

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**DETERGENTES Y DESINFECTANTES DISPONIBLES EN EL MERCADO
URUGUAYO PARA LA APLICACIÓN EN QUESERÍAS ARTESANALES CON
ÉNFASIS EN CONTROL DE *Listeria monocytogenes***

“por”

Rebeca Nayr CABRERA DÍAZ

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Higiene, Inspección, Control y
Tecnología de los Alimentos de origen Animal

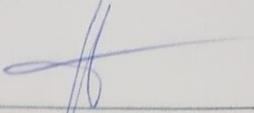
MODALIDAD: Situación Problema

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

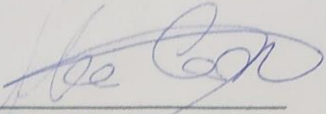
PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

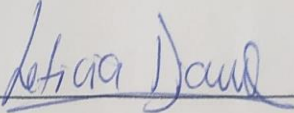
Presidente de mesa:


Dra. Deborah Robert

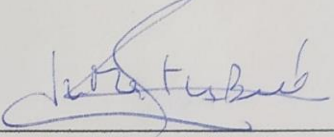
Segundo miembro (Tutor):


Dra. PhD. Silvana Carro

Tercer miembro:


Lic. MSc. Leticia Diana

Cuarto
miembro:


Q.F. MSc. Inés Martínez

Fecha:

25/10/2023

Autora:


Br. Rebeca Cabrera Díaz

AGRADECIMIENTOS

Finalizando una etapa importante de mi vida, quiero agradecer en particular...

A Dios, por haber estado conmigo siempre y haberme dado la fortaleza suficiente para culminar mis estudios de grado; así como, cada meta que me he planteado en la vida.

A mis padres, mi hermano y mis sobrinos, les agradezco el amor y apoyo incondicional que me brindan desde siempre en todo momento.

Al resto de mis familiares, gracias por estar presentes y el apoyo brindado siempre; a aquellos que ya no están en este plano, pero, que me acompañan desde otro lugar, mi abuela y abuelos, gracias por su luz.

De manera especial a mis profesoras de tesis, la Dra. Silvana Carro y Q.F. Inés Martínez, quiero agradecerles su apoyo, dedicación constante, buena disposición y contribuciones valiosas durante la realización de este trabajo.

Agradecer, además, a las empresas/proveedores que me aportaron información necesaria para la realización del mismo y por su disposición para la aclaración de dudas al respecto.

A los responsables del Proyecto “Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en quesos artesanales elaborados con leche cruda en Uruguay”, llevado a cabo en los años 2018- 2021, muchas gracias por la colaboración de datos de interés para la realización de este trabajo.

Al Ing. Agr. Ernesto Triñanes, perteneciente al Área de Programas y Proyectos del Instituto Nacional de la Leche, INALE; muchas gracias por la información compartida, de muy buen aporte.

Al Dr. Daniel Di Rienzo, perteneciente a la Sección de Fiscalización y Registros del Departamento de Control de Productos Veterinarios, DILAVE-DGSG-MGAP, muchas gracias por el material brindado.

A los miembros del tribunal, mis sinceros agradecimientos por su tiempo, escucha y aporte.

Eterno agradecimiento a mi casa de estudios, Facultad de Veterinaria, UDELAR, de la cual llevo en mi corazón gratos recuerdos y a todos los que fueron mis docentes.

A todas/os mis amigas/os y personas bonitas que se fueron sumando durante este transitar, gracias por estar siempre presentes, por su apoyo y por su motivación constante.

Finalmente, pero no menos importante, a mis mascotas que siempre han estado presentes, brindándome su compañía y amor incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
<i>Listeria monocytogenes</i>	9
Biopelículas o <i>biofilm</i>	11
<i>Listeria monocytogenes</i> en tambos, quesería artesanal y quesos	14
Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	17
Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES).....	18
Principales agentes	21
Agua.....	21
Detergentes.....	21
Desinfectantes.....	24
NORMATIVA	31
Marco legal para la producción de quesos artesanales	31
Marco legal para productos de limpieza y desinfección	32
OBJETIVOS	34
Objetivo general:	34
Objetivos específicos:	34
MATERIALES Y MÉTODOS	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
Caracterización de las empresas encuestadas	36
Descripción de los productos detergentes	38
Descripción de los productos desinfectantes	43
Comparación de los productos detergentes con la bibliografía	50
Comparación de los productos desinfectantes con la bibliografía.....	53
Descripción y evaluación de los productos utilizados en 100 queserías artesanales.....	59
Productos disponibles en el mercado nacional: efectividad sobre <i>biofilm</i> y <i>Listeria monocytogenes</i> en base a la bibliografía consultada.....	61
Análisis de precios de los productos detergentes y desinfectantes	65

CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXO	81
Anexo I. Encuesta para proveedores	81
Anexo II. Listado de Empresas habilitadas por el Ministerio de Salud Pública para comercializar productos de limpieza	83
Anexo III. Listado de detergentes y desinfectantes habilitados por el Departamento de Control de Productos Veterinarios -DILAVE-DGSSGG del MGAP.....	87
Anexo IV. Resultados de encuesta a 100 queserías artesanales, realizada por el proyecto “Prevalencia de <i>Listeria monocytogenes</i> en quesos artesanales elaborados con leche cruda en Uruguay” (2018-2021), sobre el uso de productos para la higiene del predio	89

LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y TABLAS

Cuadro 1. Empresas (proveedores) relevadas en este estudio, que comercializan detergentes y desinfectantes en el mercado uruguayo.	37
Cuadro 2. Descripción de los productos detergentes comercializados en Uruguay por empresas afines al rubro alimentario.....	38
Cuadro 3. Descripción de los productos desinfectantes comercializados en Uruguay por empresas afines al rubro alimentario.	43
Cuadro 4. Instrucciones de uso de productos detergentes evaluados por diferentes autores y su efectividad contra <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>biofilm</i>	50
Cuadro 5. Instrucciones de uso de productos desinfectantes evaluados por diferentes autores y su efectividad contra <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>biofilm</i>	53
Cuadro 6. Costo por litro de los productos detergentes ofrecidos por los proveedores.....	66
Cuadro 7. Costo por litro de los productos desinfectantes ofrecidos por los proveedores.....	67
Figura 1. Etapas de formación de <i>biofilm</i> (Hernández, 2016).....	12
Figura 2. Número de predios que incorporan el uso de desinfectantes y principio activo aplicado.	60
Tabla 1. Serotipos encontrados en brotes de listeriosis causados por distintos quesos en diferentes países (Adaptado de Martínez y Dalgaard, 2017).....	16
Tabla 2. Desempeño microbiológico del producto SPEC® y CM 440- SA SPEC® sobre <i>Listeria monocytogenes</i>	65

RESUMEN

Para obtener alimentos inocuos, uno de los factores claves, es la aplicación de medidas higiénicas que permitan asegurar su calidad microbiológica. En las queserías en particular, se deberán implementar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y dentro de ellas, Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES) efectivos en la planta elaboradora y su entorno en las respectivas etapas de elaboración, con el fin de minimizar el riesgo de contaminación de los quesos con patógenos alimentarios y así poder controlar entre ellos a *Listeria monocytogenes*.

Este trabajo propuso un relevamiento de los productos de limpieza y desinfección comercializados en Uruguay, en particular aplicados en establecimientos lecheros y queserías con énfasis en *Listeria monocytogenes*. Éste, se enmarca en el proyecto “Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en quesos artesanales elaborados con leche cruda en Uruguay”, llevado a cabo en los años 2018-2021. Se enfatizó en productos que tuvieran efecto sobre *Listeria monocytogenes* y biopelículas o *biofilm*.

En estos establecimientos, *Listeria monocytogenes* muchas veces sobrevive a los procesos de higiene debido a su capacidad de formar biopelículas sobre las distintas superficies, contaminando los alimentos que allí se procesan; en particular, los alimentos “listos para consumo” (LPC), entre otros, leche cruda y quesos que pueden representar una fuente de contaminación de este patógeno para el hombre.

Para llevar a cabo este estudio, se recopiló la información mediante el diseño y aplicación de una encuesta enviada a 20 empresas/proveedores de insumos para la industria alimentaria. Se recibieron respuestas de 7 empresas. En relación a los datos relevados, se realizó la descripción, análisis y comparación de los productos químicos (detergentes/desinfectantes) para eliminar los residuos orgánicos e inorgánicos de las superficies, así como los *biofilm*; con la bibliografía y los resultados de la encuesta realizada en el mencionado proyecto en el que se enmarca esta tesis.

Respecto a los resultados obtenidos por los proveedores y la literatura, de acuerdo al tipo de residuo a eliminar, para la limpieza se recomienda utilizar detergentes alcalinos, ácidos o enzimáticos y para la desinfección, agentes a base de cloro, ácido peracético, peróxido de hidrógeno o amonio cuaternario, según las recomendaciones del fabricante, para su correcto desempeño.

En relación a las queserías artesanales encuestadas por el proyecto, se obtuvo información respecto al uso o no de agua caliente, detergente o desinfectante; especificándose en este último, el principio activo utilizado. Se concluyó que para eliminar biopelículas es mejor incorporar tratamientos enzimáticos (de forma manual, automática, en un procedimiento profundo especial (“choque”) o mantenimiento), al procedimiento de limpieza convencional instaurado; con el posterior uso de un agente desinfectante, para mejorar la acción de la limpieza y eliminar los microorganismos en su totalidad.

Finalmente, con respecto a los desinfectantes en las dosis habitualmente sugeridas, para eliminar específicamente *Listeria monocytogenes* y/o su *biofilm* son más recomendables utilizar ácido peracético o amonios cuaternarios, ya que resultaron ser más eficientes que el hipoclorito de sodio.

ABSTRACT

To obtain safe food, one of the key factors is the application of hygienic measures that ensure its microbiological quality. In cheese establishments in particular, Good Manufacturing Practices (BPM) should be implemented and within them, Standardized Operational Sanitation Procedures (POES) effective in the manufacturing plant and its surroundings in the respective stages of production, in order to minimize the risk of contamination of the cheeses with food pathogens and thus be able to control *Listeria monocytogenes* among them.

This work proposed a survey of the cleaning and disinfection products marketed in Uruguay, particularly applied in dairy establishments and cheese factories with an emphasis on *Listeria monocytogenes*. This is part of the project “Prevalence of *Listeria monocytogenes* in artisan cheeses made with raw milk in Uruguay”, carried out in the years 2018-2021. Emphasis was placed on products that had an effect on *Listeria monocytogenes* and biofilms or biofilm.

In these establishments, *Listeria monocytogenes* often survives hygiene processes due to its ability to form biofilms on different surfaces, contaminating the food processed there; in particular, foods “ready for consumption” (LPC), among others, raw milk and cheeses that can represent a source of contamination of this pathogen for men.

To carry out this study, the information was collected through the design and application of a survey sent to 20 companies/suppliers of this products for the food industry. Responses were received from 7 companies. In relation to the collected data, the description, analysis and comparison of chemical products (detergents/disinfectants) was carried out to eliminate organic and inorganic residues from surfaces, as well as biofilm; with the bibliography and the results of the survey carried out in the project mentioned before.

Regarding the results obtained by the suppliers and the literature, according to the type of waste to be eliminated, for cleaning it is recommended to use alkaline detergents, acids or enzymes and for disinfection, agents based on chlorine, peracetic acid, hydrogen peroxide or quaternary ammonium, according to the manufacturer's recommendations, for its correct performance.

In relation to the artisan cheese factories surveyed by the project, information was obtained regarding the use or not of hot water, detergent or disinfectant; specifying in the latter, the active principle used. It was concluded that to eliminate biofilms it is better to incorporate enzymatic treatments (manually, automatically, in a special deep procedure (“shock”) or maintenance), to the established conventional cleaning procedure; with the subsequent use of a disinfectant agent, to improve the cleaning action and eliminate microorganisms in its entirety.

Finally, with respect to disinfectants in the doses usually suggested, to specifically eliminate *Listeria monocytogenes* and/or its biofilm, it is more recommendable to use peracetic acid or quaternary ammoniums, since they turned out to be more efficient than sodium hypochlorite.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Listeria monocytogenes

Listeriosis es una de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) que ocasiona serios problemas de salud y pérdidas económicas importantes en el sector alimentario (Lourenço, Neves y Brito, 2009).

El género *Listeria* se constituye por 30 especies: *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. seeligeri*, *L. welshimeri*, *L. grayi*, *L. monocytogenes*, *L. marthii*, *L. fleischmannii*, *L. floridensis*, *L. aquatica*, *L. newyorkensis*, *L. cornellensis*, *L. rocourtiae*, *L. weihenstephanensis*, *L. grandensis*, *L. sisteriariparia*, *L. booriae*, *L. costaricensis*, *L. goaensis*, *L. denitrificans*, *L. murrayi*, *L. thailandensis*, *L. valentina*, *L. cossartiae*, *L. ilorinensis*, *L. immobilis*, *L. portnoyi*, *L. riparia*, *L. rustica* y *L. swaminathanii* (Leibniz Institute DSMZ, 2022).

En industrias y establecimientos de producción alimentaria, la detección de *Listeria* spp. en el ambiente, es indicador de la posible presencia de *Listeria monocytogenes* (Almeida et al., 2013); especie patógena para el hombre causante de la enfermedad, con tasa de letalidad del 20-30% a nivel mundial (Hunt, Vacelet y Jordant, 2017). La incidencia de la infección en la población en general es baja; esto es porque principalmente afecta a personas susceptibles o inmunocomprometidas. Se manifiesta en la mayoría de los casos como “listeriosis no invasiva” o leve, con sintomatología febril y gastrointestinal o como “listeriosis invasiva” o sistémica, con síntomas más graves como septicemia, meningitis y encefalitis, provocando altas tasas de hospitalización y letalidad (Buchanan, Gorris, Hayman y Jackson, 2017). El período de incubación es variable, para la forma no invasiva puede ir desde horas hasta 10 días y para la forma invasiva de 1 a 70 días (Suárez et al., 2017).

La ingestión de alimentos contaminados por el patógeno es la principal vía de transmisión en seres humanos (Suárez et al., 2017). De acuerdo a Allerberger (2007, citado por Suárez et al., 2017), las rutas alternativas incluyen la exposición ocupacional (veterinarios, personal de salud, entre otros), el contacto con animales, personas infectadas y la transmisión vertical de madre a hijo.

Se conocen trece serotipos de esta bacteria: 1/2a, 1/2b, 1/2c, 3a, 3b, 3c, 4a, 4ab, 4b, 4c, 4d, 4e y 7 (Food and Drug Administration, FDA, 2012). Dentro de ellos, los serotipos 1/2a, 1/2b y 4b, ocasionan más del 90% de las enfermedades en humanos (Martínez y Dalgaard, 2017).

En Estados Unidos los brotes de listeriosis son producidos mayoritariamente por la cepa 4b (Center for Disease Control and Prevention, 2021) y en Europa por la cepa 1/2a (Martínez y Dalgaard, 2017). En Uruguay hasta el año 2017, el Ministerio de Salud Pública (MSP) informó que los serotipos 1/2a, 1/2b, 1/2c y 4b estuvieron involucrados en brotes de listeriosis. Éste considera la existencia de “brote” cuando se presenta un solo caso de listeriosis. De acuerdo al Boletín Epidemiológico del MSP en el 2017 (Uruguay, 2017) se registró un promedio de tres brotes (casos) realizándose el diagnóstico a partir de muestras de sangre y líquido cefalorraquídeo.

De acuerdo a la bibliografía consultada, a nivel mundial los brotes de listeriosis son producidos por varios tipos de alimentos, destacándose los considerados “listos para el consumo” (LPC) o “ready to eat” (RTE) como fiambres, ensaladas, quesos,

particularmente los elaborados con leche cruda y aquellos quesos de variedad blandos (Churchill, Sargeant, Farber y O'Connor, 2019), leche no pasteurizada, carnes listas para consumir (salchichas, carnes exóticas, paté), ave y pescado mal cocidos, entre otros (Schuchat et al., 1992 citado por Rodríguez-Aud, 2018).

En nuestro país, Braga et al. (2017), observaron la prevalencia y distribución de serotipos de *Listeria monocytogenes* aislada de alimentos (LPC, congelados, fiambres y quesos), donde la mayor prevalencia fue en productos congelados (38%) y en quesos (10%). Los serotipos identificados con mayor frecuencia fueron 1/2b y 4b, siendo 1/2b el más prevalente. Se destacó, que las cepas de serotipos 1/2b se relacionan genéticamente y son viables durante períodos prolongados en alimentos congelados, entornos de producción, almacenamiento y distribución de alimentos.

La amplia distribución del microorganismo en el ambiente (suelo, agua, vegetales, forrajes, materia fecal de animales, locales de procesamiento de alimentos, entre otros), puede contaminar a los alimentos en cualquier fase de la cadena alimentaria. Entre otras particularidades, es capaz de crecer a temperaturas de refrigeración y muere con tratamientos térmicos como la cocción y la pasteurización (Costamagna y Rodríguez, 2020).

La presencia de esta bacteria en el o los alimentos no es el factor determinante para causar la enfermedad, influye también la susceptibilidad del consumidor, la cantidad del microorganismo ingerido (UFC/g) y la virulencia de la cepa ingerida (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007).

Tal como menciona Martínez (2022), la Comisión del *Codex Alimentarius* (CAC/GL 61-2007), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecen que la mayoría de los casos de listeriosis se producen por la ingestión de alimentos contaminados con *Listeria monocytogenes* por encima de 100 UFC/g.

En nuestro país, el Reglamento Bromatológico Nacional (RBN) establece que los quesos, deben de presentar ausencia de *Listeria monocytogenes* en 25g de muestra (Uruguay, 1994).

Listeria monocytogenes se caracteriza por ser una bacteria Gram positiva, anaerobia facultativa, de disposición cocobacilar, con un flagelo polar, no tiene cápsula, no es formadora de esporas y desarrolla infecciones de tipo intracelular (Chanqueo et al., 2008); con alta resistencia al ambiente externo (temperatura, pH, actividad agua, salinidad, radiación ultravioleta y productos químicos) (Kasalica, Vuković, Vranješ, Memiši, 2011).

Es capaz de adaptarse y sobrevivir en un amplio rango de temperatura de 1 a 45°C, con un óptimo crecimiento a 37°C. Se desarrolla en un rango de pH de 4,4 a 9,4 (Ugalde, Rodríguez y Romero, 2018), con un crecimiento óptimo entre 6,0 y 8,0. La actividad mínima de agua (a_w) requerida para su crecimiento es de 0,90 (Osimani y Clementi, 2016), puede tolerar la salinidad y crecer en presencia de 10% de NaCl, sobreviviendo incluso a concentraciones más altas (16-20%) (Ugalde et al., 2018).

Estos factores determinan su capacidad de supervivencia, crecimiento o inhibición en los establecimientos de producción alimentaria (Wemmenhove, Van Valenberg, Van Hooijdonk, Wells-Bennik y Zwietering, 2018; Kasalica et al., 2011).

Otro factor de importancia en relación con la supervivencia, es la capacidad de adherirse a la superficie y formar biopelículas o *biofilm* (Fernandes De Oliveira, Factor Carandina, Hwa In Lee, Baranceli, y Corassin, 2013). Entre otras características, el grosor, densidad y disposición espacial del *biofilm* le permitirán al microorganismo resistir y persistir en el ambiente (Bridger, Dubois y Thomas, 2011).

También puede vivir en poblaciones “no-*biofilm*”, en forma unicelular o libre, denominándose células planctónicas, colonizando varias superficies, lo que puede representar una fuente permanente de contaminación en los procesos de elaboración (Domínguez et al., 2010). Las células planctónicas son menos resistentes a la desinfección que los *biofilm* (Carpentier y Cerf, 2011; Lourenço, Machado y Brito, 2011; Piercey, Hingston y Hansen, 2016).

La presencia de *Listeria monocytogenes* en los establecimientos alimentarios (superficies, equipos, matriz alimentaria, entre otros) es relativamente frecuente, encontrándose “cepas esporádicas” o “no persistentes” que son fácilmente destruidas por los procesos habituales de limpieza y desinfección, o “cepas persistentes” que pueden llegar a permanecer durante meses e incluso años en el ambiente de producción ocasionando la supervivencia de la misma debido a múltiples factores de resistencia ambiental (pH, temperatura, a_w , salinidad) (Carpentier y Cref, 2011; Ferreira, Stasiewicz, Teixeira y Wiedmann 2014). Estas cepas, pueden colonizar diferentes “nichos” o “zonas de refugio” bacteriano (grietas, poros, juntas, zonas ocultas y/o inaccesibles) donde los productos de higiene pueden resultar ineficaces por difícil acceso (Betoret, Pérez, Barrera y Castelló, 2021; Buchanan et al., 2017; Carpentier y Cref, 2011).

Además, el uso de productos desinfectantes utilizados inadecuadamente con respecto a la concentración, tiempo y temperatura pueden conducir a la exposición del patógeno a condiciones subletales y como consecuencia a la aparición de cepas persistentes difíciles de erradicar (Mcdonnell y Russell, 1999, citado por Lourenço et al., 2009).

Estos factores pueden llevar a la contaminación directa o cruzada del alimento con el patógeno durante las distintas etapas de la cadena alimentaria, incluidos los puntos de venta y hogares (Kousta, Mataragas, Skandamis y Drosinos, 2010).

Biopelículas o *biofilm*

Las biopelículas o *biofilm*, se definen como un conjunto de células microbianas asociadas a superficies vivas o inertes que crecen en una matriz orgánica polimérica secretada de exopolisacáridos en forma de una sola capa o en estructura tridimensional. Su componente mayoritario es el agua (hasta un 97% del contenido total) y células bacterianas. En menor cantidad se encuentran otras macromoléculas como polisacáridos, proteínas, ADN y diversos productos procedentes de la lisis bacteriana (Shi y Zhu, 2009; Téllez, 2010); con funciones esenciales (adhesión,

integridad, estabilidad estructural, etc.) para la formación de la biopelícula (Bermúdez, Cervantes, Mazaheri, Ripolles y Rodríguez, 2021).

Estas formaciones pueden comprender especies únicas y/o múltiples de bacterias generando un patrón de autoprotección diferente al de las células libres o planctónicas (Shi y Zhu, 2009). Según Herald y Zoottola, (1988, citado por Shi y Zhu, 2009) atribuyen el cambio fenotípico de células planctónicas a *biofilm*, a factores ambientales, incluidos el pH, la temperatura, la composición de nutrientes y las características de la población bacteriana.

Es importante señalar que bacterias Gram negativas (*Salmonella* spp., *Pseudomonas* spp., *Klebsiella* spp., *Legionella* spp., etc.), poseen la capacidad de producir *biofilm* en mayor cantidad con respecto a bacterias Gram positivas (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp.) en superficies inertes (Pompermayer y Gaylarde, 2000).

De acuerdo a Romling et al., (1998, citado por Stepanovic', Cirkovic', Ranin, Svabic', 2004) y Piercey et al. (2016) una posible explicación para la diferente respuesta de estos microorganismos podría ser debido a la mutación de genes que controlan estas formaciones, los que están involucrados en la biosíntesis de la pared celular e intervienen en la motilidad, el metabolismo, la respuesta al estrés y proteínas asociadas a la superficie celular.

A modo de poder instaurar un tratamiento efectivo para su erradicación, es fundamental conocer las etapas que conforman el *biofilm*, debido a que las concentraciones de uso y tiempo de acción de los productos aplicados para limpieza y desinfección dependen de la fase de formación en la que se encuentra la biopelícula y de su composición (Dula, Ajayeoba, y Ijabadeniyi, 2021) (Figura 1).

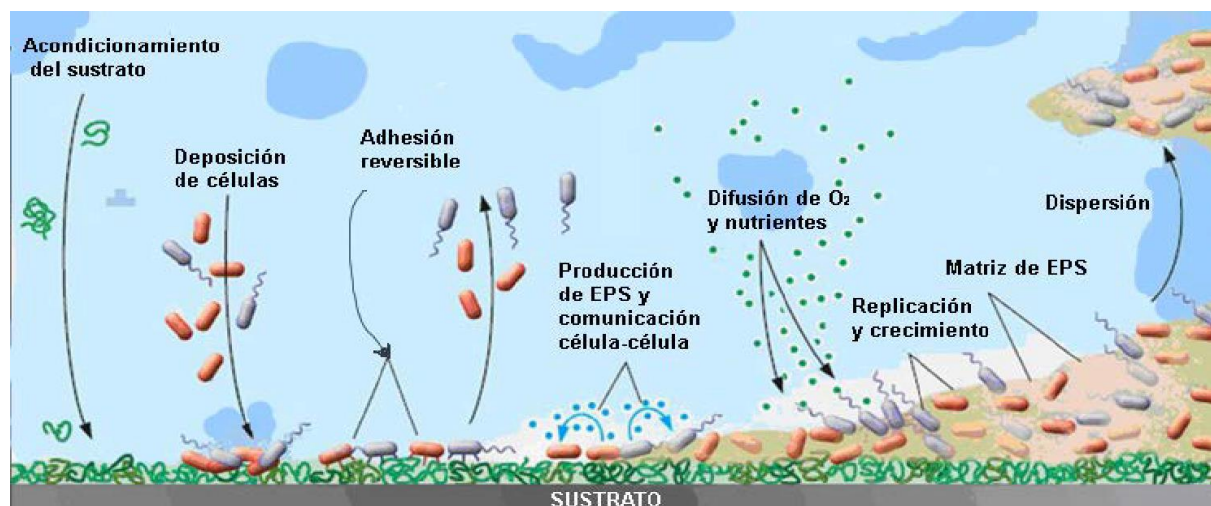


Figura 1. Etapas de formación de *biofilm* (Hernández, 2016)

En la etapa inicial o reversible, la adhesión de *Listeria monocytogenes* a la superficie depende de las características del propio microorganismo (apéndices, polisacáridos de membrana, hidrofobicidad, etc.), factores ambientales (temperatura, pH, concentración de nutrientes, etc.), propiedades del sustrato/superficie (rugosidad, carga eléctrica, composición química, etc.) y regulación genética de las bacterias implicadas (Bermúdez et al., 2021; Shi y Zhu, 2009).

La temperatura y el pH son factores primordiales para el desarrollo de apéndices microbianos (pili, fimbria o flagelos), permitiéndoles a las células planctónicas mayor facilidad de adhesión a la superficie; aunque también pueden unirse pasivamente sin usar flagelos (Tresse, Lebre, Garmyn y Dussurget, 2009; Todhanakasem y Young, 2008).

Cuando las bacterias se encuentran en esta etapa de formación, los productos de limpieza y desinfección pueden remover eficazmente los *biofilm*; provocando el desprendimiento de los microorganismos de la o las superficies para volver a su forma libre o planctónica (Stoodley, Sauer, Davies y Costerton, 2002 citado por Bermúdez et al., 2021).

Según lo que establecen Bermúdez et al. (2021), varios autores han revelado que *Listeria monocytogenes* puede adherirse a diversos materiales utilizados en la industria alimentaria; adhiriéndose en mayor número a materiales hidrofóbicos (caucho, plástico, etc.), que a materiales hidrofílicos (vidrio, acero inoxidable, etc.).

Los *biofilm* producidos por los serotipos 1/2a y 4b son altamente persistentes en superficies hidrofílicas como el vidrio y acero inoxidable, representando una fuente permanente de contaminación en los procesos de elaboración de la leche y subproductos (Bermúdez et al., 2021; Fernandes De Oliveira et al., 2013).

Esta bacteria puede adherirse a superficies de acero inoxidable, goma, vidrio y polipropileno en tiempos relativamente cortos (20 minutos); a la hora comienza a generar sustancias poliméricas extracelulares (EPS) y en 24 horas es capaz de formar *biofilm* con dos capas de células sobre superficies de vidrio (Lundén, 2004 citado por, Bertó, Canet, Cartón y Orihuel, (s.f.)). Según Herald y Zottola, (1988 citado por Shi y Zhu, 2009), la máxima adherencia de *Listeria monocytogenes* en superficies de acero inoxidable ocurre a 30°C y pH 7. En superficies de poliestireno, estudios *in vitro* han revelado el desarrollo de biopelículas de *Listeria monocytogenes* durante las primeras 72 h (Lezzoum-Atek, Bouayad y Hamdi, 2019).

Las “cepas persistentes” de *Listeria monocytogenes* pueden sobrevivir durante más tiempo sobre las superficies de producción alimentaria y tener mayor adherencia en tiempos cortos de 2 a 11 veces mayor que las “cepas no persistentes” en un tiempo de 1 a 2 h, pero, la diferencia no es tan marcada transcurridas 72 h (Autio, Lundén, Miettinen y Korkola, 2000).

Una vez que las células se han adherido con sus apéndices microbianos a la superficie, las bacterias comienzan a secretar una matriz de componentes extracelulares (ECM), constituyendo la etapa de adhesión irreversible, adhiriéndose en forma permanente y generando un *biofilm* difícil de erradicar (Bermúdez et al., 2021; Hernández, 2016).

La sinergia que existe entre las células y el material polimérico extracelular producido, protegen a los microorganismos que lo constituyen, permitiéndoles sobrevivir y tolerar condiciones adversas (estrés ambiental, déficit de nutrientes, metabolitos tóxicos, productos químicos, desecación, luz ultravioleta, etc.) (Buchanan et al., 2017; Demnerová Pazlarová, Pilchová, Purkrťová y Turoňová, 2010; Navia, Villada y Mosquera, 2010); impidiendo el ingreso y acción de los productos de limpieza y

desinfección en las capas más internas del *biofilm* y dificultando su eliminación (Betoret et al., 2021; Bridier et al., 2011; Ferreira et al., 2014; Shi y Zhu, 2009).

De acuerdo a Bermúdez et al. (2021), una vez vinculadas entre sí las bacterias constituyentes del *biofilm* a la superficie, comienza la comunicación celular o *quórum* para reclutar más células planctónicas y formar la colonia (estructura plana o tridimensional) por la producción bacteriana de EPS. Dicha estructura permite que a través de pequeños poros y canales de agua se produzca el intercambio de nutrientes, metabolitos y productos de deshechos. Constituye ésta la etapa de maduración o también denominado “*biofilm* maduro”.

Según Caurio, Quadros da Silva, Dornelles, Noronha, De Souza, (2022), varios autores han mencionado que para determinar si existe adhesión bacteriana o la formación de biopelículas maduras, es necesario considerar el número de microorganismos presentes sobre la superficie y han informado que recuentos superiores a 5 log UFC/ cm² es indicador de biopelículas maduras.

Por último, en la etapa de dispersión se cierra el ciclo de vida del *biofilm*, en donde las células sésiles, que son las que lo constituyen, son capaces de volver a su forma planctónica o libre, para colonizar nuevas superficies como mecanismo de supervivencia producto de la escasez de nutrientes (Bermúdez et al., 2021).

Según Zhao, Zhao, Wang y Zhong (2017) para controlar y prevenir los *biofilm*, hay que evitar la adherencia inicial y/o que en la etapa de dispersión las bacterias liberadas originen nuevos *biofilm*. Para ello es fundamental aplicar tratamientos físicos (acción mecánica, choque térmico, etc.), químicos (agentes químicos), biológicos (aceites esenciales, bacteriófagos, antibióticos, etc.) o sinérgicos (combinaciones de éstos) para interrumpir la adherencia inicial de las biopelículas y prevenir la contaminación de los alimentos.

***Listeria monocytogenes* en tambos, quesería artesanal y quesos**

En los establecimientos de producción lechera, *Listeria monocytogenes* puede ingresar al predio a través de animales enfermos o portadores y contaminar el mismo con materia fecal, llegando a silos, suelos, agua de bebida, camas, etc. que albergarán y transmitirán el patógeno a otros animales. De esta forma, se pueden contaminar las instalaciones del tambo al momento del ordeño y luego, la quesería artesanal y los quesos a través de la leche cruda (fuente principal de contaminación y transmisión del patógeno) (Kasalica et al., 2011). Así también, varios factores contribuyen a la calidad higiénica de la leche. Ésta puede contaminarse con la excreción fecal durante el ordeño o por los *biofilm* bacterianos formados en la máquina de ordeño y/o tanque de frío debido a fallas en la higiene (Latorre et al., 2010; Mohammed et al., 2009 y Yoshida et al., 1998, citados por Matto y Romero, 2016).

Entre otros, influyen en la posible formación de éstos, el manejo de la leche post-ordeño (enfriamiento, almacenamiento, transporte), el ambiente de la quesería artesanal, las condiciones previas al procesamiento (limpieza y desinfección), la higiene de los manipuladores, condiciones del almacenamiento y factores

medioambientales (temperatura, humedad), así como contaminantes físicos, químicos y microbiológicos (Dula et al., 2021).

Las características nutricionales de la leche y su producción favorecen de por sí el desarrollo de microorganismos, entre ellos los patógenos (González, Peña y Ruíz, 2012). Constituyen así, uno de los mayores problemas de estos establecimientos en los que existe presencia de grasa o proteína en los equipos, que pueden provocar el depósito de sales minerales y la formación de la llamada “piedra de leche”. Es este uno de los focos de contaminación microbiológica importante que promueve la formación de *biofilm* (Crujeira y Mosquera, 2010).

El Decreto 65/003 del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), define el queso artesanal, como aquel elaborado con leche cruda, termizada o pasteurizada producida exclusivamente en el mismo predio (Uruguay, 2003). A su vez, el Reglamento Bromatológico Nacional (RBN) lo define, como aquel que se elabora de manera individual, familiar o asociativa, artesanalmente, exceptuando la producción masiva y la industrialización (Uruguay, 1994).

Según Bagnato (2004), la quesería artesanal se define como aquellos establecimientos productores de queso artesanal, que elaboran sus productos luego del ordeño.

Los quesos artesanales elaborados en Uruguay provienen fundamentalmente de los Departamentos de San José y Colonia. El Acuerdo Interinstitucional de Desarrollo de la Quesería Artesanal (AIDQA) liderado por el Instituto Nacional de la Leche (INALE) en nuestro país ha identificado los principales quesos producidos. En base a este estudio los que se producen en mayor proporción son los llamados Semiduros (53%) y Colonia (20%) (Ernesto Triñanes, comunicación personal, 2 de noviembre, 2022).

La falta de higiene o malas prácticas de manufactura durante la elaboración del queso favorece la contaminación bacteriana tanto de bacterias que afectan la vida útil (alterantes) como de patógenos alimentarios como *Listeria monocytogenes*; afectando la inocuidad y tiempo de almacenamiento de los mismos (Malek, Moussa-Boudjemâa, Khaouani-Yousfi, Kalai y Kihel, 2012).

Los brotes de listeriosis causados por productos lácteos, en su mayoría ocurren por leche cruda y quesos frescos o de pasta blanda, en quesos elaborados con leche de vaca, leche de oveja o leche de cabra (Cardo, 2021; Hwa In Lee et al., 2017; Kasalica et al., 2011; Andrew, Faleiro y Melo, 2015).

A continuación, en la Tabla 1, se indican los brotes de listeriosis en diferentes países que se han producido por quesos y los serotipos de *Listeria monocytogenes* vinculados.

Tabla 1. Serotipos encontrados en brotes de listeriosis causados por distintos quesos en diferentes países (Adaptado de Martínez y Dalgaard, 2017)

Tipo de queso	Serotipo	País	Año
Queso fresco	4b, 1/2a	EE. UU	1985
Queso madurado	4b	Dinamarca	1989
Queso de untar	4b	Francia	1997
Queso fresco	1/2a	Suecia	2001
Queso de untar	1/2b	Japón	2001
Queso blando y semiblando	4b	Canadá	2002
Requesón ácido	4b	Alemania	2006
Queso fresco	1/2a	Austria, Alemania, República Checa	2009 y 2010
Queso fresco	4b	Portugal	2009
Queso fresco	1/2b	Austria y Alemania	2011 y 2013
Queso fresco	1/2a	España	2012

Los quesos frescos suelen presentar valores de actividad agua (a_w) de 0,94 y $\text{pH} \geq 4,4$ (Hwa In Lee et al., 2017). Al tener mayor a_w , los predispone al crecimiento de éste y otros microorganismos patógenos, a diferencia de los quesos semiduros y duros donde la a_w , es menor (Lahou y Uyttendaele, 2017). El proceso de salmuera, la maduración y la pérdida de humedad de los quesos semiduros y duros pueden causar la inhibición total del crecimiento de *Listeria monocytogenes* (Possas, Bonilla, y Valero, 2021; Wemmenhove et al., 2018). El propio proceso de maduración influye en la fisicoquímica y microbiota autóctona, la producción de ácido láctico y la reducción de la a_w que afectan significativamente la supervivencia de determinadas cepas de *Listeria monocytogenes* (Valero, Hernández, Carbonero y Rodríguez, 2018).

En cambio, la temperatura de almacenamiento por sí sola, no es un factor de inhibición para el crecimiento bacteriano ni de esta u otras bacterias patógenas (Thomas, Tiwari, y Mishra, 2019).

De acuerdo a lo establecido por Possas et al. (2021), varios autores han descrito que a mayor temperatura de almacenamiento el crecimiento de microorganismos patógenos es mayor; mientras que a bajas temperaturas las células bacterianas no son tan activas, el agotamiento energético es menor y el crecimiento se retrasa, pero, pueden sobrevivir por períodos más prolongados. Por consiguiente, *Listeria*

monocytogenes también puede sobrevivir durante el almacenamiento prolongado a temperaturas de refrigeración (Valero et al., 2018).

Por lo tanto, la supervivencia de *Listeria monocytogenes* en queserías artesanales, es debida a: leche cruda, contaminación post-pasteurización en caso que se realice, prácticas inadecuadas de elaboración, la composición y maduración del queso (mayormente en quesos de pasta blanda y semiblanda), condiciones de almacenamiento, supervivencia de cepas, la resistencia a los productos de higiene y factores fisicoquímicos (a_w , NaCl, pH, concentraciones de ácidos y temperatura) (Kasalica et al., 2011; Rosshaug, Detmer, Ingmer y Larsen, 2012; Sánchez et al., 2016).

Para minimizar la contaminación y garantizar la calidad del queso artesanal es necesario aplicar medidas de control efectivas a lo largo de la línea de producción, con el fin de obtener un producto inocuo y reducir las ETA (Arteaga, Armenteros, Quintana y Martínez, 2021).

Para ello es fundamental implementar buenas prácticas ganaderas, programas de limpieza y desinfección en el tambo; así como asegurar la calidad higiénica y sanitaria de las instalaciones y equipos; a través de las buenas prácticas de manufactura para evitar la contaminación del queso, entre otros, patógenos, como *Listeria monocytogenes* (Drosinos et al., 2010).

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Las BPM involucran las actividades y condiciones necesarias para lograr y mantener un ambiente higiénico, apto para la producción primaria, manipulación y transporte de los alimentos, que permiten disponer de alimentos inocuos para el consumo humano (Ripolles, Ramos, Hascoët, Castillo y Rodríguez, 2020; Norma UNIT: 1271, 2018).

El MGAP en nuestro país, considera a las BPM una exigencia para la habilitación de los establecimientos de producción láctea y quesería artesanal (MGAP, 2011), siendo una base sólida para la implementación de los principios generales de higiene (limpieza y desinfección) en toda la cadena alimentaria (Norma Técnica UNIT 1117: 2010).

Éstas se describen en el Manual de BPM que incluye instalaciones, control de calidad de agua, calidad de la materia prima y elaboración del producto, capacitación e higiene del personal, control de plagas, flujograma para la descripción del proceso y operaciones en la planta de elaboración, así como Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) (MGAP, 2011).

Tal como lo establece la Norma Técnica UNIT 1193: 2011, los POES, describen las tareas de “saneamiento o sanitización” refiriéndose a la limpieza y desinfección de un establecimiento alimentario. El término “saneamiento” abarca además todas aquellas actividades realizadas para mantener o restablecer un estado de limpieza y desinfección dentro de las instalaciones, equipos y ambientes, con el fin de prevenir la contaminación microbiana del producto final.

La correcta aplicación de estas prácticas en las empresas alimentarias, permite la mitigación de varios microorganismos, entre ellos los patógenos (Saludes, Troncoso, y Figueroa, 2015). Es, por tanto, fundamental establecer procedimientos operativos estandarizados de sanitización durante el proceso operativo de producción, así como, manejar adecuadamente la materia prima y pasteurizar la leche (Abebe, Ahmed y Gugsu, 2020).

Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES)

Los POES o *Standardized Sanitation Operating Procedures* (SSOP, por sus siglas en inglés), son todas aquellas prácticas y procedimientos operativos estandarizados que describen las tareas de limpieza y desinfección de un local alimentario, equipos y procesos de elaboración, con el fin de minimizar la contaminación microbiana del producto y prevenir así la aparición de ETA (Norma UNIT: 1271, 2018).

Cada empresa o establecimiento deberá contar con un Manual POES, que detalle el programa de limpieza y desinfección a realizar especificando las superficies, equipos y utensilios que han de ser higienizados; el cual deberá ser aprobado por un técnico responsable (Paroli y Quintela, 2013).

Se deberá de documentar la responsabilidad de la ejecución de tareas, métodos de higiene, frecuencia, productos químicos y medidas de vigilancia, así como corroborar la realización de las tareas efectuadas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007).

La limpieza puede definirse como un procedimiento que consiste en aplicar agua y una solución detergente en forma mecánica o manual, para remover la suciedad visible (Albrecht, Carrasco, Laithier, Sienkiewicz y Thomas, 2016). En esta etapa no se destruye la totalidad de los microorganismos, siendo necesario utilizar un producto desinfectante que aplicado en la dosis recomendada permita alcanzar los niveles adecuados de protección para el consumidor, de acuerdo a las normas de salud (Uruguay, 2007).

Las etapas de la limpieza y desinfección incluyen: remoción de residuos visibles, pre-enjuagado con agua, lavado con productos detergentes, enjuague con agua y la desinfección química o física para reducir el número de microorganismos vivos en los equipos y/o superficies (Aguirre et al., 2007; Bylund, 2003; Gravani y Marriott, 2006).

Cuando la suciedad es ligera pueden utilizarse productos combinados a base de agentes detergentes y desinfectantes (Amiot, 1991). El procedimiento de higiene puede ser pre-operacional (antes de comenzar la producción), operacional (durante el proceso de producción) y post-operacional (posterior al proceso de producción) (Paroli y Quintela, 2013; Gravani y Marriott, 2006).

Es necesario considerar, el producto químico a utilizar, concentración, tiempo de contacto, temperatura y dureza del agua para lograr la efectividad de la limpieza y desinfección (Wilkin et al., 2015).

Es de destacar que el tipo de superficie influye en la eficacia de acción de los productos desinfectantes anti-listeria, debido a que algunas superficies pueden acumular residuos alimentarios y reducir la efectividad de los productos (Hua, Korany, El-Shinawy, y Zhu, 2019).

Según Korany et al. (2018, citado por Hua et al., 2019), los efectos bactericidas del cloro y amonio cuaternario sobre *biofilm* de *Listeria monocytogenes*, se reducen en superficies de polietileno, presencia de materia orgánica o cuando se trata de un “*biofilm* maduro”.

Por lo tanto, estas variables (concentración, tiempo de contacto, temperatura y dureza del agua) se ajustan según el tipo de superficie y el método de limpieza: manual o automático (Wilkin et al., 2015).

Los principales procedimientos de higiene en establecimientos alimentarios son los métodos *Cleaning In Place* (CIP) o también llamados “*in situ*” y los métodos manuales o *Cleaning Out Place* (COP).

Los sistemas CIP, son un método de limpieza de tipo automático donde no se desmontan las partes que componen los equipos, pero de igual manera, se garantiza una buena limpieza y desinfección (Betoret et al., 2021). Se utilizan principalmente en tambos para la máquina de ordeño y tanques de almacenamiento de leche (Gravani y Marriott, 2006; Amiot, 1991).

Según Reinemann, Wolters, Billon, Lind y Rasmussen (2003), la limpieza y desinfección de la máquina de ordeño y tanques de almacenamiento se realiza de la siguiente manera:

1. Pre-enjuague con agua a temperatura de 38-55°C, durante 5 minutos.
2. Lavado con detergente alcalino, diluido en agua a una temperatura de 43-77°C. Generalmente se utiliza una solución alcalina a una concentración de 0,025% a 0,05% o 250 a 500 partes por millón (ppm) de alcalinidad para máquina de ordeño y de 0,04% a 0,08% o 400 a 800 ppm de alcalinidad para tanques de almacenamiento de leche. En esta etapa también se puede utilizar detergentes alcalino clorados con el objetivo de eliminar las proteínas y mejorar la capacidad de enjuague del detergente; utilizándose una concentración de 0,0075% a 0,02% (75 a 200 ppm) para máquina de ordeño y de 0,01% a 0,02% (100 a 200 ppm) para tanques de almacenamiento, durante un tiempo de 5 a 7 minutos. Con enjuague frío posterior.
3. Enjuague con detergente ácido, puede ser en frío o en caliente (dependiendo de la calidad del agua). El enjuague en caliente se realiza con agua a una temperatura de 95°C y detergente ácido, dejando circular la solución por 2 minutos. Se enjuaga posteriormente con agua caliente por encima de 77°C durante 5 a 7 minutos.
4. Desinfección, se realiza previo al ordeño para eliminar los microorganismos sobrevivientes a la limpieza. Los productos a base de cloro son los comúnmente utilizados en tambos en concentraciones de 0,01% a 0,02% o 100 a 200 ppm.

La presión del proceso puede variar de 300 a 800 kilopascales (kPa) y la velocidad de circulación es de 1,5 metros por segundo (m/s) para evitar puntos muertos durante el procedimiento (Amiot, 1991). La elevada velocidad de flujo y la temperatura del agua sobre las superficies de los equipos permiten el arrastre de la suciedad, generando un efecto de limpieza mecánica (Bylund, 2003).

En el caso de plantas industriales, estos métodos tienen como ventaja una mayor seguridad para los operarios, la reducción del consumo de agua y productos químicos (Betoret et al., 2021).

Los métodos COP, son los métodos tradicionales de limpieza utilizados básicamente en nuestra quesería artesanal.

En este caso, las piezas y componentes de los equipos se desmontan para su higiene, se sumergen en un recipiente con agua y detergente, dejando actuar el tiempo especificado según el producto, se cepillan para remover los restos de suciedad, se enjuaga y se deja secar sobre una superficie limpia (Gravani y Marriott, 2006).

Según estos mismos autores, la limpieza COP se efectúa de la siguiente manera:

1. Enjuagar con agua templada a 37°C los equipos y utensilios para eliminar la mayor suciedad posible.
2. Lavar con una solución de limpieza alcalina de 30 a 65°C, durante 10-12 minutos aproximadamente para remover la suciedad y favorecer la acción de detergente.
3. Enjuagar a 38°C, durante 3 minutos para eliminar cualquier resto de suciedad y compuestos de la limpieza.

Por su parte, Bylund (2003) recomienda realizar la remoción mecánica de los residuos existentes sobre las superficies previo a la limpieza debido a que la temperatura del agua o el calor de los equipos pueden ocasionar el depósito de residuos lácteos y provocar la formación de biopelículas; así como no sobrepasar la temperatura de 55°C durante la limpieza para evitar la coagulación de proteínas sobre los equipos.

Los equipos utilizados en la limpieza (cepillos, escobillas o artículos para la higiene) una vez utilizados deberán mantenerse limpios con el fin de evitar una posible fuente de contaminación y evitarse el contacto de los mismos con el piso; recomendándose su identificación por color, según las diferentes áreas o equipos a limpiar a modo de asegurar el uso exclusivo en ese lugar y colocarse en soportes destinados para ese fin (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007; MGAP, 2011).

Este tipo de limpieza se utiliza tanto en establecimientos de producción artesanal (quesería artesanal) como industrial (Betoret et al., 2021).

Sin embargo, uno de los principales problemas en estos establecimientos de producción láctea, es la supervivencia de microorganismos patógenos y alterantes que pueden ocasionar la formación de biopelículas; contaminando la materia prima y productos elaborados (Costamagna y Rodríguez, 2020).

Por lo tanto, para evitar la contaminación de la leche y quesos es preciso dirigir la atención a la higiene de las instalaciones del área de producción y las superficies que contactan directamente con los alimentos (Bermúdez, et al. 2021).

Principales agentes

Agua

El agua es fundamental al momento de llevar a cabo la limpieza, por su capacidad de arrastre y como disolvente de los agentes limpiadores. Es necesario que sea potable y en caso de tener gran cantidad de sales disueltas, se debe bajar su dureza porque puede perjudicar la acción de los productos detergentes y desinfectantes (Betoret et al., 2021).

Si el agua es dura o muy dura, es mejor pre-tratar el agua porque suele ser más económico; aunque también se pueden utilizar agentes limpiadores que tengan en su composición agentes secuestrantes de hierro, manganeso, etc. (Gravani y Marriott, 2006).

Según Gravani y Marriott, (2006), el agua caliente es relativamente económica, tiene actividad antimicrobiana, no es corrosiva y es capaz de penetrar en áreas de difícil acceso (poros, grietas, juntas, etc.). Aunque su uso deberá de considerarse según los equipos, es decir, si estos son capaces o no de tolerar el agua caliente.

Detergentes

Son agentes químicos que en solución acuosa ayudan a remover la suciedad de las superficies debido a que poseen un polo lipófilo que atrae las partículas de grasa y otro polo hidrófilo que queda dispuesto hacia afuera rodeando la suciedad; permitiendo el arrastre de los residuos en la solución de limpieza (Albrecht et al., 2016; Corrales, 2018).

Albrecht et al., (2016), Crujeira y Mosquera, (2010) y Solé, (2014) mencionan que los detergentes están constituidos por el principio activo y otros agentes que permiten desincrustar los distintos tipos de depósitos, entre ellos:

- Agentes tensoactivos: son aquellas sustancias que actúan en la superficie de contacto entre dos fases (interfase), modificando la tensión superficial y permitiendo la penetración del detergente sobre la superficie a limpiar.
- Agentes humectantes o surfactantes: neutralizan la tensión superficial y facilitan el contacto con los depósitos de suciedad.

- Agentes espumantes: donde el agente limpiador es colocado en forma de espuma y se puede aumentar el tiempo de contacto e incluso combinarse con desinfectantes alcalinos, clorados y ácido peracético.
- Agentes secuestrantes: ayudan en la emulsión y dispersión de la suciedad, forman complejos solubles con el calcio, hierro y magnesio. Ablandan el agua, mantienen el pH alcalino y previenen la formación de *biofilm*.
- Agentes oxidantes: ayudan en la destrucción de la suciedad de difícil remoción y refuerzan la función del detergente.

En particular, los agentes tensoactivos pueden ser de origen sintético o biológico. Los primeros provienen generalmente de productos petroquímicos (nocivos para la salud humana y el ambiente), son utilizados como detergentes, espumantes, emulsionantes, solubilizantes y humectantes (Nitschke y Silva, 2018; Farías et al., 2021). Los de tipo biológico también llamados biotensoactivos o biosurfactantes están formulados a partir de ingredientes naturales de origen vegetal o microbiológico y son denominados aditivos “verdes” por su baja toxicidad; siendo más sustentables y ecológicos (Nitschke y Silva, 2018; Farías et al., 2021). Éstos se caracterizan por tener actividad antimicrobiana y antibiopelículas de los patógenos alimentarios; aunque no compiten con los sintéticos debido a su alto costo de producción (Nitschke y Silva, 2018).

Según Gravani y Marriott, (2006), los agentes tensoactivos sintéticos han permitido asociar agentes de limpieza con desinfectantes, formular agentes que se adaptan a las condiciones del agua, adaptarse a los diferentes tipos de materiales y disminuir la corrosión de los equipos, así como, reducir/ eliminar los residuos generados por el procesamiento de los alimentos.

Los productos detergentes pueden tener tres características importantes: poder quelante (para secuestrar minerales), poder desengrasante (emulsionar y dispersar la grasa) y poder dispersante (para descomponer y mantener en suspensión las partículas de suciedad) (Fontecha, 2014 citado por Bermúdez, et al., 2021).

De acuerdo a Albrecht, et al. (2016), Berra y Di Bartolo (s.f.) en las queserías artesanales, la suciedad está compuesta principalmente, por componentes orgánicos (como materia grasa, proteínas y carbohidratos) e inorgánicos (minerales); por lo tanto, los productos detergentes se seleccionarán en base a éstos.

Los detergentes alcalinos son utilizados para los residuos orgánicos y los detergentes ácidos para los residuos inorgánicos. Éstos deberán utilizarse respetando las condiciones de uso recomendadas por el fabricante para lograr la eliminación de los mismos (Albrecht, et al., 2016; Berra y Di Bartolo (s.f)).

Los residuos minerales provenientes de la leche o del agua, pueden combinarse con los residuos orgánicos y formar la llamada “piedra de leche”. Ésta se forma cuando la leche es calentada por encima de 60°C o por el uso de aguas duras, durante los procedimientos habituales de higiene (Bylund, 2003; Gravani y Marriott, 2006). Dichas incrustaciones pueden ser tratadas con detergentes ácidos, alcalinos o ambos (Crujeira y Mosquera, 2010).

Así mismo, según las temperaturas alcanzadas en el proceso de elaboración, se pueden generar distintos depósitos de residuos lácteos. Si estos residuos son mayoritariamente constituidos por proteínas, los depósitos se formarán con temperaturas entre 75-110°C y si se presentan temperaturas superiores de 110°C se formarán depósitos de residuos predominantemente de minerales (Navia et al., 2010).

A continuación, se describen las principales características de los detergentes utilizados en establecimientos de producción alimentaria:

➤ **Detergentes alcalinos**

Son aquellos detergentes que tienen un pH entre 8 y 14, utilizados para remover residuos grasos y proteicos en establecimientos de producción láctea (Betoret et al., 2021). El uso de estos detergentes en aguas duras provoca por precipitación la formación de depósitos minerales sobre las superficies a tratar. Este grupo incluye los detergentes alcalinos fuertes como la soda cáustica, la cual debe manipularse con precaución por ser corrosiva (Crujeira y Mosquera, 2010).

➤ **Detergentes ácidos**

Los detergentes ácidos tienen un pH menor a 7 y gran efectividad sobre la “piedra de leche” y depósitos minerales; haciéndolos indispensables en establecimientos de producción láctea (Albrecht et al., 2016; Betoret et al., 2021).

Se pueden clasificar en ácidos orgánicos (láctico, cítrico) o ácidos inorgánicos (nítrico, clorhídrico, sulfúrico, fosfórico) (Crujeira y Mosquera, 2010).

La concentración recomendada de los detergentes ácidos de tipo orgánico es de 0,1-2% o 1000 a 20000 ppm y para los detergentes ácidos inorgánicos es de 0,5% (5000 ppm) (Crujeira y Mosquera, 2010).

Son corrosivos para los metales e irritantes para la piel y mucosas; debiéndose utilizar con precaución o combinándolos con agentes anticorrosivos. Se usan alternados con productos alcalinos y en los sistemas CIP (Crujeira y Mosquera, 2010).

➤ **Detergentes neutros**

Estos productos tienen valores de pH entre 5 y 8 en disolución acuosa. Se caracterizan por no ser corrosivos, disolver bien la grasa y ser buenos humectantes. Tienen como desventaja que se adhieren fuertemente a las superficies a tratar y por más intenso que sea el enjuague muchas veces resulta difícil eliminarlos completamente. Se recomiendan para la limpieza manual (COP) por no ser dañinos para la piel (Albrecht et al., 2016).

➤ **Detergentes enzimáticos**

Los detergentes enzimáticos tienen su pH óptimo de uso entre 8 y 8,5 (Morán, 2017). Son utilizados para eliminar un sustrato específico debido a que contienen enzimas diseñadas para ello (Albrecht et al., 2016).

Las enzimas son ingredientes funcionales de los detergentes, fundamentalmente de tipo hidrolasas como: proteasas, lipasas, amilasas y celulasas, presentes en los

residuos a eliminar. Estos detergentes permiten que la limpieza sea más eficiente, sostenible con el ambiente y energéticamente más favorable; de tal manera que su uso permite reducir contaminantes en efluentes acuosos (por menos pH y contenido de fosfatos), reducir el tiempo de lavado, la temperatura y período de agitación; así como, proporcionar mayor protección a las superficies (Corrales, 2018).

Según Mazaheri, Ripolles, Hascoët y Rodríguez (2020), el tratamiento enzimático es capaz de combatir entre un 85-99% de las biopelículas maduras formadas por diferentes cepas de *Listeria monocytogenes* sobre superficies de acero inoxidable. A pesar de ello, los detergentes enzimáticos no sustituyen a los de uso convencional (ácidos o alcalinos), siendo utilizados generalmente posteriormente al uso de éstos con el fin de complementar los tratamientos de higiene y eliminar las biopelículas (Delhalle, et al., 2020).

➤ **Detergentes aniónicos**

Son buenos para emulsionar la grasa y penetrar hendiduras; se los recomiendan en concentraciones de 0,15% (1500 ppm) o menos.

Pueden utilizarse con compuestos alcalinos o ácidos por ser compatibles con ellos y potenciar su acción, pero no pueden combinarse con agentes catiónicos.

En este grupo se incluyen los alquilarilsulfonatos y amidas sulfonadas (Crujeira y Mosquera, 2010).

➤ **Detergentes catiónicos**

Se utilizan a concentraciones de 0,15% (1500 ppm) o menos y no son compatibles con detergentes aniónicos, se los pueden combinar con agentes secuestrantes y oxidantes a modo de mejorar su capacidad detergente (Crujeira y Mosquera, 2010). Estos detergentes también pueden combinarse con productos desinfectantes a base de amonio cuaternario. En las superficies a tratar ocasionan problemas de aclarado y se los consideran inestables, pero tienen igualmente buena actividad surfactante, propiedades bactericidas y fúngicas (Amiot, 1991).

Desinfectantes

La desinfección permite eliminar o reducir el número de microorganismos presentes en las superficies utilizando agentes químicos o físicos.

Desinfección química

Estos productos actúan sobre los microorganismos provocando su inactivación mediante:

- El bloqueo de la membrana celular e impedimento de su metabolismo.
- Precipitación y coagulación de las proteínas celulares
- Disolución de sustancias celulares
- Daño irreversible de la fisiología de los microorganismos mediante venenos celulares y la variación de la presión osmótica celular por sustracción de agua (Spreer, 1991).

De acuerdo con Lourenço et al. (2009), varios autores han mencionado que la actividad antimicrobiana de los productos desinfectantes está influenciada por factores como la composición química, concentración, tiempo de contacto, presencia o ausencia de materia orgánica, pH y temperatura. El manejo inadecuado de estas variables, pueden conducir a la exposición regular de contaminantes en condiciones subletales y como consecuencia, a la aparición entre otras, de cepas de *Listeria monocytogenes* persistentes y, por tanto, difíciles de erradicar.

A continuación, se describen las principales características y recomendaciones de los productos desinfectantes de mayor uso y efectividad para diferentes microorganismos, entre ellos *Listeria monocytogenes* y posibles *biofilm*:

➤ Clorados

Los desinfectantes a base de hipoclorito de sodio (NaClO) se caracterizan por ser de amplio espectro, económicos y no manchar las superficies. Son utilizados a concentraciones de 0,01%-0,02% (100-200 ppm) y temperatura menor de 45°C. Las soluciones preparadas se caracterizan por ser inestables, debiendo utilizarse posterior a su elaboración. Actúan por oxidación y su actividad depende del pH. Utilizados a pH bajo liberan gas cloro, son corrosivos y tienen mejor actividad germicida a pH 4,5; a pH alto ($> 7,5$) la actividad biocida se reduce, pero se previene la corrosión. El tiempo recomendado de contacto es de 3 a 30 minutos y es eficaz para bacterias Gram positivas y Gram negativas, esporas bacterianas y hongos (Crujeira y Mosquera, 2010; Ribas, 2010; Morán 2017).

La dependencia del pH de la eficacia del NaClO se puede explicar en términos del equilibrio entre el ácido hipocloroso no dissociado (HClO) y los iones de hipoclorito dissociados (ClO^-). Según Urano y Fukuzaki (2005), la eficacia del NaClO depende de la concentración de hipoclorito dissociado (libre) y no del hipoclorito no dissociado; factor importante para determinar la concentración real de NaClO requerida para que el tratamiento de limpieza sea eficiente.

En presencia de residuos orgánicos su acción se reduce y las sales de hierro y cobre presentes en el agua pueden afectar aún más la acción desinfectante. Son tóxicos para la piel y mucosas (Aguirre et al., 2007).

Según Fernandes De Oliveira et al. (2013), en quesería artesanal, los desinfectantes a base de cloro son los habitualmente utilizados. Entre otros usos, se lo utiliza para desinfectar la salmuera en la que son sumergidos los quesos con el fin de frenar el desarrollo de microorganismos perjudiciales (Borbonet, Urrestarazu y Pelaggio, 2011; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007). En cambio, no se recomienda su uso sobre superficies de acero inoxidable o aluminio (Albrecht et al., 2016).

➤ **Iodóforos**

Desinfectantes de amplio espectro utilizados en concentraciones de 0,0025-0,0050% equivalente a 25-50 ppm de iodo libre; a pH bajo logran su máximo poder desinfectante y son efectivos para eliminar depósitos minerales.

Son menos corrosivos e irritantes que los clorados, pero a temperaturas mayores de 45°C su acción es corrosiva. Son frecuentemente utilizados en los sistemas CIP (Crujeira y Mosquera, 2010).

Efectivos contra hongos y levaduras a bajas concentraciones, toleran cierta cantidad de materia orgánica y pueden ser formulados para ser usados en aguas duras (Aguirre et al., 2007).

Tienen como desventaja que no son efectivos contra esporas, manchan las superficies de algunos materiales como plásticos, gomas, etc. y son productos costosos. Se utilizan en establecimientos de producción láctea por su poder bactericida y como disolvente del ácido fosfórico (que impide la formación de “piedra de leche” y depósitos minerales) (Ribas, 2010).

Según Kasalica et al., (2011) utilizar concentraciones de 0,02% o 200 ppm durante 10 a 20 minutos sobre superficies y equipos resulta efectivo para *Listeria monocytogenes*; aunque destaca que su eficacia puede verse reducida a temperaturas inferiores de 4°C y/o inestabilizarse a temperaturas elevadas.

➤ **Compuestos de amonio cuaternario**

Generalmente se utilizan en concentraciones de 0,02% (200 ppm) o 0,1% (1000 ppm) en aguas duras; toleran un amplio rango de pH y temperatura, pero, con un menor espectro de acción (Crujeira y Mosquera, 2010).

Son biodegradables, difíciles de enjuagar, no son corrosivos ni irritantes; tienen como desventaja que afectan el aluminio y se alteran con otros tipos de desinfectantes (Crujeira y Mosquera, 2010).

Los agentes más utilizados son el bromuro de cetiltrimetil-amonio y el cloruro de laurildimetilbencil-amonio (Crujeira y Mosquera, 2010).

Estos son efectivos para *biofilm* de *Listeria monocytogenes*; también tienen efecto bactericida frente a otras bacterias Gram positivas y son menos efectivos para bacterias Gram negativas (Ribas, 2010; Crujeira y Mosquera, 2010). Requieren de un tiempo de exposición relativamente largo para lograr la muerte de un número importante de microorganismos, son productos costosos y de baja toxicidad (Aguirre et al., 2007).

En establecimientos de producción láctea, los compuestos de amonio cuaternario no se recomiendan para el uso sobre superficies que contactan directamente con alimentos. Esto se debe a que sus residuos pueden afectar los mismos, sólo se recomiendan para el lavado de pisos, paredes, cámaras de refrigeración, etc. (Kasalica et al., 2011).

Las presentaciones sólidas de estos desinfectantes (tabletas de compuestos de amonio cuaternario), pueden colocarse en bandejas de goteo de los refrigeradores y en los desagües para contribuir con control de *Listeria monocytogenes*. Las formulaciones granuladas, al igual que el peróxido de hidrógeno y el ácido peracético pueden aplicarse en pisos después de haber realizado las tareas habituales de limpieza y desinfección; pero debería considerarse el desarrollo de resistencia a los antimicrobianos sino se tiene en cuenta la aplicación y uso de los mismos en forma correcta (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007).

➤ **Peróxido de hidrógeno**

Se caracteriza por ser buen desinfectante, actúa por oxidación, de rápida acción a temperaturas bajas; no afecta el ambiente, es económico y de fácil enjuague.

No mancha las superficies, se puede usar con agua caliente o fría y en sistemas CIP. Es efectivo a pH menores a 8 y utilizado para remover *biofilm* (Crujeira y Mosquera, 2010).

De acuerdo a McDonnell y Russell, (1999 citado por Aryal y Muriana, 2019) el peróxido de hidrógeno es un desinfectante frecuentemente utilizado en establecimientos de producción alimentaria debido a su amplio espectro de acción (virus, bacterias, endosporas y levaduras). Este actúa por oxidación, degradándose en agua y oxígeno, por lo cual no genera un impacto nocivo en el ambiente (Henao, Turolla y Antonelli, 2018).

Además, tiene como ventaja que no se inactiva en presencia de materia orgánica, reduce la aparición de biopelículas y potencia la acción de los detergentes. Tienen como desventaja que a altas concentraciones son corrosivos sobre los metales blandos (Morán, 2017).

Según Betoret et al. (2021), se puede utilizar para la desinfección de envases por no dejar residuos.

➤ **Ácido peracético**

El ácido peracético o peroxiacético es una mezcla equilibrada de peróxido de hidrógeno y ácido acético. Su actividad desinfectante se basa en la liberación de ácido acético, oxígeno y agua; estos subproductos de la desinfección son considerados seguros por no dejar contaminantes nocivos para el ambiente (Zoellner, Aguayo, Siddiqui y Dávila, 2018). Su espectro de acción es sobre bacterias, hongos, esporas y virus. Actúan destruyendo la membrana celular y dañando las macromoléculas de los microorganismos (lípidos, proteínas y ADN) por oxidación. Pueden ser utilizados para tratamientos de limpieza particularmente profundas o específicas (choque), métodos manuales (COP) o “*in situ*” (CIP) (Morán, 2017).

El ácido peracético tiene su acción tanto en solución acuosa como en fase gaseosa (Betoret et al., 2021). Son incompatibles con compuestos de amonio cuaternario, bases fuertes e iones metálicos y se utilizan en concentraciones de 0,01-0,02% (100 a 200 ppm) (Mosquera y Crujeira, 2010).

En comparación con los iodóforos y derivados del cloro, estos compuestos ácidos no se ven afectados por la temperatura, son más estables al almacenamiento, no son corrosivos ni tóxicos y pueden ser utilizados en la mayoría de las superficies en que se procesan alimentos. Así también presentan ventajas sobre los compuestos de amonio cuaternario, ya que son menos afectados por la materia orgánica y los productos detergentes (López, Romero y Ureta, 2002).

En establecimientos de productos lácteos, el ácido peracético ha demostrado ser muy efectivo contra *Listeria monocytogenes* y biopelículas, utilizándose en diferentes superficies (equipos, paredes, pisos, etc.) (Kasalica et al., 2011).

Según Lee, Cappato, Corassin, Cruz, y Oliveira (2016), cuando el ácido peracético se utiliza a una concentración de 0,5% equivalente a 5000 ppm es capaz de inactivar casi el 100% de cepas de *Staphylococcus aureus* y biopelículas de *Listeria monocytogenes* en acero inoxidable, en un tiempo de 30 segundos.

Concentración Inhibitoria Mínima (CIM), Tolerancia y Resistencia a los desinfectantes

La CIM se define como la concentración más baja de un agente desinfectante que inhibe el crecimiento visible de un microorganismo después de su incubación. Por su parte, la tolerancia a los desinfectantes es debida a la adaptación de las bacterias al CIM, observándose el incremento de éstas (Carpentier y Cerf, 2011; Fernandes De Oliveira et al., 2013).

Algunos autores utilizan la palabra tolerancia, cuando las concentraciones subletales de los productos desinfectantes están cercanas a la CIM. *Listeria monocytogenes* no difiere en este aspecto ya que en distintos estudios se han encontrado diferencias en la tolerancia, entre “cepas persistentes” y “cepas no persistentes”, diferencia que desaparece después de la exposición a concentraciones letales de productos desinfectantes (Carpentier y Cerf, 2011).

Otros autores remarcan que todas las cepas de *Listeria* spp. tienen el mismo potencial de adaptación y no es que *Listeria monocytogenes* tenga propiedades únicas que la lleven a su supervivencia, el problema ocurre si existen sitios de refugio en las instalaciones o equipos donde pueda persistir (Buchanan et al., 2017).

Por su parte, la resistencia ocurre cuando un desinfectante es aplicado en concentraciones bactericidas y el grado de muerte bacteriana se reduce; debido a la capacidad de adaptación de las bacterias al producto desinfectante otorgada por la capacidad genética de éstas que le permiten resistir y, por ende, transmitir estos genes a la descendencia. También puede generarse por el uso de subdosificaciones de los productos. Es por ello que, entre otras medidas, se sugiere el uso racional de los

desinfectantes para evitar la resistencia microbiana (Carpentier y Cerf, 2011; Piercey et al., 2016).

La resistencia a los desinfectantes de las bacterias que conforman los *biofilm*, está dada por la composición de la matriz que los constituyen, que es diferente según el género bacteriano (López, Vlamakis y Kolter, 2010).

Por otra parte, se reconoce que la sensibilidad/ resistencia de las células planctónicas de *Listeria monocytogenes* es diferente cuando el patógeno es parte del *biofilm*. Norwood y Gilmour (2000, citado por Olszewska, Zhao y Doyle, 2016), recomiendan el uso de cloro a una concentración de 0,1% (1000 ppm) para *biofilm* y 0,001% (10 ppm) para células planctónicas, para que ocurra una reducción sustancial de esta bacteria.

En contraposición con esta información, Folsom y Frank (2006) establecen que las células planctónicas de *Listeria monocytogenes* son capaces de sobrevivir a 0,004% (40 ppm), 0,006% (60 ppm) y 0,008% (80 ppm) de cloro. De acuerdo a dichos autores, la resistencia de las células planctónicas no es afectada por la densidad celular o por su composición genética, es afectada por la matriz de crecimiento, la concentración de iones, la temperatura y la exposición previa al cloro antes de formarse la biopelícula.

En cambio, la máxima resistencia de los *biofilm* de *Listeria monocytogenes* al cloro ocurre al mismo tiempo que se da la máxima producción de polisacárido para formar la matriz extracelular. Por lo tanto, la capacidad de supervivencia al desinfectante puede estar asociada a la cantidad de polisacárido producida, más que al número de células contenidas en la biopelícula (Folsom y Frank, 2006).

Según Tompkin et al., (1999, citado por Purkrtová et al., 2010), el tratamiento con cloruro de benzalconio es la forma más eficiente de dañar la biopelícula. Se puede reducir aproximadamente el 20% de la formación de los *biofilm*, aplicando un tratamiento de 0,05% (500 ppm) durante 1 minuto, mientras que para las células planctónicas con 0,0125% (125 ppm) es letal.

Por su parte, Araujo y Carballo (2012, citado por Dula et al., 2021), han reportado que los desinfectantes a base de compuestos de amonio cuaternario requieren de dosis más altas, de 2 a 4 veces superior a las recomendadas por el fabricante, para eliminar completamente las bacterias planctónicas de *Listeria monocytogenes* y de la aplicación de calor adicional para mejorar el desprendimiento de las bacterias de las superficies.

Por otro lado, Breidt, Pan y Kathariou, (2006, citado por Aryal y Muriana, 2019), establecen que *Listeria monocytogenes* presenta mayor resistencia a los compuestos de amonio cuaternario, cloro y peróxido de hidrógeno especialmente en *biofilm* de mayor tiempo de maduración.

Listeria monocytogenes no es más resistente a los desinfectantes que otras bacterias, al ser injuriada por diferentes tipos de desinfectantes o incluso tratamientos térmicos (congelación o desecación), su particularidad es que sus células pueden repararse y recuperar la patogenicidad rápidamente, debido a su gran capacidad de adaptación a las condiciones ambientales de pH, temperatura, etc. (Olszewska et al., 2016; Carpentier y Cerf, 2011).

Sin embargo, la resistencia de patógenos a los desinfectantes en establecimientos alimentarios puede ser uno de los factores que contribuyen a la participación de estos microorganismos en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (Falsanisi et al., 2006 citado por Lee et al., 2016). Por esta razón, se considera de vital importancia desinfectar las superficies que contactan con alimentos a lo largo de las líneas de producción de manera efectiva para alcanzar la inocuidad de los productos elaborados (Hua et al., 2019).

Para ello, las superficies pueden ser evaluadas microbiológicamente realizando pruebas de recuento de aerobios mesófilos (para verificar y controlar la efectividad de la limpieza y desinfección), o recuento de coliformes totales (para evaluar la higiene y buenas prácticas de manufactura), con el fin de verificar la eficacia de los procedimientos de higiene y evitar la contaminación cruzada de los alimentos (Barbosa, et al., 2016; Gravani y Marriott, 2006).

Desinfección física

El calor, vapor seco o agua caliente, se puede usar como alternativa para la desinfección química o en combinación con productos de higiene cuando el procedimiento lo amerite (Kasalica et al., 2011).

En cualquiera de estos tratamientos térmicos es aconsejable controlar la temperatura para garantizar que se eliminen los microorganismos y evitar el exceso de calor en los equipos que pueda ocasionar el daño de los mismos (Wilkin et al., 2015).

El uso de agua caliente se considera el método más eficaz de desinfección, sobre todo cuando se utiliza a una temperatura de 65°C y 80°C, durante 2 minutos como mínimo.

El uso de vapor debe limitarse a equipos que son difíciles de higienizar, como, por ejemplo, los sistemas cerrados utilizando vapor durante 5 minutos como mínimo o aire caliente aplicado a 80°C (Aguirre et al., 2007; Crujeira y Mosquera, 2010; Kasalica et al., 2011).

En caso de que se requieran esterilizar superficies, es necesario el uso de temperaturas de 120-130°C durante 15-20 minutos (Spreer, 1991).

Otra forma de desinfección térmica, mencionada por Zangerl, Matlschweiger, Dillinger y Eliskases (2009) es la desecación bajo el sol. Esta se usa en quesería artesanal para la desinfección de los estantes de madera que son utilizados para la maduración de los quesos y reducir la humedad en la sala de maduración. Este material, no afecta la inocuidad de los quesos siempre y cuando, éstos se mantengan en buen estado (sin grietas y sin nudos).

Según Zangerl et al. (2009), varios autores consideran que este tipo de desinfección es capaz de reducir los microorganismos existentes en el interior de la madera, eliminando incluso recuentos elevados de *Listeria monocytogenes* sobre la capa superior de los mismos.

NORMATIVA

Marco legal para la producción de quesos artesanales

En Uruguay, los tambos y queserías de tipo artesanal deben cumplir con la reglamentación correspondiente a su actividad para poder comercializar sus productos. El MGAP como Autoridad Sanitaria Oficial (ASO) a través de la Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), mediante la División de Sanidad Animal, se encarga de otorgar la habilitación y refrendación anual de estos establecimientos luego que han sido realizado los trámites mediante los Veterinarios de Libre Ejercicio Acreditados (VLEA) (MGAP, 2000; MGAP, 2011).

Estos establecimientos deberán reunir una serie de requisitos higiénicos sanitarios para lograr la habilitación de la explotación con respecto a la infraestructura, instalaciones y equipos, el medio ambiente, los animales, el personal, etc. con el fin de obtener un alimento apto para el consumo humano y la industria alimentaria (MGAP, 2011).

Las queserías se rigen por el Decreto del MGAP, N° 65/003, el cual establece las exigencias que deben cumplir los establecimientos productores de queso artesanal, acopiadores y transformadores de queso. Entre otras disposiciones, establece que los quesos sean identificados mediante la impresión en una de sus caras con la matrícula correspondiente y la fecha de elaboración con caracteres claramente visibles.

Con respecto a las condiciones de higiene, el MGAP (2011), reúne en el “Manual para la Habilitación y Refrendación de Establecimientos Productores de Leche y Queserías Artesanales” entre otras exigencias, las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que incluye los POES; la información de los Manuales de BPM y POES deberán estar disponibles en la empresa para cuando sean requeridos por los inspectores oficiales. Estas condiciones son imprescindibles para el buen funcionamiento y la habilitación de estos establecimientos de producción alimentaria.

Desde el punto de vista bromatológico, se aplica el Reglamento Bromatológico Nacional (RBN) Decreto 315/994 y sus modificaciones. En él se describen los requisitos operativos y locativos para los establecimientos elaboradores de productos lácteos. Las queserías artesanales deberán contar con sala de elaboración, sala de salmuera, sala de maduración, entre otras instalaciones si corresponde (limpieza, raspado, trozado, etc.), tanque de reserva de agua, condiciones edilicias (pisos, paredes, aberturas, etc.) que permitan la fácil limpieza y desinfección, equipos y utensilios en buen estado de conservación e higiene, de materiales adecuados y aptos para la producción de quesos. En el mismo reglamento se detallan los límites microbiológicos para los diferentes tipos de quesos, destacándose la ausencia de *Listeria monocytogenes* en 25g de muestra (Uruguay, 1994).

El Decreto del MGAP 274/004 modifica el RBN y entre otras disposiciones, establece que los establecimientos acopiadores y/o transformadores de quesos artesanales fabricados a partir de la leche cruda, así como los establecimientos elaboradores de dichos quesos con destino final el consumo, deberán realizar análisis en las etapas de procesamiento para verificar la eficiencia de los métodos de limpieza y desinfección (Uruguay, 2004).

Por lo tanto, será competencia de la División de Sanidad Animal del MGAP, inspeccionar y habilitar estas plantas de elaboración artesanal y competencia de las Intendencias realizar el control bromatológico de los acopiadores y transportistas de productos artesanales, así como la comercialización de los mismos (Uruguay, 2003).

Marco legal para productos de limpieza y desinfección

El Reglamento Técnico del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) para Productos con Acción Antimicrobiana, Decreto 501/007, en la resolución GMC N° 50/06 define, clasifica y reglamenta las condiciones para el registro y rotulado de los productos con acción antimicrobiana.

En nuestro país, uno de los organismos responsables del registro de estos productos es el Ministerio de Salud Pública (MSP).

Respecto a los productos con acción antimicrobiana para la industria alimenticia y afines, entre ellas la industria láctea, Uruguay admite mediante el presente Decreto (501/007), aquellas sustancias descritas en la lista del Código de Regulaciones Federales o “Code of Federal Regulation” (CFR, por sus siglas en inglés), N° 21 párrafo 178.1010 y las de la Directiva N° 98/8 de la Comunidad Europea.

La lista del CFR es aceptada y regulada por la agencia gubernamental de Estados Unidos, Food and Drug Administración, FDA, por sus siglas en inglés o Administración de Drogas y Alimentos y por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), (Uruguay, 2007).

Por su parte, la Directiva 98/8/CE armoniza y regula los procedimientos de autorización y registro de biocidas en el mercado europeo con el fin de proteger a las personas, los animales y el medio ambiente. También establece una lista comunitaria de sustancias activas autorizadas para su uso en la producción de biocidas y procedimientos para la evaluación; así como un sistema para el intercambio de información técnica y administrativa entre las autoridades competentes (Comunidades Europeas, 1998).

Las soluciones desinfectantes que se encuentran en la lista del CFR son consideradas seguras para utilizar en equipos, utensilios y otras superficies de contacto con alimentos. Entre otros, se recomienda utilizar: hipoclorito de sodio de 0,01-0,02% (100-200 ppm) iodóforos a 0,0025% (25 ppm), amonio cuaternario a 0,02% (200 ppm), ácido peracético de 0,02-0,0315% (200-315 ppm) y peróxido de hidrógeno de 0,03%-0,0465% (300-465 ppm), (Federal Register, 2011).

Uruguay y los países que se rigen por esta reglamentación evalúan la acción antimicrobiana de los productos desinfectantes tomando en cuenta los siguientes microorganismos: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella cholerae suis* y *Escherichia coli*, exceptuando *Listeria monocytogenes* (Uruguay, 2007).

Por otra parte, tal como se mencionó, la ASO, mediante la DGSG es responsable de la habilitación de establecimientos lecheros y es quién controla los establecimientos

habilitados respecto a la sanidad, higiene e inocuidad de la leche y productos lácteos (MGAP, 2000).

La Resolución del MGAP S/N del año 2001, entre otras disposiciones, establece que estos establecimientos habilitados, deberán utilizar productos químicos permitidos por la ASO como: detergentes, desinfectantes, insecticidas, rodenticidas, entre otros (MGAP, 2001). Estos productos, a su vez, deberán estar registrados en la DGSG del MGAP en el Departamento de Control de Productos Veterinarios correspondiente a la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) (Crujeira y Mosquera, 2010).

Entre otros, estos productos deberán respetar las Buenas Prácticas de Fabricación, envasado, almacenamiento y control de calidad dispuestos para ellos, con el fin de garantizar la seguridad y calidad de los productos domisanitarios; tal y como se establece en el Reglamento Técnico del MERCOSUR de Buenas Prácticas de Fabricación para Productos Domisanitarios, correspondiente a la Resolución N° 31/12 (MERCOSUR, 2015).

OBJETIVOS

Objetivo general:

Aportar información de los productos detergentes y desinfectantes disponibles en el mercado nacional que pueden ser utilizados en queserías, con especial énfasis en el control de *Listeria monocytogenes*.

Objetivos específicos:

1. Recopilar y documentar la información de productos químicos disponibles en el mercado para limpieza y desinfección aplicados en queserías.
2. Comparar los productos químicos disponibles en el mercado nacional, con la información bibliográfica y con especial énfasis en aquellos para el control de *Listeria monocytogenes*.
3. Describir los productos químicos utilizados para la limpieza y desinfección de queserías artesanales, establecer el principio activo más adecuado y dosis recomendada de los mismos.
4. Determinar si los productos disponibles a nivel nacional son adecuados para el control de *Listeria monocytogenes* de acuerdo al uso recomendado, con énfasis en su eficacia para eliminar *biofilm* en particular de *Listeria monocytogenes*.

MATERIALES Y MÉTODOS

A efectos de abordar los objetivos planteados, se diseñó en primer lugar una encuesta con el fin de obtener datos sobre el origen, principio activo, presentación, instrucciones de uso, espectro de acción y costo de los productos detergentes y desinfectantes comercializados en Uruguay (Anexo I). La encuesta fue aplicada a proveedores de productos de higiene para la industria alimentaria, solicitándose además la ficha técnica y de seguridad de los productos químicos comercializados. Considerándose los parámetros que se necesitaban obtener para completar la encuesta, se efectuó una búsqueda en la web para establecer las empresas habilitadas por el Ministerio de Salud Pública (MSP) en fabricar e/o importar y envasar domisanitarios, para poder seleccionar las empresas afines en la comercialización de insumos para limpieza y desinfección de tambos y queserías.

La encuesta fue efectuada por correo electrónico y telefónicamente en el periodo comprendido entre el año 2021 y 2022; realizándose una actualización de precios en el presente año.

En segundo lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre productos de limpieza y desinfección utilizados en la industria alimentaria, con énfasis en industria láctea y quesería artesanal para el control de *Listeria monocytogenes* y la posible producción de *biofilm*. A modo de poder comparar los productos comercializados en Uruguay con la bibliografía obtenida y cumplir con el objetivo específico.

A efectos de cumplir con el objetivo 3 y poder determinar si los productos de limpieza y desinfección aplicados en queserías artesanales de Uruguay son efectivos para eliminar *biofilm* y *Listeria monocytogenes*; se seleccionó información al azar de 100 establecimientos ubicados en los departamentos de San José, Colonia y Soriano de la encuesta realizada en el Proyecto de Investigación financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) titulado “Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en quesos artesanales elaborados con leche cruda en Uruguay”, llevado a cabo en los años 2018-2021 a modo de establecer los principios activos utilizados en las queserías.

En base a esta información y la bibliografía obtenida, se definen los principios activos adecuados para el uso y fin que se persigue, considerando la concentración, el tiempo de contacto y la temperatura de los productos químicos.

Finalmente, para poder determinar si los productos disponibles a nivel nacional son adecuados para el control de *Listeria monocytogenes* se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos para los objetivos precedentes.

Por lo anteriormente expuesto, la información obtenida quedará disponible con el fin de poder contribuir al sector quesero artesanal de Uruguay y a quienes sea de interés dicho aporte, para poder fortalecer las prácticas higiénicas y la inocuidad del producto, para prevenir las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las empresas encuestadas

En el Anexo I, se presenta el formulario de la encuesta aplicada a empresas/proveedores que comercializan productos de limpieza y desinfección para establecimientos de producción alimentaria (tambos y queserías).

Para lograr el relevamiento de las empresas encuestadas, se seleccionaron 10 empresas de las habilitadas por el MSP (Anexo II) y de los productos registrados en DILAVE, MGAP (Anexo III) (Daniel Di Rienzo, comunicación personal, 16 de junio, 2023). También, se realizó una búsqueda general en internet agregándose 10 empresas cuyos nombres no aparecen, en los registros anteriores. Es posible que dichas empresas estén inscriptas y que no coincida el nombre comercial o razón social con el del registro en el MSP y MGAP. Por ejemplo, la empresa Linovell S.A., se encuentra inscripta en MSP con el nombre de su propietario y probablemente suceda lo mismo con las empresas Cameril S.A y Neogen.

La empresa Electroquímica S.A. es la única que tiene registro en el MSP (ANEXO II) y en el MGAP (ANEXO III).

Del total de 20 empresas consultadas, se obtuvo información de 7 empresas, como se muestra en el Cuadro 1.

Así, de las 13 empresas restantes, 9 de ellas no contestaron y 4 si bien respondieron, 2 de ellas no venden productos de limpieza y desinfección para la industria alimentaria y 2 son importadoras, o sea, venden, pero carecen de información para completar la encuesta.

Cuadro 1. Empresas (proveedores) relevadas en este estudio, que comercializan detergentes y desinfectantes en el mercado uruguayo

Nº	Nombre de Empresa	Alcance	Productos que comercializa
1	Cameril S.A.	Comercialización de maquinaria, utensilios y productos químicos de limpieza y desinfección.	Detergentes y desinfectantes.
2	Electroquímica S.A.	Elaborador, envasador e importador de domisanitarios (productos de limpieza y desinfección para tambo).	Detergentes y desinfectantes.
3	Lifenir S.A.	Importador de domisanitarios. (productos para la industria alimentaria y otros).	Detergentes y desinfectantes.
4	Linovell S.A.	Elaborador de productos químicos para industria frigorífica y láctea, e institucional.	Detergentes y desinfectantes.
5	Neogen	Insumos para industria alimentaria, agropecuaria y de bebida.	Detergentes, desinfectantes y detector de <i>biofilm</i> .
6	Nortesur	Elaborador e importador de domisanitarios.	Detergentes y desinfectantes.
7	Spartan	Fabricante, importador y envasador de domisanitarios.	Detergentes y desinfectantes.

A efectos de cumplir con el objetivo 1, a continuación, se presentan los resultados de los detergentes y desinfectantes ofrecidos por los proveedores (Cuadro 2 y 3).

De acuerdo a lo relevado, las empresas N° 1, 3 y 4 comercializan productos detergentes y desinfectantes para la industria alimentaria en general, ninguno de sus productos es de uso específico para industria láctea, en particular quesería artesanal.

En cambio, los proveedores N° 2, 5 y 6 informaron que disponen de productos para industria láctea, en particular, tambo y quesería artesanal. Por su parte, la N° 7 dispone de productos para quesería de tipo industrial y si bien, por el momento no tiene clientes de quesería artesanal, cuenta con productos para la higiene de la misma.

Descripción de los productos detergentes

En el Cuadro 2, se presentan los resultados de los productos detergentes disponibles en el mercado uruguayo para la limpieza.

Cuadro 2. Descripción de los productos detergentes comercializados en Uruguay por empresas afines al rubro alimentario

Nº de empresa	Marca comercial	Origen	Principio activo	Limpieza automática o <i>Cleaning In Place</i> (CIP)	Limpieza manual o <i>Cleaning Out Place</i> (COP).	Presentación
1	Desengrasante Panter I Concentrado	Argentina	Hidróxido de sodio + 2- Butoxietanol.	-	Si	Líquido (Bidón de 5L)
2	Hiposol detergente alcalino	Uruguay	Hidróxido de sodio, detergentes no iónicos, agente anti-redepositante y secuestrante, 58,3%	Si	-	Líquido (Bidón de 10L)
	Hiposol detergente ácido	Uruguay	Ácido fosfórico, 46%.	Si	-	Líquido (Bidón de 10L)
3	Klorkleen	Irlanda	Dicloroisocianurato de sodio (NaDCC) + Tensoactivos. (1 tableta = 200 mg/L)	No	Si	Sólido (150 tabletas)
	EnzyQ pro	Uruguay	Surfactantes no iónicos, agente estabilizante,	Si	Si	Líquido (Bidón de 5L)

			enzimas: proteasa, amilasa, lipasa.			
4	Kalyclean C 220 (Detergente desincrustante alcalino)	Brasil	Hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio, mantenedor de espuma, agente anti-redepositante y vehículo, 7,5-9,5%.	-	Si	Líquido
	FR 810 Gel Ácido	Uruguay	Ácido fosfórico, 85%	-	Si	Líquido
5	Biojet + Enzy Jet Plus	España	Enzimas + Tensoactivos.	Si	Si	Líquido (Biojet: 1Kg. + Enzy Jet: 5 o 20kg).
6	Food Grade	Brasil	Ácido fosfórico, 85%.	-	Si	Líquido
7	Peroxy Protein Remover	Uruguay	Tensoactivos + Peróxido de hidrógeno, 7,5-9,5%.	-	Si	Líquido (Bidón de 5L)
	Uh acid cleaner	Uruguay	Ácido fosfórico + ácido sulfúrico, 29-32%	Si	Si	Líquido (Bidón de 5L)

Según Betoret et al., (2021), los detergentes de uso en las empresas lácteas son los detergentes alcalinos en la rutina diaria para la eliminación de grasa y proteína principalmente y los detergentes ácidos para la eliminación de las formaciones calcáreas o de piedra de la leche.

En el Cuadro 2, se puede observar que, de las 7 empresas relevadas, 3 empresas (Nº 1, 2 y 4) tienen a la venta detergentes alcalinos a base de hidróxido de sodio en general, 4 empresas cuentan con detergentes ácidos (Nº 2, 4, 6 y 7) y 2 empresas venden detergentes enzimáticos (Nº 3 y 5).

Particularmente, las empresas Nº 2 y 4 proporcionaron información de ambos tipos de detergentes (ácidos y alcalinos). La Nº 6 vende ácido fosfórico al igual que la Nº 7, pero ésta además ofrece un detergente ácido combinado con peróxido de hidrógeno.

El uso de los mismos depende no sólo del tipo de residuo a tratar, sino también del procedimiento de limpieza a efectuar, la composición y concentración de los productos, el tipo de superficie, la calidad y dureza del agua, entre otros parámetros como la temperatura y tiempo de acción (Wilkin et al., 2015).

De acuerdo a las fichas de seguridad, es necesario tener en cuenta al usar productos alcalinos y ácidos el uso de protección adecuada (lentes, guantes, botas, etc.) para evitar accidentes, el contacto directo con el producto, su inhalación o ingestión.

Por su parte, las empresas Nº 1 y Nº 4 recomiendan hidróxido de sodio para la limpieza manual o COP de equipos, utensilios y demás superficies.

Así, las instrucciones de uso varían entre las empresas. Por ejemplo, la empresa Nº 1 indica las diluciones según el tipo de limpieza a efectuar: limpieza profunda al 5% (1 litro de detergente en 20 litros de agua), general al 2,5% (1 litro de detergente en 40 litros de agua) o superficial al 1,6% (1 litro de detergente en 60 litros de agua) a una temperatura de 50-60°C, dejando actuar 15 minutos para posteriormente enjuagar.

En cambio, la empresa Nº 4 recomienda únicamente una concentración de 5-10% o lo que es lo mismo, 0,5 a 1 litro de detergente en 10 litros de agua a una temperatura de 40°C, dejando actuar el producto durante 1 h para luego enjuagar.

Por otro lado, para la limpieza *"in situ"* o CIP de la máquina de ordeño o tanque de frío, la empresa Nº 2, por su parte, recomienda diluciones de 1% o 0,1 litro de hidróxido de sodio en 10 litros de agua (para el caso de aguas duras) y diluciones de 0,5% o 0,05 litros de hidróxido de sodio en 10 litros de agua (para aguas normales), a una temperatura de 70-75°C, dejando actuar por 10-15 minutos para luego enjuagar.

La dureza del agua condiciona el uso de los detergentes alcalinos; en este caso se eleva la concentración del detergente para mejorar su acción, pero, esto puede provocar la precipitación de las sales del agua y la formación de depósitos minerales, según Crujeira y Mosquera (2010). Por su parte, Gravani y Marriott, (2006) aconsejan que el agua sea tratada previamente con agentes secuestrantes debido a que se evita la precipitación y por lo tanto, el procedimiento de limpieza sea más económico.

De acuerdo a Bylund, (2003), Crujeira y Mosquera (2010), Gravani y Marriott, (2006), en estos establecimientos (tambo y quesería artesanal) es fundamental prevenir los

depósitos de minerales, sean de naturaleza orgánica o inorgánica para evitar focos de contaminación microbiológica y por ende la formación de biopelículas.

Albrecht et al., (2016) y Betoret et al., (2021) mencionan que los detergentes ácidos son ideales para eliminar este tipo de depósitos y en particular la piedra de la leche, siendo de elección su uso en estos establecimientos de producción láctea.

Las empresas N° 2, 4, 6 y 7 ofrecen ácido fosfórico, como detergente ácido. De acuerdo a la ficha técnica del producto, se recomienda utilizar dos veces por semana para eliminar los depósitos calcáreos y evitar que las bacterias proliferen. Asimismo, la empresa N° 2, establece para la limpieza CIP de la máquina de ordeño utilizar una dilución de 1% o 0,1 litro de ácido fosfórico en 10 litros de agua a temperatura de 60-65°C, dejando circular el producto por 10-15 minutos.

La empresa N° 4 recomienda el uso del mismo concentrado directamente sobre la superficie o diluido en agua. Su uso concentrado consiste en aplicar vertiendo el producto sobre un paño y frotar vigorosamente la superficie a limpiar, dejando actuar durante 10 minutos antes de enjuagar. Diluido en agua se recomienda utilizar diluciones de 2-5% o 0,2 litros a 0,5 litros de detergente en 10 litros de agua, dejando actuar 10 minutos para luego enjuagar. La empresa N° 6 lo recomienda de igual forma. En caso de que se requiera el uso de máquina a presión o hidrolavadora, se utilizará en diluciones de 1:10 o 1 litro de detergente en 10 litros de agua.

Por su parte, la empresa N° 7 recomienda el ácido fosfórico de igual forma tanto para la limpieza por circulación como para la limpieza manual en diluciones de 0,5% (0,05 litro de ácido fosfórico en 10 litros de agua) a 2% (0,2 litros de ácido fosfórico en 10 litros de agua), a una temperatura de 70-80°C, durante 20-30 minutos con posterior enjuague. Cabe destacar que los detergentes ácidos pueden reaccionar sobre superficies de aluminio, cobre, fundición y plástico, debiendo evitar su uso sobre estas superficies (Morán, 2017). Esta misma empresa ofrece también un detergente ácido a base de tensoactivos combinado con peróxido de hidrógeno, capaz de remover proteínas, grasas y carbohidratos, provocando la solubilidad de estos residuos en agua. Se utiliza para la limpieza manual de pisos en diluciones de 0,5-1%, equivalente a 0,05-0,1 litro de detergente en 10 litros de agua a temperatura ambiente y no requiere de enjuague. De acuerdo a Solé, (2014), los agentes tensoactivos tienen la propiedad de reducir la tensión superficial y favorecer la penetración de los detergentes sobre las superficies a limpiar. Particularmente los tensoactivos de tipo biológico son ideales para eliminar microorganismos y biopelículas, según Nitschke y Silva, (2018).

Las empresas N° 3 y N° 5, proveen detergentes enzimáticos para tratamientos anti-*biofilm*. Según Zhao et al. (2017), las enzimas, especialmente las proteasas, son capaces de eliminar biopelículas porque pueden penetrar y destruir las paredes de exopolisacáridos formada por las bacterias que forman las biopelículas. De esta forma, las bacterias se liberan al medio y pueden ser expuestas a los desinfectantes para ser eliminadas por completo. De acuerdo a la ficha técnica, estos detergentes presentan gran eficacia a pH neutro haciendo su manipulación segura para el personal que lo aplique, no dañan las superficies por no ser abrasivos ni corrosivos y son altamente biodegradables.

La empresa N° 3, ofrece un detergente multienzimático, formulado a base de surfactantes no iónicos, agente estabilizante y enzimas (proteasa, amilasa y lipasa). Su fórmula permite remover proteínas, grasas y todo tipo de suciedad orgánica. Para la limpieza COP, se recomienda utilizar a una concentración de 0,1% (0,01 litro de detergente en 10 litros de agua) y para la limpieza CIP una concentración de 1% (0,1 litro de detergente en 10 litros de agua), ambas requieren de enjuague. Presenta efectividad en un amplio rango de temperatura, incluso en agua a temperatura ambiente; aunque para obtener mejores resultados es recomendable utilizar agua entre 35°C y 50°C. Es eficaz dejándolo actuar de 1 a 5 minutos, dependiendo del tipo de limpieza (COP o CIP), temperatura del agua y grado de suciedad.

Por su parte, la empresa N° 5 provee dos tipos de tratamientos enzimáticos, el tratamiento de “choque” y el tratamiento de mantenimiento. Ambos requieren de la limpieza previa de las superficies y de un tratamiento de desinfección posterior. El tratamiento de “choque” consiste en utilizar una mezcla de un detergente enzimático con amilasa, lipasa y proteasa (Bio Jet®) y una formulación de aminoetanol, tensoactivos aniónicos, tensoactivos no iónicos y enzimas (Enzy Jet Plus®), utilizados en una relación 1:5. Este se aplica mediante equipos de proyección de espuma sobre superficies abiertas (mesas, paredes, techos, suelos, etc.) con el objetivo de realizar una limpieza profunda y eliminar específicamente los *biofilm*; en una concentración de 1% o 0,1 litro de la combinación de los detergentes por cada 10 litros de agua a una temperatura de 45-55°C, dejando actuar durante al menos 15 minutos para luego enjuagar. Se realiza cuando hay problema de *biofilm* en la instalación y se instauran de 3 a 5 tratamientos en días consecutivos. Una vez eliminados los *biofilm* mediante los tratamientos de “choque” se recomienda incluir en los protocolos de higiene, tratamientos con Enzy Jet Plus® de forma periódica para prevenir y/o asegurar la no reaparición de las biopelículas sobre las superficies abiertas, llamado éste, tratamiento de mantenimiento. Se aplica con equipos de proyección de espuma a una concentración de 1% o 0,1 litro de detergente en 10 litros de agua a una temperatura de 45-55°C, dejando actuar por 15 a 30 minutos para luego enjuagar. El proveedor informa, además, que esta empresa ofrece un producto detector de *biofilm*, el cual permite evidenciar la presencia de biopelículas o verificar la eliminación de estas.

Por otro lado, la empresa N° 3, provee un producto sólido formulado con agentes tensoactivos y dicloroisocianurato de sodio (NaDCC), combinando la limpieza con la desinfección, declarando que su acción es más eficiente que el hipoclorito, en particular cuando puede haber contaminación orgánica. Dicho producto tiene efectividad para bacterias, hongos, virus, esporas y micobacterias. Se presenta en forma de tabletas, tiene una vida útil de 2 años, es seguro y fácil de usar, con diluciones simples de comprender y lograr (2 tabletas en 10 litros de agua a temperatura ambiente), siendo cómodo de almacenar y transportar sin peligro de derrame.

Descripción de los productos desinfectantes

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los productos disponibles en el mercado uruguayo para la desinfección.

Cuadro 3. Descripción de los productos desinfectantes comercializados en Uruguay por empresas afines al rubro alimentario

Nº de empresa	Marca comercial	Origen	Principio Activo	Presentación	Enjuague
1	Limpiador desinfectante Sanitol azul concentrado	Argentina	Cloruro de benzalconio 4,8%	Líquido (Bidón de 5L)	Si
2	Hiposol desinfectante	Uruguay	Hipoclorito de sodio 60g/L de cloro activo (6%)	Líquido (Bidón de 10L)	Si
3	OxiQ pro	Uruguay	Peróxido de hidrógeno, surfactante y solvente orgánico, 7,5%	Líquido (Bidón de 1L y 5L)	No
	bioQ 5	Uruguay	Amonio cuaternario de 5ª generación, 35% (Cloruro de alquil dimetil bencil amonio +	Líquido (Bidón de 1L y 5L)	No

			cloruro de dimetil didecil amonio).		
	Klorsept	Irlanda	Dicloro isocianurato de sodio (NaDCC)	Sólido (150 tabletas)	No
4	CM 440- SA SPEC SIN AROMA Limpiador desinfectante	Uruguay	Amonio cuaternario de quinta generación, 5%	Líquido	Puede ser con o sin enjuague final, depende de la superficie.
	TEC SP Limpiador desinfectante	Uruguay	Cloruro de benzalconio (8,0-12,0%) + Gutaraldehido (4,7-5,3 %)	Líquido	Puede ser con o sin enjuague final, depende de la concentración de uso y lugar de aplicación
	SPEC, Limpiador desinfectante	Uruguay	Cloruro de benzalconio 80% + Tensoactivo no iónico+ ceniza de soda + vehículo acuoso c/excipientes.	Líquido (Botella de 1L, bidón de 5L, 10L, 20L y 25L)	Si
5	Viroxide súper	Inglaterra	Ác. Orgánicos, NaCL y monosulfato de potasio.	Polvo (Envase de 2kg, 5kg,10kg)	No

6	Hipoclorito de Sodio	Uruguay	Hipoclorito de sodio 98 g/L de cloro activo (9,8%)	Líquido (Bidón de 10L)	Si
	Aktiv- Plus 5	Uruguay	Ácido peracético, peróxido de hidrógeno y ácido acético, 5%	Líquido (Bidón de 3L)	Si
7	Cloroclean	Uruguay	Hipoclorito de sodio, 4,5%	Líquido (Bidón de 5L)	Si
	Peraceticfood	Uruguay	Ácido peracético, 15%	Líquido (Bidón de 5L)	No

Como se ha mencionado, la desinfección debe efectuarse luego de la limpieza para la óptima acción de cualquier producto desinfectante. En quesería artesanal se utilizan principalmente desinfectantes a base de cloro, ácido peracético y amonio cuaternario para reducir y/o eliminar la carga microbiana de las superficies (Aguirre et al., 2007; Kasalica et al., 2011).

En relación a la información relevada en el Cuadro 3, las empresas N° 2, 6 y 7 venden como desinfectante hipoclorito de sodio; la N° 6 y N° 7 ofrecen además ácido peracético.

Las empresas N° 1, 3 y 4 comercializan amonios cuaternarios; aunque la empresa N° 3 también vende dicloroisocianurato de sodio y peróxido de hidrógeno. Por su parte, la empresa N° 5 vende un desinfectante en polvo a base de ácidos orgánicos, cloruro de sodio (NaCl) y monosulfato de potasio.

Teniendo en cuenta las recomendaciones de uso establecidas por el fabricante, estos productos se deben de seleccionar según el tipo de superficie a tratar y el procedimiento de desinfección a efectuar, método "*in situ*" o CIP o método manual.

Los desinfectantes a base de cloro son los que se utilizan habitualmente en quesería artesanal (Fernandes De Oliveira et al., 2013). Según Morán (2017) y Ribas (2010) el hipoclorito de sodio es un producto derivado del cloro que actúa como desinfectante a temperatura ambiente y es la opción más económica de los desinfectantes, pero de igual forma, eficaz para eliminar microorganismos sobre cualquier tipo de superficie limpia. Además, confiere el blanqueo de las superficies tratadas y remueve las manchas causadas por el pigmento de los alimentos.

De acuerdo a la ficha técnica, es compatible con materiales y equipos de uso habitual en la industria láctea (máquinas de ordeño, tanques de frío, acero inoxidable, plástico, etc.). Está indicado para la limpieza y desinfección de sistemas CIP como la máquina ordeñadora o puede ser utilizado en la limpieza general y desinfección de superficies por inmersión (sistema COP) de utensilios, equipamientos y piezas desmontables.

La empresa N° 2 indica su uso según el equipo o superficie a desinfectar; para la desinfección CIP de la máquina ordeñadora se recomienda una solución de 0,5% o 0,05 litro de hipoclorito de sodio en 10 litros de agua a temperatura ambiente, dejar circular por 10-15 minutos, posteriormente sacar la solución y no enjuagar hasta inmediatamente el próximo ordeño.

Para la desinfección COP de otras superficies, utensilios o maquinaria se recomienda la misma dilución dejando actuar por 5 minutos para luego enjuagar.

La desinfección de los tarros de leche consiste en colocar una solución al 15% o 1,5 litros de hipoclorito de sodio en 10 litros de agua dentro del mismo y agitar para que se mojen bien todas las paredes para luego enjuagar. Esta misma solución se puede utilizar para desinfectar hasta 10 tarros.

Por otro lado, la empresa N° 6 recomienda su uso en diluciones de 0,1 litro de hipoclorito de sodio en 10 litros de agua a temperatura ambiente, para obtener una solución de 1% o 10000 ppm dejando actuar por 5 minutos para luego enjuagar.

La empresa N° 7 lo recomienda también en soluciones de 1% (0,1 litro de desinfectante en 10L de agua) a 3% (0,3 litro de desinfectante en 10 litros de agua), a una temperatura del agua de 50-60°C tanto para la desinfección manual como para la desinfección “*in situ*” dejando actuar la solución por 30 minutos antes de enjuagar.

Como podemos observar, el hipoclorito de sodio de la N° 6 está formulado a una concentración superior (9,8%) respecto a la N° 2 (6%) y N° 7 (4,5%) y se recomienda también a una concentración de uso mayor respecto a éstas. Sin embargo, se debería recomendar el uso de cantidades menores para lograr el mismo efecto, lo que demuestra la importancia de las instrucciones de uso de los proveedores en cada caso.

Otro producto más eficiente que el hipoclorito de sodio, es el dicloroisocianurato de sodio (NaDCC) con efectividad sobre bacterias Gram positivas y Gram negativas, micobacterias, esporas, mohos, levaduras y virus.

Este desinfectante está disponible por la empresa N° 3 y se presenta en forma de tabletas, permitiendo su fácil aplicación en superficies donde se preparan alimentos.

Se recomiendan 2 tabletas en 10 litros de agua a temperatura ambiente (equivalente a 400mg de cloro disponible en agua) para la desinfección manual de las superficies. Luego deberán pasar 15 minutos antes del uso de las superficies, debido a que el producto no requiere enjuague. Además, la vida útil de las tabletas desinfectantes es de 3 años.

Otro desinfectante utilizado en establecimientos de producción alimentaria es el ácido peracético; según Kasalica et al. (2011) es muy efectivo para *biofilm* y *Listeria monocytogenes*, entre otros microorganismos.

De acuerdo a Zoellner et al. (2018), el ácido peracético surge de la combinación de peróxido de hidrógeno y ácido acético. Por lo tanto, el ácido peracético no se comercializa puro como tal.

Este desinfectante es comercializado por la empresa N° 6 al 5% y la N° 7 al 15%, es un desinfectante de amplio espectro. La primera, lo recomienda en una concentración de 0,5-5% equivalente a 0,05-0,5 litro de desinfectante en 10 litros de agua dependiendo de la superficie a desinfectar, a temperatura ambiente, dejando actuar por 10 minutos para luego enjuagar. Con respecto a su efectividad frente a *Listeria monocytogenes* y *biofilm*, el proveedor menciona que el producto es efectivo, siempre y cuando anterior a su aplicación se haya realizado una limpieza adecuada. De acuerdo a la ficha técnica, este producto deberá ser almacenado en un lugar fresco, alejado de fuentes de calor o de la exposición solar directa a modo de evitar la transformación del ácido peracético en ácido acético y oxígeno.

La empresa N° 7, recomienda el uso del ácido peracético al 15% para el método de desinfección CIP y COP; indicando que previo a su uso se deberá utilizar protección adecuada debido al pH ácido del producto.

Para la desinfección CIP, se recomienda utilizar el producto a una dilución de 0,1% o una dilución de 0,01 litro de desinfectante en 10 litros de agua a temperatura ambiente por un tiempo de 30 minutos.

Para la desinfección de las superficies se recomiendan diluciones de 0,2% o 0,02 litro de desinfectante en 10 litros de agua por un tiempo mínimo de 10 minutos.

En las concentraciones de uso recomendadas no causa corrosión al acero inoxidable, aluminio, plástico, vidrio, teflón ni goma nitrilica.

La empresa N° 3 comercializa un producto a base de peróxido de hidrógeno, surfactante y solvente orgánico con acción limpiadora y desinfectante, con efectividad para bacterias Gram positivas, Gram negativas, micobacterias, mohos, levaduras y virus. Es especialmente recomendado para establecimientos de producción alimentaria sobre cualquier tipo de superficies y equipamientos (pisos, paredes, puertas, mesadas, mobiliario, techos, luminaria, vidrios, etc.). Se recomienda para la desinfección bactericida utilizar una dilución de 0,5% o 0,05 litro de peróxido de hidrógeno en 10 litros de agua a temperatura ambiente y dejar actuar por 5 minutos. No requiere de enjuague posterior y se puede aplicar con paño, *spray* o sistemas de pulverización.

Según Crujeira y Mosquera, (2010) el peróxido de hidrógeno al igual que el ácido peracético es efectivo para remover biopelículas; a su vez, varios autores han mencionado que el ácido peracético es un agente antimicrobiano más potente que el peróxido de hidrógeno (Henao, et al., 2018).

Por otro lado, la empresa N° 5 ofrece un producto en polvo basado en peróxido para la desinfección, otros de sus componentes son NaCl y monosulfato de potasio, efectivo contra virus, bacterias, hongos y esporas. Su forma de presentación permite que sea fácil de transportar y almacenar, sin requerimientos especiales. Se recomienda para el tratamiento de *Listeria monocytogenes* en soluciones al 1%, equivalente a 100g de desinfectante en 10 litros de agua; aplicado con espumadora o rociador, incluyendo aspersión en frío o nebulización térmica. No requiere enjuague. Puede ser aplicado por sistemas de aplicación manual o por sistemas automatizados en cualquier tipo de superficies (porosa o no porosa), equipos, sistemas de suministro de agua, etc. Una vez formada la solución, ésta permanecerá activa por más de 7 días; sin embargo, se recomienda cambiar las soluciones no usadas cada 3 o 4 días.

De acuerdo con Ribas (2010), Crujeira y Mosquera (2010), los cuaternarios tienen efectividad sobre *biofilm* y *Listeria monocytogenes* aunque también tienen efecto bactericida frente a otras bacterias Gram positivas y Gram negativas.

Las empresas N° 1, 3 y 4 venden desinfectantes a base de amonio cuaternario. La dosis de acción contra bacterias dependerá de la concentración a la cual viene formulado el desinfectante. Cualquiera de ellos podrá ser utilizado para la desinfección manual debido a su compatibilidad con todo tipo de superficies lavables (paredes, pisos, puertas, mesadas, techos, luminarias, vidrios, madera, azulejos, pintura, plástico, acero inoxidable, aluminio, utensilios en general y todo tipo de equipamiento que entre en contacto con alimentos) ya que, por no ser corrosivo, permite su uso diario en establecimientos de producción alimentaria. No obstante, se requiere del uso de guantes para la manipulación de los productos, de acuerdo a la ficha de seguridad de los mismos.

La empresa N° 1 lo recomienda en diluciones de 1% o 0,1 litro de cloruro de benzalconio en 10 litros de agua a temperatura ambiente, dejando actuar durante 1 minuto para luego enjuagar. Se puede aplicar pulverizando con spray, trapo o esponja.

La empresa N° 3 presenta un amonio cuaternario de quinta generación y lo recomienda en diluciones de 0,25% o 0,025 litro de desinfectante en 10 litros de agua a temperatura ambiente, dejando actuar el producto durante 5 minutos (para virus y bacterias). Se podrá aplicar con paños, mopa, toallas descartables, *spray* o sistemas de pulverización y no requiere de enjuague.

Por otro lado, la empresa N° 4 tiene disponible 3 tipos diferentes de amonios cuaternarios. Uno de ellos, es un producto formulado a base de amonio cuaternario de quinta generación, el cual resulta de la mezcla de la cuarta generación (cloruro de didecil dimetil amonio) con la segunda generación (cloruro de n-alquil dimetil bencil amonio) para lograr mayor desempeño contra bacterias Gram positivas y Gram negativas, hongos, levaduras y virus. Estos productos son de baja espuma y tienen una alta tolerancia a la presencia de proteínas y aguas duras. Para eliminar bacterias, se recomienda en diluciones de 1% o 0,1 litro de amonio cuaternario de 5ª generación en 10 litros de agua a temperatura ambiente, dejar actuar 5 minutos y posteriormente enjuagar. Se puede utilizar por aplicación directa, inmersión o pulverizado.

Otro producto que comercializa es un desinfectante multipropósito formulado especialmente para combatir *Listeria monocytogenes*, compuesto por cloruro de benzalconio y glutaraldehído, aunque tiene efectividad para el resto de las bacterias Gram positivas y también las Gram negativas. Utilizado para la limpieza y desinfección de superficies lavables de plantas alimenticias (cerámica, plástico, loza, azulejos, acero inoxidable, aluminio, etc.). Se recomienda utilizar una solución al 1% o 0,1 litro de producto en 10 litros de agua a temperatura ambiente, dejando actuar por 10 minutos y puede ser con o sin enjuague final, dependiendo de la concentración de uso y el lugar de aplicación (ejemplo: pisos).

Por último, la N° 4 también provee un producto limpiador-desinfectante, formulado principalmente a base de cloruro de benzalconio y tensoactivos no iónicos que humecta y penetra más rápidamente las superficies, produciendo baja espuma. Contiene además compuestos secuestrantes que reaccionan con la dureza del agua para evitar que ésta disminuya su poder desinfectante y un agente alcalino suave que proporciona que el pH sea más adecuado para evitar el crecimiento microbiano y aumentar el poder bactericida frente a bacterias Gram positivas, Gram negativas, hongos y levaduras. Es recomendado a una dilución de 3,3% o 0,33 litro de desinfectante en 10 litros de agua a temperatura ambiente, con enjuague posterior. Se puede aplicar por trapeado, pulverizado o con máquinas automáticas de lavado; conservando sus propiedades bactericidas por un tiempo de 24-48 h.

Con respecto al cumplimiento del objetivo 2, a continuación, se realizará la comparación de los productos químicos disponibles en el mercado nacional con la bibliografía consultada.

Comparación de los productos detergentes con la bibliografía

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de la revisión bibliográfica de los productos detergentes.

Cuadro 4. Instrucciones de uso de productos detergentes evaluados por diferentes autores y su efectividad contra *Listeria monocytogenes* y *biofilm*

Tipo de producto	Concentración	Temperatura	Tiempo	Efectividad en <i>Listeria monocytogenes</i>	Autor
Ácido fosfórico	0,5-1%	50-70°C	10-15 min.	No tuvo efectividad en cepas	Lourenço et al., 2009
Alcalino fuerte	2%	12°C	5 min.	1-2 log en suspensión de cepas	Fagerlund, et al., 2020
Ácido fuerte	1%	12°C	5 min.	>5 log en suspensión de cepas	Fagerlund, et al., 2020
Enzimático (1% + 2%)	No especifica	45°C	5 min.	3,9- 4 log en suspensión de cepas	Fagerlund, et al., 2020
Enzimático	1%	50°C	20 min	6,9 log UFC/cm ² en cepas	Mazaheri et al. (2020)
Alcalino clorado *	2,5%	37°C	1 h	> 5 log UFC/ml en cepas	Lourenço et al., 2009

Alcalino clorado *	2%	12°C	5 min.	>5 log en suspensión de cepas	Fagerlund et al., 2020
Alcalino clorado *	3%	12°C	5 min	>5 log en suspensión de cepas	Fagerlund et al., 2020

*Detergente combinado con desinfectante

Tal y como se observa en el Cuadro 4, en el año 2009, Lourenço et al., investigaron la eficacia de productos detergentes combinados con desinfectantes para la higiene, con respecto a la susceptibilidad de 12 aislamientos de *Listeria monocytogenes* (incluyendo cepas persistentes y no persistentes) provenientes de 4 establecimientos lácteos. En este trabajo, se observó que los detergentes alcalinos combinados con cloro fueron efectivos para eliminar las cepas mencionadas; aunque se destacó que la presencia de materia orgánica disminuyó la efectividad de los mismos. Por lo tanto, se concluyó que para reducir microorganismos patógenos es necesario realizar previamente una limpieza efectiva de manera tal que se reduzca al mínimo la materia orgánica, con el fin de lograr la efectividad de la limpieza y posterior desinfección. Por ejemplo, en este estudio se evaluó un detergente alcalino clorado al 2,5%, a una concentración bactericida mínima en agua a temperatura de 37°C, durante 1 h y se obtuvo una reducción logarítmica (en base diez) mayor a 5 log de UFC/ ml.

En relación a las empresas que comercializan productos combinados (detergente con desinfectante) la empresa N° 4 ofrece un producto alcalino clorado, formulado principalmente con hidróxido de sodio e hipoclorito de sodio (Kalyclean C 220®) y otro producto a base de tensoactivo no iónico y cloruro de benzalconio, (SPEC®). Por su parte, la empresa N° 7 dispone de un producto formulado a base de tensoactivos y peróxido de hidrógeno (Peroxy Protein Remover®).

Lourenço et al., (2009), también evaluaron como detergente ácido, el ácido fosfórico que demostró no tener efectividad frente a *Listeria monocytogenes* cuando se utilizó a una concentración de 0,5-1%, a una temperatura del agua de 50-70°C durante un tiempo de 10 a 15 minutos.

Teniendo en cuenta esta información (Lourenço et al., 2009), en el Cuadro 2, algunos proveedores (N° 4 y 6) recomiendan el uso de ácido fosfórico al 85% a una mayor concentración (2-5%, durante 10 minutos, a una temperatura del agua de 50-55°C) para eliminar depósitos como la piedra de la leche.

Por otra parte, Fagerlund, Heir, Moretro y Langsrud (2020), realizaron un estudio muy completo y complejo; en el cual evaluaron mediante pruebas de cepas en suspensión limpiadores alcalinos, ácidos, enzimáticos y productos combinados alcalino clorados, con el objetivo de eliminar diferentes cepas de *Listeria monocytogenes*.

También realizaron otras evaluaciones con los agentes alcalinos, ácidos y enzimáticos sobre biopelículas preformadas de *Listeria monocytogenes* en cloruro de polivinilo de cinta transportadora, donde obtuvieron reducciones de hasta 1,8 log.

Para optimizar el procedimiento de limpieza y desinfección a efectos de reducir *biofilm* de *Listeria monocytogenes*, se recomienda que se realicen ciclos repetidos de limpieza, se aumente la concentración de los agentes químicos, se utilice agua entre 35°C y 55°C en el enjuague previo a la limpieza o se incluya al menos una etapa de cepillado mecánico. Considerando estas recomendaciones, Fagerlund et al. (2020) realizaron diferentes protocolos de limpieza con un procedimiento de desinfección posterior con ácido peracético; logrando obtener reducciones de 4 y 5,5 log de UFC en biopelículas de *Listeria monocytogenes* de 7 días de maduración.

Además, se destacó que el tiempo de maduración de las biopelículas de 4 y 7 días, afectó los tratamientos de limpieza y desinfección instaurados, debido a que las biopelículas de 7 días fueron más tolerantes al procedimiento de higiene, respecto a las de 4 días.

Así, los detergentes utilizados en este estudio y su eficacia de acción respecto a *Listeria monocytogenes*, pueden compararse con los detergentes alcalinos, ácidos, enzimáticos y alcalino clorados mencionados en el Cuadro 2. Por ejemplo, para el caso de los detergentes alcalinos, dicho estudio evaluó las instrucciones de uso de un detergente alcalino fuerte donde se obtuvo una reducción de 1 a 2 log para esta bacteria. Si bien, se desconocen los componentes del detergente alcalino fuerte utilizado al 2% en dicho estudio, la empresa N° 1 recomienda utilizar hidróxido de sodio de acuerdo al tipo de limpieza manual a efectuar: profunda al 5%, general al 2,5% o superficial al 1,6%, a una temperatura (50-60°C) y tiempo (15 minutos) superior a la utilizada en este estudio.

Tal y como se mencionó, los detergentes alcalino clorados los provee la empresa N° 4, si bien, en el estudio de Fagerlund et al. (2020) se desconoce la composición del detergente alcalino clorado utilizado, éste mostró ser efectivo sobre cepas de *Listeria monocytogenes* con reducciones mayores a 5 log. Sin embargo, cuando estos autores evaluaron el efecto de acción del detergente ácido, establecieron que son efectivos para eliminar *Listeria monocytogenes*, (aunque se desconoce la composición de sus constituyentes). Por su parte, las empresas N° 4 y 6 disponen de detergente ácido.

Por último, respecto a los detergentes enzimáticos, la empresa N° 3 dispone de estos productos para la limpieza manual y automática. De acuerdo a Fagerlund et al. (2020), los limpiadores enzimáticos tuvieron un buen desempeño sobre las cepas de *Listeria monocytogenes*.

Por otro lado, respecto al efecto de limpiadores enzimáticos sobre biopelículas maduras de *Listeria monocytogenes*, Mazaheri et al. (2020) lograron obtener reducciones de 6,9 log UFC/cm² sobre cepas adheridas al acero inoxidable utilizando una concentración de 1% de detergente enzimático en agua a 50°C, durante 20 minutos.

De acuerdo a la información revelada por los proveedores, los detergentes enzimáticos son de elección para eliminar y/o prevenir la formación de biopelículas. Por su parte, la empresa N° 5 recomienda dos tipos de tratamientos para biopelículas,

tratamientos de “choque” (para eliminar) y tratamientos de mantenimiento (para prevenir). Además, esta empresa (N° 5) tiene un producto a base de peróxido de hidrógeno para detectar *biofilm*.

Comparación de los productos desinfectantes con la bibliografía

En el Cuadro 5, se presentan los resultados de la revisión bibliográfica de los productos desinfectantes.

Cuadro 5. Instrucciones de uso de productos desinfectantes evaluados por diferentes autores y su efectividad contra *Listeria monocytogenes* y *biofilm*

Tipo de producto	Concentración	Temperatura	Tiempo	Efectividad en <i>Listeria monocytogenes</i>	Autor
Clorado	0,02%	-	5 min.	4,0- 4,5 log UFC de <i>biofilm</i>	Hua et al., 2019
Hipoclorito de sodio	0,02%	-	60 min.	1-2 log en <i>biofilm</i>	Aryal y Muriana, 2019
Hipoclorito de sodio	0,1%	-	5 y 15 min.	No se detectó el patógeno	
Hipoclorito de sodio	0,2%	ambiente	10 min.	Eliminó todo el <i>biofilm</i> (4,23 log UFC/ cm ²)	Caurio, et al., 2022
Ácido peracético	0,05%	-	5 min.	>7,5 log en <i>biofilm</i>	Aryal y Muriana, 2019
Ácido peracético	0,2%	-	6 h	4,2- 4,8 log de UFC/ cm ² en <i>biofilm</i>	Barbosa et al., 2016.
	0,5%	-	3 h		
Ácido peracético 15%	0,2%	ambiente	10 min.	Eliminó todo el <i>biofilm</i> (4,23 log UFC/ cm ²)	Caurio, et al., 2022
Peróxido de hidrógeno	0,2%	-	5 y 7,5 min.	>4 log en <i>biofilm</i>	Costa, Lourenco, Civera y Brito, 2018
	0,5%	-	5 min.		
	1%	-	2,5 y 5 min.		
Peróxido de hidrógeno	5%	-	2,5 min.	> 6 log en <i>biofilm</i>	

con cloruro de amonio cuaternario	10%	-	1 min.		Aryal y Muriana, 2019
Cloruro de benzalconio	0,1%	5°C	5 min.	En cepas en suspensión 5 log y adheridas 4 log	Arnisalo et al., 2007
Amonio cuaternario	0,04%	-	5 min.	3,0-3,7 log UFC en <i>biofilm</i>	Hua et al., 2019
	0,02%	-	2 h	5 log UFC en <i>biofilm</i>	
	0,1%	-	15 min.	7 log UFC en <i>biofilm</i>	

(-) no especifica la temperatura.

En relación a las instrucciones de uso de los productos desinfectantes relevados en el presente estudio (Cuadro 3), se realiza la comparación con la bibliografía consultada (Cuadro 5).

El desinfectante hipoclorito de sodio, que provee la empresa N° 2, es recomendado su uso a una concentración de 0,5% o 5000 ppm para utilizar en agua a temperatura ambiente, durante un tiempo de acción de 5 minutos.

Por otro lado, la empresa N° 6, lo recomienda en dosis de 1% o 10000 ppm en agua a temperatura ambiente, dejando actuar 5 minutos para luego enjuagar y la empresa N° 7, en dosis de 1-3% o 10000-30000 ppm en agua a temperatura de 50-60°C por 30 minutos.

Estos 3 proveedores reconocen que es un producto de amplio espectro, pero no aportan datos respecto a la efectividad específica frente a *Listeria monocytogenes* y en particular frente a *biofilm* en estas dosis.

Según la literatura consultada, Hua et al. (2019), realizaron un estudio de productos desinfectantes en donde utilizaban cloro a una concentración de 0,02% o 200 ppm durante un tiempo de 5 minutos, sin especificar la temperatura. El uso de esta concentración y tiempo produjo una reducción logarítmica de 4,0-4,5 UFC de biopelículas de *Listeria monocytogenes* sobre diferentes superficies (acero inoxidable, polietileno, polivinilo, poliéster, caucho) utilizadas en establecimientos de producción alimentaria.

Otro estudio de Aryal y Muriana (2019), en *biofilm* de *Listeria monocytogenes* partiendo de entre 8 y 9 log del patógeno, demostraron que el uso de hipoclorito de sodio a una concentración de 0,02% o 200 ppm durante 60 minutos logró una reducción de 1 a 2 log. Sin embargo, no se detectó este patógeno cuando se aumentó la concentración del desinfectante a 0,1% o 1000 ppm en tiempos de contacto de 5 y 15 minutos.

Por su parte, Olszewska et al. (2016) mencionan que para eliminar *biofilm* de *Listeria monocytogenes* se requieren de dosis de cloro superior a 0,1% o 1000 ppm.

Por otro lado, Caurio et al. (2022), utilizaron hipoclorito de sodio a una concentración de 0,2% o 2000 ppm, que logró ser eficaz para eliminar *Listeria monocytogenes* cuando el desinfectante se aplicó durante 10 minutos a temperatura ambiente sobre una superficie de acero inoxidable que contenía un total de 4,23 log UFC/cm².

De acuerdo a la FDA, la lista del CFR menciona utilizar hipoclorito de sodio en una concentración de 0,01%-0,02% o 100-200 ppm sobre superficies que contactan con alimentos (Federal Register, 2011). Así, Crujeira y Mosquera (2010), recomiendan utilizar la misma concentración de cloro.

Las concentraciones recomendadas por las empresas N° 2, 6 y 7, están por encima de las concentraciones establecidas por la lista del CFR, así como por la bibliografía.

Por lo tanto, es posible que los productos de estas empresas (N° 2, 6 y 7), presenten una mejor efectividad sobre biopelículas de *Listeria monocytogenes*, respecto a los trabajos antes mencionados.

Otro producto comercializado por la empresa N° 3 de mayor efectividad que el hipoclorito de sodio, es el Klorsept® que contiene el principio activo dicloroisocianurato de sodio (NaDCC), que se recomienda en dosis de 2 tabletas (400 mg de cloro) en 10 litros de agua a temperatura ambiente. De acuerdo a la ficha técnica, este producto tiene eficacia probada en pruebas de suspensión *in vitro* para *Listeria monocytogenes*.

De acuerdo a Morgenthau et al. (2012) el NaDCC es un agente químico biocida que actúa de manera similar al hipoclorito de sodio, debido a que su efectividad depende del cloro libre disponible es aprobado por la OMS y EPA para el tratamiento de desinfección del agua.

Con respecto al ácido peracético comercializado en Uruguay para establecimientos de producción alimentaria y por tanto se incluyen tambos y queserías artesanales; las concentraciones recomendadas de uso según los proveedores de las empresas relevadas en el Cuadro 3, para la desinfección manual de las superficies es de 0,2% o 2000 ppm a temperatura ambiente por un tiempo mínimo de 10 minutos (empresa N° 7) y 0,5% o 5000 ppm a temperatura ambiente, dejando actuar el producto por 10 minutos (empresa N° 6). Particularmente, el proveedor de la empresa N° 6 menciona que el producto Aktiv-Plus 5® (cuyo principio activo es el ácido peracético), es eficaz contra *Listeria monocytogenes* siempre y cuando se haya realizado previamente una limpieza adecuada y se respeten las condiciones de uso establecidas para el mencionado producto.

Según la literatura consultada, Aryal y Muriana (2019), observaron que el uso de ácido peracético sobre biopelículas de *Listeria monocytogenes* en una concentración de 0,05% o 500 ppm por 5 minutos produce una reducción logarítmica mayor a 7,5 log.

En otro estudio, Barbosa et al. (2016), evaluaron las siguientes concentraciones de uso: 0,2% o 2000 ppm durante 6 h y 0,5% o 5000 ppm durante 3 h, sobre *biofilm* de *Listeria monocytogenes* en tablas de cortar y cuchillos de desosado. Este tratamiento demostró una efectividad del 100% para la inactivación de las bacterias inicialmente adheridas en dichas superficies y una reducción logarítmica de 4,2-4,8 UFC/cm² de superficie. Este resultado puede estar asociado a la actividad desinfectante del ácido peracético basada en la liberación de oxígeno activo, que puede ingresar al *biofilm* y romper las paredes de las células que lo constituyen.

Caurio et al. (2022), también evaluaron como principio activo al ácido peracético formulado al 15% sobre superficies de acero inoxidable con células adheridas de *Listeria monocytogenes* en un total de 4,23 log de UFC/cm²; donde utilizado a una concentración de 0,2% o 2000 ppm, a temperatura ambiente durante un tiempo de 10 minutos, eliminó eficazmente todas las células adheridas.

De acuerdo a la FDA, en la lista del CFR la concentración de ácido peracético para superficies que contactan con alimentos deberá ser de 0,02-0,0315% o 200-315 ppm (Federal Register, 2011). Sin embargo, según Crujeira y Mosquera (2010) se recomienda no sobrepasar concentraciones de 0,02% o 200 ppm de ácido peracético.

Teniendo en cuenta esta información, las concentraciones recomendadas por las empresas N° 6 y 7 para el ácido peracético, son bastante superiores a la establecida por la lista del CFR y la bibliografía consultada. A su vez, el trabajo de Barbosa et al. (2016) utiliza las mismas concentraciones de uso (0,2% y 0,5% o 2000 ppm y 5000 ppm) que estas empresas, por lo tanto, es de esperar que se obtengan resultados similares sobre *biofilm* de *Listeria monocytogenes*.

Por su parte, la N° 7 recomienda el uso de ácido peracético al 15%, en iguales condiciones de uso que el trabajo de Caurio et al. (2022); por lo cual, es de esperar que el desempeño de este producto sea similar a dicho trabajo si se lo utiliza sobre superficies de acero inoxidable.

Respecto al peróxido de hidrógeno, en el Cuadro 3, la empresa N° 3 recomienda utilizar dicho desinfectante a una concentración de 0,5% o 5000 ppm, equivalente a 0,05 litros de peróxido de hidrógeno en 10 litros de agua a temperatura ambiente durante 5 minutos.

De acuerdo a la bibliografía consultada, Costa, Lourenco, Civera y Brito (2018), evaluaron la efectividad del peróxido de hidrógeno sobre biopelículas de *Listeria monocytogenes* obteniendo reducciones mayores a 4 log cuando el desinfectante se utilizó en concentraciones de 0,2% o 2000 ppm (durante 5 y 7,5 minutos), 0,5% o 5000 ppm (durante 5 minutos) y 1% o 10000 ppm (durante 2,5 y 5 min). En ese estudio, se destaca que cuando se utiliza una concentración mínima de 0,2% durante 5 minutos, se obtiene una reducción mínima del patógeno, pero al incrementar el tiempo de acción a 7,5 minutos o al aumentar la concentración del desinfectante a 1%, la reducción logarítmica se incrementa a 6 log.

Por otra parte, en la lista del CFR, regulada por la FDA, la concentración de peróxido de hidrógeno para superficies que contactan con alimentos establecida es de 0,0300%-0,0465% o 300-465 ppm (Federal Register, 2011). Esta lista aconseja una

concentración bastante inferior respecto al producto ofrecido por la empresa N° 3 y el trabajo de Costa et al. (2018).

Sin embargo, Gravani y Marriott (2006), mencionan que es posible ajustar las concentraciones de los agentes desinfectantes, según la calidad y dureza del agua, sin exceder demasiado las concentraciones estipuladas para los mismos; debido a que el uso de soluciones extremadamente concentradas podría generar la contaminación química de los alimentos, corroer los equipos o incluso ocasionar el daño de los operarios durante la manipulación.

Por otro lado, Aryal y Muriana (2019), han evaluado la combinación de peróxido de hidrógeno con cloruro de amonio cuaternario utilizado a una concentración de 5% (50000 ppm), durante 2,5 minutos y 10% (100000 ppm) durante 1 minuto, dónde obtuvieron reducciones logarítmicas mayores a 6 log en *biofilm* de *Listeria monocytogenes*.

Por lo tanto, se concluye que la combinación de peróxido de hidrógeno con otro agente desinfectante mejora su efectividad sobre *Listeria monocytogenes*.

A su vez, en relación al amonio cuaternario, los proveedores encuestados recomiendan concentraciones de 0,25% o 2500 ppm (empresa N° 3) y 1% o 10000 ppm (empresa N° 1 y N° 4).

Particularmente, la empresa N° 4 ha realizado pruebas microbiológicas para *Listeria monocytogenes* a modo de determinar la efectividad de sus productos. De acuerdo a la información obtenida por el proveedor El producto SPEC® limpiador-desinfectante (formulado a base de cloruro de benzalconio y tensoactivos no iónicos), fue evaluado *in vitro* a la dilución de 1% (1 litro de desinfectante en 100 litros de agua), a una temperatura de 20°C, durante 5 minutos obteniendo reducciones logarítmicas mayor a 5,54 log. El otro producto evaluado *in vitro* fue el CM 440-SA SPEC® limpiador-desinfectante (formulado a base de amonio cuaternario de quinta generación) en diluciones operativas al 1% a una temperatura de 22,5°C durante un tiempo de contacto de 5 minutos, generando una reducción logarítmica de *Listeria monocytogenes* mayor a 6,7 log.

Por otro lado, las empresas N° 1 y N° 3, no reportaron análisis microbiológicos de sus productos; aunque el amonio cuaternario ofrecido por la empresa N° 1, es de esperar que tenga similares resultados al de la empresa N° 4 debido a que recomiendan la misma concentración, pero, igualmente se debería hacer el análisis en el laboratorio para obtener resultados.

Con respecto a la bibliografía consultada, Arnisalo, Korkeala, Lundén y Wirtanen (2007), evaluaron como producto desinfectante, el cloruro de benzalconio a una concentración de 0,1% (1000 ppm) a temperatura de 5°C durante 5 minutos en cepas de *Listeria monocytogenes*. En pruebas de suspensión obtuvieron una reducción logarítmica de 5 log y en cepas adheridas en discos de acero inoxidable reducciones de 4 log.

En contraposición con esta información, Tompkin et al., (1999, citado por Purkrtová et al., 2010) menciona que utilizar concentraciones de cloruro de benzalconio a 0,0125% o 125 ppm para células planctónicas es letal y concentraciones de 0,05% o 500 ppm

reducen el 20% de la formación de los *biofilm*; si bien, se desconoce la temperatura y tiempo de acción utilizada por Tompkin et al. (1999).

Por otro lado, Hua et al. (2019), también evaluaron el amonio cuaternario en diferentes condiciones de uso sobre diferentes superficies que contactan con alimentos. En superficies de acero inoxidable, polietileno de baja densidad, cloruro de polivinilo, poliéster y caucho se evaluó el producto a una concentración de 0,04% (400 ppm) durante 5 minutos obteniendo una reducción logarítmica de 3,0-3,7 log UFC en biopelículas de *Listeria monocytogenes*. Cuando utilizaron el producto en una concentración de 0,02% (200 ppm), durante un tiempo de 2 h, la reducción logarítmica fue de 5 log. Se destaca, que al aumentar la concentración de amonio cuaternario de 200 ppm a 400 ppm se logró mejorar el efecto de acción desinfectante sobre esta bacteria en las diferentes superficies de contacto; excepto en aquellas de polietileno de baja densidad en exposiciones de 1 y 5 minutos.

En cambio, estos mismos autores (Hua et al., 2019), cuando usaron amonio cuaternario en concentraciones de 0,02% y 0,04%, durante 5 minutos, la eficacia contra *biofilm* de *Listeria monocytogenes* en superficies como el acero inoxidable fue similar. No obstante, al utilizar una concentración de 0,1% o 1000 ppm de amonio cuaternario, durante un tiempo de 15 minutos sobre las superficies antes mencionadas que contenían *biofilm* de *Listeria monocytogenes* obtuvieron una reducción de 7 log.

Por lo tanto, es importante destacar que el tipo de superficie influye en la eficacia de acción de los desinfectantes anti-listeria. Según Korany et al. (2018 citado por Hua et al., 2019), los efectos bactericidas del amonio cuaternario contra *biofilm* de *Listeria monocytogenes* se reducen en superficies de polietileno, presencia de materia orgánica o cuando la biopelícula está envejecida.

No obstante, la FDA en la lista del CFR informa una concentración de amonio cuaternario de 0,02% o 200 ppm para superficies que contactan con alimentos (Federal Register, 2011). Por su parte Crujeira y Mosquera (2010) recomiendan utilizar concentraciones de amonio cuaternario de 0,02% (200 ppm) a 0,1% (1000 ppm).

Por ejemplo, Arnisalo et al. (2007), lograron una reducción de 5 log (con concentraciones de 0,1% de cloruro de benzalconio durante 5 minutos) y Hua et al. (2019), obtuvieron una reducción de 7 log (utilizando una concentración de amonio cuaternario de 0,1% durante 15 minutos). Por lo tanto, se puede estimar que al utilizar el producto de la empresa N° 3 (que recomienda una concentración de 0,25% de amonio cuaternario de 5ª generación, durante 5 minutos) se obtengan reducciones aún mayores sobre células planctónicas y *biofilm* de *Listeria monocytogenes*.

Sin embargo, Pan, Breidt y Kathariou (2006, citado por Aryal y Muriana 2019), señalan que *Listeria monocytogenes* ha demostrado aumentar su resistencia al cloro, el amonio cuaternario y el peróxido de hidrógeno cuando aumenta el tiempo de maduración de la biopelícula.

Descripción y evaluación de los productos utilizados en 100 queserías artesanales

A continuación, a efectos de cumplir con el objetivo 3 y poder establecer los productos químicos utilizados para la limpieza y desinfección en queserías artesanales del país, entre otros datos, se tomó información respecto a la limpieza y desinfección en forma aleatoria de 100 predios previamente encuestados por el proyecto “Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en quesos artesanales elaborados con leche cruda en Uruguay”, llevado a cabo en los años 2018-2021.

Respecto a la higiene utilizada en éstos, tal y como se observa en el Anexo IV, 1 predio no informa que utiliza para la limpieza y desinfección de la quesería.

De acuerdo a la utilización o no de agua caliente, de los 99 predios restantes, 70 incorporan su uso y 29 no utilizan agua caliente en su procedimiento de limpieza y desinfección. De estos 70, se puede afirmar que uno de ellos usa solamente agua caliente, mientras que 4 predios aplican agua caliente y detergente, otros 13 agua caliente y desinfectante y los restantes 52, utilizan agua caliente, detergente y desinfectante.

Los otros 29 predios que no aplican agua caliente en su procedimiento de limpieza y desinfección; utilizan: detergente y desinfectante 18, solamente detergente 1 predio y únicamente desinfectante 10 predios.

Al igual que en otros establecimientos alimentarios, en las queserías artesanales, es necesario incorporar el uso de agua caliente en conjunto con las respectivas fases de limpieza y/o desinfección para eliminar los residuos alimenticios. Utilizar agua caliente en la etapa de pre-enjuagado prepara la superficie para el uso posterior de los agentes de limpieza, mejora la acción de los mismos y reduce los residuos grasos principalmente (Aguirre et al., 2007; Betoret et al., 2021; Crujeira y Mosquera, 2010). Sin embargo, es preferible que la temperatura del agua no supere los 55°C para evitar la coagulación de las proteínas sobre las superficies de los equipos (Bylund, 2003).

Barbosa et al. (2016) evaluaron el uso de agua caliente como desinfectante sobre *biofilm* de *Listeria monocytogenes* en tablas de cortar y cuchillos de desosado; donde obtuvieron una reducción logarítmica de 4,1- 4,8 log de UFC/cm² al utilizar agua a una temperatura de 82,2°C durante 15 segundos; reducción que es bastante similar a la que se produce cuando se utiliza ácido peracético como desinfectante. De acuerdo a esta información, al incrementar la temperatura del agua por encima de 82°C, es conveniente que la superficie se haya limpiado previamente, para evitar la coagulación de las proteínas y por ende el acúmulo de residuos; así como considerar en qué fase de la higiene se la utiliza.

Si bien, la encuesta realizada por el mencionado proyecto no informa la temperatura del agua, ni en qué momento del proceso utilizan agua caliente; el hecho de que estos 70 predios incorporen su uso; ya sea en la etapa de pre-enjuagado, limpieza o desinfección, favorecerá el proceso de higiene y la reducción de microorganismos.

En relación a los predios que incorporan el uso de detergentes para realizar la limpieza, del total relevado, 75 de ellos los utilizan, pero sin especificar cuál (ácido/ alcalino/enzimático) (Anexo IV). De los cuales, 4 predios utilizan agua caliente y detergente, 18 incorporan detergente y desinfectante, 52 señalan que utilizan agua caliente, detergente y desinfectante y únicamente 1 predio utiliza sólo detergente.

Por su parte, de los 24 predios que no incorporan el uso de detergentes, revelaron utilizar: agua caliente y desinfectante 13 predios, únicamente desinfectante 10 y por último agua caliente 1 predio.

Los predios que emplean desinfectantes son 93 y se especifican los principios activos en la Figura 2.

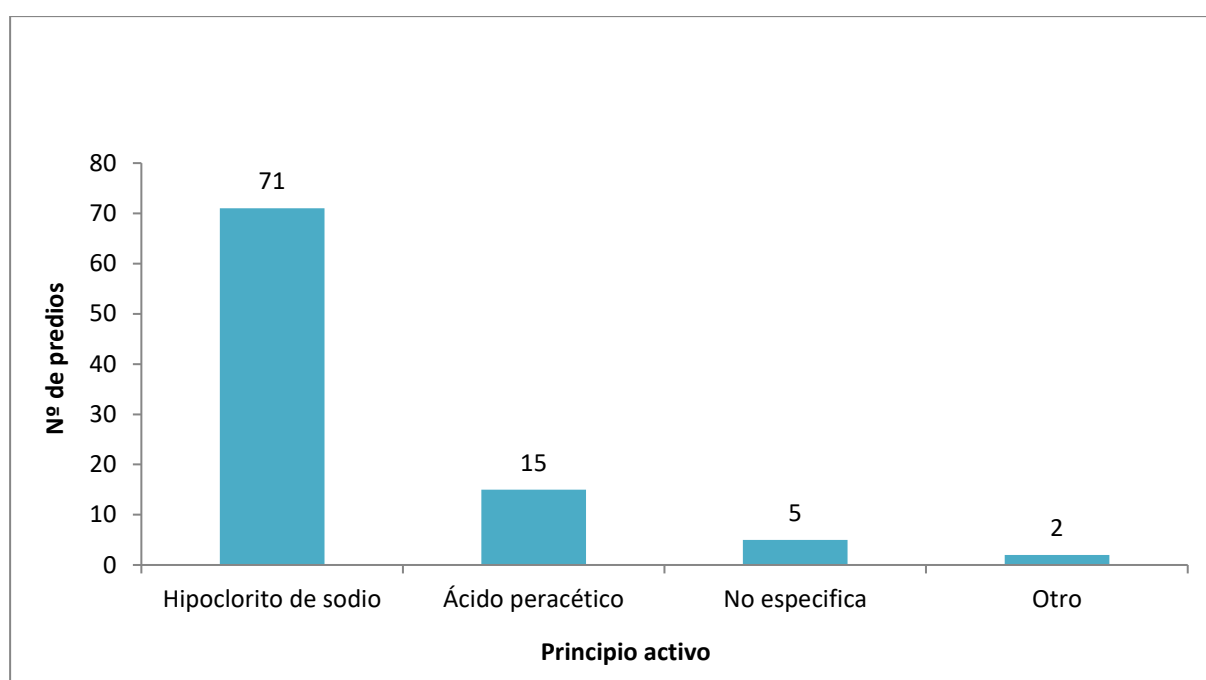


Figura 2. Número de predios que incorporan el uso de desinfectantes y principio activo aplicado

Con respecto al principio activo de los desinfectantes, el hipoclorito de sodio es el de mayor uso, seguido por el ácido peracético. Esto puede deberse al bajo costo del hipoclorito de sodio y la accesibilidad del mismo en el mercado, con respecto al resto de los desinfectantes recomendados para quesería artesanal. Si bien, no se reportó como dato en la encuesta (Anexo IV), el hipoclorito de sodio de uso doméstico presenta una concentración de 40g/L, equivalente a 4% o 40000 ppm. Sin embargo, el hipoclorito comercializado por la empresa N° 2, 6 y 7 para industria láctea, en particular tambo y quesería, es de concentración superior, 60g/L (6% o 60000 ppm), 98g/L (9,8% o 98000 ppm), 45g/L (4,5% o 45000 ppm) respectivamente (Cuadro 3).

Según la literatura consultada, ambos desinfectantes son de amplio espectro y tienen efectividad sobre biopelículas de *Listeria monocytogenes*, pero el uso de ácido peracético ocasiona una mayor reducción logarítmica respecto al hipoclorito de sodio (Aryal y Muriana, 2019; Hua et al., 2019).

A su vez, se destaca que de los 93 predios que aplican desinfectantes, 10 de ellos utilizan sólo desinfectante, otros 13 agua caliente y desinfectante, 18 detergente y desinfectantes y, por último, 52 predios utilizan todo (agua caliente, detergente y desinfectante).

El resto de los establecimientos que no utilizan desinfectantes, mencionaron utilizar: 4 de ellos, agua caliente y detergente, únicamente agua caliente 1 predio y el restante, sólo detergente.

Respecto al procedimiento de higiene empleado por los 99 predios relevados, 52 de ellos incluyen el uso de agua caliente, detergente y desinfectante, pero, debido a la falta de datos sobre cómo los utilizan (concentración, temperatura, tiempo de acción, etc.) y condición/ modo de uso del agua caliente (temperatura, potabilidad, etc.), no es posible determinar si la limpieza y/o desinfección se realiza o no correctamente.

A su vez, 47 predios no utilizan los 3 productos juntos (agua caliente, detergente y desinfectante), por lo tanto, por más que se realice el adecuado uso de los mismos, el procedimiento higiénico es incompleto. De acuerdo a Aguirre et al., (2007), Bylund (2003), Gravani y Marriott (2006) es necesario respetar las etapas de la limpieza y desinfección para que se logre la efectividad de la misma.

Sin embargo y como ya se mencionó, para preservar la inocuidad de los quesos elaborados y evitar la contaminación con microorganismos patógenos, es necesario respetar los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) y dar cumplimiento a lo descrito en el Programa de Limpieza y Desinfección establecido; entre otros requisitos dispuestos en el Decreto 65/003 (por el cual se obtuvo la habilitación de la quesería artesanal) (MGAP, 2011).

Productos disponibles en el mercado nacional: efectividad sobre *biofilm* y *Listeria monocytogenes* en base a la bibliografía consultada

Para dar cumplimiento con el objetivo 4, se evaluó si los productos químicos relevados son adecuados de acuerdo con el uso recomendado para eliminar *Listeria monocytogenes* y *biofilm* en base a la bibliografía consultada.

En relación a los detergentes, si bien se desconoce el tipo de éstos que utilizan las queserías artesanales encuestadas (debido a la falta de datos específicos aportados por los productores en la encuesta realizada en el marco del proyecto “Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en quesos artesanales elaborados con leche cruda en Uruguay”, con respecto al tipo de detergente usado en su rutina), no es posible afirmar que se utilicen los detergentes antes mencionados (alcalinos, ácidos o enzimáticos).

En relación a los detergentes empleados para la limpieza de la quesería artesanal, los proveedores y la literatura consultada por Betoret et al. (2021) y Corrales (2017) recomiendan el uso de detergentes ácidos, alcalinos y enzimáticos. Como se ha mencionado, la limpieza con productos alcalinos se recomienda semanalmente y la limpieza con detergentes ácidos dos veces por semana, tanto para procedimientos

manuales como automáticos. En cambio, el uso de enzimáticos se recomienda según el tratamiento y/o procedimiento de limpieza a efectuar (manual, automático, tratamientos de “choque” o de mantenimiento), en forma regular, semanal o mensual dependiendo del tratamiento a aplicar.

Anteriormente cuando se realizó la descripción de los productos detergentes, se indicó el uso de los detergentes convencionales y enzimáticos ofrecidos por las empresas mencionadas en el Cuadro 2.

Como ya se mencionó anteriormente en el estudio de Fagerlund et al. (2020), se utilizó un detergente alcalino fuerte a una concentración de 2%, en agua a temperatura de 12°C durante un tiempo de acción de 5 minutos, lográndose una reducción de 1-2 log en cepas de *Listeria monocytogenes*. En base a esta información, la empresa N° 1 dispone de hidróxido de sodio (detergente alcalino) que puede utilizarse según el tipo de limpieza al 1,6% (16000 ppm), 2,5% (25000 ppm) o 5% (50000 ppm) a una temperatura de 50-60°C, durante un tiempo de 15 minutos; por lo cual es de esperar que este producto presente un mayor efecto sobre cepas de esta bacteria y por tanto, una mejor reducción logarítmica debido a que es recomendado a mayor concentración y temperatura.

Respecto al estudio realizado por Lourenço et al. (2009), el detergente ácido no mostró tener efectividad sobre cepas de *Listeria monocytogenes*. En cambio, en el estudio de Fagerlund et al. (2020) si bien se desconoce la composición de los agentes limpiadores utilizados, se utilizó un detergente ácido que mostró tener efectividad sobre cepas de *Listeria monocytogenes*, generando reducciones superiores a 5 log.

Por lo tanto, el ácido fosfórico que provee la empresa N° 4 y 6, respecto a las instrucciones de uso establecidas por el fabricante, están por encima de las instrucciones de uso establecidas en el estudio de Lourenço et al. (2009). No obstante, de acuerdo a Fagerlund et al. (2020) los detergentes ácidos tienen un buen desempeño sobre los depósitos inorgánicos (minerales) pero, debido al desconocimiento de la composición del producto (detergente ácido), no puede afirmarse que el ácido fosfórico ofrecido por estas empresas (N° 4 y 6) reduzca o elimine *Listeria monocytogenes*.

Sin embargo, cuando estos autores (Lourenço et al., 2009 y Fagerlund et al., 2020) evaluaron el efecto de acción de los detergentes alcalino clorados, revelaron que son efectivos para eliminar *Listeria monocytogenes*, e incluso establecen reducciones mayores a 5 log.

Teniendo en cuenta esta información, la empresa N° 4 dispone de limpiadores alcalino clorados, formulados a base de hidróxido de sodio e hipoclorito de sodio. Las instrucciones de uso de este producto son similares a las instrucciones de uso utilizadas en el trabajo de Lourenço et al., (2009) por lo tanto, es de esperar que presente un desempeño similar sobre cepas de *Listeria monocytogenes*, con reducciones superiores a 5 log.

Por otro lado, respecto a los detergentes enzimáticos relevados, la empresa N° 3 para la limpieza manual, recomienda utilizar concentraciones de 0,1% o 1000 ppm, en agua a temperatura de 35°C a 55°C, durante un tiempo de 1 a 5 minutos. No obstante, para

la limpieza CIP recomienda utilizar concentraciones al 1% o 10000 ppm, utilizando igual temperatura y tiempo que para la limpieza manual. Estas instrucciones de uso se pueden comparar con las utilizadas en el estudio realizado por Fagerlund et al. (2020), en el cual, si bien no se reveló la concentración utilizada del detergente enzimático, la temperatura y tiempo de acción es similar y se obtuvo una reducción de 3,9 a 4 log en cepas de *Listeria monocytogenes*. Estos autores a su vez recomiendan que la limpieza enzimática se efectúe posterior a la limpieza convencional para reforzar el procedimiento de higiene cuando se requiera.

De acuerdo al tratamiento enzimático de “choque” y de mantenimiento que ofrece la empresa N° 5 y los resultados obtenidos en el trabajo de Mazaheri et al. (2020), es de esperar que éstos tengan resultados similares al presente estudio, generando una reducción logarítmica de 6,9 log UFC/cm² en biopelículas maduras de *Listeria monocytogenes*; cuando estén adheridas al acero inoxidable.

Si bien no hay reporte del uso de estos detergentes por parte de los productores encuestados; teniendo en cuenta los resultados expuestos por Mazaheri et al. (2020), incorporar el uso de los mismos en las queserías podría generar muy buenos resultados sobre las biopelículas de esta bacteria.

En relación a la información obtenida mediante la encuesta realizada a los productores de queso artesanal, tal y como se puede observar en el Anexo IV, sólo se especifica el tipo de desinfectante utilizado por cada productor, no la concentración, temperatura, tiempo de acción, ni frecuencia de uso de los agentes desinfectantes. Por lo cual, se procedió a la búsqueda bibliográfica respecto a las dosis recomendadas de uso e información relevada por las empresas encuestadas (Cuadro 3).

Con respecto a la efectividad sobre *biofilm* y *Listeria monocytogenes* de los productos desinfectantes disponibles en las empresas mencionadas en el Cuadro 3; se comparó estos productos con la bibliografía obtenida al respecto para poder determinar el desinfectante más adecuado.

Respecto al hipoclorito de sodio, las empresas N° 2, 6 y 7 recomiendan concentraciones de 0,5%, 1% y 1-3%, respectivamente. Estas concentraciones están por encima de las evaluadas en los estudios realizados por Hua et al. (2019), que aplicaron una concentración de 0,02%, durante 5 minutos; así como el evaluado por Caurio et al., 2022 (0,2% hipoclorito de sodio) frente a *biofilm* de *Listeria monocytogenes*.

En el trabajo de Aryal y Muriana (2019), también se utilizaron concentraciones menores: 0,02% y 0,1% de hipoclorito de sodio sobre biopelículas de *Listeria monocytogenes*. En base a estos datos, el hipoclorito de sodio disponible por estas empresas tendrá efectividad frente a *Listeria monocytogenes* y/o sus biopelículas debido a que las dosis recomendadas por éstas son bastante superiores a las evaluadas por dichos autores durante un tiempo de acción similar (5 minutos). Cabe aclarar que la efectividad dependerá no sólo de la concentración, tiempo de aplicación y materiales en los que se aplique, entre otros. A su vez, estos mismos autores demostraron que una concentración elevada de hipoclorito de sodio (0,1% o 1000 ppm) entre 5 y 15 minutos; resultó efectiva para la reducción de *Listeria monocytogenes* de 6 a 7 log.

Por su parte, Caurio et al. (2022) establecieron que utilizando una concentración de 0,2% o 2000 ppm de hipoclorito de sodio, durante un tiempo de acción de 10 minutos, reduce 4,23 log UFC/cm² de biopelículas de *Listeria monocytogenes* sobre diferentes superficies.

Con respecto a las instrucciones de uso del ácido peracético al 5% disponible en la empresa N° 6, en comparación con el trabajo realizado por Barbosa et al. (2016), la concentración recomendada de uso es la misma (0,5% o 5000 ppm), pero el fabricante de esta empresa recomienda un tiempo de acción de 10 minutos y los autores de este trabajo reportan 3 h. Por lo tanto, para lograr la efectividad del desinfectante frente al patógeno se deberá incrementar el tiempo de acción del producto comercializado sobre la superficie a tratar para conseguir una reducción logarítmica de 4,2-4,8 UFC/cm² de superficie; aconsejándose dejar el producto de un turno al otro.

Por su parte la empresa N° 7, ofrece ácido peracético al 15%, recomendando dosis de 2000 ppm (0,2%), por un tiempo de acción de 10 minutos. En comparación con el trabajo realizado por Aryal y Muriana (2019), éstos utilizan menor concentración y tiempo (500 ppm o 0,05%, durante 5 minutos) para obtener una reducción mayor a 7,5 log. Por lo tanto, se estima que el desinfectante comercializado por la empresa N° 7, es recomendable para eliminar eficazmente *biofilm* de *Listeria monocytogenes*.

A su vez, Caurio et al. (2022), señalaron que utilizar ácido peracético al 15%, durante un tiempo de 10 minutos a temperatura ambiente, es capaz de eliminar totalmente los *biofilm* de *Listeria monocytogenes* sobre superficies de acero inoxidable. Por lo tanto, es de esperar que el producto ofrecido por la empresa N° 7 tenga igual desempeño sobre superficies de acero inoxidable debido a que el modo de uso del producto es igual al de estos autores.

Al comparar las instrucciones de uso recomendadas para el peróxido de hidrógeno, la empresa N° 3 utiliza las mismas condiciones de concentración y tiempo (0,5% o 5000 ppm de peróxido de hidrógeno, durante 5 minutos) que el trabajo de Costa et al. (2018). En este trabajo se obtuvo una reducción entre 4-6 log sobre biopelículas de *Listeria monocytogenes*, por consiguiente, se puede estimar que el producto ofrecido por la empresa N° 3, producirá una reducción logarítmica similar a estos valores.

Respecto al amonio cuaternario, las concentraciones recomendadas por las empresas N° 1 y N° 3 son de 1% (10000 ppm) y 0,25% (2500 ppm) respectivamente; las cuales están por encima de las concentraciones de uso evaluadas por Arnisalo, et al. (2007) y Hua et al. (2019). Arnisalo, et al. (2007) obtuvo reducciones logarítmicas de 5 al utilizar una concentración de 0,1% (1000 ppm) de cloruro de benzalconio, durante 5 minutos. Hua et al. (2019) obtuvo una reducción mayor a 7 log cuando utilizó una concentración de 0,1% (1000 ppm), durante 15 minutos. En resumen, es probable que los productos comercializados por ambas empresas tengan efectividad frente a *Listeria monocytogenes* y sus biopelículas.

Se destaca además que dos de los productos de amonio cuaternario ofrecidos por la empresa N° 4 tienen efectividad probada *in vitro* frente a *Listeria monocytogenes*, con reducciones logarítmicas superiores a 5,5 log para el producto SPEC® y mayor a 6,7 log para el producto CM 440- SA SPEC®, tal y como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Desempeño microbiológico del producto SPEC® y CM 440- SA SPEC® sobre *Listeria monocytogenes*

Nombre comercial del producto	Modo de uso	Reducciones logarítmicas
SPEC® limpiador desinfectante	1%, 20°C, 5 min	> 5,5 log
CM 440 – SA SPEC® limpiador-desinfectante	1%, 22,5°C, 5 min	> 6,7 log

De acuerdo con la bibliografía consultada, cualquiera de los desinfectantes mencionados, tienen efectividad sobre *Listeria monocytogenes* y/o sus biopelículas, en menor o en mayor medida dependiendo del producto desinfectante utilizado, su concentración y tiempo de acción. En función de las reducciones logarítmicas reportadas, se concluye que el ácido peracético es mejor que el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno, sobre todo cuando se lo utiliza al 15%. Asimismo, los desinfectantes en base a amonio cuaternario tienen un mejor desempeño que los peróxidos.

También se observa que, al aumentar la concentración o el tiempo de tratamiento, se logra mejorar la eficacia de los desinfectantes; tal y como han descrito Belessi et al. (2011) y Surdeau et al. (2006) en el trabajo realizado por Cappatto et al. (2016). De acuerdo con Kasalica et al. (2011), es recomendable realizar la rotación de los productos desinfectantes para evitar la resistencia de los microorganismos, en particular *Listeria monocytogenes* y por lo tanto, favorecer su reducción o eliminación, haciendo más efectivo la desinfección de los equipos y superficies del entorno productivo.

Análisis de precios de los productos detergentes y desinfectantes

En el Cuadro 6 y 7 se informa el costo actualizado por litro de los productos detergentes y desinfectantes, disponibles en el mercado uruguayo por las empresas mencionadas.

Cuadro 6. Costo por litro de los productos detergentes ofrecidos por los proveedores

Nº de empresa	Principio activo	Costo por litro en dólares
1	Hidróxido de sodio + 2- Butoxietanol.	4
2	Hidróxido de sodio, detergentes no iónicos, agente anti-redepositante y secuestrante, 58,3%.	No informa
	Ácido fosfórico, 46%.	No informa
3	Dicloroisocianurato de sodio (NaDCC) + Tensoactivos	37
	Surfactantes no iónicos, agente estabilizante, enzimas: proteasa, amilasa, lipasa.	17
4	Hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio, mantenedor de espuma, agente anti-redepositante y vehículo, 7,5-9,5%.	No informa
	Ácido fosfórico, 85%.	No informa
5	Enzimas + Tensoactivos.	Depende*
6	Ácido fosfórico, 85%.	3
7	Tensoactivos + Peróxido de hidrógeno, 7,5-9,5%.	4
	Ácido fosfórico + ácido sulfúrico, 29-32%	6

* Concentración que vaya a ser utilizada y si es tratamiento de limpieza profunda especial ("choque") o de mantenimiento.

Cuadro 7. Costo por litro de los productos desinfectantes ofrecidos por los proveedores

Nº de empresa	Principio Activo	Costo por litro en dólares
1	Cloruro de benzalconio 4,8%.	4
2	Hipoclorito de sodio 60g/L de cloro activo (6%).	No informa
3	Peróxido de hidrógeno, surfactante y solvente orgánico, 7,5%.	15
	Amonio cuaternario de 5ª generación, 35% (Cloruro de alquil dimetil bencil amonio + cloruro de dimetil didecil amonio).	22
	Dicloro isocianurato de sodio (NaDCC).	37
4	Amonio cuaternario de quinta generación, 5%	No informa
	Cloruro de benzalconio (8,0-12,0%) + Gutaraldehído (4,7-5,3 %)	No informa
	Cloruro de benzalconio 80% + Tensoactivo no iónico+ ceniza de soda + vehículo acuoso c/excipientes.	No informa
5	Ác. Orgánicos, NaCL y monosulfato de potasio.	Depende*
6	Hipoclorito de sodio 98 g/L de cloro activo (9,8%)	0,4
	Ácido peracético, peróxido de hidrógeno y ácido acético, 5%	3
7	Hipoclorito de sodio 4,5%	4
	Ácido peracético 15%	25

* Concentración que vaya a ser utilizada y si es tratamiento de limpieza profunda especial ("choque") o de mantenimiento.

Con respecto al precio de los productos disponibles por las empresas consultadas, las empresas Nº 1, 3, 6 y 7 revelan el costo de los mismos; mientras que las empresas Nº 2, 4 y 5 no lo informan. Por su parte, la empresa Nº 5 aclara que el mismo varía en función de la concentración que vaya a ser utilizado el producto, sea para un tratamiento de "choque" o un tratamiento de mantenimiento, de ahí que no son informados los precios.

En cuanto al costo de los productos de limpieza, se puede observar en el Cuadro 6, que el detergente alcalino de la empresa N°1 es más caro que el detergente ácido de la N°6. Los detergentes enzimáticos, por su parte, cuestan más que éstos y son un 24% más costosos que el detergente alcalino que provee la N° 1.

A su vez, los costos de los productos químicos varían de acuerdo a las diferentes presentaciones. Por ejemplo, el producto Klorkleen® (formulado a base de tensoactivos y dicloroisocianurato de sodio), cuya presentación es sólida (tabletas), es el más elevado en precio respecto a los demás (detergentes líquidos).

En el Cuadro 7, se presentan los precios de algunos desinfectantes; donde se observa que el hipoclorito de sodio es el producto más económico (empresa N° 6).

En cambio, el producto Klorsept® (cuyo principio activo es dicloroisocianurato de sodio) es el más elevado en precio respecto a todos los demás y su presentación es en tabletas.

Por otro lado, la concentración química de los agentes que constituyen los productos puede originar la variación de los precios; como es el caso de los peróxidos, por su parte, el ácido peracético al 15% es más caro que el ácido peracético al 5% y que el peróxido de hidrógeno.

Respecto a los amonios cuaternarios, el cloruro de benzalconio es más económico que el amonio cuaternario de quinta generación.

En general, la empresa N° 1 aumentó el precio del detergente alcalino un 9% y mantuvo el precio del desinfectante cloruro de benzalconio, respecto al año anterior.

La empresa N° 3 informó la suba del precio del producto bioQ5® en un 32% y la baja del precio del producto OxiQ pro® en un 13%. Los productos a base de dicloroisocianutato de sodio (Klorkleen® y Klorsept®) mantuvieron el precio.

La empresa N° 6 mantuvo el precio de sus productos (Food Grade® e Hipoclorito de sodio), excepto del Activ plus 5® que bajó un 14%.

Por último, la empresa N° 7 disminuyó los precios del Peroxy protein remover® un 12%, del Clorclean® un 4% y del Peraceticfood® un 22%; y aumentó el precio del Uh acid cleaner® un 15%, respecto al año anterior.

Según Gravani y Marriot, (2006), utilizar productos de limpieza y desinfección de alto costo generalmente permiten el ahorro de mano de obra, energía y compuestos de limpieza.

CONCLUSIONES

El presente trabajo se realizó con el objetivo de aportar información relevante respecto a productos detergentes y desinfectantes disponibles en el mercado nacional para productores de quesos artesanales del país, con el fin de contribuir a mejorar las prácticas higiénicas que éstos realizan.

Se relevó información de 7 empresas que comercializan productos afines a la industria alimentaria; donde 3 proveedores informaron que disponen de productos para industria láctea, en particular, tambo y quesería artesanal.

En cuanto al análisis comparativo de las instrucciones de uso de los productos detergentes y desinfectantes de estas 7 empresas y la bibliografía, se observó que existen pocos trabajos sobre los detergentes utilizados en la industria alimentaria y en particular, su efectividad contra *Listeria monocytogenes* y/o sus biopelículas, a diferencia de los desinfectantes.

Asimismo, a partir de la bibliografía se determinó que los detergentes enzimáticos son los adecuados para eliminar y prevenir la formación de biopelículas. Con respecto a los desinfectantes (en las dosis habitualmente sugeridas), son más recomendables el ácido peracético o amonios cuaternarios, ya que resultaron ser más eficientes que el hipoclorito de sodio.

Debido a la falta de información sobre los productos detergentes y desinfectantes utilizados por los productores, no fue posible determinar si la limpieza y desinfección por ellos aplicada es la correcta, ya que no se pudo determinar el modo de uso de los productos, así como el procedimiento de limpieza y desinfección efectuado.

No obstante, se logró determinar que el 52% de los productores utilizan agua caliente, detergente y desinfectante es su procedimiento de higiene. Por su parte, un 93%, incorporan el uso de desinfectantes, de los cuales el más utilizado es el hipoclorito de sodio y el ácido peracético.

Finalmente, los detergentes enzimáticos (específicos para remover biopelículas), son comercializados en el mercado por dos empresas, las cuales disponen de productos y tratamientos distintos para su eliminación.

Respecto a los desinfectantes, los principios activos más adecuados de acuerdo a lo relevado, son el ácido peracético y el amonio cuaternario (los que existen en el mercado uruguayo); presentando este último menor eficacia sobre *Listeria monocytogenes* y *biofilm*.

También es de destacar que tanto los proveedores, como la literatura consultada, indican que para que el procedimiento de higiene sea efectivo, es necesario el uso correcto de los productos, respetar la concentración, la temperatura y el tiempo de acción, así como, rotar los agentes desinfectantes para evitar la resistencia microbiana.

Es importante recordar que la limpieza y desinfección repercute en forma directa en la calidad, inocuidad de los productos elaborados (quesos); y éstos, en la salud de los

consumidores, la economía de los productores y el comercio de los diferentes tipos de quesos producidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abebe, E., Gugs, G., y Ahmed, M. (2020). Review on Major Food-Borne Zoonotic Bacterial Pathogens. *Hindawi Journal of Tropical Medicine*, 2020, 4674235.
- Albrecht, M., Carrasco, R., Laithier, C., Sienkiewicz, M., y Thomas, P. (2016). *Guía Europea de Prácticas Correctas de Higiene para la elaboración de queso y productos lácteos artesanales*. Zafra: Red Europea de Queserías y Productos Lácteos de campo y artesanos.
- Almeida, G., Magalhães, R., Carneiro, L., Santos, I., Silva, J., Ferreira, V., ... y Teixeira, P. (2013). Foci of contamination of *Listeria monocytogenes* in different cheese processing plants. *International Journal of Food Microbiology*, 167(3), 303-309.
- Amiot, J. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche*. Zaragoza: Acribia.
- Anchieri, D., y Lagarmilla, P. (2007). *Guía técnica prácticas de higiene en la quesería artesanal*. Montevideo: Facultad de Veterinaria.
- Arnisalo, K., Lundén, J., Korkeala, H., y Wirtanen, G. (2007). Suceptibility of *Listeria monocytogenes* strains to disinfectants and chlorinated alkaline cleaners at cold temperatures. *Food Science and Technology*, 40(6), 1041-1048.
- Arteaga, R. A., Armenteros, M., Quintana, D., y Martínez, A. (2021). Evaluación de buenas prácticas en la producción de queso artesanal en Manabí, Ecuador. *Revista de Salud Animal*, 43(2), 1-10.
- Aryal, M., y Muriana, P. M. (2019). Efficacy of comercial sanitizers used in food processing facilities for inactivation of *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, and *Salmonella* biofilms. *Foods*, 8(12), 639.
- Bagnato, D. E. (2004). *Quesería artesanal, situación actual y perspectivas para el Uruguay*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B0899E/B0899E.pdf>
- Barbosa, J., Grzybowski, V., Cuppini, M., Flach, J., Steffens, C., Toniazzo, G. y Cansian, R.L (2016). *Listeria monocytogenes* adhesion to food processing surfaces (Boning Knives) and the removal efficacy of different sanitizers. *Italian Journal of Food Science*, 28(4), 733-744.
- Berra, C., y Di Bartolo, E. (s.f.). *Gestión de la Calidad y Seguridad Alimentaria en la Industria Láctea*. Recuperado de <https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/13278268-gestion-de-la-calidad-y-seguridad-alimentaria-en-la-industria-lactea-agroindustr>
- Betoret, N., Pérez, E. Barrera, C., y Castelló, M. (2021). *Operaciones auxiliares de limpieza y desinfección en la industria agroalimentaria*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/165529/Betoret?sequence=1>

- Borbonet, S., Urrestarazu, P., y Pelaggio, R. (2011). *Quesos Artesanales: conceptos generales y recomendaciones prácticas y productivas*. Montevideo: LATU.
- Braga, V., Vázquez, S., Vico, V., Pastorino, V., Mota, M.I., Legnani, M., ...Varela, G. (2017). Prevalence and serotype distribution of *Listeria monocytogenes* isolated from foods in Montevideo-Uruguay Brazilian. *Journal Microbiology*, 48, 689-69.
- Bridier, A., Briandet, R., Thomas, V., y Dubois-Brissonnet, F. (2011). Resistance of bacterial biofilms to disinfectants: a review. *Biofouling*, 27(9), 1017-1032.
- Buchanan, R.L., Gorris, L.G.M, Hayman, M.M., y Jackson, T.C (2017). A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, 75, 1-13.
- Bylund, G. (2003). *Manual de industrias lácteas*. Madrid: A. Madrid Vicente Mundi-Prensa.
- Cardo, E. (2021). *Evaluación cuantitativa del riesgo de Listeria monocytogenes asociada al consumo de queso* (Trabajo fin de master). Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.
- Carpentier, B., y Cerf, O. (2011). Review: Persistence of *Listeria monocytogenes* in equipment and facilities of the food industry. *International Journal Food Microbiology*, 145, 1-8.
- Caurio, L. D., Quadros da Silva, D., Dornelles, L., Noronha, N., y De Souza, A. (2022). Influence of the food matrix on dual- species biofilm of *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas fluorescens*. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 44, e61925.
- Center for Disease Control and Prevention. (2021). *Information for Health Professionals and Laboratories*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/listeria/technical.html>
- Chanqueo, L., Gutiérrez, C., Armas, R., Urriola, G., Bustos, M., Tapia, C., y Vásquez, P. (2008). Bacteriemia primaria por *Listeria monocytogenes* en paciente con cirrosis hepática: Caso clínico. *Revista médica de Chile*, 136, 225-229.
- Churchill, K. J., Sargeant, J. M., Farber, J.M., y O'Connor, A. M. (2019). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in select ready-to-eat foods—deli meat, soft cheese, and packaged salad: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Food Protection*, 82(2), 344-357.
- Comunidades Europeas. (1998, febrero 16). Directiva 98/8/ce: relativa a la comercialización de biocidas. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/1998/123/L00001-00063.pdf>
- Corrales, E. (2018). Enzimas en la industria de detergentes. *Revista Ambientellanía*, 1(1), 97-105.

- Costa, A., Lourenco, A., Civera, T., y Brito, L. (2018). *Listeria innocua* and *Listeria monocytogenes* strains from dairy plants behave similarly in biofilm sanitizer testing. *LWT- Food Science and Technology*, 92, 477-483.
- Costamagna, D., y Rodríguez, R. (2020). El impacto de los biofilms en la industria láctea. *La alimentación latinoamericana*, (350), 48-56. Recuperado de <http://alaccta.org/revista-la-alimentacion-latinoamericana-n350/>
- Crujeira, Y., y Mosquera, G., (2010). *Quesería artesanal del Uruguay: higiene, limpieza y desinfección*. Montevideo: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Delhalle, L., Taminiau, B., Fastrez, S., Fall, A., Ballesteros, M., Burteau, S. y Daube, G. (2020). Evaluación de la limpieza enzimática en instalaciones de procesamiento de alimentos y microflora bacteriana de productos alimenticios. *Fronteras en Microbiología*, 11, 1827.
- División de Laboratorios Veterinarios. (2022). *Solicitud de registro de productos veterinarios farmacológicos y biológicos*. Recuperado de <https://www.gub.uy/tramites/solicitud-registro-productos-veterinarios-farmacologicos-biologicos>
- Domínguez, L. D., Badiola, J. J, Cepeda, A., Más Barón, A., Rodríguez, E., Zurera, G., y Téllez, S. (2010). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los biofilms y su repercusión en la seguridad alimentaria. *Revista del Comité Científico de la AESAN*, (12), 37-61.
- Dula, S., Ajayeoba, T. A., y Ijabadeniyi, O. A. (2021). Bacterial biofilm formation on stainless steel in the food processing environment and its health implications, *Folia Microbiologica*, 66, 293-302.
- Fagerlund, A., Heir, E., Moretro, T., y Langsrud, S. (2020). *Listeria monocytogenes* biofilm removal using different commercial cleaning agents. *Molecules*, 25, 729.
- Farías, C.B.B., Almeida F.C.G., Silva, I. A., Souza, T.C., Meira, H. M., Soares da Silva R. C. F., ...Sarubbo, L.A. (2021). Production of green surfactants: Market prospects. *Electronic Journal of Biotechnology*, 51 ,28-39.
- Federal Register. (2011). Sanitizing solutions. En *Food and Drugs*. Washington: U.S. Government. Recuperado de <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2011-title21-vol3/pdf/CFR-2011-title21-vol3-sec178-1010.pdf>
- Fernandes De Oliveira, C.A., Factor Carandina, D.C., Hwa In Lee, S. Baranceli, G.V., y Corassin, C.H. (2013). Resistance of *Listeria monocytogenes* isolated to sanitizers used in dairy plants by the determination of minimum inhibitory concentration. *Veterinária e Zootecnia*, 20(2 Supl 1), 36-37.
- Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., y Stasiewicz, M.J. (2014). *Listeria monocytogenes* persistence in food-associated environments: epidemiology, strain characteristics, and implications for public health. *Journal of Food Protection*, 77, (1), 150-70.

- Folsom, J. P., y Frank, J. F. (2006). Chlorine resistance of *Listeria monocytogenes* biofilms and relationship to subtype, cell density, and planktonic cell chlorine resistance. *Journal of Food Protection*, 69(6), 1292-1296.
- Food and Drug Administration. (2012). *Bad bug book: Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook* (2ª ed.). Silver Spring: US Food and Drug Administration.
- Gravani, R. B., y Marriott, N. G. (2006). *Principles of Food Sanitation* (5ª ed.). Nueva York: Springer- Verlag.
- Henao, L.D., Turolla, A., y Antonelli, M. (2018). Formación de subproductos de desinfección y efectos ecotoxicológicos de efluentes tratados con ácido peracético: una revisión. *Chemosphere*, 213, 25-40.
- Hernández, C. (2016). *Simulación y control de biofilm portadores de "Listeria monocytogenes" en la industria alimentaria* (Tesis doctoral). Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid.
- Hua, Z., Korany, A. M., El-Shinawy, S. H., y Zhu, M. (2019). Comparative evaluation of different sanitizers against *Listeria monocytogenes* biofilms on major food-contact surfaces. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2462.
- Hunt, K., Vacelet, M., y Jordan, K. (2017). Determination of *Listeria monocytogenes* numbers at less than 10 cfu/g. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 56(1), 25-30.
- Hwa In Lee, S., Barancelli, G. V., Mendes de Camargo, T., Corassin, C. H., Rosim, R. E., y Gomes da Cruz, A. (2017). Biofilm-producing ability of *Listeria monocytogenes* isolates from Brazilian cheese processing plants. *Food Research International*, 91, 88-91.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2010). Buenas Prácticas de Manufactura en las Empresas Alimentarias. Requisitos (UNIT 1117: 2010). Montevideo: UNIT.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2011). Procedimientos Operativos Estandarizado de Saneamiento (UNIT 1193:2011). Montevideo: UNIT.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2018). Buenas prácticas de manufactura en pequeñas empresas alimentarias - Requisitos con orientación para su uso (UNIT 1271: 2018). Montevideo: UNIT.
- Kasalica, A., Vuković, V., Vranješ, A., y Memiši, N. (2011). *Listeria monocytogenes* in milk and dairy products. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3), 1067-1082.
- Kousta, M., Mataragas, M., Skandamis, P., y Drosinos, E. H. (2010) Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. *Food Control*, 21(6), 805-815.
- Lahou, E., y Uyttendaele, M. (2017). Growth potential of *Listeria monocytogenes* in soft, semi-soft and semi-hard artisanal cheeses after post-processing contamination in deli retail establishments. *Food Control*, 76, 13-23.

- Latorre, A. A., Van Kessel, J. S., Karns, J. S., Zurakowski, M. J., Pradhan, A. K., Boor K. J., ... Schukken Y.H. (2010). Biofilm in milking equipment on a dairy farm as a potential source of bulk tank milk contamination with *Listeria monocytogenes*. *Journal Dairy Science*, 93, 2792-2802
- Lee, S. H. I., Cappato, L. P., Corassin, C. H., Cruz, A. G. D., y Oliveira, C. A. F. (2016). Effect of paracetic acid on biofilms formed by *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* isolated from dairy plants. *Journal of Dairy Science*, 99 (3), 2384-2390.
- Leibniz Institute DSMZ. (2021). *Listeria monocytogenes*. En *German Collection of Microorganisms and Cell Cultures, Germany, Prokaryotic Nomenclature* Recuperado de <https://lpsn.dsmz.de/species?page=L>
- Lezzoum-Atek, S., Bouayad, L., y Hamdi, T. M. (2019). Influence of some parameters on the ability of *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, and *Escherichia coli* to form biofilms. *Veterinary World*, 12(3), 459-465.
- López, D., Vlamakis, H., y Kolter, R. (2010). Biofilms. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 2(7), a000398.
- López, L., Romero, J., y Ureta, F. (2002). Acción germicida in vitro de productos desinfectantes de uso en la industria de alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(1), 74-76.
- Lourenço A., Machado, H., y Brito, L. (2011). *Listeria monocytogenes* biofilms produced at 12 °C in pure culture or in co-culture with *Pseudomonas aeruginosa* showed reduced susceptibility to sanitizers. *Journal Food Science*, 76, 142-148.
- Lourenço, A., Neves, E., y Brito, L. (2009). Susceptibility of *Listeria monocytogenes* from traditional cheese-dairies to in-use sanitizers. *Food Control*, 20, 585- 589.
- Lunden, J. M., Miettinen, M. K., Autio, T. J., y Korkeala, H. J. (2000). Persistent *Listeria monocytogenes* strains show enhanced adherence to food contact surface after short contact times. *Journal of Food Protection*, 63(9), 1204-1207.
- Malek, F., Moussa-Boudjemâa, B., Khaouani-Yousfi, F., Kalai, A., y Kihel, M. (2012). Microflora of biofilm on Algerian dairy processing lines: An approach to improve microbial quality of pasteurized milk. *African Journal of Microbiology Research*, 6(17), 3836-3844.
- Martínez, I. (2022). *Evaluación de la exposición a Listeria monocytogenes y caracterización del riesgo de listeriosis por consumo de quesos artesanales semiduros y colonia en Uruguay* (Tesis de Maestría). Programa de Posgrado Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Martínez, V., y Dalgaard, P. (2018). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in European cheeses: A systematic review and meta-analysis. *Food Control*, 84, 205 - 214.
- Matto Romero, C (2016). *Detección de Listeria monocytogenes en bovinos y ambientes de predios lecheros: estudio en establecimientos del departamento*

de Paysandú y en un caso confirmado de listeriosis nerviosa (Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

- Mazaheri, T., Cervantes-Huamán, B.R.H., Bermúdez-Capdevila, M., Ripolles-Avila, C., y Rodríguez- Jerez, J.J. (2021). *Listeria monocytogenes* biofilms in the food industry: Is the current hygiene program sufficient to combat the persistence of the pathogen. *Microorganisms*, 9, 181.
- Mazaheri, T., Ripolles, C., Hascoët, A.S., y Rodríguez, J.J. (2020). Effect of an enzymatic treatment on the removal of mature *Listeria monocytogenes* biofilms: A quantitative and qualitative study. *Food Control*, 114, 107266.
- Melo, J., Andrew, P.W., y Faleiro, M.L. (2015). *Listeria monocytogenes* in cheese and the dairy environment remains a food safety challenge: The role of stress responses. *Food Research International*, 67, 75-90.
- MERCOSUR. (2015). Reglamento técnico MERCOSUR de buenas prácticas de fabricación para productos domosanitarios (Res. N° 31/12). Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-internacional/148-2015/1>
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2000, junio 11). Dícense normas relativas a la producción, transformación de la leche y productos lácteos. *Diario oficial*, Recuperado de <https://www.impo.com.uy/diariooficial/2001/06/11/11>
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2001). Resolución del MGAP S/N. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/resoluciones-mgap-originales/SN06110001-2001/14>
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2011). *Manual para la habilitación y refrendación de establecimientos productores de leche y queserías artesanales*. Recuperado de https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/DGSG_N%C2%BA_27_21_02_2011_Manual_V01_0.pdf
- Ministerio de Salud Pública. (2017). *Boletín epidemiológico*, (1). Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/sites/ministerio-salud-publica/files/documentos/publicaciones/Bolet%C3%ADn%20epidemiol%C3%B3gico%20Mayo%202017.pdf>
- Morán, A. (2017). Limpieza y desinfección: como seleccionar el producto más adecuado. *Acsa brief*, 3. Recuperado de https://acsa.gencat.cat/web/.content/Article/eines_i_recursos/acsabrief/Neteja_i_desinfeccio/Neteja-i-desinfeccio_Acsa-Brief_Castellano.pdf
- Morgenthau, A., Nicolae, A.M., Laursen, A.E., Foucher, D.A., Wolfaardt, G.M., y Hausner, M. (2012). Assessment of the working range and effect of sodium dichloroisocyanurate on *Pseudomonas aeruginosa* biofilms and planktonic cells. *Biofouling*, 28(1), 111-120.

- Navia, D. P., Villada, H. S., y Mosquera, S. A. (2010). Las biopelículas en la industria de alimentos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(2), 118-128.
- Nitschke, M., y Silva, S.S.E. (2018). Aplicaciones alimentarias recientes de los tensioactivos microbianos. *Revisiones críticas en ciencia de los alimentos y nutrición*, 58 (4), 631-638.
- Olszewska, M. A., Zhao, T., y Doyle, M. P. (2016). Inactivation and induction of sublethal injury of *Listeria monocytogenes* in biofilm treated with various sanitizers. *Food Control*, 70, 371-379.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2007). Directrices sobre la aplicación de principios generales de higiene de los alimentos para el control de *Listeria monocytogenes* en los alimentos (CAC/GL-61). Recuperado de https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/cxg_061s.pdf
- Orihuel, E. J., Bertó, R., Canet, J.J., y Cartón, F.L. (s.f.). *El control de listeria monocytogenes persistente en industrias alimentarias (I)*. Recuperado de https://www.betelgeux.es/images/files/Documentos/AET_-_Articulo_Tecnico_L__Monocytogenes_Persistente.pdf
- Osimani, A., y Clementi, F., (2016). The occurrence of *Listeria monocytogenes* in mass catering: An overview in the European Union. *International Journal of Hospitality Management*, 57, 9-17.
- Paroli, C., y Quintela, A. (2013). *Guía práctica para la aplicación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES)*. Montevideo: IMM. Recuperado de https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/poes1_05apr2013_cierre_1.pdf
- Piercey, M. J., Hingston, P. A., y Hansen, L. T. (2016). Genes involved in *Listeria monocytogenes* biofilm formation at a simulated food processing plant temperature of 15 °C. *International Journal Food Microbiology*, 223, 63-74.
- Pompermayer, D.M., y Gaylarde, C.C. (2000). The influence of temperatura on the adhesion of mixed cultures of *Staphylococcus aureus* and *Eschericia coli* to polypropylene. *Food Micriobiology*, 17(4), 361-365.
- Possas, A., Bonilla, O.M., y Valero, A. (2021). From Cheese-Making to Consumption: Exploring the Microbial Safety of Cheeses through Predictive Microbiology Models. *Foods*, 10(2), 355.
- Purkrtová, S., Turoňová, H., Pilchová, T., Demnerová, K., y Pazlarová, J. (2010). Resistance of *Listeria monocytogenes* biofilms to disinfectants. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(4), 326-332.
- Reinemann, D. J., Wolters, G. M. V. H., Billon, P., Lind, O., y Rasmussen, M. D. (2003). Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. *Bulletin-International Dairy Federation*. Recuperado de <https://www.oxidationtech.com/downloads/Tech/Milk%20machine%20disinfection%20practices%20non-O3.pdf>

- Ribas, B. (2010). *Biocidas: Datos sobre su evaluación para la salud, industria alimentaria e impacto ambiental*. Recuperado de https://bibliotecavirtual.ranf.com/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=6027719
- Ripolles, C., Ramos, M., Hascoët, A.S., Castillo, M., y Rodríguez, J.J. (2020). New approach for the removal of mature biofilms formed by wild strains of *Listeria monocytogenes* isolated from food contact surfaces in an Iberian pig processing plant. *International Journal of Food Microbiology*, 323, 108595.
- Rodríguez- Auad, J.P. (2018). Panorama de la infección por *Listeria monocytogenes*. *Revista chilena de Infectología*, 35(6), 649-657.
- Rosshaug, P. S., Detmer, A., Ingmer, H., y Larsen, M. H. (2012). Modeling the growth of *Listeria monocytogenes* in soft blue-white cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(24), 8508-8514.
- Ruíz, A.K., González, D., y Peña, J. (2012). Situación de la mastitis bovina en Cuba. *REDVET, Revista Electrónica Veterinaria*, 13(12), 1- 12. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63625154001>
- Saludes, M., Troncoso, M., y Figueroa, G. (2015). Presence of *Listeria monocytogenes* in Chilean food matrices. *Food Control*, 50, 331-335.
- Sánchez, J.J., Colín, V., López, F., Avilés, F., Castelán, O. A., y Estrada, J.G. (2016). Diagnóstico de la calidad sanitaria en las queserías artesanales del Municipio de Zacazonapan, Estado de México. *Salud Pública de México*, 58(4), 461-467.
- Shi, X., y Zhu, X. (2009). Biofilm formation and food safety in food industries. *Trends in Food Science e Technology*, 20(9), 407-413.
- Solé, A. (2014). Tesoactivos en la industria textil. *3C Tecnológica*, 3(3), 137-151.
- Spreer, E. (1991). *Lactología industrial* (2ª ed.). Zaragoza: Acribia.
- Stepanovic, S., Cirkovic, I., Ranin, L., y Svabic-Vlahovic, M. (2004). Biofilm formation by *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* on plastic surface. *Letters in Applied Microbiology*, 38, 428-432.
- Suárez, R., Idiarte, L., Franchi, R., Pereira, L., Darrigol, J., Moraes, M., ... Fernández, A. (2017). Listeriosis invasiva. Presentación de un caso clínico y revisión de la literatura. *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 88(55), 274. 278.
- Téllez, S. (2010). *Los biofilms y su repercusión en la industria alimentaria*. Recuperado de <https://www.visavet.es/es/articulos/biofilms-repercusion-industria-alimentaria.php>
- Thomas, M., Tiwari, R., y Mishra, A. (2019) Predictive Model of *Listeria monocytogenes* Growth in Queso Fresco. *Journal of Food Protection*, 82(12) 2071–2079.

- Todhanakasem, T., y Young, G. M. (2008). Loss of flagellum-based motility by *Listeria monocytogenes* results in formation of hyperbiofilms. *Journal of Bacteriology*, 190(17), 6030-6034.
- Tresse, O., Lebret, V., Garmyn, D., y Dussurget, O. (2009). The impact of growth history and flagellation on the adhesion of various *Listeria monocytogenes* strains to polystyrene. *Canadian Journal of Microbiology*, 55(2), 189-196.
- Ugalde, J. W., Rodríguez, M. D., y Romero, A. J. (2018). *Innovación en la ruta de acceso a las áreas de envasado y mezcla que evita la contaminación cruzada en el procesamiento de productos de una industria láctea*. Recuperado de <https://www.eumed.net/actas/18/trans-organizaciones/34-innovacion-en-la-ruta-de-acceso-a-las-areas.pdf>
- Urano, H., y Fukuzaki, S. (2005). The mode of action of sodium hypochlorite in the cleaning process. *Biocontrol Science*, 10(1, 2), 21- 29.
- Uruguay. (1994, Julio 5). Decreto N° 315/994: Aprobación del Reglamento Bromatológico Nacional. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/315-1994>
- Uruguay. (2003, Febrero 26). Decreto 65/003: Aprobación de la reglamentación para productores de quesos artesanales acopiadores y transformadores de quesos. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/65-2003/1>
- Uruguay. (2004, Agosto 3). Decreto 274/004: Modificación al Reglamento Bromatológico Nacional. Leche cruda. Quesos Artesanales. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-reglamento/274-2004/2>
- Uruguay. (2007, Diciembre 31). Decreto 501/007: Reglamento técnico para productos con acción antimicrobiana. Resolución 50/06 GMC. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/501-2007>
- Valero, A., Hernández, M., Carbonero, Ó., E., y Rodríguez, D. (2018). Modelling the fate and serogroup variability of persistent *Listeria monocytogenes* strains on grated cheese at different storage temperatures. *International Journal of Food Microbiology*, 286, 48-54.
- Wemmenhove, E., Van Valenberg, H.J.F., Van Hooijdonk, A.C.M., Wells-Bennik, M.H.J., y Zwietering, M.H. (2018). Factors that inhibit growth of *Listeria monocytogenes* in nature-ripened Gouda cheese: A major role for undissociated lactic acid. *Food Control*, 84, 413- 418.
- Wilkin, E., Brouillette, R., Carver, J., Cords, B., Dhillon, A., Hall, S., ... Stubbs, T. (2015). *Control de Listeria monocytogenes. Guía para la industria láctea de EE.UU.* Rosemont: Innovation center for U.S. Dairy. Recuperado de <https://www.usdairy.com/getmedia/772583c5-43de-4afe-a19f-7864621c6769/control%20de%20listeria%20monocytogenes%20guia%20para%20la%20industria%20lactea%20de%20ee%20u.pdf.pdf>
- Zangerl, P., Matlschweiger, C., Dillinger, K., y Eliskases, F. (2009). Survival of *Listeria monocytogenes* after cleaning and sanitation of wooden shelves used for

cheese ripening. *European Journal of Wood and Wood Products*, 68(4), 415-419.

Zhao, X., Zhao, F., Wang, J., y Zhong, N. (2017). Formación de biopelículas y estrategias de control de patógenos transmitidos por alimentos: perspectivas de seguridad alimentaria. *Avances RSC*, 7(58), 36670-36683.

Zoellner, C., Aguayo, A., Siddiqui, M. W., y Dávila, J. E. (2018). Postharvest disinfection of fruits and vegetables. En M. Wasim Siddiqui (Ed.), *Peracetic acid in disinfection of fruits and vegetables* (pp. 53- 66). London: Elsevier, Academic Press.

ANEXO

Anexo I. Encuesta para proveedores

Detergentes											
Nombre de la empresa	Marca comercial	Origen	Principio activo	Instrucciones de uso	Tipo de limpieza:		Indicados para:			Presentación	Costo
					COP	CIP	Materia orgánica	Piedra de la leche	Biofilm		
* Por cada producto químico se solicitó además ficha técnica y ficha de seguridad.											

Desinfectantes													
Nombre de la empresa	Marca comercial	Origen	Principio activo	Instrucciones de uso	Tipo de desinfección		Enjuague		Espectro de acción			Presentación	Costo
					COP	CIP	Si	No	Listeria monocytogenes	Biofilm	Otros		
* Por cada producto químico se solicitó además ficha técnica y ficha de seguridad.													

Anexo II. Listado de Empresas habilitadas por el Ministerio de Salud Pública para comercializar productos de limpieza

Nº hab.	Empresa	Alcance
5	Bloker S.A.	Importador de domisanitarios
53	3M Uruguay S.A.	Importador de domisanitarios
54	Industria papelera uruguaya S.A. (IPUSA)	Importador de domisanitarios
61	Colgate Palmolive Inc. S.A.	Elaborador, fraccionador e importador de domisanitarios. Elaborador por terceros de domisanitarios mediante contrato con la empresa Vulcania S.A.
89	Amway Uruguay	Importador de domisanitarios
112	Johnson & Johnson de Uruguay S.A.	Importador de domisanitarios
125	Algorta S.A.	Importador de domisanitarios
157	Uruquim S.A.	Importador de domisanitarios elaborador de domisanitarios (limpieza general, desinfectantes).
173	Cosméticos AVON de Uruguay S.A.	Importador de domisanitarios
197	Sagrin S.A.	Elaborador de domisanitarios por terceros por contrato con FARMED S.R.L.
312	NUVO cosméticos S.A.	Importador de domisanitarios Importador de domisanitarios
370	Electron S.A.	Elaborador de domisanitarios
376	Electroquímica S.A.	Elaborador, envasador e importador de domisanitarios
379	Ecolab S.R.L.	Importador de domisanitarios
380	Bachema Ltda.	Importador de domisanitarios
413	S.C. Johnson & Son de Uruguay S.A.	Importador de domisanitarios
427	Forever living products (Uruguay) S.R.L.	Importador de domisanitarios
467	Nortesur S.A.	Elaborador e importador de domisanitarios
491	Promotora farmacéutica S.R.L. (Promofarma	Importador de domisanitarios

	S.R.L.)	
494	Carrau Y Cia S.A.	Importador de domisanitarios
506	Atlantis S.A.	Elaborador, envasador e importador de domisanitarios
594	Biogénesis Bagó Uruguay S.A.	Importador de domisanitarios
717	Vessena S.A.	Importador de domisanitarios y fabricante de productos domisanitarios (de limpieza), mediante contrato de tercerización en el exterior con las firmas Cavallaro S.A.CL.I. y Topseller chemical company limited
732	Setaril S.A.	Elaborador de productos de limpieza y desinfectantes
752	Gaia Ltda.	Importador de domisanitarios

N° hab.	Empresa	Alcance
769	Cesim Co Júpiter S.A.	Importador de domisanitarios elaborador por terceros de hipoclorito de sodio, por contrato con la empresa INUR S.A.
889	Sebamel S.A.	Elaboradora de productos domisanitarios (productos con acción antimicrobiana)
902	Alcalitrol S.A.	Elaborador de domisanitarios (productos de limpieza)
924	Sluckis Hnos. S.A.	Importador de domisanitarios
988	Levin González, Clarisa Y Levin Kadisevich, Gregorio.	Elaboradora y fraccionadora de domisanitarios
1049	Laboratorios MICROSULES Uruguay S.A.	Elaborador y fraccionador de domisanitarios en aerosol, en pasta, gel y líquidos
1054	Tankin S.A.	Importador y elaborador de domisanitarios
1076	Diversey de Uruguay S.R.L.	Importador de domisanitarios
1127	Farmed S.R.L.	Elaborador de domisanitarios
1132	Zupre Ltda. laboratorios ANIOS	Importador de domisanitarios de uso Hospitalario, envasados en origen
1160	Lifenir S.A. (Química Mediq)	Importador de domisanitarios
1225	Melyplan S.A.	Importador de domisanitarios
1261	Binka Uruguay S.A.	Importador de domisanitarios
1293	Chem's Tree Ltda.	elaborador, envasador y acondicionador de domisanitarios

1351	Inur S.A.	Dilución, envasado y depósito de hipoclorito de sodio
1367	Thompson Ltda.	Elaborador de domisanitarios
1399	Spartan De Uruguay Productos Químicos Ltda.	Fabricante, importador y envasador de domisanitarios
1400	Prohigiene Industrial S.A.	Importador y elaborador de domisanitarios (productos de limpieza) y elaborador de aerosoles por terceros por contrato con electroquímica s.a.
1439	Esplendor Ltda.	Elaborador de productos de limpieza (excepto jabón en polvo) y fraccionador de hipoclorito de sodio
1551	Distribuidora Paraiso Ltda.	Importador de domisanitarios
1552	Bionac S.R.L.	Elaborador por terceros de domisanitarios, por contrato con la empresa Onacril S.A.
1555	Cloren S.A.	Importador de domisanitarios
1614	Elieli Ltda.	Fabricante de domisanitarios (productos de limpieza)
1632	Pezana S.A.	Importador de domisanitarios
1675	Lanyvel S.A.	Importador de domisanitarios y elaborador de domisanitarios (productos de limpieza general domésticos e industriales)

N° hab.	Empresa	Alcance
1690	Unilever Uruguay Scc S.A.	Importadora de domisanitarios, envasados en origen
1735	4life Research S.A.	Importador de domisanitarios
1789	Lussal S.R.L.	Elaboración de productos de limpieza general y dilución y envasado de hipoclorito de sodio
1799	Química Gamma S.A.	Elaborador de domisanitarios.
1807	Cecarfer S.R.L. (RENOVAROMA)	elaborador e importador de domisanitarios
1843	Melinor S.A.	Importador de domisanitarios
1886	Daniel Hugo Werosch Sotelo	Elaborador de domisanitarios líquidos (productos de limpieza general y productos de acción antimicrobiana)
1901	Calilis S.A.	Importador de domisanitarios
1916	Coitinho Vecchio Nelson Damián Y Fabián Andrés (COIVEC e Hijos)	fabricante de domisanitarios (productos de limpieza) y fraccionador de hipoclorito de sodio
1920	Arch Química Uruguay S.A.	Importador de domisanitarios
1970	Districo S.A.	Importador de domisanitarios
1977	Asson S.R.L.	Importador de domisanitarios
2091	Alliance Uruguay S.R.L.	Elaborador de domisanitarios (hipoclorito de sodio, ácido clorhídrico y soda cáustica)

Anexo III. Listado de detergentes y desinfectantes habilitados por el Departamento de Control de Productos Veterinarios -DILAVE-DGSSGG del MGAP

18/6/23, 11:14

Consulta de Productos Veterinarios



Departamento de Ganadería

Subsistema

DILAVE - Configuración

Fecha: 18/06/2023, 11:14

Consulta de Productos Veterinarios

Razón Social de Firma Solicitante:

Nombre Comercial del Producto:

Clasificación:

Tipo de Adm. Fármaco:

Tipo de Producto:

Estado:

Campaña Reglamentada:

Tipo de Componente:

Forma de Componente:

Acción Principal:

Acción Principal Específica:

Enfermedades:

Especies:

Buscar

Nro. Producto	Nombre Comercial del Producto	Acción o Producto	Validez del Registro	Razón Social de Firma Solicitante
A-2815	ENTOX O BAC	Producto Veterinario	12/04/23	ENTOX SA
A-2816	S-306	Producto Veterinario	13/01/30	WEIZUR URUGUAY S.A.
A-2552	A-506	Producto Veterinario	13/01/30	WEIZUR URUGUAY S.A.
A-3214	ALKA 400	Producto Veterinario	15/04/23	ENTOX SA
A-3516	F-18 CIP CLEANER	Producto Veterinario	16/11/25	LANOIR S.A.
A-3590	B53	Producto Veterinario	28/06/25	TECHNYSAN LTDA
A-3591	AL-1	Producto Veterinario	07/07/25	TECHNYSAN LTDA
A-3592	RL-6	Producto Veterinario	31/08/28	TECHNYSAN LTDA
A-4795	DAC P	Producto Veterinario	15/03/31	CRISML S.A.
A-6225	S-106	Producto Veterinario	25/12/31	WEIZUR URUGUAY S.A.
A-6292	HIPOSOL DETERGENTE ALCALINO	Producto Veterinario	05/08/22	ELECTROQUIMICA S.A.
A-6295	HIPOSOL DETERGENTE ACIDO	Producto Veterinario	14/08/22	ELECTROQUIMICA S.A.
A-6383	HIPOSOL - DETERGENTE ALCALINO CLORADO GRANULADO	Producto Veterinario	06/07/22	ELECTROQUIMICA S.A.
A-6345	TAMBOLAC ALCA POLVO	Producto Veterinario	25/06/24	LANYVEL S.A.
A-6346	TAMBOLAC ALCA LIQUIDO	Producto Veterinario	25/06/24	LANYVEL S.A.
A-6418	DETERGENTE ALCALINO LIQUIDO GRUPO BIO-MILK ALCA-660	Producto Veterinario	23/07/14	LILZZI RIVERO PEDRO
a-6421	TAMBO LAC DETERGENTE	Producto Veterinario	12/08/24	LANYVEL S.A.
a-6432	ALCA-PLUS	Producto Veterinario	14/05/15	LILZZI RIVERO PEDRO
2018A00338	DAIRY PRO ALCALINO	Producto Veterinario	05/08/28	CRISML S.A.
2018A00574	DAIRY PRO ACIDO	Producto Veterinario	13/07/28	CRISML S.A.
2018A00991	RH-ACID	Acuerdo Comercial	06/08/24	NATELUR S.A.
2018A00717	DELLA SUPER B	Producto Veterinario	16/08/28	BIOLACTA SRL
2018A00720	DELLA ACID B-	Producto Veterinario	22/08/29	BIOLACTA SRL
2018A00994	RH-500	Acuerdo Comercial	26/05/24	NATELUR S.A.
2009A00821	TRIPFAN PLUS	Producto Veterinario	29/07/30	CRISML S.A.
2021A00973	LAG PLUS	Producto Veterinario	07/01/31	CRISML S.A.
2023A01153	ACI LIQ	Producto Veterinario	18/01/33	AZIZA SRL
2023A01158	ALCA POL	Producto Veterinario	22/02/33	AZIZA SRL



**MINISTERIO DE GANADERÍA
AGRICULTURA Y PESCA**

MANTENIMIENTOS Y CONSULTAS

Inicio de Sesión
Auto
+ SEAYE + Configuración
15/5/2023 11:15

Consulta de Productos Veterinarios

Razón Social de Firma Solicitante:

Clasificación: **DESINFECTANTE** ▼

Tipo de Adm. Fármaco: **(Ninguno)** ▼

Tipo de Producto: **(Ninguno)** ▼

Campaña Registrada: **(Ninguno)** ▼

Formulación Componente: **(Ninguno)** ▼

Acción Principal: **(Ninguno)** ▼

Acción Principal Específica: **(Ninguno)** ▼

Enfermedades: **(Ninguno)** ▼

Especies: **(Ninguno)** ▼

Nombre Comercial del Producto:

Estado: **Vigente** ▼

Tipo de Componente: **(Ninguno)** ▼

Buscar

Nro. Producto	Nombre Comercial del Producto	Acción o Producto	Vigencia del Registro	Razón Social de Firma Solicitante
2302	GALUNOL	Producto Veterinario	08/01/01	LABORATORIO SUR SA
4210	CLORCURAN DESINFECCION	Producto Veterinario	10/04/01	LABORATORIO SUR SA
5069	FENOCIP	Producto Veterinario	19/01/02	UNIVERSAL LAB LTDA
A-884	IODOPHOR 280	Producto Veterinario	10/04/03	ENTOX SA
A-2016	OXIDRYL ENTOX	Producto Veterinario	02/06/03	ENTOX SA
A-2853	OXI CLEAN 5	Producto Veterinario	26/10/03	REDUR URUGUAY S.A.
A-2811	PEROXIDAN	Producto Veterinario	31/08/03	LANOIR S.A.
A-3515	9-52-PF	Producto Veterinario	18/11/05	LANOIR S.A.
A-4012	PERACID 15	Producto Veterinario	07/01/08	TECNYSAN LTDA
A-4073	VRKON S	Producto Veterinario	12/11/08	BIOTECH URUGUAY S.R.L.
A-4382	BIOSENTRY 804 DESINFECTANTE	Producto Veterinario	10/03/17	BIOTECH URUGUAY S.R.L.
A-4413	BIOSENTRY BIOPHENE DESINFECTANTE	Producto Veterinario	19/04/17	BIOTECH URUGUAY S.R.L.
A-4479	BI	Producto Veterinario	21/09/17	TECNYSAN LTDA
I	OROLINA LA BUENA ESTRELLA	Producto Veterinario	15/07/09	LA BUENA ESTRELLA S.A.
A-4788	OP-400	Producto Veterinario	28/04/03	LANOIR S.A.
A-4901	ZIX VROX	Producto Veterinario	02/05/02	IRENCO S.A.
A-4902	AQUAZIX ES2	Producto Veterinario	11/01/03	IRENCO S.A.
A-5298	HIPOBOL DESINFECTANTE	Producto Veterinario	14/09/03	ELECTROQUIMICA S.A.
A-5303	HIPOBOL ACIDO PERACETICO	Producto Veterinario	02/08/10	ELECTROQUIMICA S.A.
A-5347	ACIDO PERACETICO 5%	Producto Veterinario	07/08/09	LANYVEL S.A.
A-5358	HIPOCLORITO LANYVEL	Producto Veterinario	11/08/10	LANYVEL S.A.
A-5417	BIANITIZANTE DE AMPLIO ESPECTRO OXILAC C01-04	Producto Veterinario	23/07/14	LUZZO RIVERO PEDRO
2015A00170	FUMISPORE OFF	Producto Veterinario	23/03/25	MABERAL S.A.
9-5435	DESINCRUSTANTE LIQUIDO ACIDO GRUPO BIO-MILK ACI-1000	Producto Veterinario	25/03/16	LUZZO RIVERO PEDRO
2015A00350	BANISARE	Producto Veterinario	28/12/25	MABERAL S.A.
2017A00405	THA+	Producto Veterinario	24/09/27	PIPERO ANIMAL HEALTH (URUGUAY) SRL
2018A00611	Aquasept 1000	Producto Veterinario	05/10/25	Ducat Latin America Ltda
2018A00622	HYDROFT 100	Producto Veterinario	29/10/28	GRAMONTE SA
2018A00693	RK-5	Acceso Comercial	05/09/10	NATELIR S.A.
2018A00704	DESPADAC SECURE	Producto Veterinario	13/11/09	LABORATORIOS CALIER DE URUGUAY S.A.
2018A00892	RK-205	Acceso Comercial	29/05/24	NATELIR S.A.
2020A00924	Vetrol LSP	Producto Veterinario	07/08/30	BIOTECH URUGUAY S.R.L.
2020A00950	FARMASEPT PLUS	Producto Veterinario	05/12/30	INSALCOR S.A.

2022A01001	SIXX	Producto Veterinario	07/03/32	BIOGENESIS RAGO URUGUAY S.A.
2022A01018	DESPADAC SECURE	Producto Veterinario	03/06/32	LABORATORIOS CALIER DE URUGUAY S.A.
2022A01051	VRUKILL	Producto Veterinario	03/08/32	BUPO AGROPECUARIA SRL
2022A01079	CHLORINE	Producto Veterinario	09/12/32	AZIZA SRL
2022A01086	PERACETIC	Producto Veterinario	21/12/32	AZIZA SRL

Anexo IV. Resultados de encuesta a 100 queserías artesanales, realizada por el proyecto “Prevalencia de *Listeria monocytogenes* en quesos artesanales elaborados con leche cruda en Uruguay” (2018-2021), sobre el uso de productos para la higiene del predio

Predio	Agua caliente	Detergente	Desinfectante	Principio activo desinfectante
1	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
2	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
3	Si	Si	No	- *
4	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
5	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
6	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
7	-	-	-	-
8	Si	Si	Si	Ácido peracético
9	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
10	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
11	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
12	Si	Si	Si	Ácido peracético
13	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
14	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
15	Si	No	Si	-
16	No	No	Si	
17	Si	Si	Si	Ácido peracético
18	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
19	Si	No	No	-
20	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
21	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
22	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
23	Si	No	Si	-
24	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio

25	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
26	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
27	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
28	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
29	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
30	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
31	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
32	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
33	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
34	Si	Si	No	-
35	Si	Si	Si	-
36	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
37	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
38	Si	Si	Si	Ácido peracético
39	Si	Si	Si	Ácido peracético
40	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
41	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
42	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
43	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
44	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
45	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
46	No	Si	No	-
47	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
48	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
49	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
50	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
51	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
52	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
53	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
54	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio

55	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
56	Si	Si	Si	Ácido peracético
57	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
58	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
59	Si	Si	Si	Otro
60	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
61	No	Si	Si	Ácido peracético
62	Si	Si	Si	Ácido peracético
63	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
64	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
65	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
66	No	No	Si	-
67	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
68	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
69	Si	Si	No	-
70	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
71	Si	Si	Si	Ácido peracético
72	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
73	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
74	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
75	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
76	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
77	Si	Si	Si	Otro
78	Si	Si	Si	Ácido peracético
79	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
80	Si	Si	Si	Ácido peracético
81	Si	Si	Si	Ácido peracético
82	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
83	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
84	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio

85	No	No	Si	Hipoclorito de sodio
86	Si	Si	Si	Ácido peracético
87	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
88	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
89	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
90	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
91	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
92	Si	Si	No	-
93	Si	Si	Si	Ácido peracético
94	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
95	No	Si	Si	Hipoclorito de sodio
96	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
97	Si	Si	Si	Ácido peracético
98	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
99	Si	No	Si	Hipoclorito de sodio
100	Si	Si	Si	Hipoclorito de sodio
* No informa (-)				