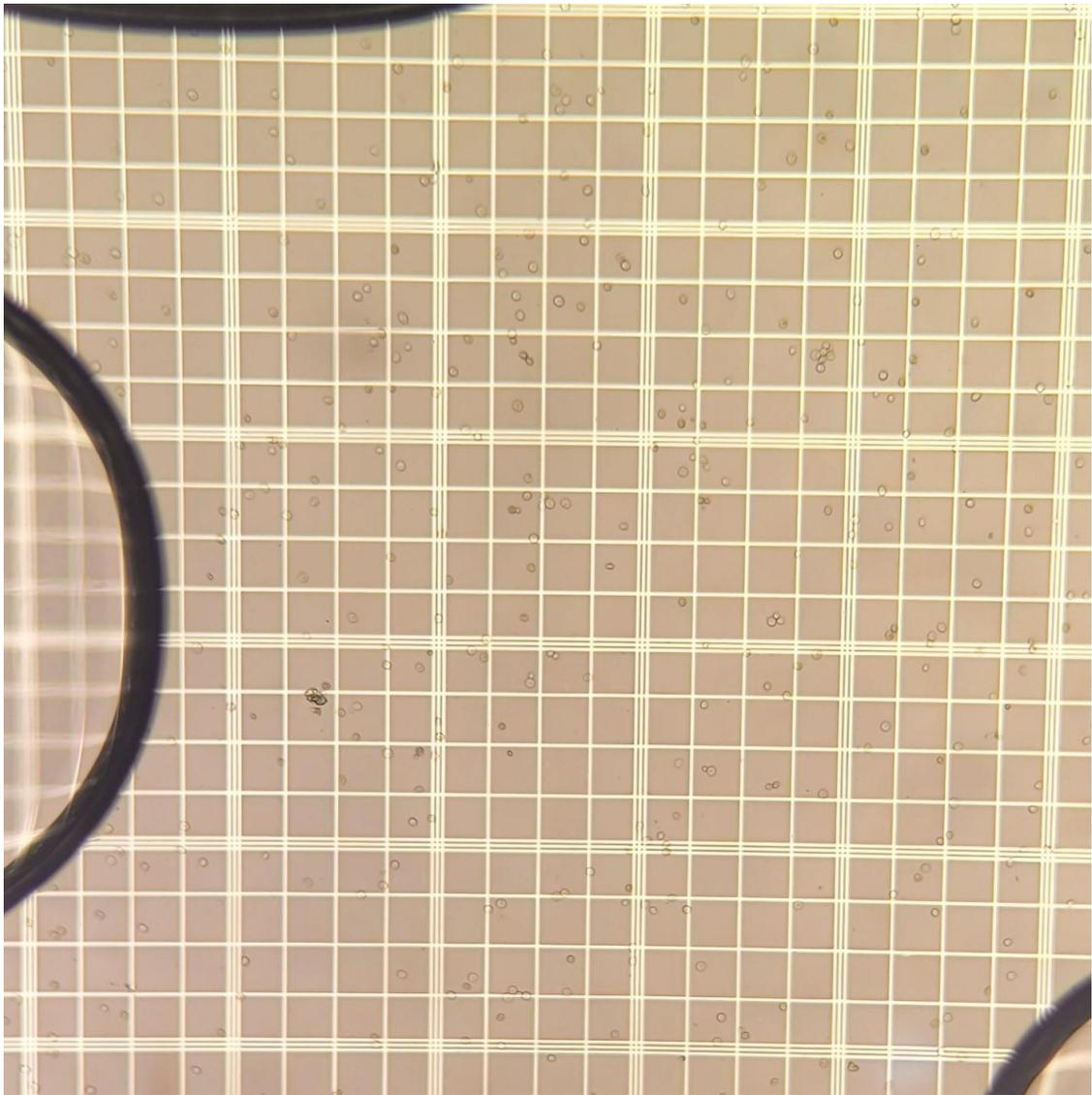
Fermentación y maduración - Inoculación

- Ale: $0,75 \times 10^7$ células / mL / °P
- Lager $1,25 \times 10^7$ células / mL / °P

Tipo	Ventajas	Desventajas
Seca	Conservación, logística, duración.	Poca variedad de cepas, fase lag más larga.
Líquida	Fase lag más corta. Más variedad de cepas	Conservación, logística.

Se puede reutilizar, se cosecha de un lote en guarda caliente o maduración para inocular un lote nuevo:

- Recuento en cámara de Neubauer con tinción de azul de metileno (viabilidad).



Fermentación y maduración – Fermentación primaria

Objetivos

- Transformar azúcares en alcohol y dióxido de carbono.
 - Atenuación
 - Perfil de azúcares en el mosto
 - Cepa: metaboliza maltotriosa?, tiene gen STA+ que produce amiloglucosidasa?
- Metabolizar aldehídos que dan sabor a mosto.
- Terminar de redondear el perfil organoléptico deseado:
 - Ésteres: banana, manzana roja, etc.
 - Alcoholes superiores: solvente.
 - Fenoles (gen POF+, eugenol): clavo de olor, dentista
 - Acetaldehído (etanal): manzana verde
 - Diacetilo (butanodiona): manteca

Tabla 1. Ésteres más relevantes en el *flavor* de la cerveza sintetizados por las levaduras

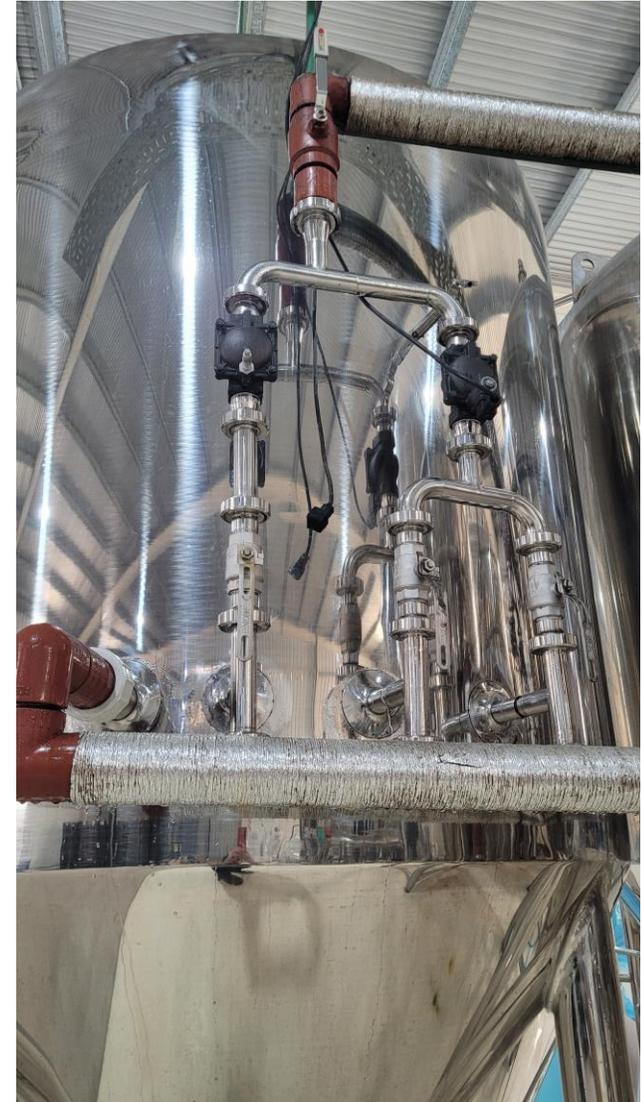
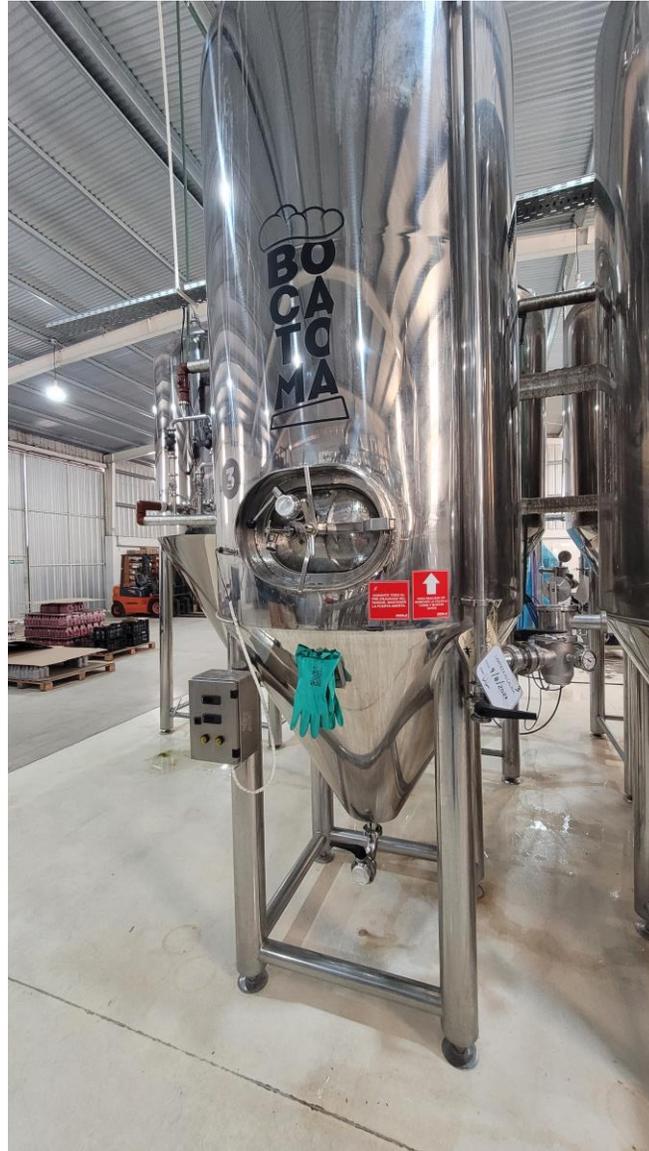
Compuesto	Valores umbrales (mg/l)	Descripción aromática
Etil acetato	30	Solvente, frutado
Isoamil acetato	1,2	Banana
Isobutil acetato	0,5	Frutado
Feniletil acetato	0,3	Rosas, miel
Etil hexanoato	0,21	Manzana, anisado
Etil octanoato	0,9	Manzana, pera, banana, ananá, floral, frutado

Fuente: Engan¹⁴.

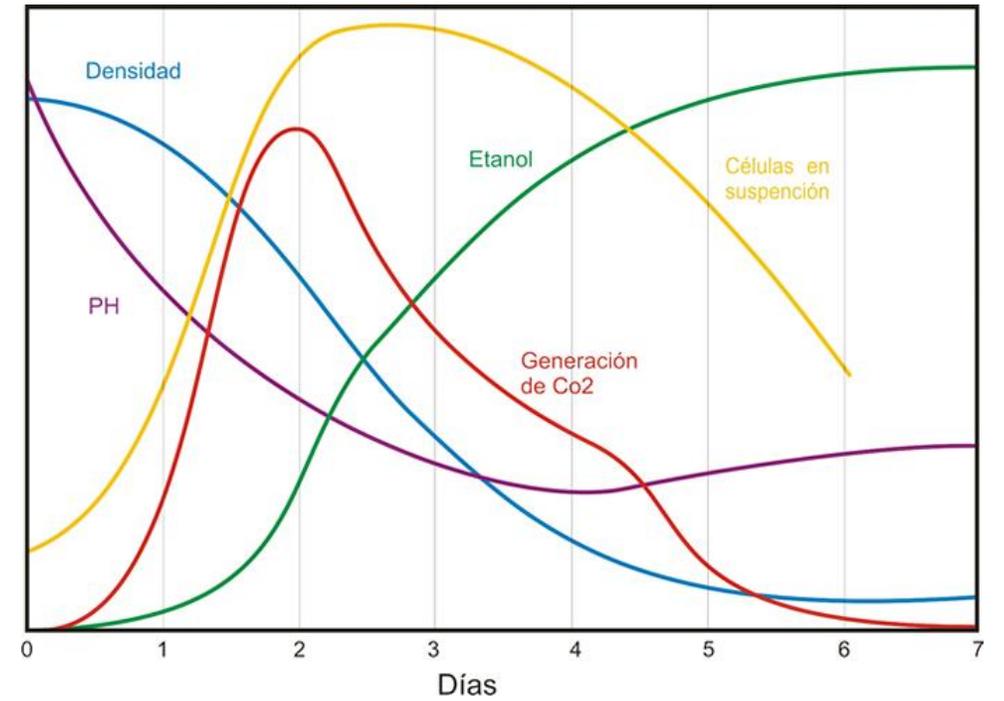
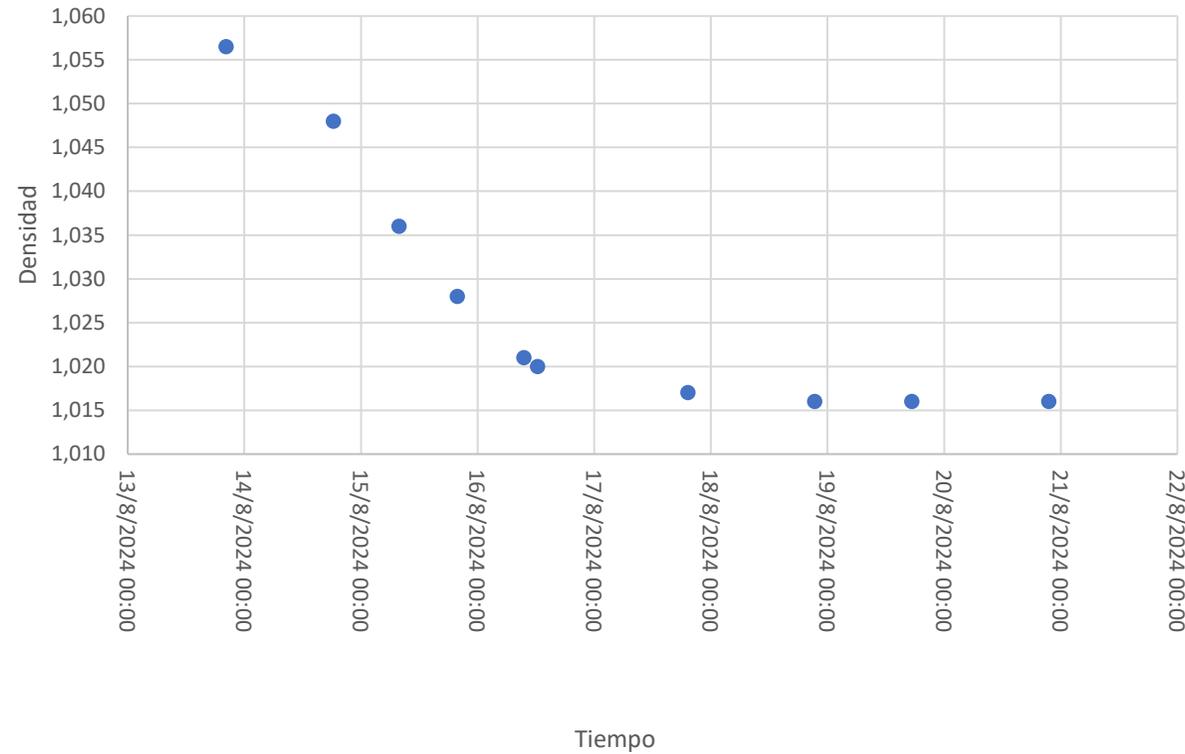
Fermentación y maduración – Fermentación primaria

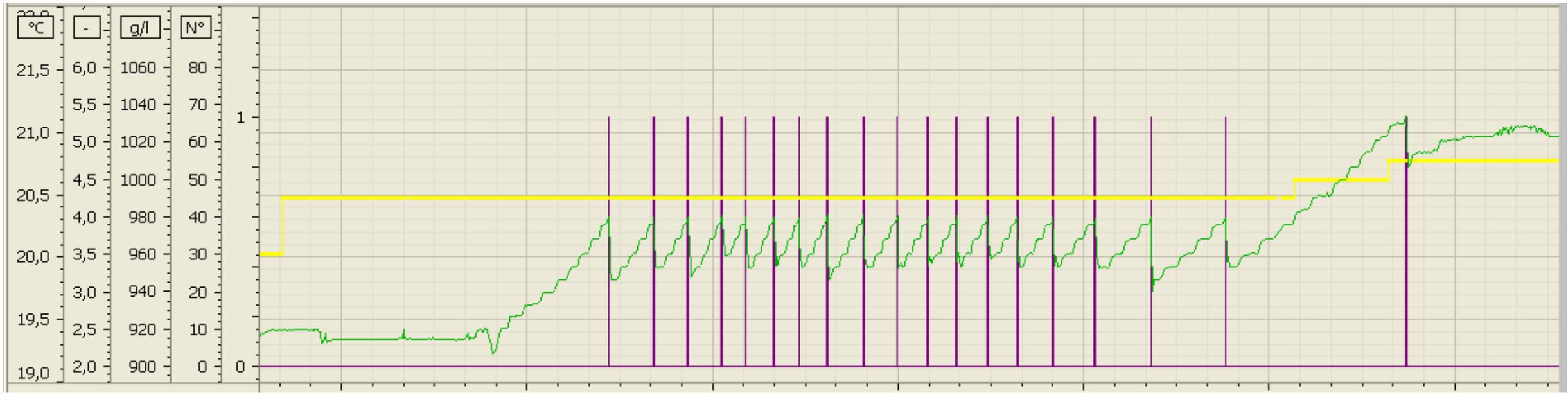
Parámetros:

- T°
- Densidad y pH
- Presión



Curva de Fermentación





Fermentación y maduración - Guarda caliente y maduración en frío

Objetivo de guarda caliente

- Metabolizar diacetilo y acetaldehído.

Objetivo de maduración en frío

- Sedimentación de levadura
- Sedimentación de proteínas y polifenoles
- Sedimentación de lúpulo (en caso de dry hopping)
- Redondeo de sabor.

Objetivo de filtrado

- Acelerar proceso
- Lograr menor turbidez final

Envasado

- Contrapresión: evitar que se genere espuma. Existen enlatadoras que no son a contrapresión: llenan de abajo hacia arriba.
- Evitar incorporación de oxígeno. 50/60 ppb

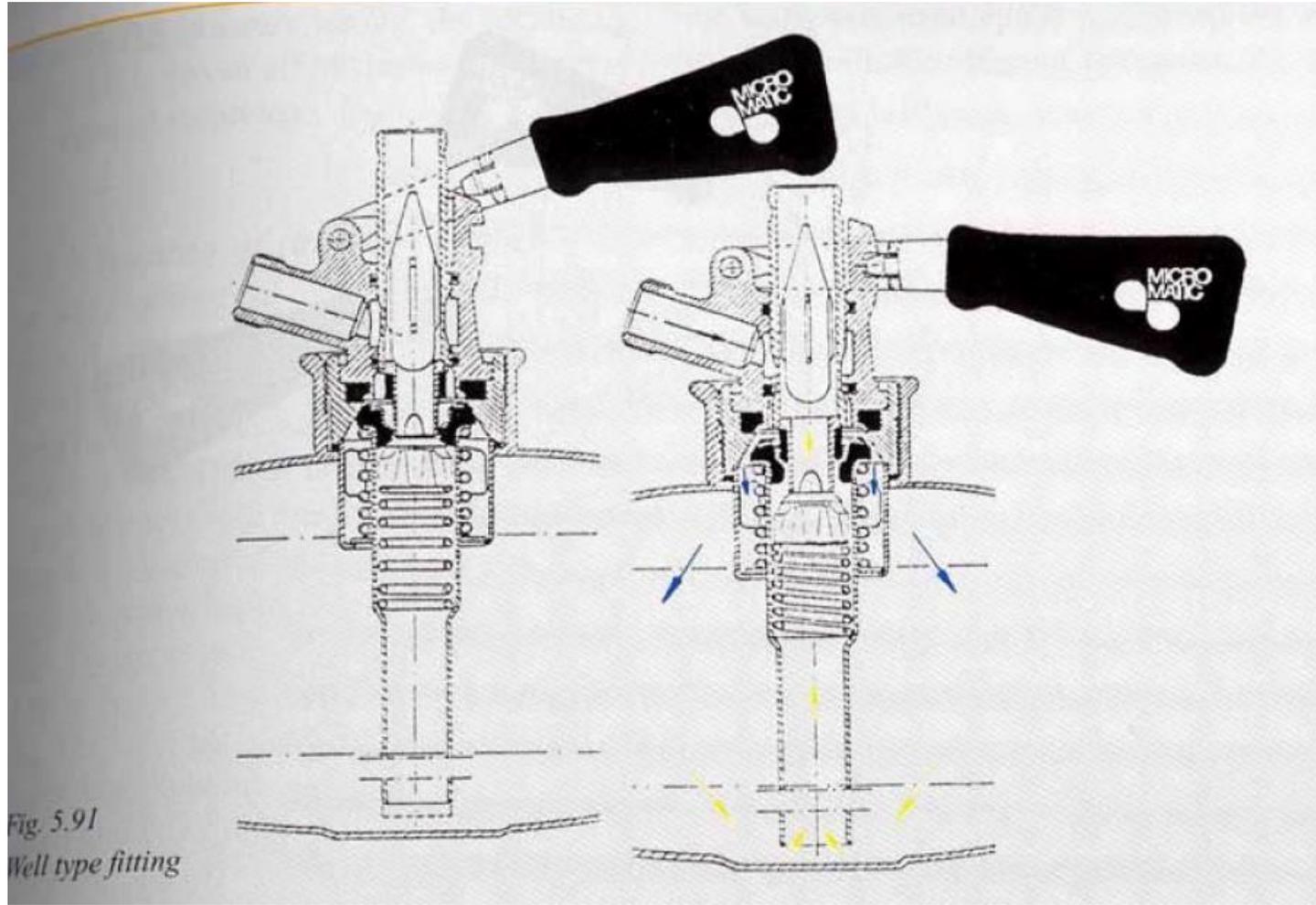


Fig. 5.91
Well type fitting

Pasteurización

Parámetros:

- UP: unidades de pasteurización (60°/15min)
- D: Tiempo de reducción decimal: $f(T^\circ; \text{características de la cerveza; } z)$
- z: coeficiente de resistencia térmica