

Guía de Buenas Prácticas Bromatológicas Aplicadas a la Industria Cervecera Artesanal



2022

AMAU
ASOCIACIÓN DE MICROCEVECERÍAS
ARTESANALES DEL URUGUAY

ANDE Agencia
Nacional de
Desarrollo



CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CERVECERA
FACULTAD DE QUÍMICA



Área
Enología y
Biotecnología
de Fermentaciones

FO
FACULTAD DE
QUÍMICA


UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Guía de Buenas Prácticas Bromatológicas Aplicadas a la Industria Cervecera Artesanal
1.ª edición
Libro digital, PDF

Elaborada por el Laboratorio de Ciencia y Tecnología Cervecera del Área de Enología y Biotecnología de las Fermentaciones, Facultad de Química, Uruguay /
Karina Medina, Cecilia Schinca y Noela González Grucci

Esta guía fue elaborada para la Asociación de Microcervecerías Artesanales de Uruguay (AMAU), en el marco del llamado Bienes públicos sectoriales para la competitividad - Modalidad Reactivación de la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE)

Índice

1	3
Plan de control de procesos y puntos críticos de control	3
2	13
Limpieza, desinfección y seguridad.....	13
2.1. Limpieza.....	15
2.1.1 Métodos de limpieza	15
2.1.2. Agentes para la limpieza de equipos	15
2.2. Desinfección.....	16
2.2.1. Agentes para la desinfección	16
2.3. Seguridad	17
2.4. Procedimiento para la limpieza de fermentadores	19
3	24
Controles de proceso	24
3.1 Controles microbiológicos	25
3.1.1. Observación con el microscopio óptico	25
3.1.2 Microorganismos contaminantes	29
3.1.3 Recuento de levaduras y viabilidad	32
3.2 Controles fisicoquímicos.....	35
3.3 Controles sensoriales.....	35
3.3.1. Aromas y sabores indeseados más frecuentes	35
3.3.2. Prueba de diacetilo forzado	38
4	39
Conservación de insumos y cerveza terminada	39
4.1 Conservación de la materia prima.....	40
4.2 Conservación de otros insumos.....	40
4.3 Conservación del producto terminado	41
5	42
Registro bromatológico en Montevideo.....	42
5.1. Habilitación de planta	43
5.1.1. Documentación requerida para iniciar la habilitación	43
5.1.2. Disposiciones generales para fábricas de cerveza	45
5.2. Registro de productos.....	45
5.2.1. Definiciones respecto al contenido	45
5.2.2. Clasificación de cervezas	46
5.2.3. Designación comercial (Denominación de venta)	48
5.2.4. Disposiciones generales para productos de cervecería	49
6. Referencias.....	53

1

Plan de control de procesos y puntos críticos de control

Durante la elaboración de cualquier alimento o bebida, es fundamental realizar un control de los posibles peligros para reducir los riesgos de enfermedades de origen alimentario en los consumidores.

Se considera que en la cerveza no se desarrollan microorganismos patógenos debido a su contenido alcohólico, pH bajo, propiedades antisépticas del lúpulo, ausencia de oxígeno y presencia de dióxido de carbono. Sin embargo, durante la producción de cerveza, pueden surgir muchas situaciones que afecten su inocuidad en cualquier punto del proceso de elaboración, desde la recepción de la materia prima hasta la distribución, como por ejemplo, la aparición de cuerpos extraños o sustancias químicas que se incorporen accidentalmente en el proceso de producción. Asimismo, la contaminación por levaduras salvajes, que en principio es inocua para la salud, puede dar lugar a una carbonatación excesiva y a la posterior explosión de la botella.



A continuación se detalla el proceso de elaboración general de una cervecería. Se debe tener en cuenta que puede variar según la fábrica y el tipo de cerveza que se produzca.

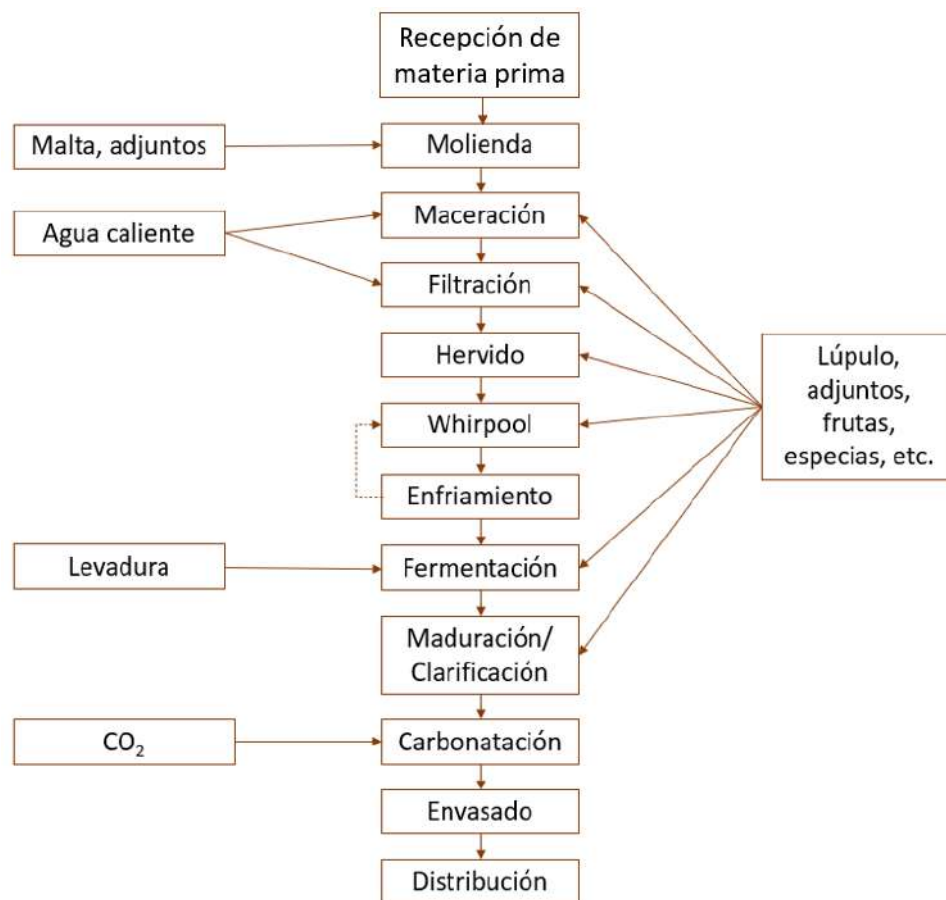


Figura 1. Flujograma general de una fábrica de elaboración de cerveza artesanal

Para el análisis de los posibles peligros durante el proceso de elaboración de la microcervecería, se aplica el Análisis de los Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés). Un punto crítico de control es cualquier punto o procedimiento en el proceso de un alimento en donde la pérdida de control puede tener como consecuencia un riesgo inaceptable para la salud. Para definir los puntos críticos de control, se toman en cuenta tres tipos de contaminantes: microbiológicos, químicos y físicos.

Peligros microbiológicos

Pueden provenir del agua, las materias primas, las superficies de trabajo, los utensilios, los equipos, el ambiente y los trabajadores, y pueden proliferar debido a malas condiciones de almacenamiento. Dado que la cocción permite eliminar cualquier riesgo microbiológico presente en los microorganismos incorporados hasta el momento, el riesgo microbiológico se concentra en las fases posteriores. Luego de la cocción, no existe ningún mecanismo que permita eliminar una posible contaminación bacteriana.

Peligros químicos

- Sustancias contaminantes, como pesticidas, micotoxinas y metales pesados que provienen de las materias primas. Algunos hongos que crecen durante el almacenamiento de la cebada pueden producir aflatoxinas, que son

hepatocarcinógenas en animales y están asociadas al cáncer de hígado en las personas. Por lo tanto, el proveedor debe controlar su presencia en la malta.

- Contaminantes químicos de origen industrial, como lubricantes o líquidos refrigerantes procedentes de los equipamientos y sistemas de refrigeración.
- Restos de productos de limpieza y desinfección en equipos y envases.

Peligros físicos

- Cuerpos extraños provenientes de las materias primas, como cristales, pequeñas piezas metálicas y pequeñas piedras.
- Trozos de vidrio que provienen de botellas defectuosas o generadas por la rotura durante el proceso de envasado.
- Pequeños objetos o restos procedentes de los equipos, como tornillos y otras piezas metálicas, o de los mismos trabajadores, como colgantes o pendientes.
- En las botellas o latas, la explosión debido al exceso de gas.

Para el adecuado desarrollo e implementación del sistema HACCP en la industria cervecera deben existir ciertos **prerrequisitos** y sistemas previos en el proceso de producción. Dichos requisitos y sistemas comprenden actividades diarias que favorecen la reducción o eliminación de peligros alimentarios, como la reducción del número de puntos críticos de control. Por ejemplo, estos podrían ser el plan de limpieza y de mantenimiento de los equipos, la higiene de los operarios de la fábrica y los programas de control de plagas.

A modo orientativo, a continuación se describen de manera general los prerrequisitos, procedimientos de control y medidas preventivas y correctivas para cada etapa del proceso. No obstante, cada cervecería deberá evaluar estos aspectos y definir los puntos críticos de control de acuerdo con su situación particular.

Recepción de las materias primas, aditivos, coadyuvantes y materiales en contacto con el producto

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Presencia de microorganismos u hongos	Elaborar y aplicar un plan de control de los proveedores	Hacer inspecciones visuales	Devolver las mercancías afectadas
Químico	Presencia de pesticidas, plaguicidas, micotoxinas, metales pesados, etc.		Acordar los requisitos de calidad con el proveedor	
Físico	Restos de elementos sólidos		Disponer de fichas técnicas de los productos y comprobar el cumplimiento de los criterios de aceptación de la compra, el etiquetado, el tipo de transporte y los certificados	

Almacenamiento de materias primas y envases

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Presencia de plagas Proliferación de microorganismos o mohos	Elaborar y aplicar un plan de control de plagas	Realizar un control visual periódico de los elementos y barreras físicas, mecánicas o biológicas Comprobar el estado de limpieza Verificar las fechas de caducidad y comprobar la rotación del stock Controlar la humedad y temperatura de la zona de almacenamiento	Reforzar o cambiar los elementos y las barreras utilizados Reforzar el control de plagas Revisar la rotación del stock Retirar los productos vencidos Revisar el plan de mantenimiento y calibración de los equipos
Químico	Contaminación por almacenamiento de productos químicos peligrosos en las proximidades	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección. Actuar de acuerdo con las buenas prácticas de manipulación e higiene	Comprobar visualmente la separación física entre los productos de limpieza y desinfección y las materias primas. Los productos químicos deben almacenarse en áreas cerradas y señalizadas	Devolver los productos de limpieza y desinfección al lugar asignado

Calidad del agua

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Presencia de microorganismos patógenos debido a: - Baja concentración de cloro residual libre - Contaminación durante el tratamiento (p. ej., ósmosis)	Elaborar y aplicar un plan de control del agua y un plan de mantenimiento	Comprobar el cloro residual libre en el agua. Debe encontrarse entre 0,2 mg/L y 1 mg/L Controlar la ausencia de coliformes totales Limpiar y hacer mantenimiento a los filtros y hacer análisis microbiológicos anuales	No usar el agua hasta que se alcancen niveles de cloro residual libre adecuados Cambiar los filtros

Molienda de la malta y descarga al macerador

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas de correctivas
Físico	Generación y presencia de polvo en la zona de producción	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección Actuar de acuerdo con las buenas prácticas de manipulación e higiene	Comprobar visualmente el estado de limpieza del molino Separar la zona de molienda de la zona de producción	Revisar el procedimiento de limpieza del molino
Físico	Presencia de restos de pequeñas piezas del molino y la tolva de descarga	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y mantenimiento	Comprobar visualmente el estado de mantenimiento del molino y la tolva	Hacer una inspección, mantenimiento y limpieza del molino Filtrar la cerveza
Químico	Contaminación con aceite del motor del molino o la tolva de descarga	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y mantenimiento	Comprobar visualmente el estado de mantenimiento y limpieza del molino y la tolva Usar aceite de grado alimentario Colocar bandejas de recolección de aceite debajo de las cajas de cambio de los motores	Reforzar o cambiar los elementos y las barreras utilizados Modificar el plan de limpieza y mantenimiento Retirar el producto contaminado

Maceración y filtración

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Proliferación de flora patógena o alterante por falta de higiene o contaminación cruzada	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección Actuar de acuerdo con las buenas prácticas de manipulación e higiene	Comprobar visualmente el estado de limpieza del tanque de maceración y filtración Realizar controles microbiológicos periódicos de las superficies	Modificar el procedimiento de limpieza y desinfección para mejorar su eficacia Aumentar la frecuencia de los controles microbiológicos
Químico	Contaminación química a través del vapor	Elaborar y aplicar un plan de limpieza de la caldera Elaborar y aplicar un plan de inspección y mantenimiento de la caldera, las tuberías de vapor y las camisas, serpentines o intercambiadores	Comprobar el estado de mantenimiento y limpieza de la caldera Inspeccionar las tuberías y camisas, serpentines o intercambiadores de vapor para detectar fugas Usar tratamientos de caldera autorizados para industrias de alimentación	Modificar el procedimiento de limpieza de la caldera Aumentar la frecuencia de las inspecciones de mantenimiento

Cocción

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Supervivencia de la flora patógena o alterante		Controlar que se llegue a ebullición durante un tiempo suficiente (mayor a 30 minutos)	Alargar la ebullición hasta los valores de referencia
Químico	Contaminación química a través del vapor	Elaborar y aplicar un plan de limpieza de la caldera Elaborar y aplicar un plan de inspección y mantenimiento de la caldera, tuberías de vapor y camisas, serpentines o intercambiadores	Comprobar el estado de mantenimiento y limpieza de la caldera Inspeccionar las tuberías y camisas, serpentines o intercambiadores de vapor para detectar fugas	Modificar el procedimiento de limpieza de la caldera Aumentar la frecuencia de las inspecciones de mantenimiento Usar tratamientos de caldera autorizados para industrias de alimentación

Enfriamiento del mosto

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Incorporación de flora patógena o alterante por falta de higiene	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Comprobar visualmente el estado de limpieza del fermentador Realizar controles microbiológicos periódicos a la salida del enfriador y en las superficies internas del fermentador	Establecer un procedimiento de limpieza y desinfección más eficiente Aumentar la frecuencia de los controles microbiológicos
Químico	Presencia de líquido refrigerante por mal estado de las placas del intercambiador	Elaborar y aplicar un plan de mantenimiento	Hacer inspecciones y mantenimiento regulares del sistema de enfriamiento Controlar la presión del intercambiador de calor (la presión del producto debe ser mayor que la del refrigerante)	Aumentar la frecuencia de las inspecciones de mantenimiento Retirar el producto contaminado

Almacenamiento de bagazo

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Incorporación y proliferación microbiana y presencia de plagas	Elaborar y aplicar un plan de control de plagas y un plan de limpieza y desinfección	Controlar el vaciado y la recolección regular de los contenedores de bagazo Limpiar periódicamente los contenedores Usar contenedores cerrados herméticamente	Aumentar la frecuencia de recolección

Fermentación, clarificación y maduración

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Incorporación de flora patógena o alterante por falta de higiene en el fermentador o contaminación cruzada al hacer agregados de lúpulo u otros productos	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Comprobar visualmente el estado de limpieza del fermentador Hacer un control microbiológico de las superficies internas del fermentador	Establecer un procedimiento de limpieza y desinfección más eficiente Aumentar la frecuencia del control microbiológico
Biológico	Explosión de la botella por presencia de levaduras salvajes	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Hacer un control microbiológico periódico de las superficies y los productos	Establecer un procedimiento de limpieza y desinfección más eficiente
Químico	Contaminación con líquido refrigerante	Elaborar y aplicar un plan de mantenimiento	Hacer inspecciones y mantenimiento regulares de las paredes de los tanques y/o serpentines Realizar un control regular de la presión del sistema	Aumentar la frecuencia de las inspecciones de mantenimiento

Trasiego de cerveza mediante mangueras de llenado

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Biológico	Incorporación de flora patógena o alterante por falta de higiene	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Comprobar visualmente el estado de limpieza de las mangueras	Establecer un procedimiento de limpieza y desinfección más eficiente
Químico	Contaminación física por cuerpos extraños	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Inspeccionar y limpiar las mangueras previo a su uso Guardar todas las piezas desmontables alejadas del suelo Tapar las mangueras Usar un filtro <i>trap</i> previo al llenado	Filtración

Limpeza y CIP (*Clean in Place*)

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Químico	Presencia de restos de productos de limpieza y desinfección debido a un enjuague deficiente	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Comprobar pH del agua de enjuague para asegurar que no contenga restos de los productos químicos utilizados Controlar que la concentración de las soluciones de limpieza sea adecuada	Aumentar los volúmenes de enjuague y evaluar si modificar el proceso de limpieza y desinfección

Envasado de barriles

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Físico	Contaminación física por cuerpos extraños procedentes del cabezal	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Lavar la parte externa de los barriles	
Biológico	Incorporación de flora patógena o alterante debido a una limpieza defectuosa de los barriles	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección Elaborar y aplicar un plan de inspección y mantenimiento del sistema de limpieza de barriles	Lavar la parte interna de los barriles Hacer un control microbiológico periódico de la cerveza embarrilada	Establecer un procedimiento de limpieza y desinfección más eficiente Aumentar la frecuencia del control microbiológico Hacer una inspección y tareas de mantenimiento del sistema de limpieza de barriles
Químico	Presencia de restos de productos de limpieza y desinfección debido a un enjuague deficiente	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Comprobar el pH de las primeras cervezas envasadas	Enjuagar nuevamente, comprobar el pH del agua y evaluar la modificación del plan de limpieza y desinfección

Envasado de botellas o latas

Tipo de peligro	Descripción del peligro	Prerrequisitos	Procedimiento de control y medidas preventivas	Medidas correctivas
Químico	Presencia de restos de productos de limpieza y desinfección en los envases debido a un enjuague deficiente	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Comprobar el pH de las primeras cervezas envasadas	Enjuagar nuevamente, comprobar el pH del agua y evaluar la modificación del plan de limpieza y desinfección
Físico	Restos metálicos, de vidrio u otros sólidos que provienen de los envases	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y desinfección	Comprobar visualmente los envases (si el envasado es manual) o asegurar un buen enjuague (si es automatizado) antes del envasado Proteger la zona de cuerpos extraños que puedan caer dentro del envase, p. ej., las luminarias	Retirar el envase afectado y comprobar el resto Revisar las condiciones de almacenamiento y recepción
Físico	Contaminación física por cuerpos extraños procedentes del gas durante las purgas	Elaborar y aplicar un plan de mantenimiento	Usar un filtro de gas en línea con tamaño de poro de 0,2 micras	Reemplazar el filtro
Físico	Contaminación física por la caída del tubo de llenado	Elaborar y aplicar un plan de mantenimiento	Usar sistemas de seguridad en los tubos de llenado Inspeccionar visualmente el estado de la llenadora	Aumentar la frecuencia de las inspecciones y el mantenimiento de la llenadora
Físico	Contaminación física por cuerpos extraños durante la transferencia de la llenadora a la tapadora de botellas o cerradora de latas	Elaborar y aplicar un plan de mantenimiento	Inspeccionar regularmente la zona para evaluar el riesgo de caída de objetos Cubrir el transporte entre la llenadora y la tapadora o cerradora	Cubrir el transporte entre la llenadora y la tapadora o cerradora
Químico	Contaminación química por grasa de la cerradora o tapadora	Elaborar y aplicar un plan de limpieza y mantenimiento	Comprobar visualmente el estado de mantenimiento y limpieza Usar grasas de grado alimentario	Reforzar o cambiar los elementos y barreras utilizados Modificar el plan de limpieza y mantenimiento

2

Limpieza, desinfección y seguridad

En toda cervecería, al trabajar con un producto alimenticio es fundamental tener un alto nivel de higiene en todos los sectores. Esto incluye, además de los equipos en contacto directo con la cerveza, los pisos, las paredes, los equipos, el instrumental de medición, los implementos, las botellas, los barriles, las mangueras y las bombas, entre otras superficies. El buen diseño del lugar, el orden general y el correcto uso de los procedimientos establecidos ayudará a lograrlo.

Algunas definiciones

Limpieza: precede a la desinfección. Remueve, ya sea por medios mecánicos, físicos o químicos, residuos orgánicos e inorgánicos y algunos microorganismos.

Desinfección: reduce la población de microorganismos viables a niveles aceptables luego de la limpieza. No asegura la eliminación total de los mismos. Los procesos de desinfección no eliminan endosporas. Es importante evaluar las sustancias a utilizar en cada zona o equipo de la cervecería ya que algunas sustancias desinfectantes son adecuadas para estar en contacto con alimentos y otras no.

Esterilización: proceso mediante el cual se alcanza la muerte de todas las formas microbianas (bacterias, hongos y sus formas esporuladas, virus).



Es fundamental contar con un manual detallado en la cervecería que establezca un procedimiento sistemático para la limpieza y desinfección. Debe detallarse:

- **Qué:** zona del local, superficie, equipo o implemento (incluidos los de limpieza). Al momento de sistematizar y escribir los procedimientos es importante comenzar con los lugares y equipos más críticos del proceso.
- **Quién:** persona o responsable de la tarea
- **Método:** limpieza automática o manual, los implementos que se utilizan, etapas a seguir, tiempo y temperatura de los tratamientos, productos a utilizar incluyendo sus concentraciones y medidas de seguridad a tener en cuenta (importante: se deben guardar las fichas técnicas y de seguridad).
- **Frecuencia de aplicación:** cuántas veces y en qué momento de la jornada o producción.
- **Controles:** para comprobar el resultado. Se debe especificar la actividad y la frecuencia. Por ejemplo, diariamente inspección visual y medición pH en el agua de enjuague para comprobar presencia de detergentes u otros productos; bianualmente análisis microbiológicos para comprobar el proceso de desinfección.
- **Registros:** Todos los procedimientos de los diferentes métodos, productos y tiempos de limpieza y desinfección utilizados para cada zona deben estar por escrito. También hay que registrar quién, cuándo y en qué zona o equipo se llevaron a cabo esos procesos, así como registrar los resultados de los controles realizados.

Se recomienda capacitar a todo el personal de la cervecería en los procedimientos establecidos, así como en sus controles y registros.

Métodos de control microbiológico

En la siguiente sección se mencionan los métodos utilizados comúnmente en las cervecerías

- **Hervido (calor húmedo):** mata casi todos los virus, bacterias y hongos en aproximadamente 10 minutos. Algunas esporas pueden resistir y demorar más tiempo en ser eliminadas. Por esto, el hervor no se considera en si un método de esterilización, aunque es eficiente para desinfectar.
- **Filtros:** son membranas porosas, cuyos poros son lo suficientemente pequeños (0,45 o 0,2 micras) como para evitar el pasaje de microorganismos, pero sí permitir el pasaje de líquido o gas. Se utiliza para sustancias que se alteran con el calor.
- **Agentes antimicrobianos (químico):** químico natural o sintético que mata o inhibe el crecimiento de microorganismos. Pueden:
 - Matar microorganismos: sufijo "-cida" (bactericida, fungicida o esporicida si elimina esporas). Por ejemplo, el ácido peracético.
 - Inhibir su crecimiento: prefijo "-stático" (bacteriostático, fungistático).
 - Además de matar, destruir microorganismos: sufijo "-lítico" (bacteriolítico, fungilítico). Por ejemplo, el alcohol y los detergentes.

2.1. Limpieza

Implica varias etapas, que incluyen un pre-enjuague para eliminar residuos grandes de las superficies, un tratamiento con uno o más agentes limpiadores y un posterior enjuague.

Los productos a utilizar dependerán del objetivo buscado y de la superficie a limpiar. En el caso de los equipos para producción, es importante que sean productos compatibles para limpiar superficies en contacto con alimentos. Por todo esto es fundamental leer los prospectos y consultar con los proveedores para seleccionar el producto adecuado y su dosis de aplicación. La eficiencia de la acción de estos productos va a depender de diferentes factores:

- **Químicos:** tipo y concentración del agente de limpieza.
- **Tiempo:** cuanto mayor sea el tiempo de contacto, mayor será el éxito de la limpieza.
- **Mecánico:** una mayor presión, caudal y velocidad de flujo se relacionan con una mayor efectividad de la limpieza.
- **Temperatura:** en algunos casos se requiere elevar la temperatura (limpiadores de base alcalina), en otros casos es suficiente la temperatura ambiente (limpiadores de base ácida).
- **Material de la superficie a desinfectar:** se recomiendan equipos perfectamente lisos, ya que los materiales porosos dificultan la acción de los limpiadores.

Es fundamental además revisar si el producto requiere enjuague posterior a su utilización, así como implementar procedimientos de verificación de su correcta aplicación. Cualquier residuo que permanezca puede producir defectos en el producto.

2.1.1 Métodos de limpieza

Sistema CIP (*Clean In Place*)

Es un sistema muy utilizado en las cervecerías. Implica la limpieza en un circuito cerrado con recirculación, sin dismantelar el equipo y con poca intervención del operador. Se utilizan condiciones de mayor turbulencia y velocidad de flujo. La utilización de este sistema minimiza tiempos, recursos y riesgos.

Sistema COP (*Clean Out of Place*)

Se refiere a la mayoría de las aplicaciones de limpieza manual, donde los equipos deben desarmarse o separarse para su correcta limpieza. Muchos equipos que suelen limpiarse por sistema CIP requieren periódicamente limpiezas en sistema COP, como por ejemplo algunos intercambiadores de calor.

2.1.2. Agentes para la limpieza de equipos

Se utilizan detergentes, es decir, sustancias que tienen la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo. El tipo de detergente a utilizar dependerá de la suciedad que se busca limpiar, el material del equipo, la superficie o el implemento, el método de limpieza (CIP o COP) y las características del agua a utilizar (en particular su dureza).

Detergentes de base alcalina

Tienen un pH mayor a siete ($\text{pH} > 7$) e incluyen en su composición un agente alcalinizante (por lo general hidróxido de sodio $[\text{NaOH}]$), agentes tensioactivos no iónicos y agentes quelantes. Eliminan suciedad de tipo orgánica, como almidones, hidratos de carbono, proteínas, aceites y grasas. Sin embargo, no podrán eliminar la acumulación ni los depósitos de sales minerales. Su modo de uso y dosis dependen de la fórmula del producto, pero usualmente se utilizan dosis de 1:50 a 1:200).

Hidróxido de sodio (soda cáustica)

En su estado puro es muy peligroso y debe utilizarse con todas las medidas de protección (ventilación, lentes, guantes). Al hidratarse libera calor (reacción exotérmica), por lo que se deben extremar cuidados. Disuelve residuos proteicos y aceites por saponificación con una alta eficacia. Es especialmente útil para la limpieza de biofilms. Si se utiliza con agentes clorados, tensioactivos, y quelantes, aumenta su capacidad para disolver la proteína y la materia orgánica. Puede utilizarse en superficies de acero inoxidable, gomas, la mayoría de los polietilenos y PVC.

Detergentes de base ácida

Estos detergentes son desincrustantes y eliminan los depósitos de sales sobre las superficies (piedra cervecera) al transformar químicamente las sales insolubles a una forma soluble y enjuagable. Por lo general, para cervecerías se utilizan mezclas de ácido fosfórico y ácido nítrico, entre otros componentes activos. La dosificación dependerá del producto y las recomendaciones del fabricante, pero suelen variar entre 0,5 y 2,0 %. Es importante la utilización de protección (guantes y lentes) al utilizarlos (verificar las recomendaciones de seguridad del producto específico).

Detergentes neutros

Los detergentes neutros son los conocidos de uso doméstico. Tienen un buen poder de limpieza en superficies lisas y con moderada suciedad. Suelen incluir en su formulación agentes secuestrantes, emulsionantes, perfumes y colorantes. Son seguros para todos los tipos de materiales. Se pueden encontrar de dos tipos: los espumantes y los no espumantes, estos últimos diseñados para pisos y paredes de la industria alimentaria.

2.2. Desinfección

Se suele utilizar también el término sanitización como sinónimo, que viene del idioma inglés "*sanitization*", pero este término no figura en la real Academia Española. Como se mencionó anteriormente, para una correcta desinfección es necesario limpiar previamente.

2.2.1. Agentes para la desinfección

Alcohol etílico 70 %

Es compatible con cualquier superficie. Las concentraciones efectivas como desinfectante varían entre 60 y 80 %, siendo 70 % la más efectiva. Las concentraciones superiores disminuyen su efectividad, al deshidratar los microorganismos e impedir el ingreso a los mismos. Es importante tener cuidado de no usar alcohol eucaliptado o con otros aromas

ya que pueden interferir con el producto. Es un producto inflamable, por lo que debe mantenerse alejado de fuentes de calor.

Ácido peracético

Tiene un efecto oxidante sobre la membrana celular de bacterias y levaduras. Es un compuesto corrosivo sobre metales, a excepción del acero inoxidable. Libera vapores, por lo que deben utilizarse guantes y lentes para su manipulación, así como mantener los ambientes ventilados. Este compuesto suele utilizarse en concentraciones entre 0,01 % (100 ppm) a 0,5 % (5000 ppm), debiendo como en todos los casos seguir las recomendaciones del proveedor. A mayor concentración, se requiere menos tiempo de contacto, pero también es más corrosivo.

Peróxido de hidrógeno

Este agente desinfectante neutro tiene un efecto oxidante. En solución acuosa, al entrar en contacto con material orgánico se descompone en agua y oxígeno. Su efectividad es amplia, aunque algunos microorganismos poseen enzimas (catalasa y peroxidasa) que lo neutralizan.

Iodóforos

Son soluciones de yodo a una concentración de 12,5 ppm. En contacto con la superficie, el yodo se libera lentamente. Unos 10 a 15 minutos de contacto son suficientes. Al ser un oxidante más suave que el hipoclorito de sodio o el ácido peracético, puede utilizarse en superficies como cobre y aluminio.

Hipoclorito de sodio

Se usa principalmente para la desinfección del local, pero no es recomendable en equipos que entran en contacto con la cerveza ya que genera residuos que pueden interferir. Tampoco se recomienda su combinación con soluciones detergentes puesto que pueden inactivarlos. Suele utilizarse a una concentración de 500 a 2500 ppm.

2.3. Seguridad

Otro aspecto importante en una cervecería es la seguridad. Para alcanzarla se utilizan básicamente dos mecanismos: la prevención, es decir, las acciones que eliminan o disminuyen la probabilidad de un accidente, y la protección, que refiere a los elementos que son utilizados para minimizar el daño al ocurrir un accidente.

En líneas generales, para mantener la seguridad de la planta es importante la correcta planificación del trabajo y la organización del espacio, así como el correcto orden de los equipos e insumos y la capacitación del personal de trabajo.

A continuación, se mencionan aspectos importantes de seguridad que se deben tener en cuenta:

Equipos de protección personal

- Es importante utilizar vestimenta adecuada como zapatos cerrados (o botas preferentemente) y pantalones largos.
- Lentes de seguridad: al manipular líquidos calientes y productos químicos que así lo requieran.

- Guantes: en caso de que el material a manipular o la sustancia química lo indique. También se sugiere uso de guantes de látex o nitrilo (si se tiene alergia al látex) para la manipulación de desinfectantes.
- Máscara: pueden ser descartables o no descartables y las hay para polvo o vapores químicos.

Pictogramas más utilizados



Figura 2. Pictogramas de equipos de protección personal

Sustancias químicas

- Conservarlas en sus recipientes originales y con las etiquetas. En caso de trasvasar, usar un recipiente apropiado y etiquetar especificando el nombre de la sustancia, la concentración, el vencimiento, el lote y los cuidados básicos.
- Leer la hoja de seguridad que acompaña al producto. Guardar las hojas de seguridad en un lugar accesible. Prestar especial atención a las sustancias inflamables. Incluir en los procedimientos su forma de manipulación, las medidas de seguridad apropiadas para el personal, el almacenamiento del producto y su descarte.
- No almacenarlas en el piso, ni en lugares donde puedan caerse o derramarse fácilmente. Mantenerlas alejadas de las fuentes de calor.

Equipos de trabajo

- Mantener los equipos en sus lugares asignados, que deben ser firmes, y mantenerse limpios y secos.
- Utilizar conexiones eléctricas seguras y mantenerlas alejadas de las sustancias químicas.
- En caso de material de vidrio expuesto al calor, utilizar vidrios de borosilicato.
- Realizar una correcta manipulación de los quemadores. Mantener una ventilación adecuada durante el hervido y el calentamiento de agua.

Materiales

Los materiales a utilizar en los equipos de la fábrica pueden afectar el producto final, ya sea por efectos sobre la salud (toxicidad) o su forma de limpieza y desinfección que pueda facilitar la permanencia de microorganismos. La toxicidad se define como la capacidad inherente de una sustancia química de producir efectos adversos en los organismos vivos.

- **Aluminio:** se sugiere no mantener los alimentos mucho tiempo en contacto con material de aluminio, no utilizar sustancias ácidas y realizar la limpieza sin rayarlo (las rayas son espacios en donde los microorganismos pueden permanecer, dificultando el acceso de limpiadores y desinfectantes).
- **Cobre:** el cobre se ve afectado por ácidos y oxidantes, por eso es importante no utilizar ácido nítrico ni peracético, ni desinfectantes que sean agentes oxidantes como el hipoclorito o peróxidos. Sin embargo, es un material que puede utilizarse en la producción, tanto en calentadores como fermentadores.
- **Acero inoxidable:** es el material más utilizado y recomendado. Es una aleación de hierro, cromo, níquel y/o molibdeno. Hay distintas calidades que varían en su composición y resistencia a la corrosión.
- **Plásticos:** lo más comunes son el PET o el PVC. Es importante, en caso estén directamente en contacto con el producto, que sean de grado alimentario. Suelen rayarse fácilmente. En el caso de las mangueras, se sugiere su remplazo si se encuentran muy rayadas.

2.4. Procedimiento para la limpieza de fermentadores

A continuación se ofrece un ejemplo de procedimiento de limpieza de tanques fermentadores. Este procedimiento es orientativo y debe modificarse de conformidad con los equipos y las posibilidades de cada cervecería.

En las siguientes imágenes se detallan las partes de los fermentadores que se mencionan a lo largo del procedimiento para mayor claridad. El tanque de la primera imagen tiene un brazo de CIP separado del brazo de venteo (también conocido como *blow off*), mientras que el de la segunda imagen combina ambos brazos en uno solo. El procedimiento detallado considera un tanque con brazo de venteo y CIP separados.



Figura 3. Fermentador con brazo de CIP y venteo separados. Recuperado y adaptado de www.kegland.com.au

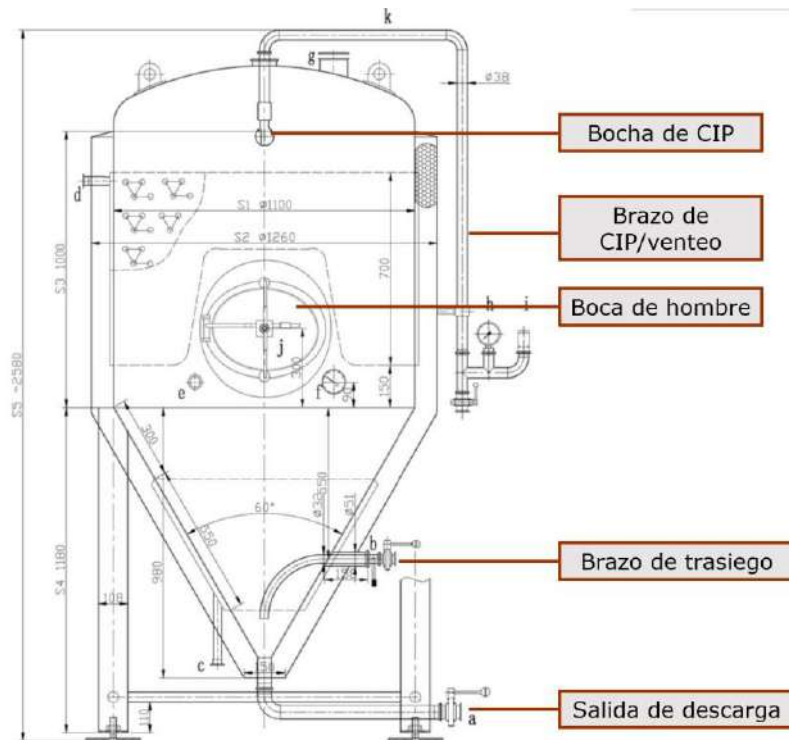


Figura 4. Fermentador con brazo de CIP y venteo combinados. Recuperado y adaptado de www.premierstainless.com

Seguridad y equipamiento

- 1) Use todos los equipos de seguridad correspondientes.
 - Zapatos con puntera de acero resistentes a los productos químicos
 - Lentes de seguridad
 - Guantes resistentes al calor o a los productos químicos cuando sea necesario
- 2) Preste atención a las tuberías por las que circula agua caliente.
- 3) Nunca permanezca cerca de un fermentador cuando purgue el CO₂.
- 4) Asegúrese de ser minucioso con la limpieza, la desinfección y la purga de oxígeno para evitar afectar la cerveza terminada.

Preparación

- 1) Vacíe el fermentador mientras esté bajo presión o con el venteo (*blow off*) abierto para evitar que colapse (si el venteo está cerrado o no se aplica presión al fermentador, es posible que se genere vacío dentro del mismo y hay riesgo de implosión).
- 2) Quite todas las piezas, válvulas y juntas y el brazo de trasiego (*racking arm*) del fermentador y colóquelos en un balde.
- 3) Enjuague las piezas sucias con agua, y enjuague y friegue la parte interior de la boca de hombre y de todas las tomas de entrada y salida del fermentador.
- 4) Prepare un tanque o depósito de limpieza, conéctelo a la entrada de la bomba y conecte la salida de la bomba al brazo de CIP del fermentador.
- 5) Asegúrese de que la entrada de refrigerante a la camisa o serpentín del fermentador esté cerrada.

Enjuague del fermentador

- 1) Pase agua caliente lentamente a través del brazo de CIP hasta que el agua salga limpia del fermentador y la temperatura del fermentador esté por encima de 50 °C.
- 2) Llene el tanque de limpieza con una solución de soda cáustica al 2 % y hágala circular por el fermentador a través del brazo de CIP hasta que el líquido que salga del fermentador por la descarga esté limpio. Repita tantas veces como sea necesario hasta que el líquido salga limpio.

Ciclo cáustico

- 1) Llene el tanque de limpieza con una solución de soda cáustica al 2 % y cierre la salida de descarga del fermentador. Use la válvula de purga de la bomba para llenar el balde que tiene las piezas sucias y luego pase la solución del tanque de limpieza al fermentador.
- 2) Cierre la boca de hombre pero déjela un poco floja, deje el brazo de venteo abierto a la atmósfera, vuelva a colocar el brazo de trasiego sin la junta, conecte la salida de descarga del fermentador a la entrada de la bomba y recircule la solución cáustica al 2 % a través del brazo de CIP durante 30 minutos. Limpie cuidadosamente con una esponja y un cepillo las tomas de entrada y salida del fermentador con solución cáustica.
- 3) Después del ciclo, apague la bomba y deje que toda la solución cáustica drene desde el brazo del CIP hacia el fondo del fermentador y luego cierre todas las válvulas.
- 4) Desconecte cuidadosamente la manguera del brazo de CIP, conéctela al brazo de venteo, abra el brazo de CIP para ventilar (tenga cuidado con cualquier producto químico caliente que todavía pueda estar en la tubería y que se pueda salpicar), y recircule a través del brazo de venteo durante 10 minutos.
- 5) Desconecte cuidadosamente la manguera del brazo de venteo, conéctela al brazo de trasiego, abra el brazo de venteo para ventilar (tenga cuidado con cualquier producto químico caliente que todavía pueda estar en la tubería y que se pueda salpicar), y recircule a través del brazo de trasiego durante 10 minutos.
- 6) Cuando el ciclo haya terminado, vacíe la solución química que quede en el fermentador y asegúrese de que el brazo de venteo esté abierto para ventilar el fermentador.
- 7) Vacíe la solución cáustica restante del tanque de limpieza en el desagüe y vierta la solución cáustica del balde que tiene las piezas sucias. Use CO₂ para barrer cualquier producto químico restante en la piedra de carbonatación y enjuague con la manguera.
- 8) Llene el tanque de limpieza con agua caliente, abra la boca de hombre, retire el brazo de trasiego (tenga cuidado ya que aún habrá soda cáustica en la toma del brazo de trasiego), enjuague el brazo de trasiego con la manguera, conecte la manguera al brazo de CIP y pase agua caliente hasta que el final del enjuague tenga pH neutro y el fermentador tenga una temperatura mínima de 60 °C. Desconecte la manguera cuidadosamente del brazo de CIP y conéctela al brazo de venteo. Enjuague el brazo de venteo con agua caliente y compruebe que el pH sea neutro. Enjuague el balde que tiene las piezas con agua caliente hasta que el pH sea neutro. Vacíe el agua caliente que quede en el tanque de limpieza.
- 9) Llene el tanque de limpieza con agua fría y hágala circular por el brazo de CIP hasta que la temperatura en el fermentador sea de 25 °C.

Ciclo ácido

- 1) Llene el tanque de limpieza con una solución ácida al 2 %, cierre la salida de descarga del fermentador, use la válvula de purga de la bomba para llenar el balde con las piezas sucias y luego pase la solución del tanque de limpieza al fermentador.
- 2) Cierre la boca de hombre pero déjela un poco floja, deje el brazo de venteo abierto a la atmósfera, vuelva a colocar el brazo de trasiego sin la junta, conecte la salida de descarga en la parte frontal de la bomba y recircule la solución ácida al 2 % a través del brazo de CIP durante 30 minutos.
- 3) Después del ciclo, apague la bomba y deje que toda la solución ácida drene desde brazo del CIP hacia el fondo del fermentador y luego cierre todas las válvulas.
- 4) Desconecte cuidadosamente la manguera del brazo de CIP, conéctela al brazo de venteo, abra el brazo de CIP para ventilar (tenga cuidado con cualquier producto químico caliente que todavía pueda estar en la tubería y que se pueda salpicar), y recircule a través del brazo de venteo durante 10 minutos.
- 5) Desconecte cuidadosamente la manguera del brazo de venteo, conéctela al brazo de trasiego, abra el brazo de venteo para ventilar (tenga cuidado con cualquier producto químico caliente que todavía pueda estar en la tubería y que se pueda salpicar), y recircule a través del brazo de trasiego durante 10 minutos.
- 6) Cuando el ciclo haya terminado, vacíe la solución química que quede en el fermentador y asegúrese de que el brazo de venteo esté abierto para ventilar el fermentador.
- 7) Vacíe la solución ácida restante del tanque de limpieza en el desagüe y vierta la solución ácida del balde que tiene las piezas sucias. Use CO₂ para barrer cualquier producto químico restante de la piedra de carbonatación y enjuague con la manguera.
- 8) Llene el tanque de limpieza con agua fría, abra la boca de hombre, retire el brazo de trasiego (tenga cuidado ya que aún habrá ácido en la toma del brazo de trasiego), enjuague el brazo de trasiego con la manguera, conecte la manguera al brazo de CIP y pase agua fría hasta que el final del enjuague tenga pH neutro. Desconecte la manguera cuidadosamente del brazo de CIP y conéctela al brazo de venteo. Enjuague el brazo de venteo con agua fría y compruebe que el pH sea neutro. Enjuague el balde que tiene las piezas hasta que el pH sea neutro.

Ciclo de desinfección

- 1) Llene el tanque de limpieza con agua fría y agregue una solución desinfectante de ácido peracético (tenga cuidado ya que este ácido puede causar quemaduras y evaporarse fácilmente). Use la válvula de purga de la bomba para llenar el balde que tiene las piezas con solución desinfectante y espere 10 minutos.
- 2) Póngase guantes de nitrilo y coloque las piezas limpias y desinfectadas en el fermentador. Cierre la boca de hombre completamente y abra el brazo de venteo para aliviar la presión.
- 3) Pase todo el contenido del tanque de limpieza al fermentador con la salida de descarga cerrada para que el desinfectante quede en el fermentador.
- 4) Conecte la salida de descarga a la entrada de la bomba y la salida de la bomba al brazo de CIP. Recircule por 10 minutos con el brazo de venteo abierto.
- 5) Después del ciclo, apague la bomba y deje que toda la solución de desinfectante drene desde brazo del CIP hacia el fondo del fermentador y luego cierre todas las válvulas.

- 6) Desconecte cuidadosamente la manguera del brazo de CIP, conéctela al brazo de venteo, abra el brazo de CIP para ventilar (tenga cuidado con cualquier producto químico que todavía pueda estar en la tubería y que se pueda salpicar), y recircule a través del brazo de venteo durante 10 minutos.
- 7) Desconecte cuidadosamente la manguera del brazo de venteo, conéctela al brazo de trasiego, abra el brazo de venteo para ventilar (tenga cuidado con cualquier producto químico que todavía pueda estar en la tubería y que se pueda salpicar), y recircule a través del brazo de trasiego durante 10 minutos.
- 8) Cuando el ciclo haya terminado, vacíe la solución química que quede en el fermentador y asegúrese de que el brazo de venteo esté abierto para ventilar el fermentador.
- 9) Asegúrese de que no queden restos de productos químicos dentro del fermentador ni en los brazos de venteo, CIP y trasiego.
- 10) Cierre todas las válvulas del fermentador.

3

Controles de proceso

Para mantener la buena calidad del producto es fundamental realizar diversos controles microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales. Dependiendo del tamaño y las posibilidades de cada cervecería, será el tipo de controles que se podrán implementar.

En cada sección se sugieren los controles básicos para lograr un control de calidad adecuado.

La cerveza es un producto perecedero y su exposición natural al deterioro es inevitable, lo que resulta en la disminución de su calidad con el tiempo. Sin embargo, este proceso puede enlentecerse siempre y cuando se cumplan determinados controles que aseguren la estabilidad del producto durante el mayor tiempo posible. En ese sentido, y en función de la composición de la matriz cervecera artesanal, se deben realizar controles durante el proceso que minimicen las posibilidades de alteraciones, fundamentalmente en lo que tiene que ver con los riesgos microbiológicos, físicos, químicos y sensoriales.



3.1 Controles microbiológicos

Los controles microbiológicos constituyen una de las herramientas más básicas y críticas de una cervecería. Estos comprenden la identificación de microorganismos con el microscopio, la tinción de células, el recuento en cámara de Neubauer y la siembra en distintos medios de cultivo para detectar contaminación.

3.1.1. Observación con el microscopio óptico

El microscopio es una de las herramientas más importantes para la calidad de una cervecería. Es una herramienta poco costosa y relativamente sencilla de utilizar. Se usa para evaluar la salud y la viabilidad de las levaduras, así como la concentración del barro de levadura y la densidad celular de los inóculos. También es posible detectar contaminantes, observar los sedimentos que quedan en los envases en caso de problemas de calidad y entender cuál es la flora microbiana que se encuentra presente en la cervecería.

3.1.1.1. Partes del microscopio óptico

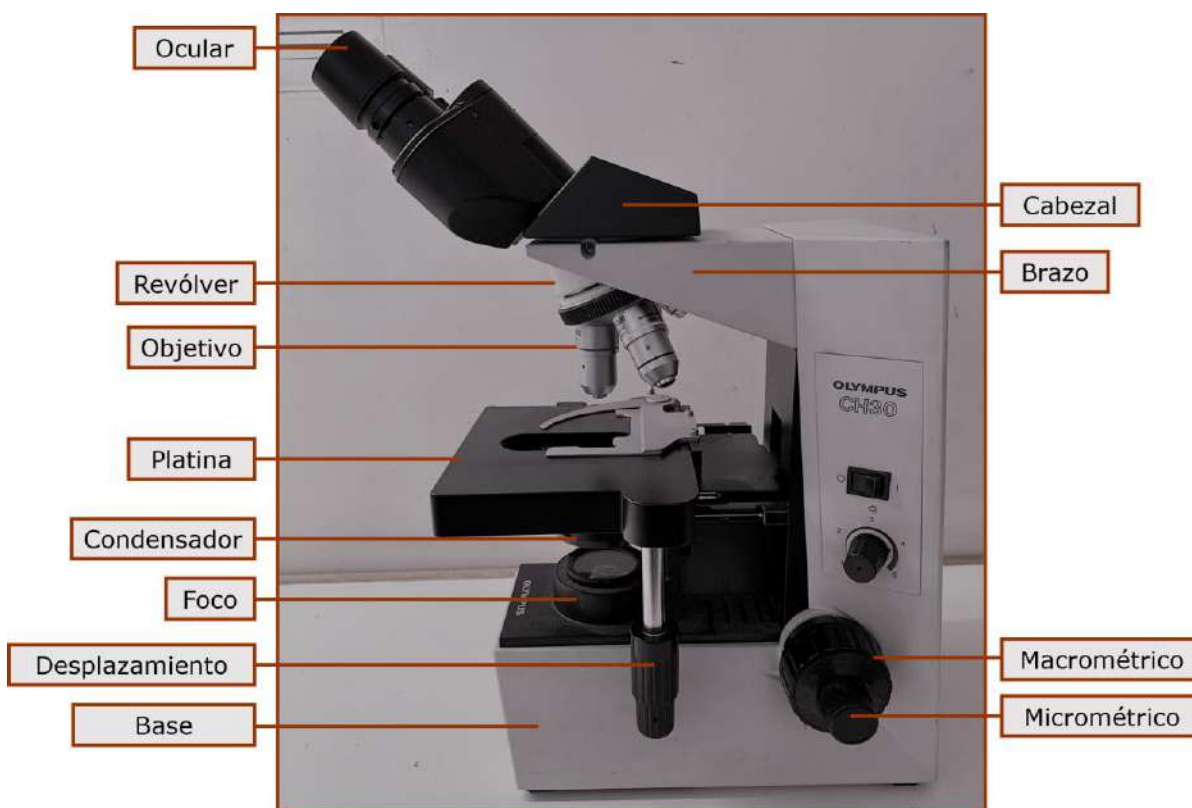


Figura 5. Partes del microscopio óptico

Sistema óptico

Ocular: lente situada cerca del ojo del observador para ampliar la imagen del objetivo.

Objetivo: lente situada cerca de la preparación.

Condensador: lente que concentra los rayos luminosos sobre la preparación.

Diafragma: regula la cantidad de luz que entra en el condensador.

Foco: dirige los rayos luminosos hacia el condensador.

Sistema mecánico

Soporte: sostiene la parte óptica. Tiene dos partes: el pie o la base y el brazo.

Platina: lugar donde se deposita la preparación.

Cabezal: contiene los sistemas de lentes oculares. Puede ser monocular o binocular.

Revólver: contiene los sistemas de lentes objetivos. Permite cambiar los objetivos al girarlo.

Tornillos de enfoque: el tornillo macrométrico hace un enfoque grueso y el micrométrico logra el enfoque fino.

3.1.1.2. Criterios para comprar un microscopio

- El microscopio debe tener un objetivo mínimo de 40x con oculares dobles de 10x (es decir, dos lentes para los ojos) para mayor comodidad. Esto ofrece una resolución de 400x.
- Para ver bacterias con mayor claridad, se requiere un objetivo de 100x para inmersión con aceite, con oculares dobles de 10x. Esto ofrece una resolución de 1000x.
- Se debe comprar una cubierta para polvo, ya que cuando el microscopio no se use, debe estar protegido.



Figura 6. Lente con aumento 40x

3.1.1.3. Uso del microscopio

1. Colocar una gota de agua en un portaobjeto y transferir los microorganismos a la gota con un ansa o una espátula. Si se quieren observar los microorganismos suspendidos en la cerveza, transferir una gota de cerveza al portaobjeto.
2. Colocar un cubreobjeto encima de la gota, apretar un poco para sacar el exceso de líquido y secar tocando suavemente con un papel absorbente.

3. Colocar el objetivo de menor aumento en posición para usarlo y bajar la platina completamente.
4. Colocar la preparación sobre la platina.
5. Encender la lámpara.
6. Comenzar la observación con el objetivo de menor aumento.
7. Enfocar al microscopio:
 - a) Acercar al máximo la lente del objetivo a la preparación con el tornillo macrométrico. Hacer esto mirando directamente y no a través del ocular, ya que se corre el riesgo de incrustar el objetivo en la preparación y se puede dañar alguno de ellos.
 - b) Mirar a través de los oculares e ir separando lentamente el objetivo de la preparación con el tornillo macrométrico. Cuando se observe algo nítida la muestra, empezar a girar el tornillo micrométrico hasta obtener un enfoque fino.
8. Girar el revólver para usar el siguiente objetivo de mayor aumento. La imagen debería estar casi enfocada y suele ser suficiente con mover un poco el tornillo micrométrico para lograr el enfoque fino.

Microscopía de inmersión

1. Bajar totalmente la platina
2. Subir totalmente el condensador para ver claramente el círculo de luz que indica la zona que se va a visualizar y donde habrá que agregar aceite.
3. Colocar una gota mínima de aceite de inmersión directamente sobre el preparado.
4. Girar el revólver a la posición del objetivo de aceite de inmersión.
5. Mientras se mira el objetivo y el preparado directamente desde el costado y no a través de los lentes, subir la platina lentamente hasta que la lente toque la gota de aceite. En ese momento se nota como si la gota ascendiera y se adosara a la lente.
6. Enfocar muy cuidadosamente con el tornillo micrométrico.

3.1.1.4. Distinción de microorganismos en el microscopio

El microscopio permite diferenciar y distinguir microorganismos por su morfología, pero es importante la práctica para poder hacerlo correctamente. En general, es posible distinguir satisfactoriamente entre levaduras, hongos y bacterias. Los tipos de microorganismos más relevantes en una cervecería son las bacterias (bacilos o cocos) y las levaduras. La luz se debe regular correctamente de manera de ver los bordes de los microorganismos con nitidez y que no haya demasiada luz en el fondo.

Levaduras

Las levaduras tienen forma elíptica, alargada o esférica. Las levaduras cerveceras pertenecen a la especie *Saccharomyces cerevisiae* y son de forma redondeada u ovalada. Algunas levaduras de géneros no *Saccharomyces* presentan forma apiculada (forma similar a un limón). Su tamaño es mayor que el de las bacterias.

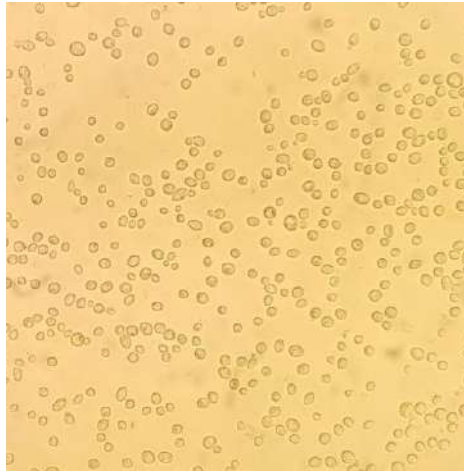


Figura 7. Levaduras ovaladas o elípticas con objetivo 40x

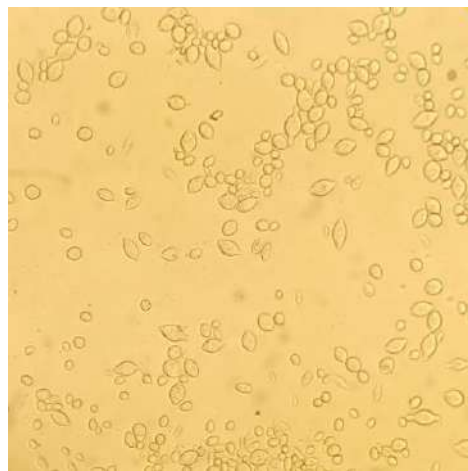


Figura 8. Levaduras apiculadas con objetivo 40x

Bacterias

La mayoría de las células bacterianas tienen formas características. Las bacterias de mayor interés en las cervecerías son bacilos o cocos.

Los cocos presentan forma esférica. A su vez, pueden agruparse de a pares, lo que se conoce como diplococos. Si se agrupan en cadenas mayores se denominan estreptococos.

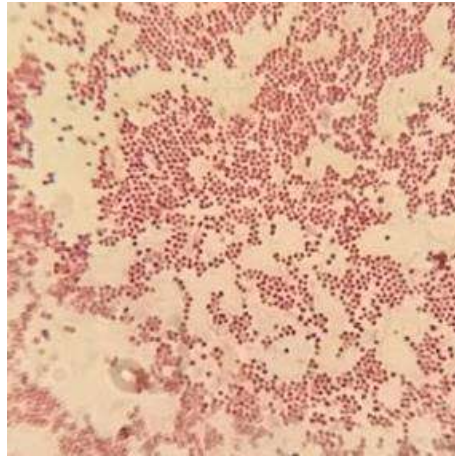


Figura 9. Cocos con objetivo 100x y técnica de inmersión

Los bacilos presentan forma cilíndrica o de bastones. Estos pueden ser más bien cortos o alargados. Algunas formas bacilares adoptan agrupaciones características y tienden a formar cadenas, denominados estreptobacilos. Las cadenas pueden ser cortas o largas.

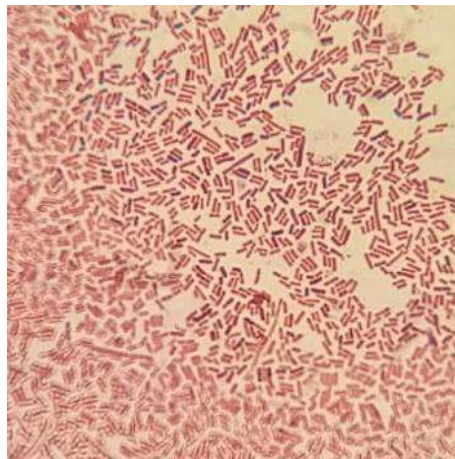


Figura 10. Bacilos con objetivo 100x y técnica de inmersión

3.1.2 Microorganismos contaminantes

Hasta cierto punto, se considera que la cerveza es una bebida estable desde el punto de vista microbiológico. Esto se debe a la presencia de etanol (del 0,5 al 12 %), compuestos amargos del lúpulo (iso-alfa-ácidos), alta concentración de dióxido de carbono (aprox. 0,5% p/v), bajo pH (3,8 a 4,7) y baja concentración de oxígeno (menor a 0,3 ppm) (Stewart, 2016). Además, la cerveza es un medio de cultivo pobre, porque la mayoría de los nutrientes se agotan durante la actividad fermentativa de la levadura. Como resultado de este medio hostil, los microorganismos patógenos, tales como *Salmonella* y *Staphylococcus*, no se reproducen ni sobreviven en la cerveza (Suzuki, 2011). Sin embargo, en la industria cervecera, a menudo ocurren incidentes microbiológicos y la cerveza es una buena fuente de nutrientes para algunos microorganismos que pueden causar sabores y aromas indeseados (*off-flavours*), acidez, sobrecarbonatación, *gushing*, turbidez y partículas o geles (Brewers Association, 2014).

Bacterias del ácido láctico

Estas son responsables del 60 al 90 % de los incidentes de contaminación en la industria cervecera (Suzuki, 2011). Consisten en un gran grupo de géneros y especies de bacterias

grampositivas, entre ellas *Lactobacillus* y *Pediococcus*. Pueden tener forma de bastones (bacilos) o esférica o redondeada (cocos), y también pueden formar cadenas. Pueden fermentar los azúcares en ácido láctico y son anaerobias facultativas.

Sus efectos sobre la cerveza dependen de la especie, e incluyen, entre otros, sobreatenuación, turbidez, aparición de partículas, acidificación, formación de diacetilo y sedimentación prematura de la levadura durante la fermentación. El crecimiento óptimo de estas bacterias depende de factores tales como la temperatura, el contenido alcohólico y el contenido de lúpulo. Los iso-alfa-ácidos del lúpulo tienen un efecto nocivo sobre estas bacterias. Sin embargo, algunas cepas que contaminan la cerveza se han ido adaptando gradualmente a lo largo de su proceso evolutivo y han desarrollado complejos mecanismos de resistencia. A su vez, algunas toleran los tratamientos térmicos como la pasteurización. La principal dificultad a la hora de detectar contaminación por estas bacterias es que muchas no pueden crecer en los medios de cultivo que se usan para su detección y aislamiento.

Bacterias del ácido acético

Son un grupo grande de bacterias aerobias estrictas gramnegativas que pueden oxidar el etanol a ácido acético. Son muy comunes en la naturaleza, y en las cervecerías se han detectado los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter*. Pueden tener forma bacilar a elipsoidal y encontrarse aisladas, de a pares o en cadenas. Usan sustratos como glucosa, etanol, lactato o glicerol como fuente de energía y tienen una alta resistencia a la acidez. Afectan la cerveza al causar acidez, *off-flavours*, turbidez y la formación de una película de aspecto grasoso en la superficie de la cerveza. El grado de deterioro que causan depende de la cepa y del contenido alcohólico (Van Vuren, 1999).

En comparación con las bacterias del ácido láctico, las bacterias acéticas son más fáciles de controlar en la cervecería con buenas prácticas de limpieza (Stewart, 2016). Son resistentes a la actividad bactericida del lúpulo, el ácido y el etanol. Al ser bacterias aerobias estrictas, no deberían crecer en la cerveza una vez que se desarrollen condiciones anaerobias, pero algunas cepas crecen en condiciones de microaerofilia y se pueden aislar en cervezas con un bajo contenido de oxígeno (Van Vuren, 1999). Son muy comunes en los bares y la cerveza tirada se acidifica rápidamente si ingresa aire a los barriles. En las fábricas de cerveza, cuando no hay una buena limpieza, pueden crecer fácilmente en los restos de cerveza que quedan expuestos al aire, como por ejemplo en las válvulas, juntas, mangueras, entre otros.

Enterobacterias

La familia de enterobacterias se compone de un gran número de especies que provienen de distintos nichos ecológicos, algunas de ellas patógenas para los seres humanos, los animales y las plantas, pero no se han reportado en la cerveza. Son bacterias gramnegativas, con forma de bastones cortos y anaerobias facultativas. Su presencia puede retardar o acelerar el proceso de fermentación y afectar significativamente el sabor y el aroma del producto final (Van Vuren, 1999).

***Pectinatus* spp. y *Megasphaera* spp.**

Pertenecen al grupo de bacterias anaerobias gramnegativas y pueden contaminar la cerveza envasada. La cerveza contaminada con *Pectinatus* presenta sedimentos, turbidez, grumos pequeños y sabor y aroma desagradable (huevo podrido) debido a la producción de sulfuro de hidrógeno. *Megasphaera* forma turbidez muy leve y sedimentos

que casi no se perciben, pero produce compuestos con sabores repulsivos, como ácido butírico (vómito, queso rancio), ácido caproico (graso, queso) y sulfuro de hidrógeno.

Levaduras salvajes

Las levaduras salvajes también pueden contaminar la cerveza, provocando la aparición de compuestos fenólicos, ésteres, alcoholes superiores, sobrecarbonatación y atenuación excesiva. Una levadura salvaje es cualquier levadura distinta a la que la cervecería inoculó intencionalmente (Russell, 1994). Las levaduras salvajes se clasifican entre las que pertenecen al género *Saccharomyces* y las que no; por lo general, las primeras se consideran más peligrosas que las del segundo género heterogéneo (Stewart, 2016).

Hongos

A pesar de que los hongos no afectan la cerveza en sí, su presencia en la cebada puede tener un efecto negativo en la estabilidad y la calidad de la cerveza. La cebada puede contener hongos del género *Fusarium*, capaces de liberar micotoxinas que persisten en el producto final y causar *gushing*. Las especies de *Aspergillus* y *Penicillium*, que son hongos que crecen durante el almacenamiento de la cebada, también producen aflatoxinas. Además, los hongos que crecen en la malta son responsables de sabores y aromas fuertes indeseados en la cerveza, como melaza quemada, sucio, avinagrado y áspero (Vaughan, O'Sullivan, & Sinderen, 2012).

3.1.2.1 Detección de microorganismos contaminantes con medios de cultivo

Un medio de cultivo es una solución o suspensión acuosa relativamente diluida que contiene los compuestos químicos necesarios para el crecimiento de microorganismos. Si se le agrega una sustancia solidificante como el agar, se obtiene un medio de cultivo sólido. Al inocular una muestra de cerveza en un medio de cultivo sólido y darle condiciones óptimas de temperatura y aerobiosis o anaerobiosis, los microorganismos tienen nutrientes suficientes para crecer y desarrollarse, formando colonias visibles a simple vista. En el caso de medios de cultivo líquidos, puede observarse la aparición de turbidez. Estas colonias o el líquido luego pueden ser observados al microscopio para determinar si se trata de levaduras, bacterias u hongos, y visualizar su morfología.

La detección de contaminantes con medios de cultivo requiere de un mayor equipamiento de laboratorio, como una estufa de incubación, jarra de anaerobiosis, mecheros, micropipetas, tips, e idealmente una cámara de flujo laminar, entre otras cosas. Además, se requiere de un espacio de trabajo limpio y aislado donde no haya corrientes de aire. Por este motivo, las técnicas de siembra en medios de cultivo escapan a esta guía, pero es recomendable enviar muestras a analizar a un laboratorio externo como análisis de rutina para evaluar la situación de contaminación de la cervecería y la flora microbiana presente.

En la siguiente tabla se describen las condiciones de incubación y los posibles medios de cultivo que se pueden utilizar para detectar distintos tipos de microorganismos.

Tipo de microorganismos	Condiciones de incubación	Medios
Microorganismos aerobios en general	Aerobiosis 27 ± 1 °C 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • WLN Agar • Agar Mosto • UBA
Microorganismos anaerobios en general	Anaerobiosis 27 ± 1 °C 7 días	<ul style="list-style-type: none"> • Agar Mosto
Bacterias aerobias	Aerobiosis 27 ± 1 °C 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • Agar Mosto + 7-10 ppm de cicloheximida • WLD • UBA + 7-10 ppm de cicloheximida • SDA
Bacterias del ácido láctico	Anaerobiosis 27 ± 1 °C 5-7 días	<ul style="list-style-type: none"> • MRS Agar + 0.2% de feniletanol • MRS Agar modificado con agregado de maltosa y extracto de levadura a pH 4.7 • NBB Agar • Raka-Ray + 0.2% de feniletanol • UBA • VLB S7-S
Bacterias del ácido acético	Aerobiosis 27 ± 1 °C 3-5 días en WLD 5-14 días en Carr	<ul style="list-style-type: none"> • WLD Agar • Medio de Carr
Enterobacterias	Aerobiosis 37 ± 1 °C 18-24 horas	<ul style="list-style-type: none"> • VRBGA
<i>Pectinatus</i> y <i>Megasphaera</i>	Anaerobiosis estricta (se debe mantener anaerobiosis desde el momento en que se toma la muestra). Los medios deben reducirse previamente. 30 ± 1 °C 7 días	<ul style="list-style-type: none"> • MRS • NBB • PYF + 20 g agar/litro • Raka-Ray • SDA • UBA • SMMP
Levaduras salvajes del género <i>Saccharomyces</i>	Aerobiosis 27 ± 1 °C 3 días	<ul style="list-style-type: none"> • YM + Sulfato de cobre
Levaduras salvajes no <i>Saccharomyces</i>	Aerobiosis 27 ± 2 °C 4-7 días	<ul style="list-style-type: none"> • Agar lisina

Fuente: Analytica EBC Methods, 2021, recuperado de <https://brewup.eu/ebc-analytica/>

3.1.3 Recuento de levaduras y viabilidad

El recuento de levaduras con cámara de Neubauer permite medir la población celular. A su vez, las células pueden teñirse con solución de azul de metileno para conocer su viabilidad, es decir, qué porcentaje de células vivas y muertas hay en esa muestra. Solamente las células muertas se tiñen con azul de metileno, mientras que el resto quedan incoloras. Esta información es sumamente útil para conocer el estado de la levadura durante la fermentación y es fundamental en caso de reutilizar la levadura.

Hay distintos tipos de cámara de Neubauer, que pueden variar en sus divisiones internas y facilidad de visualización. Sin embargo todas tienen una profundidad de 0,1 mm. Se recomienda la utilización de cámara de Neubauer denominada "mejorada" (o "improved" en inglés), por su facilidad para visualizar las divisiones y realizar el recuento. Las siguientes secciones se refieren a este tipo de cámara de recuento.



Figura 11. Cámara de Neubauer mejorada

El procedimiento consiste en tomar una muestra del barro de levadura de un tanque de fermentación o de almacenamiento de levadura, agitarla bien para eliminar el CO₂ y luego diluirla hasta llegar a una concentración tal que las células se puedan contar. Las muestras se diluyen en serie con solución de azul de metileno, como se muestra en la siguiente imagen.

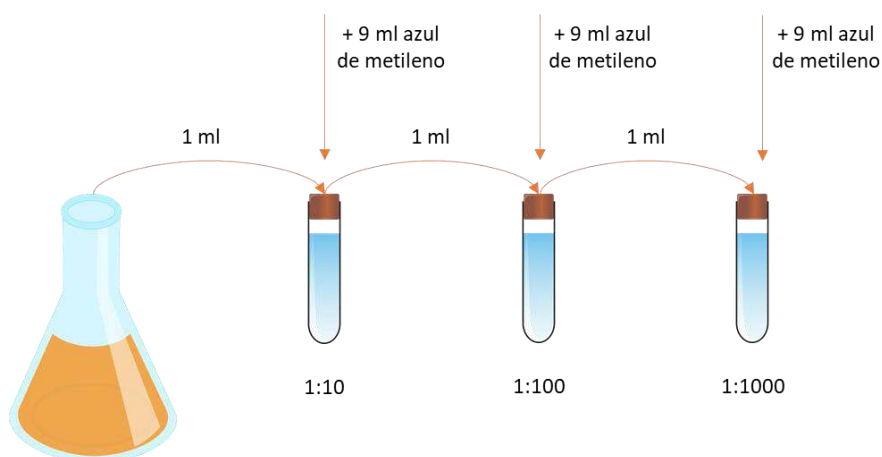


Figura 12. Procedimiento de dilución seriada para recuento de levaduras

La solución de metileno consiste en 0,01 % de azul de metileno y 2 % de citrato de sodio en agua.

Por lo general, con una dilución de 1:100 se logra un recuento adecuado. Entre dilución y dilución, debe agitarse bien para disgregar la aglomeración de células de manera fuerte y repetitiva, golpeando el tubo de costado con los dedos (no agitándolo como si se preparara un trago).

Como se ve en la imagen anterior, la cámara tiene dos grillas, una superior y otra inferior. Ambas grillas poseen un patrón reticulado y al microscopio cada una se ve de la siguiente manera:

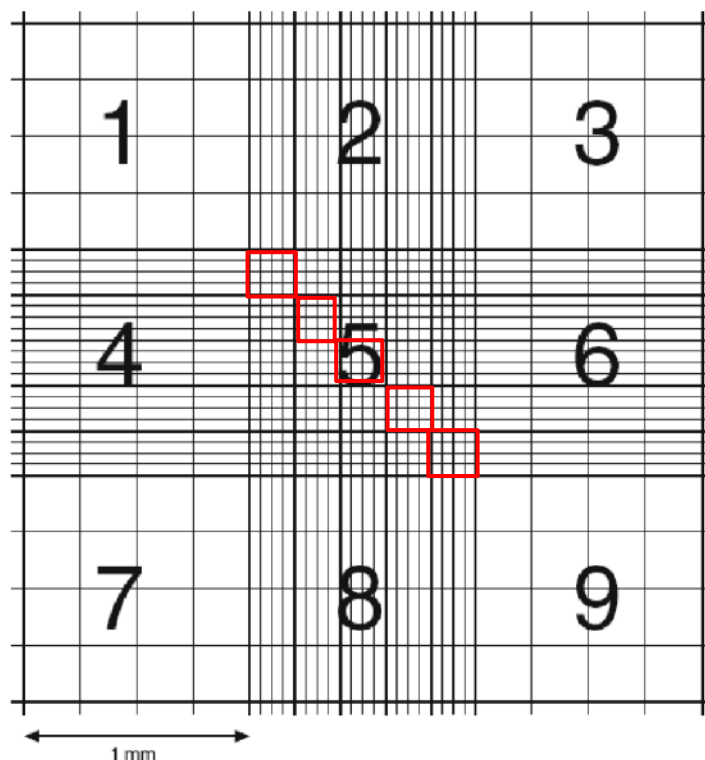


Figura 13. Vista de la grilla al microscopio. Se indican en rojo los cuadrados que se usan para el recuento.

Primero se coloca el cubreobjetos sobre la cámara, se coloca la punta de la pipeta entre la cámara y el cubreobjetos, se carga con una gota de la solución 1:10 y esta se expande por capilaridad hasta llenar la cámara. Se espera un minuto para que las células precipiten en la cámara y se procede a contar en el microscopio con el aumento de 400x.

Se cuentan las células de levadura presentes en cada uno de los cinco cuadrados de la diagonal del retículo central (5), identificados en color rojo en la figura 13, anotando los valores, tanto de la grilla superior como inferior de la cámara y diferenciando las células vivas de las muertas. Si el número de células supera en promedio 50 por cada uno de los cuadrados del retículo central, se procede a diluir la muestra una vez más.

Para calcular el número de células por mililitro, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Cel/mL} = N \times 25 \times 10^3 \times F$$

N = Suma total de células contadas en los 10 cuadrados (5 de la grilla superior + 5 de la grilla inferior)

F = Factor de dilución

A continuación, se mencionan algunos errores comunes al usar la cámara de Neubauer.

- Técnica de carga incorrecta: si se carga demasiado líquido en la cámara, se puede derramar hacia las ranuras de los costados. Si se carga muy poco líquido, pueden quedar burbujas de aire debajo de la cubierta transparente.

- Técnica de dilución incorrecta
- Técnica de recuento incorrecta
 - La variación entre la cámara superior e inferior debe ser menor al 10 %.
 - No puede haber más del 15 % de variación entre dos analistas que cuentan en la misma cámara y comparan los resultados.
- Densidad celular demasiado alta: no puede haber más de 50 células en promedio en los cuadrados del retículo central.

3.2 Controles fisicoquímicos

Los controles fisicoquímicos básicos a realizar durante la elaboración de las cervezas son la medición de la densidad y el pH. Se recomienda realizar estas mediciones durante la cocción, todos los días durante la fermentación, luego de hacer agregados de lúpulo u otros productos en la maduración y clarificación y a la cerveza terminada.

A su vez, los siguientes análisis complementarios son de mucha utilidad para conocer el perfil fisicoquímico de las cervezas, así como su ajuste al estilo deseado de elaboración: grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, polifenoles, índice de amargor, color, azúcares reductores y turbidez. Los mismos deben realizarse conforme a las técnicas analíticas incluidas en la Sección 9 de la European Brewery Convention o conforme con las técnicas oficiales de la American Society of Brewing Chemists.

3.3 Controles sensoriales

Los controles sensoriales son una herramienta de control de calidad fundamental en las cervecerías que permiten detectar muchos problemas en el proceso que otros controles no detectan.

3.3.1. Aromas y sabores indeseados más frecuentes

Acetaldehído

Se caracteriza por su sabor a manzana verde, césped o sidra. Es un producto intermedio en la producción de alcohol por parte de la levadura. Puede ser indicativo de una cerveza joven que necesita más tiempo de acondicionamiento.

Posibles motivos de su formación:

- Fermentación muy rápida debido a altas temperaturas o exceso de levadura
- Remoción temprana de la levadura o floculación prematura
- Carencia de oxígeno al inicio de la fermentación
- Fermentación interrumpida
- Oxidación del etanol luego de la fermentación
- Contaminación por bacterias acéticas, acompañada de sabor a vinagre

Acidez

Se percibe en boca en los laterales de la lengua. Es aceptado en estilos de cervezas ácidas como las sour y lámbicas. La causa más común es la contaminación bacteriana, particularmente por las bacterias acéticas o lácticas.

- Contaminación
- Cepa de levadura
- Uso excesivo de maltas tostadas
- Excesiva acidificación

Ácido isovalérico

Se percibe como aroma a queso o medias sucias.

Posibles motivos de su formación:

- Lúpulos avejentados u oxidados
- Contaminación por levaduras salvajes, especialmente *Brettanomyces* spp.

Alcoholes superiores

Constituyen la mayor parte de la fracción volátil de la cerveza. Los alcoholes superiores pueden aportar complejidad, pero una alta concentración confiere a la cerveza un sabor a solvente, como acetona o thinner, y genera sensación de calentamiento en boca. Las levaduras generan alcoholes superiores a partir del metabolismo de los aminoácidos.

Condiciones que favorecen su formación:

- Cepa de levadura utilizada (las cepas *lager* generan menos alcoholes superiores que las *ale*)
- Fermentación a alta temperatura
- Menor presión durante la fermentación
- Alta concentración de sacarosa, glucosa o fructosa en el mosto
- Alta densidad inicial del mosto
- Exceso de oxígeno y ácidos grasos insaturados

Compuestos azufrados

Se generan durante el metabolismo de síntesis de proteínas de las levaduras. En bajas concentraciones, producen un intenso olor y sabor a huevo podrido.

Condiciones que favorecen su formación:

- Fermentación poco vigorosa
- Deficiencia de nutrientes
- Contaminación por algunas bacterias o levaduras salvajes

Diacetilo

El diacetilo se caracteriza por su sabor dulzón y, en concentraciones elevadas, a manteca, pop o *toffee*. Es un producto normal de la fermentación que produce la propia levadura al principio de la fermentación y luego lo metaboliza para transformarlo en otro compuesto sin sabor. Si se generan muchos precursores de diacetilo mientras la levadura crece y fermenta, esta no logrará metabolizarlos y se detectará en el producto terminado. En algunos estilos es aceptado a baja concentración.

Condiciones que favorecen su formación:

- Fermentación incompleta

- Baja inoculación y/o levadura de baja vitalidad
- Temperatura alta al inicio de la fermentación y/o baja al final de la fermentación
- Contaminación por bacterias ácido lácticas, acompañada de una nota ácida
- Incorporación de oxígeno luego de la fermentación
- Deficiencia de aminoácidos libres en el mosto

Dimetil sulfuro (DMS)

El DMS tiene un sabor y un aroma similar a vegetales cocidos. La malta contiene el precursor de DMS, el aminoácido S-metil metionina (SMM). Durante la maceración, una gran parte del SMM se convierte en DMS y dimetilsulfóxido (DMSO). Al ser muy volátil, gran parte del DMS desaparece rápidamente durante el hervido. Por otra parte, el DMSO puede reducirse y por acción de algunas cepas de levadura y formar DMS.

Las maltas más pálidas contienen una mayor cantidad de SMM ya que no ha sido eliminado durante el proceso de horneado o tostado.

Condiciones que favorecen su formación:

- Cepa de levadura utilizada (las levaduras *lager* producen mayor cantidad de DMS que las *ale*)
- Cerveza elaborada únicamente con maltas pálidas
- Cocción durante un tiempo insuficiente o no vigoroso
- Enfriamiento lento del mosto
- Malta con concentración alta de precursores de DMS
- Contaminación con microorganismos contaminantes del mosto

Fenoles

La presencia de fenoles se traduce en sabores y aromas a clavo de olor, medicinales y a plástico. Existen cepas que favorecen su formación y es aceptado en cervezas belgas y de trigo alemanas. El cloro presente en el agua de elaboración se puede combinar con compuestos de la malta para formar clorofenoles, que tienen aromas medicinales muy intensos.

Condiciones que favorecen su formación:

- Algunas cepas de levaduras
- Presencia de cloro en el agua de elaboración
- Limpiadores a base de cloro
- Contaminación por levaduras salvajes

Trans-2-nonenal

Se describe como cartón húmedo, papel viejo o madera.

Condiciones que favorecen su formación:

- Aireación del mosto caliente
- Aireación durante el embotellado
- Cerveza envejecida
- Altas temperaturas de almacenamiento

3.3.2. Prueba de diacetilo forzado

Esta prueba sencilla permite detectar precursores de diacetilo en la cerveza y determinar si la maduración en caliente fue completa. Por este motivo, resulta muy útil realizarla antes de pasar la cerveza a frío después de la fermentación.

En presencia de oxígeno, los precursores de diacetilo se transforman en diacetilo. Esta conversión se puede forzar utilizando calor y oxígeno en poco tiempo, de manera de detectarlo sensorialmente.

Procedimiento:

1. Preparar un recipiente con agua caliente entre 60 y 70 °C. Idealmente se puede usar un baño termostatzado.
2. Recoger dos muestras de cerveza del fermentador en dos vasos o frascos con tapa rosca. Si se usan vasos, tapar con papel aluminio o film. Rotular una de las muestras como "Control".
3. Dejar la muestra de control a temperatura ambiente y colocar la otra en el baño de agua caliente.
4. Esperar 20 minutos y retirar la muestra del baño caliente. Enfriarla con un baño de agua fría hasta que llegue a la misma temperatura que la otra muestra.
5. Percibir el aroma de cada muestra. Si alguna presenta aroma y sabor mantecoso, es indicativo de la presencia de diacetilo. En ese caso, es aconsejable aumentar la temperatura del fermentador y dejar que la levadura siga con el proceso de metabolización del diacetilo y su precursor. Repetir la prueba el día siguiente y así sucesivamente hasta no detectar diacetilo en ambas muestras.

4

Conservación de insumos y cerveza terminada

La conservación adecuada de las materias primas, así como del producto final, resulta fundamental para lograr una buena calidad. Es indispensable definir lugares de almacenamiento adecuados, así como los cuidados que se deben adoptar.

En este punto, es importante considerar un sistema o plan de trazabilidad que permita relacionar las materias primas con las elaboraciones en las que han sido utilizadas y con el destino final que se le dio a la cerveza. De esta manera, es de vital importancia la asignación de un número de lote o similar, que identifique el producto y permita rastrear toda la información relacionada con el destino comercial, el proceso, las condiciones de elaboración y las materias primas utilizadas.



4.1 Conservación de la materia prima

Tanto la malta como el lúpulo y la levadura son sensibles al calor, la humedad, la luz y la oxidación.

Malta

- Se debe acondicionar en lugar limpio, fresco, seco, lejos de la luz solar y ordenado.
- Mantener las bolsas bien cerradas garantizando la hermeticidad de los embalajes.
- Realizar un control periódico de plagas (roedores, insectos, etc.). Para este punto es aconsejable establecer un protocolo donde se establezca la periodicidad de los controles y la ubicación de las trampas.

Lúpulo

Los alfa-ácidos y los aceites esenciales se degradan con el tiempo y esto depende de las condiciones de almacenamiento y de la variedad de lúpulo. El Índice de Almacenamiento del Lúpulo (*Hop Storage Index*, HSI) determina el porcentaje de alfa-ácidos que pierde el lúpulo en seis meses si se almacena a 20 °C. Para reducir el deterioro del lúpulo con el tiempo, resulta fundamental considerar las indicaciones que se detallan debajo.

- Mantener alejado de la luz.
- Para preservarlo de manera óptima, almacenar lo más frío posible, entre -1 y -21 °C. Mientras más baja sea la temperatura de almacenamiento, más lento será su deterioro.
- Maximizar el cuidado de la oxidación mediante el uso de paquetes de aluminio cerrados al vacío o sellados de la manera más hermética posible.

Levadura seca

- Almacenar en lugar fresco y seco, preferentemente en heladera para una mayor vida útil, sobre todo luego de abierto el paquete.
- Las levaduras *lager* son más sensibles al calor que las levaduras *ale*, por lo que se deben almacenar en heladera.

Levadura líquida

La levadura líquida es más sensible al calor y a la degradación de la luz, de modo que su viabilidad disminuye significativamente a medida que pasa el tiempo. Se debe mantener refrigerada y aun así su viabilidad disminuye en el entorno del 20 % por mes. Esto último depende en gran medida de la cepa, pero en promedio se habla de una vida útil de aproximadamente 3 meses en heladera.

4.2 Conservación de otros insumos

Botellas/Growlers

- Se deben almacenar en un lugar limpio, seco y ordenado.
- Controlar la correcta disposición de las botellas, evitando caídas y posibles roturas.

- Mantener los pallets bien cerrados, con las envolturas de origen o envoltorio tipo film. En caso de pallets que ya se han comenzado a utilizar, garantizar la hermeticidad de estos.

Barrica (de reúso)

- Enjuagar con agua potable caliente mediante puntero giratorio en forma repetida hasta que el agua salga incolora.
- Luego de escurridas, llenar con solución de agua y ozono, permaneciendo con esta solución al menos 30 minutos. Luego, escurrir durante 12 horas y adicionar SO₂ en forma gaseosa o con 50 a 100 mL de solución al 6 % (preparación: barbotear el gas en agua fría hasta densidad 1032) en cada barrica. Finalmente, tapar en forma hermética la abertura. Quincenalmente, se procede a realizar el azufrado con 50 cc de SO₂ al 6 %, hasta que se decida su llenado nuevamente.

4.3 Conservación del producto terminado

- Se debe acondicionar en lugar limpio, fresco, seco, lejos de la luz solar y ordenado.
- Asegurar un correcto manejo de stock, de manera que la cerveza terminada que entró primera a la zona de productos terminados sea la primera en salir.

Nota: En caso de existir descartes, ya sea de insumos como de cerveza envasada, los mismos se deben sacar de circulación y quedar depositados en una zona de exclusión destinada para tal fin y claramente identificada.

5

Registro bromatológico en Montevideo

El registro bromatológico del producto y la habilitación de planta se realiza en la intendencia del departamento dónde se ubica la fábrica de producción. En la siguiente sección se mencionan específicamente los pasos a seguir para la habilitación en Montevideo.

La información aquí detallada corresponde a la fecha de publicación de esta guía. Se recomienda verificar si la información se ha modificado al momento de realizar el registro.

La información proporcionada se basa en el Reglamento Bromatológico Nacional para Productos de Cervecería (Decreto 315/994 y sus actualizaciones), Reglamento Técnico Mercosur de Productos de Cervecería (Decreto 286/009), Decreto 83/017, Decreto 37391 (2020) y el Decreto 63/020



5.1. Habilitación de planta

5.1.1. Documentación requerida para iniciar la habilitación

	Establecimiento elaborador (con venta a terceros), con o sin venta en el lugar, fabricas, fraccionadoras industriales, etc.	Almacenes, quioscos, bares, pubs (establecimientos expendedores)
CI del representante de la empresa	X	X
Certificado de inscripción en la DGI, N.º de RUT y fotocopia	X	X
Recibo de tributo domiciliario o tarifa de saneamiento y fotocopia	X	X
Certificado notarial identificando titulares de la empresa, ya sean SA, SRL, LTDA y fotocopia	X	X
Para empresas radicadas en el interior del país, habilitación de la Intendencia que corresponda y contrato de arrendamiento (en el caso de depósitos fuera de Montevideo)	X	X
En caso de contar con depósito tercerizado, presentar copia de contrato de arrendamiento con los datos de la empresa habilitada	X	
Datos: dirección del comercio, domicilio constituido, correo electrónico, teléfono y nombre comercial	X	X
Declaración del metraje destinado a la actividad industrial y/o comercial para habilitación o por cambio de titular de la empresa	X	X

Declaración jurada de residuos sólidos no domiciliarios o Plan de gestión de residuos, según corresponda	X	X
Carné de salud vigente	X	X
Carné de manipulador de alimentos vigente	X	X
Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES)	X	X
Nombre del técnico responsable de la empresa	X	
Manual de Buenas Prácticas, que incluirá como mínimo:	X	
a) Descripción de operaciones y procesos con diagrama de flujo del producto	X	
b) Croquis mensurado o planos del local con m² por área y flujo de operaciones	X	
c) Procedimiento de trazabilidad	X	
d) Procedimiento de Recall	X	
e) Plan de control de plagas presentado ante salubridad	X	A evaluación por Salubridad

La habilitación del local tiene una validez de 5 años.

El costo depende de la superficie edificada y del tipo de producto que se elabora.

La habilitación deberá ser renovada en los siguientes casos:

- a) Si se modifica o reforma el local
- b) Si se modifica o amplía la actividad que se desarrolla
- c) Si cambia de titular
- d) Si deja de operar por un lapso mayor a 180 días hábiles
- e) Cada cinco años

5.1.2. Disposiciones generales para fábricas de cerveza

- Las cámaras o sótanos donde se realice la fermentación deben tener refrigeración y ventilación (6.15.14).
- Los recipientes o cubas utilizados para la fermentación y depósito deberán ser de materiales inalterables (6.15.15).
- Queda prohibido producir espuma con aparatos de aire comprimido, permitiendo únicamente gas carbónico comprimido apto, de acuerdo al reglamento bromatológico vigente (6.15.16).
- Los tubos de unión de los aparatos de presión deben ser de goma o plástico autorizado por la Oficina Bromatológica competente (6.15.17).

Nota: Los puntos mencionados entre paréntesis hacen referencia al Punto de la Norma Bromatológica.

5.2. Registro de productos

En esta sección se detalla la reglamentación vigente de acuerdo con el REGLAMENTO BROMATOLÓGICO NACIONAL PARA PRODUCTOS DE CERVECERÍA (Decreto 315/994 y sus actualizaciones).

5.2.1. Definiciones respecto al contenido

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.

Adjuntos cerveceros

Se entiende por adjuntos cerveceros a las materias primas que sustituyan parcialmente a la malta, o al extracto de malta en la elaboración de cerveza. Su empleo no podrá ser en su conjunto superior al 45 % en relación al extracto primitivo.

Se consideran adjuntos cerveceros a la cebada cervecera y a los cereales, malteados o no, aptos para el consumo humano, a excepción de los productos definidos en los numerales 2.1.3 y 2.1.4 de la normativa vigente.

También se consideran adjuntos cerveceros a los almidones y azúcares de origen vegetal. Cuando se trate de azúcares de origen vegetal distintos de los que provienen de cereales, la cantidad máxima de azúcar empleada en relación a su extracto primitivo deberá ser:

- a) cerveza clara, menor o igual a 10 % en peso

- b) cerveza oscura, menor o igual a 25 % en peso

Mosto

Es la solución en agua potable de carbohidratos, proteínas, sales minerales y demás compuestos resultantes de la degradación enzimática de la malta, con o sin adjuntos cerveceros, realizada mediante procesos tecnológicos adecuados.

Extracto primitivo u original

Es la cantidad de sustancias disueltas (extracto) del mosto que dio origen a la cerveza y se expresa en porcentaje (%) en peso.

5.2.2. Clasificación de cervezas

5.2.2.1. Respecto al extracto primitivo

Cerveza liviana

Es la cerveza cuyo extracto primitivo es mayor o igual a 5 % en peso y menor que 10,5 % en peso. Podrá denominarse "light" a la cerveza liviana cuando también cumpla con los siguientes requisitos:

- a) Reducción de 25 % del contenido de nutrientes y/o del valor energético con relación a una cerveza similar del mismo fabricante (misma marca) o del valor medio del contenido de tres cervezas similares conocidas, que sean producidas en la región.
- b) Valor energético de la cerveza lista para el consumo: máximo de 35 kcal/100 mL.

Cerveza

Es la cerveza cuyo extracto primitivo es mayor o igual a 10,5 % en peso, y menor de 12,0 % en peso.

Cerveza Extra

Es la cerveza cuyo extracto primitivo es mayor o igual a 12,0 % en peso y menor o igual a 14,0 % en peso

Cerveza Fuerte

Es la cerveza cuyo extracto primitivo es mayor a 14,0 % en peso.

5.2.2.2. Respecto al grado alcohólico

Cerveza sin alcohol

Se entiende por cerveza sin alcohol a la cerveza cuyo contenido alcohólico es inferior o igual a 0,5 % en volumen (0,5 % vol.).

Cerveza con alcohol o Cerveza

Es la cerveza cuyo contenido alcohólico es superior a 0,5 % en volumen (0,5 % vol.)

5.2.2.3. Respecto al color

Cerveza clara, blanca, rubia o Cerveza

Es la cerveza cuyo color es inferior a 20 unidades E.B.C. (European Brewery Convention).

Cerveza oscura o Cerveza negra

Es la cerveza cuyo color es igual o superior a 20 unidades E.B.C. (European Brewery Convention).

5.2.2.4. Respecto a la proporción de materias primas

Cerveza

Es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto primitivo contiene un mínimo de 55 % en peso de cebada malteada.

Cerveza 100% malta o de pura malta

Es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto primitivo proviene exclusivamente de cebada malteada.

Cerveza de... (seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios)

Es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto primitivo proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80 % en peso de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto primitivo (no menos del 20 % en peso de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto primitivo deben citarse todos ellos.

5.2.2.5. Respecto a otros ingredientes

Cerveza coloreada

Es la cerveza a la que se le ha adicionado colorante/s aprobado/s en MERCOSUR (exceptuando cuando se usa colorante caramelo para estandarizar la coloración natural propia de la cerveza) para modificar las coloraciones propias naturales de la cerveza. Esta clasificación debe tener el mismo realce que las clasificaciones definidas en los numerales anteriores, ejemplo: CERVEZA DE ARROZ LIVIANA COLOREADA.

Cerveza con... (seguido del nombre del vegetal)

Es la cerveza a la que se le ha adicionado jugo y/o extracto de origen vegetal (referido a la concentración de jugo) hasta un máximo de 10 % en volumen. Ejemplo: CERVEZA DE ARROZ LIVIANA CON LIMON.

Cerveza sabor de... (seguido del nombre del vegetal) o cerveza con aroma de (seguido del nombre del vegetal)

Es la cerveza a la que se le ha adicionado aroma/s aprobado/s en MERCOSUR. Ejemplo: CERVEZA DE ARROZ LIVIANA CON AROMA DE LIMON.

Cerveza oscura o negra azucarada o Malzbier

Es la cerveza oscura o negra a la que se le ha adicionado azúcares de origen vegetal hasta un máximo de 50 % con relación al extracto primitivo (incluyendo los azúcares de origen vegetal empleados como adjuntos cerveceros), para aportar sabor dulce.

5.2.3. Designación comercial (Denominación de venta)

5.2.3.1. Cerveza

Se designa con el nombre de cerveza a la bebida definida en el numeral 2.1.1 y que cumple con las características establecidas en los numerales 2.2.1.2, 2.2.2.2, 2.2.3.1 y 2.2.4.1.

5.2.3.1. Cerveza liviana y Cerveza "light"

Se designa con el nombre de cerveza liviana y "light" a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.1.1.

5.2.3.3 Cerveza extra

Para designar una cerveza como cerveza extra la misma deberá cumplir con las características establecidas en el numeral 2.2.1.3.

5.2.3.4 Cerveza fuerte

Para designar una cerveza como cerveza fuerte, la misma deberá cumplir con las características establecidas en el numeral 2.2.1.4.

5.2.3.5 Cerveza sin alcohol

Se designa con el nombre de cerveza sin alcohol, a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.2.1.

5.2.3.6 Cerveza oscura o Cerveza negra

Se designa con el nombre de cerveza oscura o cerveza negra a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.3.2.

5.2.3.7 Cerveza 100 % malta o de pura malta

Se podrá designar con el nombre de cerveza 100 % malta o de pura malta a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.4.2.

5.2.3.8 Cerveza de... (seguido del nombre del adjunto cervecero mayoritario)

Se designa con el nombre de cerveza de... (seguido del nombre del adjunto mayoritario) a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.4.3.

5.2.3.9 Cerveza (seguida de la clase definida en 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.4) coloreada

Se designa con el nombre de cerveza... coloreada a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.5.1. Ejemplo: CERVEZA DE ARROZ LIVIANA COLOREADA

5.2.3.10 Cerveza (seguida de la clase definida en 2.2.1, 2.2.2, 2.2.4 y 2.2.5.1) con... (seguida del nombre del vegetal)

Se designa con el nombre de cerveza... con... a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.5.2. Ejemplo: CERVEZA DE ARROZ LIVIANA CON LIMON COLOREADA

5.2.3.11 Cerveza (Seguida de la clase definida en 2.2.1, 2.2.2, 2.2.4 y 2.2.5.1) sabor de... (seguida del nombre del vegetal) o cerveza (seguida de la clase definida en 2.2.1, 2.2.2., 2.2.4 y 2.2.5.1.) con aroma de... (seguida del nombre del vegetal)

Se designa con el nombre de cerveza... sabor de... o cerveza... con aroma de... a la cerveza que cumple con las características establecidas en el numeral 2.2.5.3. Ejemplo: CERVEZA DE ARROZ LIVIANA CON AROMA DE LIMON COLOREADA

5.2.3.12 Cerveza oscura o negra azucarada o Malzbier

Se designa con el nombre de cerveza oscura o negra azucarada o Malzbier a la cerveza que cumple con las características del numeral 2.2.5.4.

Nota: American Blonde Ale, English Pale Ale, Oatmeal Stout, Belgian Blonde Ale, IPA, etc., son nombre fantasía, no son la denominación legal del producto.

5.2.4. Disposiciones generales para productos de cervecería

Cap. 26, sec. 2, artículos vigentes: 5, 8, 13, 16, 17 y 19. El resto de los artículos de la Sección 2 fueron derogados por el REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR DE PRODUCTOS DE CERVECERÍA (Decreto 286/009)

Cerveza de barril o cerveza cruda: es cualquier clase de cerveza no pasteurizada en el envase (Disposición 26.2.5).

Cebada malteada o malta: es el grano de cebada cervecera sometido a germinación y posterior deshidratación y/o tostación en condiciones tecnológicas adecuadas (Disposición 26.2.8).

Se reconoce las siguientes prácticas permitidas en la elaboración de productos de cervecería (Disposición 26.2.13):

- a) Mezcla, en el proceso de elaboración, de mosto y de cerveza entre sí
- b) Dilución con agua potable, de las cervezas en cualquier etapa de elaboración, a los efectos de ajustar los contenidos de extractos y alcohol
- c) Filtración con papel, pasta de papel, celulosa, telas de algodón o fibras sintéticas, tierra de infusorios y carbón activado, de calidad alimentaria
- d) Clarificación o tratamiento de la cerveza en elaboración con tierra de infusorios, carbón activado, tanino, albúminas, gelatina alimenticia, bentonitas, gel de sílice, caseína, poliamidas autorizadas, polímeros cruzados, polivinil polipirrolidona (PVPP)
- e) Esterilización, pasteurización y refrigeración por medios físicos
- f) Coloración con cebada tostada y/o cebada malteada tostada, y/o caramelo obtenido exclusivamente con azúcares refinados
- g) Adición de enzimas proteolíticas y de extractos naturales isomerizados de lúpulo
- h) Gasificación con anhídrido carbónico bromatológicamente apto
- i) Empleo de levaduras seleccionadas (*Saccharomyces*)

Los recipientes para fermentación y conservación deben ser de los siguientes materiales: acero inoxidable, fibra de vidrio o aluminio, hormigón y/o hierro, revestidos (si es necesario) con productos inertes aptos (epoxi, barnices sanitarios) (Disposición 26.2.16).

Los productos de cervecería deben envasarse en recipientes adecuados de vidrio, hojalata, aluminio, acero inoxidable, recubiertos con barnices sanitarios, libres de sustancias nocivas, que no cedan olor, sabor ni color al producto (Disposición 26.2.17).

Todos los productos de cervecería deben cumplir con los caracteres físicos y químicos que se indican a continuación (Disposición 26.2.19):

Acidez volátil expresada en ácido acético*

Mín. 0,06 % m/m

Acidez total expresada en ácido acético*

Mín. 0,4 % m/m

Estabilidad de espuma por el método de Kloppes (NIBEN)

Mín. 180 segundos

Diacetilo

Máx. 0,15 % mg/L

Anhídrido carbónico

Mín. 0,35 % m/m

Glicerina

Máx. 0,30 % m/m

*Estos parámetros analíticos están siendo sujetos de revisión y se prevé la sustitución de mínimo (mín.) por máximo (máx.).

Decreto 83/017. Establece cómo debe informarse el contenido alcohólico y su tolerancia

Artículo 1. Es obligatoria la declaración del contenido alcohólico en el rótulo, de toda cerveza incluyendo la cerveza sin alcohol, expresándose en porcentaje en volumen (% vol - cantidad de mL de alcohol etílico contenido en 100 mL del producto, siendo ambos volúmenes determinados a temperatura de referencia de 20°C), con una tolerancia de 0,1 % vol. El valor correspondiente se expresa con una cifra decimal como máximo, e irá precedido de la frase "Contenido alcohólico" seguida del símbolo "% Vol". Esta declaración deberá incluirse en el rótulo, junto a la denominación de venta del alimento en la cara principal, con tamaño de letra no inferior a 3 mm en altura, en mayúscula. Asimismo, la

letra debe ser de color contrastante al fondo, de modo de garantizar la visibilidad y legibilidad de la información.

La indicación del contenido alcohólico podrá ser declarada en una etiqueta complementaria, que deberá cumplir los requisitos dispuestos en el inciso anterior, utilizando materiales que garanticen su completa adhesión al envase y legibilidad. La referida etiqueta podrá ser aplicada tanto en origen como en destino, antes de la comercialización del producto.

Decreto Departamental de Montevideo No. 37391 (2020). Establece las condiciones para el uso del término ARTESANAL

Artículo 1. Alimento artesanal es todo aquel que tenga una elaboración predominantemente manual con presencia de maestro artesano (o similar) en la elaboración del producto formal y sustentable, en una actividad de producción a pequeña escala; ajustándose a las características que se definan para cada familia de productos y a cada una de las actividades de la producción específica según los procesos utilizados.

Artículo 2. El local a utilizar para la producción artesanal de carácter individual deberá tener dimensiones inferiores a los cincuenta metros cuadrados en el área de elaboración. Así mismo se podrán utilizar locales comunitarios de mayor dimensión aptos y habilitados para ese fin.

Artículo 3. Los locales, en lo referente a los edificios, deberán cumplir con las exigencias del Reglamento Bromatológico Nacional vigente.

Artículo 4. La planta de elaboración debe tener acceso directo y contar con su baño correspondiente, debiendo ser independiente de toda casa habitación.

Artículo 5. Los utensilios y recipientes de cocción serán de uso exclusivo de la planta elaborada, rigiéndose los mismos por el Reglamento Bromatológico Nacional vigente.

Artículo 6. Se exigirán las medidas de seguridad debidamente establecidas por la autoridad correspondiente.

Artículo 7. El agua a utilizar deberá ser potable o potabilizada en un tanque de reserva el cual deberá tener un mínimo de capacidad de quinientos litros.

Artículo 8. La planta elaborada deberá contar con agua fría y caliente.

Artículo 9. Tanto las materias primas como los productos terminados deben estar almacenados y debidamente resguardados de la zona de elaboración.

Artículo 10. Los productos de limpieza deberán estar debidamente almacenados fuera de la zona de elaboración.

Artículo 11. Las personas que participan en la elaboración deberán contar con:

- a) Carné de salud al día
- b) Equipo de trabajo adecuado (gorro, tapaboca, delantal, etc.)
- c) Carné de manipulación de alimentos

Artículo 12. Las personas que manipulen los alimentos que se encuentran en proceso de producción deberán tener el conocimiento necesario a tal efecto.

Artículo 13. Los productos artesanales deberán contar con un sistema de trazabilidad que permita individualizar en cada lote la procedencia de la materia prima como así el destino de dicho lote.

Artículo 14. Los productos artesanales deberán cumplir con las exigencias generales y particulares del Reglamento Bromatológico Nacional vigente.

Artículo 15. La Intendencia de Montevideo autorizará a los productores un distintivo en el cual se leerá: "Producto Artesanal" además del resto de la información obligatoria dispuesta en el Registro Bromatológico Nacional vigente.

Artículo 16. El incumplimiento del presente decreto ameritará la aplicación de las sanciones correspondientes según lo dispuesto en el Capítulo VI "Penalidades", Título I "Disposiciones Generales", Parte Legislativa del Volumen VI "Higiene y Asistencia Social" del Digesto Departamental y conforme lo dispuesto en el artículo 4 del Régimen Punitivo Departamental vigente (Decreto N.º 21.626, de 11 de abril de 1984).

Definición del término CERVEZA ARTESANAL

Artículo 26. Bebida producida por fermentación alcohólica de malta de cebada y otros cereales, levadura y aromatizada por lúpulo; sin aditivos sintéticos, ni conservantes. Producida a baja escala y con materia prima de calidad, respetando los procesos naturales de elaboración, admitiéndose una diversa gama de sabores y estilos. La producción estará supervisada por un maestro cervecero u idóneo. Los lotes no superarán un máximo de siete mil quinientos litros por caldera de cocción.

Decreto 63/020. Publicidad, promoción y patrocinio de las bebidas alcohólicas

Artículo 18. En el marco de lo establecido en el artículo 21 de la Ley que se reglamenta, además del mensaje preventivo "Prohibida la venta a menores de dieciocho años de edad" todo mensaje publicitario o promocional de bebidas alcohólicas deberá incluir, de forma claramente perceptible para el consumidor, la siguiente leyenda: "El abuso en el consumo de alcohol es nocivo para su salud. El consumo de bebidas alcohólicas durante el embarazo, incluso en pequeñas cantidades, puede dañar seriamente la salud. El consumo de bebidas alcohólicas perjudica su capacidad para conducir vehículos u operar maquinaria."

Artículo 19. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley N.º 19.855, todos los envases de las bebidas alcohólicas deben llevar impresos en su etiqueta principal los mensajes preventivos establecidos en el artículo anterior.

Asimismo, incluirán el siguiente pictograma que advierte sobre el riesgo de consumo durante el embarazo:



6. Referencias

- Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (2019). *Guía de prácticas correctas de higiene para pequeños productores de cerveza*. Cataluña.
- Analytica EBC. (2021). *Analytica EBC Methods*. Obtenido de <https://brewup.eu/ebc-analytica/>
- Área de Enología y Biotecnología de Fermentaciones. (2021). *Manual de Prácticas*. Montevideo: Facultad de Química, UdelaR.
- Barron, F. H. (1996). *Practical Guidelines of Food Safety for Microbreweries, Brewpubs and the Beer Industry*. Clemson, Carolina del Sur: Clemson Extension.
- Brewers Association. (2014). *Best Practices Guide to Quality Craft Beer*. Obtenido de https://www.brewersassociation.org/attachments/0001/3980/EDP_Quality.pdf
- Cerveceros de España. (2005). *Guía para la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico en el sector cervecero español*.
- Dalmasso, L. P. (2020). *Microbiología cervecera. Manual teórico práctico*. Toay, La Pampa: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.
- Facultad de Ingeniería, UdelaR. (2011). *Manual de laboratorio "Introducción a la ingeniería bioquímica"*. Montevideo.
- Ministerio de Salud Pública. (2020). *Reglamento Bromatológico Nacional (7ª ed.)*. Montevideo, Uruguay: IMPO.
- Pelletieri, M. (2015). *Quality Management. Essential Planning for Breweries*. Boulder, Colorado: Brewers Association.
- Russell, I. (1994). Yeast. En W. A. Hardwick, *Handbook of Brewing* (págs. 169-202). Nueva York: Marcel Dekker, Inc.
- Stewart, G. (2016). Beer Shelf Life and Stability. En *The Stability and Shelf Life of Food (2.ª edición)* (págs. 293-309). Edimburgo: Woodhead Publishing.
- Suzuki, K. (2011). 125th Anniversary Review: Microbiological Instability of Beer Caused by Spoilage Bacteria. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol. 117, N.º 2, 131-156.
- Van Vuren, H. J. (1999). Gram-negative spoilage bacteria. En F. Priest, & I. Campbell, *Brewing Microbiology* (págs. 163-191). Londres: Chapman & Hall.
- Vaughan, A., O'Sullivan, T., & Sinderen, D. V. (2012). Enhancing the Microbiological Stability of Malt and Beer — A Review. *Journal of The Institute of Brewing*, Vol 111, N.º 4, 355-371.