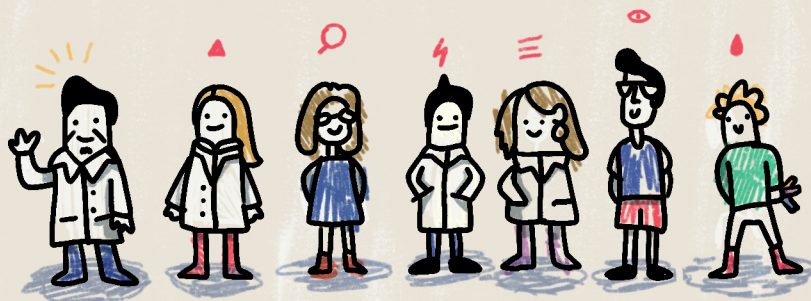


Microbiología Cervecera

MANUAL TEÓRICO PRÁCTICO



FACULTAD de
AGRONOMIA
Universidad Nacional de La Pampa

Microbiología cervecera: manual teórico práctico / Lucas Pablo Dalmaso
[et al.]; editado por Lucas Pablo Dalmaso; ilustrado por Marcos Abel Dalmaso. - la ed.
Toay; Lucas Pablo Dalmaso, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-86-6088-2

1. Microbiología Aplicada. 2. Cervezas. I. Dalmaso, Lucas Pablo, ed. II. Dalmaso, Marcos
Abel, ilus.
CDD 663.42

MICROBIOLOGÍA CERVECERA, Manual Teórico Práctico.

Dalmaso, Lucas Pablo (edit.)

Noviembre de 2020, Toay, La Pampa, Argentina.

Corrección de estilo: *Viviana Jorgelina Cenizo*.

Diseño gráfico y maquetación: *Leopoldo Andrés Boschero*.

Ilustración de portada y contratapa: *Marcos Abel Dalmaso (@marquila_ok)*.

ISBN 978-987-86-6088-2

Este manual fue financiado por Facultad de Agronomía, UNLPam y la Secretaría de Políticas Universitarias a través del Programa de Vinculación Tecnológica Universidades Agregando Valor.

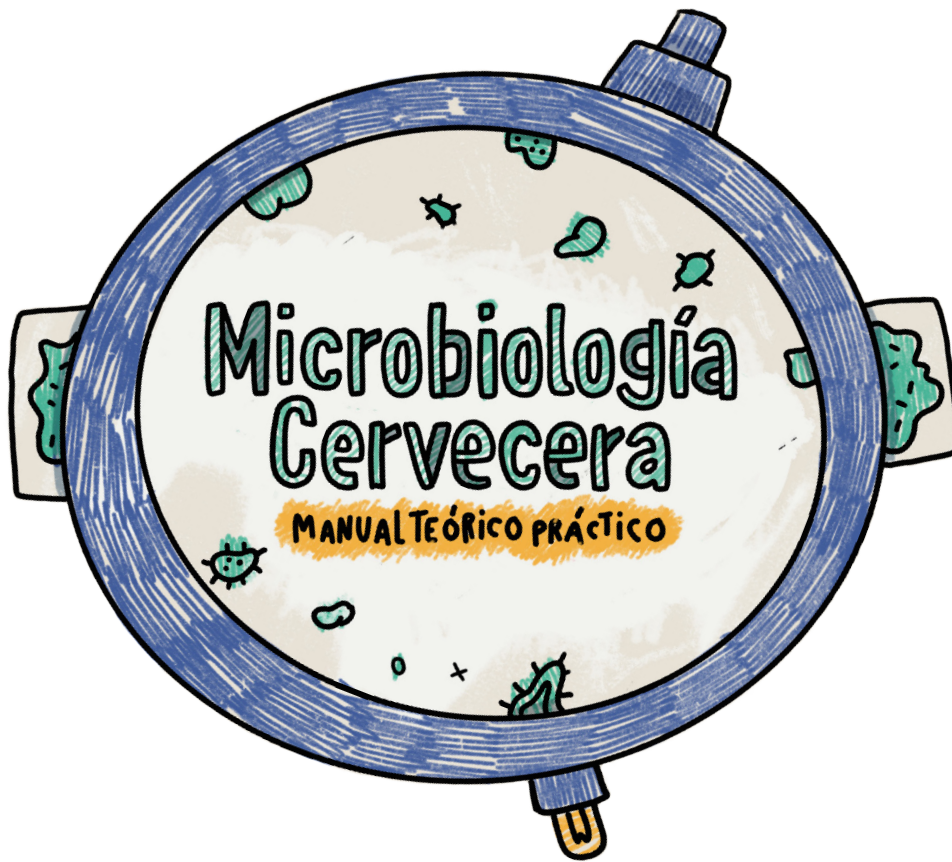
La referencia a marcas comerciales no conlleva ni preferencia ni aval alguno de los autores ni de las instituciones de filiación de los mismos.



Microbiología Cervequera, manual teórico práctico tiene licencia CC BY-NC-ND 4.0. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

EDITOR

Lucas Pablo Dalmaso



AGRONOMIA
FACULTAD de
U.N.L.Pam.

FACULTAD de
AGRONOMIA
Universidad Nacional de La Pampa

PRÓLOGO

Al iniciarnos en la elaboración de cerveza, exceptuando a profesionales o estudiantes de carreras afines, tenemos un total desconocimiento de los procesos químicos y microbiológicos involucrados. Si queremos mejorar la calidad de nuestras cervezas, vamos a tener que comprender inexorablemente que es lo que está sucediendo en cada etapa de nuestro proceso de elaboración, al menos en un determinado grado de profundidad para poder reproducirlo de manera controlada.

Este manual es, sin dudas, un atajo a ese entendimiento y un gran aporte a la comunidad cervecera de La Pampa y a todos los cerveceros de habla hispana, ya sea que estén transitando esos primeros pasos de estudio antes de la primera cocción, hagan cerveza en casa como hobby o formen parte de un emprendiendo comercial. Comprende desde cuestiones básicas de protocolos de limpieza, hasta el manejo de levaduras para la reutilización, análisis microbiológicos para detectar contaminantes y posibles soluciones a problemas comunes que puedan surgir.

En el caso de los microcerveceros que deseen instalar un laboratorio en fábrica esta guía nos brinda la información necesaria sobre las instalaciones requeridas, los elementos con los que debemos contar para tal fin y los fundamentos para llevar adelante controles desde muy simples a más complejos, que van a ayudarnos a mejorar nuestro proceso de elaboración de forma cuantitativa en pos de garantizar la calidad y la estabilidad de nuestros productos en el tiempo y la consistencia entre lotes. Soy un convencido que el camino para lograr mejores cervezas está en la aplicación de la ciencia y la tecnología. El esfuerzo de Lucas Dalmasso y sus colaboradores en recabar toda la información presente en este manual, explicado de manera práctica y con un léxico accesible a todos, es un gran aporte en esa dirección.

Fernando Hernández

MERIDIANO QUINTO

Mejor Microcervecería – Copa Argentina de Cervezas 2020

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: BASES PARA LA CORRECTA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

1.1 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	Pág. 19
1.2 LIMPIEZA DE EQUIPOS	Pág. 19
1.2.1 Agentes para limpieza de equipos	
1.2.1.1 Limpiadores de base alcalina	
1.2.1.2 Limpiadores de base ácida	
1.2.1.3 Detergentes neutros	
1.2.2 Métodos de limpieza del equipo	
1.2.2.1 Sistemas CIP	
1.2.2.2 Sistemas COP	
1.3 DESINFECCIÓN / SANITIZACIÓN	Pág. 21
1.3.1 Agentes desinfectantes	
1.4 PROGRAMA DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN	Pág. 22
1.4.1 Programas CIP	

CAPÍTULO 2: CONTAMINANTES MICROBIANOS EN CERVEZA

2.1 MICROORGANISMOS	Pág. 27
2.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN	Pág. 29
2.2.1 Aire	
2.2.2 Agua	
2.2.3 Malta	
2.2.4 Lúpulo	
2.2.5 Levadura	
2.2.6 Adjuntos cerveceros	
2.3 MICROORGANISMOS CONTAMINANTES	Pág. 30
2.3.1 Bacterias del ácido láctico (BAL)	
2.3.2 Bacterias del ácido acético	
2.3.3 Enterobacterias	
2.3.4 <i>Pectinatus</i> spp.	
2.3.5 <i>Megasphaera</i> spp.	
2.3.6 <i>Zymomonas mobilis</i>	
2.3.7 <i>Bacillus</i> spp.	
2.3.8 Levaduras ambientales	
2.3.8.1 <i>Brettanomyces</i> ssp.	
2.4 SUCESIÓN MICROBIANA	Pág. 34

CAPÍTULO 3: FERMENTACIÓN DE CERVEZAS

3.1 CALIDAD DE LA FERMENTACIÓN	Pág. 39
3.2 BASES PARA UNA BUENA FERMENTACIÓN	Pág. 40
3.2.1 Levadura	
3.2.2 Nutrientes	
3.2.2.1 Carbohidratos	
3.2.2.2 Nitrógeno	
3.2.2.3 Oxígeno	
3.2.2.4 Zinc	
3.2.3 Control de temperatura	
3.2.4 Fermentador adecuado	
3.2.5 Monitoreo de Fermentación	
3.3 CURVAS DE CRECIMIENTO DE LEVADURAS	Pág. 46
3.3.1 Fase de latencia	
3.3.2 Fase de crecimiento exponencial	
3.3.3 Fase estacionaria	
3.4 DENSIDAD	Pág. 48
3.5 ATENUACIÓN	Pág. 48
3.6 FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN	Pág. 50
3.7 DESCANSO DE DIACETILO	Pág. 50
3.8 CLARIFICACIÓN EN FRÍO	Pág. 51
3.9 FACTORES DE ESTRÉS EN LEVADURAS	Pág. 52
3.9.1 Estrés térmico	
3.9.2 Estrés por etanol	
3.9.3 Estrés osmótico	
3.9.4 Estrés nutricional	
3.9.5 Estrés oxidativo	
3.9.6 Estrés por envejecimiento	

CAPÍTULO 4: REUTILIZACIÓN DE LEVADURAS

4.1 REUTILIZACIÓN DE LEVADURAS	Pág. 57
4.2 COSECHA DE LEVADURA	Pág. 57
4.3 VIABILIDAD DE LEVADURAS	Pág. 60
4.4 TASAS DE INOCULACIÓN	Pág. 61

CAPÍTULO 5: LABORATORIO MICROBIOLÓGICO EN CERVECERÍAS

5.1 LABORATORIO PARA CERVECERÍAS	Pág. 67
5.2 NORMAS DE TRABAJO EN LABORATORIOS	Pág. 68
5.3 ELEMENTOS Y MATERIALES MÁS FRECUENTES DE UN LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	Pág. 70
5.4 MANEJO DE MICROORGANISMOS EN EL LABORATORIO	Pág. 76
5.5 ESTERILIZACIÓN	Pág. 76
5.5.1 Métodos físicos	
5.5.1.1 Calor Directo (Flameado)	
5.5.1.2 Calor Húmedo	
5.5.1.3 Calor Seco	
5.5.1.4 Filtración	
5.5.1.5 Radiación	
5.5.2 Métodos químicos	
5.5.2.1 Mecanismos de acción de las sustancias antimicrobianas	
5.6 MEDIOS DE CULTIVO	Pág. 81
5.6.1 Clasificación de los medios de cultivo	
5.6.2 Preparación de medios de cultivo	
5.7 DESCRIPCIÓN DE COLONIAS EN CAJA	Pág. 82
5.8 TÉCNICAS BÁSICAS DE MICROBIOLOGÍA	Pág. 84
5.8.1 Plaqueo de medios de cultivo	
5.8.2 Dilución en serie	
5.8.3 Siembra de microorganismos	
5.8.4 Tinciones	

CAPÍTULO 6: MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LEVADURA Y CERVEZA

6.1 MUESTREO DE CERVEZA DESDE FERMENTADORES	Pág. 91
6.2 PRUEBA DE MOSTO FORZADO	Pág. 91
6.3 PRUEBA DE DIACETILO	Pág. 94
6.4 PRUEBA DE FERMENTACIÓN FORZADA	Pág. 95
6.5 PRUEBA DE ESTABILIDAD DEL MOSTO INOCULADO	Pág. 95
6.6 ENSAYOS DE FERMENTACIÓN	Pág. 96
6.7 PRUEBA DE DETERIORO DE PRODUCTO TERMINADO	Pág. 97
6.8 HISOPADO DE SUPERFICIES	Pág. 97
6.8.1 Muestreo con hisopos de algodón estériles	
9.8.2 Muestreo húmedo con hisopos de algodón estériles con Caldo Letheen	

6.9 RECuento DE COLONIAS EN PLACA Pág. 100

6.9.1 Reglas para la expresión de resultados

6.9.2 Recuento con Agar mosto

6.9.3 Recuento con Medio WLN y WLD

6.9.4 Recuento con Medio UBA

6.9.5 Recuento con Medio ABD

6.9.6 Recuento con Medio HLP

6.9.7 Recuento con Medio LMDA

6.9.8 Recuento con Medio LWYM

6.10 DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES Pág. 110

6.10.1 Análisis Presuntivo

6.10.2 Análisis Confirmativo

CAPÍTULO 7: MICROSCOPIA PARA LABORATORIOS CERVECEROS

7.1 MICROSCOPIO ÓPTICO Pág. 115

7.1.1 Elementos mecánicos

7.1.2 Elementos ópticos

7.1.3 Sistema de iluminación

7.2 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL MICROSCOPIO ÓPTICO Pág. 117

7.3 USO DEL MICROSCOPIO Pág. 117

7.3.1 Técnica de inmersión

7.4 OBSERVACIÓN DE MICROORGANISMOS Pág. 119

7.4.1 Preparados frescos

7.4.2 Preparación de frotis

7.4.3 Coloración simple con Azul de Metileno

7.4.4 Coloración de Gram

7.4.5 Viabilidad de levaduras por el método de tinción con Azul de Metileno

7.4.6 Cámara de Neubauer

7.4.6.1 Recuento de levadura con Cámara de Neubauer

7.4.6.2 Cantidad de levadura necesaria para inocular un fermentador

7.4.6.3 Software ImageJ

7.4.6.4 Aplicación para celulares microBrew.AR

CAPÍTULO 8: SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FERMENTACIÓN Y REUTILIZACIÓN

8.1 PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA DINÁMICA DE LA FERMENTACIÓN Pág. 133

8.1.1 Retraso del inicio

8.1.2 La fermentación no termina

8.2 PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA ATENUACIÓN	Pág. 135
8.3 PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA FLOCULACIÓN	Pág. 136
8.4 PROBLEMAS RELACIONADOS CON SABORES Y AROMAS	Pág. 136
8.4.1 Diacetilo	
8.4.2 Dimetil Sulfuro (DMS)	
8.4.3 Acetaldehído	
8.4.4 Alcoholes superiores	
8.4.5 Fenoles	
8.4.6 Azufre	
8.4.7 Acidez	
8.4.8 Ácido Isovalérico	
8.5 PROBLEMAS RELACIONADOS CON LEVADURA PARA REUTILIZACIÓN	Pág. 139
8.5.1 Baja viabilidad de la levadura	
8.5.2 Conservación en frío de levadura cosechada	
BIBLIOGRAFÍA	Pág. 141
ANEXOS	Pág. 147

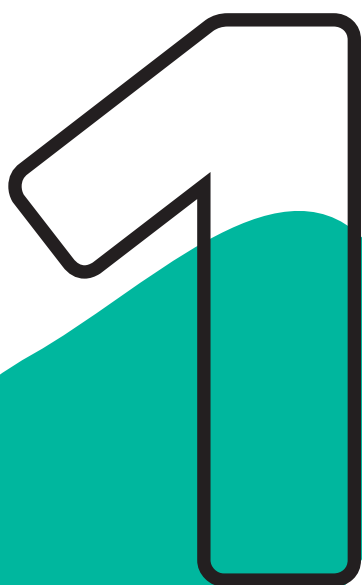
ÍNDICE DE TABLAS

1.1 Principales desinfectantes usados por cerveceros artesanales	Pág. 22
2.1 Relaciones de los microorganismos con el oxígeno	Pág. 27
2.2 Especies de bacterias del ácido láctico	Pág. 31
3.1 Ejemplos de utilización de Zinc en mostos de cerveza	Pág. 43
5.1 Presiones y tiempos recomendados para ciclos de esterilización de material de laboratorio	Pág. 78
6.1 Resultados de la prueba de mosto forzado	Pág. 93
6.2 Resultados positivos de la muestra de mosto forzado en función del tiempo de incubación y recomendaciones	Pág. 93
6.3 Resultado de la prueba de diacetilo	Pág. 95
6.4 Rótulos de las muestras de cerveza de la prueba de deterioro de producto terminado	Pág. 97
7.1 Diluciones recomendadas según tipo de muestra	Pág. 126

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1 Esquema de la pared celular de bacterias Gram positivas y Gram Negativas	Pág. 28
3.1 Curva de fermentación típica	Pág. 46
3.2 Modelos de densímetros	Pág. 48
4.1 Esquema de estratificación de la calidad de levaduras en un cono de un fermentador	Pág. 58
4.2 Capacidad potencial de tres reutilizaciones de levaduras	Pág. 59
4.3 Diagrama de reutilizaciones de levaduras	Pág. 43
4.4 Cámara de Neubauer	Pág. 62
5.1 Mechero Bunsen	Pág. 70
5.2 Estufa de incubación	Pág. 70
5.3 Autoclave eléctrico automatizado	Pág. 70
5.4 Flujo laminar	Pág. 70
5.5 Contador de colonias	Pág. 71
5.6 Balanzas	Pág. 71
5.7 Baño termostático	Pág. 71
5.8 Agitador orbital	Pág. 71
5.9 Vortex	Pág. 72
5.10 Oxímetro de membrana	Pág. 72
5.11 Microscopio óptico	Pág. 72
5.12 Jarra de anaerobiosis	Pág. 72
5.13 Ansas de siembra, ansa en anillo	Pág. 72

5.14 Placas de Petri plásticas y estériles	Pág. 73
5.15 Placas de Petri con medio sólido	Pág. 73
5.16 Micropipeta automática con punta de pipeta	Pág. 73
5.17 Espátulas de Digrafsky	Pág. 73
5.18 Vasos de precipitados	Pág. 74
5.19 Cucharas y espátulas de laboratorio	Pág. 74
5.20 Recipientes estériles (tubos falcon, recipientes para muestras de orina)	Pág. 74
5.21 Porta y cubre objetos	Pág. 74
5.22 Pinza de madera	Pág. 75
5.23 Cámara de Neubauer	Pág. 75
5.24 Frascos de tapa azul de diversos volúmenes	Pág. 75
5.25 Clasificación de los métodos de esterilización	Pág. 77
5.26 Ciclo típico de esterilización con autoclave	Pág. 77
5.27 Autoclave modelo Chamberland	Pág. 78
5.28 Cabina de flujo laminar con lámpara de radiación UV	Pág. 80
5.29 Caja de Petri con medio sólido y colonias en la superficie	Pág. 83
5.30 Elevación, borde y forma de colonias	Pág. 84
5.31 Dilución en serie	Pág. 85
5.32 Método de siembra en estría por agotamiento	Pág. 86
6.1 Resultados de la prueba de mosto forzado	Pág. 92
6.2 Hisopos de algodón estériles con Caldo Letheen	Pág. 100
6.3 Tubo con medio Mac Conkey y trampa para gases	Pág. 111
6.4 Posibles resultados de análisis presuntivos	Pág. 111
6.5 Placa del análisis confirmativo con colonias de E. coli	Pág. 111
7.1 Microscopio con detalles vista lado derecho	Pág. 116
7.2 Microscopio con detalles vista lado izquierdo	Pág. 117
7.3 Portaobjetos en un soporte para tinciones sobre un recipiente	Pág. 121
7.4 Tinción de Gram	Pág. 122
7.5 Representación de una Cámara de Neubauer Improved	Pág. 124
7.6 Retícula de Cámara de Neubauer Improved	Pág. 124
7.7 Representación de un área de recuento de una Cámara de Neubauer	Pág. 127



BASES PARA LA CORRECTA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

INTRODUCCIÓN

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

LIMPIEZA DE EQUIPOS

DESINFECCIÓN / SANITIZACIÓN

PLAN DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN

CAPÍTULO 1: BASES PARA LA CORRECTA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Gallace, María Eugenia; Dalmasso, Lucas Pablo y Cenizo, Viviana Jorgelina

El sector cervecero artesanal tiene como objetivo principal la obtención de productos de primera calidad. Para ello, es necesario contar no solo con excelentes materias primas, sino además tener personal capacitado y mantener adecuados criterios de higiene.

El sabor y el aroma son las características más importantes en la producción de cerveza, y son también las más afectadas cuando no existe una correcta higiene y desinfección de los equipos e instalaciones. Generalmente, las cervezas elaboradas por cerveceros artesanales no son pasteurizadas, por lo que los microorganismos y levaduras ambientales tienen amplitud de oportunidades para desarrollarse. Es prácticamente imposible eliminar todos estos microbios, por lo cual, es indispensable cuidar la higiene durante todo el proceso de elaboración para disminuir las posibilidades de colonización de los mismos. Además, cuando se pretende realizar la reutilización de levaduras se debe enfatizar más aún la higiene y desinfección para no propiciar la propagación de microorganismos contaminantes en los sucesivos lotes de elaboración.

En todos los casos, cuando se utilizan productos de limpieza y desinfección, se deben respetar las indicaciones del fabricante respecto al modo de empleo, las superficies en que puede ser aplicado, la concentración y el tiempo de contacto, así como el rango de temperatura y las indicaciones de seguridad.

En el mercado existe una gran diversidad de productos de desinfección con diferentes composiciones y modos de uso, por lo que resulta imposible abordar cada uno de manera particular. Este capítulo del manual permite conocer las bases generales para una correcta limpieza y desinfección, de modo tal que los cerveceros artesanales podrán minimizar el riesgo de contaminación y obtener así un producto de calidad.

1.1 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La limpieza y desinfección son procesos fundamentales de un establecimiento elaborador de cerveza, por lo que se deben tener en cuenta en todas las fases de producción para restringir el crecimiento y reproducción de los microorganismos en la zona de trabajo. El Código Alimentario Argentino (CAA), define a limpieza como la eliminación de tierra, restos de alimentos, polvo, u otras materias objetables, mientras que la desinfección es la reducción del número de microorganismos de las superficies mediante agentes químicos o métodos físicos adecuados. Cabe aclarar que sin una exhaustiva limpieza no se logra una correcta desinfección.

Al trabajar con un producto alimenticio, es necesario mantener un elevado nivel de higiene en todos los sectores, no solo en los equipos que están en contacto con la cerveza. El orden general y un buen diseño del establecimiento ayudará a mantener higienizados correctamente los pisos, paredes, equipos, instrumental de medición, utensilios, botellas, barriles, mangueras, bombas, entre otras superficies.

“Sin una exhaustiva limpieza no se logra una correcta desinfección”

1.2 LIMPIEZA DE EQUIPOS

La limpieza de los equipos depende, principalmente, de los materiales que los componen, la accesibilidad de la superficie que contacta con el mosto o cerveza y de su diseño. En

el sector cervecero, se recomienda en uso de acero inoxidable, debido a su naturaleza lisa e impermeable y por la facilidad que puede ser limpiado y desinfectado, además de su resistencia a la corrosión (Cheftel, Cheftel y Besancon, 2000). Los fermentadores plásticos, si bien tienen superficies lisas, son susceptibles a los procesos de abrasión y con el paso del tiempo se pueden formar grietas, estrías y poros que dificultan su limpieza y desinfección; además, se tornan frágiles y tienden a quebrarse.

La limpieza comprende diferentes etapas, en las que se incluyen un pre-enjuague para eliminar los residuos groseros de las superficies y el tratamiento con uno o más agentes limpiadores. Es fundamental leer los prospectos para aplicar los diferentes productos en superficies compatibles. La eficiencia de la acción de estos productos va a depender al menos de los siguientes factores:

- **Químico:** el resultado depende del tipo y concentración del agente de limpieza.
- **Tiempo de limpieza:** cuanto mayor sea el tiempo de contacto, mayor será el éxito de la limpieza.
- **Mecánico:** mayor presión, caudal y velocidad de flujo se relaciona con 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.

1.2.1 Agentes para limpieza de equipos

1.2.1.1 Limpiadores de base alcalina

Los limpiadores alcalinos son aquellos cuyo pH es mayor a siete ($\text{pH} > 7$) y en su composición incluyen, generalmente, hidróxido de sodio, agentes tensioactivos no iónicos y agentes quelantes. El hidróxido de sodio por ejemplo, exhibe una excelente capacidad emulsionante para proteínas por lo que tiene en una amplia variedad de aplicaciones en cervecías.

La función de los limpiadores alcalinos es eliminar residuos orgánicos como, almidones, hidratos de carbono, proteínas, aceites y grasas que quedan luego del proceso de elaboración de cerveza. Sin embargo, no podrán eliminar la acumulación y depósito de sales minerales.

1.2.1.2 Limpiadores de base ácida

Los depósitos de sales, conocidos vulgarmente como piedra de cerveza, están compuestos principalmente por sales minerales insolubles en agua. Los productos comerciales de base ácida incluyen en general, ácido fosfórico o ácido nítrico y otros componentes activos, que transformarán químicamente las sales insolubles en una forma soluble y enjuagable (Loeffler, 2006). El ácido fosfórico supera ampliamente al ácido nítrico en su poder de limpieza (Storgårds, 2000).

Es importante destacar que no todos los ácidos son adecuados, algunos como el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico, son extremadamente corrosivos y su disolución puede resultar peligrosa por el calor que se genera en el proceso.

1.2.1.3 Detergentes neutros

Los detergentes neutros como los de uso doméstico presentan un buen poder de limpieza, son productos adecuados para superficies y utensilios moderadamente sucios o que re-

quieren de aplicación de forma manual con esponja suave. Son seguros para todo tipo de materiales y en su composición pueden tener agentes secuestrantes, emulsionantes y perfumes. En algunos casos, contienen enzimas que actúan sobre las cadenas orgánicas y las convierten en residuos muy pequeños fácilmente eliminables. Existen de dos tipos, los espumantes y los no espumantes, estos últimos diseñados para pisos y paredes de la industria alimentaria.

1.2.2 Métodos de limpieza del equipo

1.2.2.1 Sistemas CIP (*Clean In Place*)

La limpieza en el lugar (CIP) se define como, la limpieza de elementos completos, circuitos o tuberías de plantas, sin desmantelar o abrir el equipo y con poca o ninguna participación manual por parte del operador. El proceso implica la inyección o pulverización de superficies, o la circulación de soluciones de limpieza a través de circuitos y equipos en condiciones de mayor turbulencia y velocidad de flujo (Tamine, 2008).

1.2.2.2 Sistemas COP (*Clean Out Place*)

La limpieza fuera del lugar (COP) es esencialmente lo opuesto de CIP y se refiere a la mayoría de las aplicaciones de limpieza manual, el equipo debe dividirse en partes o se deben realizar modificaciones importantes antes de la limpieza. Algunos equipos que normalmente se limpian mediante CIP deben limpiarse periódicamente en modo COP, por ejemplo los intercambiadores de calor. Por lo tanto, COP no puede ni debe evitarse por completo.

1.3 DESINFECCIÓN / SANITIZACIÓN

La desinfección es la reducción mediante agentes químicos o métodos físicos adecuados, del número de microorganismos en el edificio, instalaciones, maquinarias y utensilios, a un nivel que no dé lugar a contaminación del alimento que se elabora (Ley N° 18.284, 1969). En la industria de los alimentos se utiliza también el término “saneamiento” al proceso para reducir la población de microorganismos de una superficie limpia a niveles insignificantes. Sanitización proviene del idioma inglés *sanitization* y no está registrada en el diccionario de la Real Academia Española. Sin embargo, debido a que es un término de uso corriente en el sector cervecero, en este manual se utilizan como sinónimos y de manera indistinta.

Una desinfección exitosa, requiere previamente de un programa de limpieza efectivo que indique claramente al operador las tareas a realizar (Loeffler, 2006). Los agentes desinfectantes, tanto físicos como químicos, tienen la función que el equipo de producción esté libre de microorganismos después del uso y posterior limpieza. El factor físico más utilizado en cervecerías implica un tratamiento térmico a través del uso de vapor de agua.

1.3.1 Agentes desinfectantes

Existen diferentes productos desinfectantes, los más usuales en cervecerías son los mencionados en la tabla 1.1. Comercialmente existen sanitizantes que utilizan uno o más de estos agentes, y también combinados con otras sustancias. Es indispensable leer bien los prospectos de los productos desinfectantes para que sean aplicados en superficies de materiales compatibles, y respetar las concentraciones de uso y tiempo de contacto.

Tabla 1.1: Principales desinfectantes usados por cerveceros artesanales en Argentina.

PRINCIPIO ACTIVO	OBSERVACIONES	USOS
Alcohol 70%	Una concentración mayor al 70% de etanol reduce su capacidad sanitizante. Es compatible con cualquier superficie.	Fermentadores <i>homebrew</i> y elementos de aluminio. Se lo utiliza en tapas corona para botellas, ya que no es corrosivo. Debido a su estabilidad en el tiempo, se utiliza en el sector de fermentación para desinfectar válvulas y tomamuestras.
Ácido peracético	Agente desinfectante ácido con efecto oxidante (destruye la membrana celular); alta efectividad. A la concentración de uso no es estable en el tiempo.	Limpieza CIP, superficies y equipos en general. Desinfección de botellas.
Peróxido de hidrógeno	Agente desinfectante neutro con efecto oxidante; se descompone en contacto con material orgánico en agua y oxígeno; muy amplia gama de efectividad.	Limpieza CIP. Desinfección por pulverización.

La formulación basada en ácido peracético y peróxido de hidrógeno se usa con frecuencia para la sanitización posterior a la limpieza. El ácido peracético penetra en la célula y oxida las enzimas y otras proteínas de manera irreversible.

“Es indispensable leer bien los prospectos de los productos desinfectantes para que sean aplicados en superficies de materiales compatibles, y respetar las concentraciones de uso y tiempo de contacto.”

En general, los agentes desinfectantes pierden rápidamente su acción en un entorno alcalino, por lo que es esencial un enjuague abundante después de la limpieza alcalina (Storgårds, 2000). Los desinfectantes a base de ácido peracético y peróxido de hidrógeno también funcionan en presencia de materia orgánica, pero son notablemente menos efectivos cuando la temperatura disminuye de 20 °C a 4 °C (Storgårds, 2000).

1.4 PROGRAMA DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN

Para poder mantener las instalaciones, los equipos, utensilios y otros equipamientos en un buen estado y minimizar el riesgo de contaminación de la cerveza, hay que establecer un procedimiento que asegure una buena limpieza y desinfección. Es importante tener presente que estos procesos se tienen que adecuar y efectivizar con la frecuencia necesaria, de acuerdo

a cada una de las zonas y equipos. Además, se deben tomar las precauciones necesarias ya que un programa de limpieza mal diseñado o ejecutado puede generar un foco de contaminación (en este caso química) por un mal enjuague o exceso de limpiadores y sanitizantes que pueden dejar residuos en equipos y por ende en las cervezas terminadas (Generalitat de Catalunya, 2019).

1.4.1 Programas de limpieza y desinfección CIP

Un programa de limpieza y desinfección CIP es un documento de procedimientos de una correcta limpieza y sanitización (Ver anexo 1), en el que se deben explicitar y detallar los siguientes ítems:

- Equipo a limpiar y desinfectar
- Momento de la limpieza y desinfección
- Nombre del responsable de llevar adelante la tarea
- Productos a utilizar
- Procedimiento de limpieza: indicando etapas, función de cada etapa, temperatura, producto, dosificación y frecuencia
- Equipos de protección personal
- Protocolo de actuación en caso de accidente
- Documentos adjuntos: fichas de seguridad de los productos de limpieza y sanitización

CONTAMINANTES MICROBIANOS EN CERVEZA

MICROORGANISMOS

FUENTES DE CONTAMINACIÓN

MICROORGANISMOS CONTAMINANTES

SUCESIÓN MICROBIANA

