

# EL SANEAMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. RELEVANCIA ANTE LA EMERGENCIA DEL CORONAVIRUS SARS-COV-2 Y COVID-19

**Estela Martínez Espinosa<sup>1</sup>;**  
**María Laura Aparicio<sup>2</sup>; Ricardo Rodríguez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Profesora Adjunta Cadenas Alimentarias I - Carrera Ingeniería en Alimentos - INCALIN, INTI-UNSAM. Departamento de Desarrollo de Nuevos Productos - Subgerencia Operativa Tecnología de Alimentos - Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI. Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Profesora Adjunta Cadenas Alimentarias II - Carrera Ingeniería en Alimentos - INCALIN, INTI-UNSAM. LatinSilta Consultores. Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Profesor Titular Microbiología de los Alimentos - Director Carrera Ingeniería en Alimentos - INCALIN, INTI-UNSAM. Investigador Senior - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA. Buenos Aires, Argentina.

La rápida propagación del nuevo coronavirus SARS-CoV2, causante de la pandemia COVID-19, ha provocado que los países, organizaciones y empresas de todo el mundo tomen medidas extraordinarias para proteger la salud pública ante esta emergencia. Si bien no hay evidencia de transmisión del agente por alimentos, a diferencia de lo que ocurre con otros virus, es posible que el SARS-CoV-2 pueda persistir en superficies o en objetos utilizados por personas infectadas que manipulan los alimentos. Por dicho motivo, es fundamental utilizar adecuados procedimientos de limpieza y sanitiza-

ción a nivel de toda la cadena agroalimentaria. En ese contexto -en el cual la industria de alimentos es parte de la infraestructura esencial- los principios y aplicaciones del saneamiento en la cadena agroalimentaria son fundamentales para contribuir y ayudar a la producción, industria y servicios y asegurar confianza en el consumidor.

Al 18 de abril de 2020 - fecha de elaboración de este documento- se habían informado a nivel global 2.310.572 casos confirmados de COVID-19, con 158.691 muertes, en más de 180 países, en tanto que en la Argentina se informaban 2758 casos confirmados, con 129 decesos, de acuerdo con el Coronavirus COVID-19 Global Cases, Center for Systems Science and Engineering, CSSE, Johns Hopkin. Es relevante señalar que en nuestro país investigadores del Instituto Malbrán informaron el 06 de abril que habían secuenciado el genoma completo de SARS-CoV-2 de tres pacientes argentinos infectados (virus de China, UE y EE. UU., respectivamente). Esta pandemia es altamente dinámica, cambia y se modifica según progresa la aparición de la enfermedad, lo cual ha provocado medidas de prevención y control de cuya magnitud no se tiene recuerdo. Esto, a su vez, ha disparado preocupación de la industria, el comercio y los consumidores de alimentos en relación con este virus SARS-CoV-2, COVID-19. Es muy relevante indicar que no hay evidencias de que el SARS-CoV-2 pueda transmitirse a través de los ali-



mentos, sin embargo esta situación pone en relieve la importancia de la gestión de la inocuidad y del correcto saneamiento en la cadena agroalimentaria.

### APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INOCUIDAD EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Cuando hablamos de sistemas de gestión de la calidad nos referimos a un conjunto de normas y estándares nacionales e internacionales que se interrelacionan entre sí para hacer cumplir los requisitos de calidad que una empresa necesita para satisfacer los requerimientos acordados con sus clientes a través de una mejora continua, de manera ordenada y sistemática. En la industria de alimentos, sin duda, la necesidad y demanda fundamental del cliente -que las empresas deben satisfacer- es la de producir alimentos inocuos. La aplicación de sistemas de gestión de la inocuidad, en todas las etapas de la cadena de suministro, puede asegurar la satisfacción de tal demanda elemental.

¿Qué es inocuidad de los alimentos? Es “la ausencia” –a niveles seguros y aceptables– de peligros en los alimentos que puedan dañar la salud de los consumidores. Los peligros transmitidos por los alimentos pueden ser de naturaleza biológica, química o física y con frecuencia son invisibles a nuestros ojos. Se trata de bacterias, parásitos, virus o residuos de pesticidas, entre otros. No existe seguridad alimentaria sin inocuidad de los alimentos.

Los sistemas básicos de gestión de la inocuidad en la industria de alimentos son cuatro: Buenas Prácticas, tanto agrícolas (Buenas Prácticas Agrícolas - BPA), como de manufactura (Buenas Prácticas de Manufactura - BPM); POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento); MIP (Manejo Integrado de Plagas), y HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control). A continuación, describiremos los principios básicos de cada uno de ellos.

#### Buenas Prácticas de Manufactura - BPM

Uno de los primeros sistemas desarrollados en la industria de alimentos fue el de Buenas Prácticas de Manufactura. Las BPM son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que cubren todos los aspectos de producción desde la recepción de la materia prima, elaboración, equipamientos, entrenamiento del personal y quien debe establecer los lineamientos detallados. Las BPM establecen un marco para la producción higiénica de alimentos y se basa en los siguientes puntos clave:



- **Diseño de las líneas de elaboración y equipamientos:** lay out y ubicación para evitar peligros que se puedan introducir a los alimentos y facilitar la elaboración segura y el saneamiento correcto.
- **Control de los procesos de producción:** se aplican medidas de control a lo largo de toda la cadena de abastecimiento con el fin de cubrir factores como materias primas, envases y agua de proceso, así como la producción en sí misma. Los aspectos claves incluyen el gerenciamiento y la supervisión de los procesos como un todo y un apropiado sistema de registros.
- **Mantenimiento de la planta y limpieza:** tanto los equipamientos de proceso como las instalaciones de la planta se deben mantener adecuadamente. Es necesario desarrollar programas adecuados para el saneamiento de la planta y una rutina efectiva de monitoreo. Los sistemas son también necesarios para controlar la contaminación y la gestión de residuos.
- **Higiene del personal:** es necesario que el personal mantenga altos estándares de higiene en relación con la ropa de protección que deben usar, el lavado de manos y la conducta general dentro de la planta. Los visitantes deben ser estrictamente controlados en esos aspectos. El estatus de salud del personal se debe monitorear constantemente y cualquier enfermedad debe ser registrada.
- **Transporte:** se deben establecer procedimientos para el uso y mantenimiento de los vehículos de transporte incluyendo su limpieza y desinfección o sanitización.
- **Información sobre los productos:** es importante que el producto final esté correctamente etiquetado y que el consumidor reciba toda la formulación necesaria para el manejo y consumo del alimento. Se debe tener implementado un sistema de trazabilidad.
- **Entrenamiento del personal:** En relación con la seguridad alimentaria, todo el personal debe recibir capacitación y ser consciente de su responsabilidad individual. Este entrenamiento debe ser repetido y actualizado tanto como se necesite.

Los programas de implementación de BPM variarán de acuerdo al tipo de proceso. Es decir, se deberán tener en cuenta las Buenas Prácticas específicas en cualquier proceso que pretenda acompañar a aquellos establecimientos elaboradores de alimentos autorizados.

## Sin documentación (procedimientos, instructivos, registros) no hay Buenas Prácticas.

Las BPA (Buenas Prácticas Agroveterinarias) son procedimientos que se aplican en la producción primaria y comprenden la utilización y selección de áreas de producción, el control de contaminantes, plagas y enfermedades de animales y plantas y la adopción de prácticas y medidas para asegurar que el alimento sea producido en condiciones higiénicas apropiadas.

### Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento - POES

Si de asegurar la inocuidad de los productos se trata, el saneamiento en una planta procesadora de alimentos es una condición esencial. Desde un aspecto microbiológico, saneamiento se define como “un proceso de limpieza y desinfección que resulta en un 99 – 99.9% de reducción del número total de bacterias vegetativas presentes”.

El saneamiento incluye dos operaciones: limpieza y desinfección. Limpieza es la eliminación de tierra, restos de alimentos, polvo, suciedad, grasa u otras materias no aceptables. Desinfección, es la reducción del número de microorganismos en las instalaciones, maquinarias y utensilios mediante agentes químicos (desinfectantes) o métodos físicos, a un nivel que evite la contaminación del alimento que se elabora.



Una manera eficiente y segura de llevar a cabo las operaciones de saneamiento es la implementación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES). Estos procedimientos escritos deben:

- Contener todos los procedimientos de higiene que en el establecimiento se realizan antes y durante las operaciones.
- Identificar los procedimientos que serán realizados previo al inicio de las operaciones (POES preoperacionales) y describir como mínimo la higiene de las superficies o instalaciones en contacto con los alimentos, equipamiento y utensilios.
- Especificar la frecuencia con la que cada procedimiento se realizará e identificar al empleado o la posición responsable por la implementación y mantenimiento de los procedimientos.
- Identificación de los productos de limpieza y desinfectantes, con el nombre comercial, principio activo y nombre del responsable de efectuar las diluciones cuando éstas sean necesarias.
- Descripción del desarme y rearme del equipamiento antes y después de la limpieza
- En los registros debe haber constancia de que cada vez que se detectó un desvío, se indicaron e implementaron medidas correctivas. Se debe asegurar que las medidas correctivas indicadas son las adecuadas para 1) asegurar la correcta disposición del producto si fuera necesario, 2) restaurar las condiciones higiénicas adecuadas y 3) prevenir la recurrencia.
- Deben constar los métodos de verificación y la frecuencia con que se realizará.

En los POES debe estar claramente definido para cada uno de los objetos a ser sanitizados:

- ¿Qué es lo que va a ser monitoreado y cómo?
- ¿Con qué frecuencia se llevará a cabo el monitoreo?
- ¿Quién llevará a cabo los registros?
- ¿Cómo se registrará?

En general se llevan listas de chequeo en un formato simple de dos columnas donde un empleado responde afirmativa o negativamente el cumplimiento del saneamiento de cada superficie observada/monitoreada. Una persona entrenada y con experiencia realizará la verificación correcta (Cuadro 1) y determinará, en caso de no cumplirse adecuadamente con alguno de los procedimientos, las acciones correctivas correspondientes y el tiempo en que deben ser realizadas.



### Cuadro 1 - Cómo verificar la higiene de las superficies

#### 1. Inspección visual

- Buenas condiciones de las superficies.
- Procedimientos adecuados de higiene y saneamiento.

#### 2. Testeo de productos químicos

- Uso de tiras reactivas o kits.

#### 3. Control microbiológico

- Hisopado de superficies.

Cada establecimiento elaborador de alimentos debe tener estandarizados y escritos todos los procedimientos relacionados con la higiene, como:

- Ingreso de personal a planta.
- Manejo de productos tóxicos.
- Protección de alimentos frente a contaminaciones.
- Disposición de residuos.
- Limpieza de superficies de utensilios y equipos en contacto con alimentos.
- Limpieza de utensilios y equipos durante intervalos.
- Higiene del personal (prendas de vestir, lavado de manos, estado de salud).
- Manejo de agentes de limpieza y desinfección en áreas de elaboración de productos.
- Manejo de desechos.

### Manejo Integrado de Plagas - MIP

Para garantizar la inocuidad de los alimentos es fundamental protegerlos de la incidencia de las plagas mediante su adecuado manejo. El MIP es un sistema que permite una importante interrelación con otros los otros sistemas de gestión. Se trata de un sistema proactivo que se adelanta a la incidencia del impacto de las plagas en los procesos productivos. MIP utiliza todos los recursos necesarios, por medio de procedimientos operativos estandarizados, para minimizar los peligros ocasionados por la presencia de plagas.



### Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control - HACCP

Tanto las BPA y las BPM como los POES y MIP son prerrequisitos para la aplicación de un sistema HACCP. Según la FAO, el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC, en inglés HACCP) es un “abordaje preventivo y sistemático dirigido a la prevención y control de peligros biológicos, químicos y físicos por medio de anticipación y prevención, en lugar de inspección y pruebas en productos finales”. Se realiza sobre la base de un conocimiento científico y su aplicación permite asegurar la producción de alimentos inocuos.

Los puntos fundamentales en la industria de alimentos se pueden establecer en estas cuatro categorías:

- Calidad de las materias primas que se utilizan.
- El tipo de procesamiento, que incluye tratamiento térmico, irradiación, tecnologías de alta presión, entre otros.
- Composición del producto, incluyendo la adición de todos los ingredientes y aditivos.
- Condiciones de almacenamiento, que incluyen temperaturas y tiempos de almacenamiento, tipo de envases, entre otras.

Para que la aplicación del sistema de HACCP dé los resultados adecuados, es necesario que tanto la dirección como el personal se comprometan y participen. También se requiere un enfoque multidisciplinario, en el cual se deberá incluir, cuando sea necesario, a expertos según el estudio que se trate. La aplicación del sistema de HACCP es compatible con sistemas de gestión de calidad, como la serie ISO 9000.

El HACCP se basa en siete principios fundamentales (Cuadro 2) y una secuencia lógica de aplicación (Cuadro 3).

La implementación de HACCP incluye un proceso de verificación. Esto incluye verificar los criterios y/o los objetivos de seguridad alimentaria establecidos y utilizar un acercamiento probabilístico para evaluar la reducción del riesgo, así como proveer información del grado de control obtenido.

Además del aseguramiento de la inocuidad, la implementación de HACCP tiene consecuencias comerciales. Un primer efecto es la reducción de los costos por daño a los consumidores. En segundo término, desde el punto de vista comercial, se cuenta con una herramienta de marketing que puede utilizarse para mejorar el posicionamiento de la empresa en el mercado. Y, en tercer lugar, se logra la eficiencia en el funcionamiento de la empresa.

**Cuadro 2 - Principios del HACCP**

Principio	Actividad
1 – Realizar un análisis de peligros	Enumerar todos los peligros asociados con cada etapa, realizar un análisis de peligros y establecer las medidas que se tomarán para controlar los peligros identificados.
2 – Determinar los puntos críticos de control (PCC)	Determinar los puntos críticos de control (PCC).
3 – Establecer límites críticos para cada PCC	Establecer límites críticos para cada PCC.
4 – Establecer un sistema de monitoreo para cada PCC	Establecer un sistema de monitoreo para cada PCC.
5 – Establecer acciones correctivas	Establecer las acciones correctivas que han de adoptarse cuando el monitoreo indica que un determinado PCC no está controlado.
6 – Establecer procedimientos de verificación	Establecer procedimientos de verificación para confirmar que el sistema HACCP funciona correctamente.
7 – Establecer un sistema de documentación de procedimientos y registros apropiados	Establecer documentos concernientes a todos los procesos y registros apropiados a estos principios y sus aplicaciones.

Una vez implementados y en funcionamiento los sistemas de gestión mencionados, muchas empresas de la cadena alimentaria deciden dar un paso más y certificar alguna de las normas de seguridad alimentaria de GFSI. GFSI es una fundación internacional sin fines de lucro

que surgió a principios del año 2000 ante la gran cantidad de alarmas y crisis alimentarias asociadas a la sanidad e inocuidad. Esta fundación desarrolló una estructura uniforme



para evaluar los estándares de inocuidad alimentaria. Para ello, especificó los criterios de inocuidad que deberían incorporarse a esos estándares y estableció procedimientos comunes para los organismos de acreditación y certificación que comprueban su aplicación.

Podemos decir que GFSI se creó para mejorar los sistemas de gestión de inocuidad alimentaria y para garantizar la confianza en el suministro de alimentos a los consumidores de todo el mundo. Sus objetivos son: 1 - Mantener un proceso de evaluación comparativa para que los programas de gestión de inocuidad alimentaria en el mundo sean convergentes. 2 – Mejorar la eficiencia de costos en toda la cadena de suministro alimentario mediante la aceptación común de las normas GFSI reconocidas por los minoristas en todo el mundo. 3 – Ofrecer una plataforma internacional de partes interesadas única en su género para establecer contactos, intercambiar conocimientos y compartir mejores prácticas e información en el ámbito de la seguridad alimentaria.

**Cuadro 3 - Secuencia lógica para la aplicación del HACCP**

Secuencia lógica para la aplicación del HACCP
1 - Formación del equipo HACCP
2 - Descripción del producto
3 - Determinación de uso
4 - Elaboración del diagrama de flujo
5 - Verificación in situ del diagrama de flujo
6 - Identificación de los potenciales pligrosos y análisis de los riesgos asociados a cada etapa del proceso, y determinación de las medidas de control - Principio 1
7 - Determinación los PCC - Principio 2
8 - Establecimiento de los LC para cada PCC - Principio 3
9 - Establecimiento de un sistema de monitoreo para cada PCC - Principio 4
10 - Establecimiento de las acciones correctivas - Principio 5
11 - Establecimiento de procedimientos de verificación - Principio 6
12 - Establecimiento de un sistema de documentación y registros - Principio 7

**GRÁFICO 1** - Esquemas reconocidos por GFSI



Para poder certificar algunas de las normas de GFSI, se deben tener en cuenta y cumplir una serie de prerrequisitos o programas de requisitos previos dentro de los procesos de fabricación. Estos prerrequisitos incluyen la revisión, la mejora y el funcionamiento óptimo de:

- La construcción y diseño de edificios.
- Disposición de las dependencias y del espacio de trabajo.
- Servicios como aire, agua, energía.
- La eliminación de desechos.
- La idoneidad, la limpieza y el mantenimiento de los equipos.
- La gestión de materiales comprados.
- Las medidas para la prevención de la contaminación cruzada.
- La limpieza y la desinfección.
- El control de plagas.
- La higiene personal y las instalaciones para empleados.
- El retrabajo.
- Los procedimientos de retirada de productos.
- El almacenamiento.
- La información sobre el producto/la conciencia de los consumidores.
- La defensa alimentaria, la biovigilancia y el bioterrorismo.

En la actualidad se han evaluado, comparado y aprobado una gran cantidad de esquemas a nivel mundial, con algunas características diferentes. Los esquemas reconocidos por GFSI se presentan en el Gráfico 1.

### MÉTODOS DE SANEAMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La forma de operar en la industria de alimentos ha cambiado, particularmente debido al incremento en los volúmenes de producción, y en este sentido resulta esencial la implementación de mecanismos de saneamiento que aseguren la higiene total de superficies, instalaciones y equipos de proceso.

El diseño sanitario -que se refiere a detalles de diseño higiénico de la estructura física de la instalación y del equipamiento- es un factor imprescindible para la eficiencia del proceso de saneamiento. Los criterios de diseño generales no son los principales causantes de fallas en esos procedimientos, sino los detalles más pequeños. La importancia del diseño sanitario aumenta en algunas plantas, por ejemplo, donde se elaboran alimentos mínimamente procesados y proclives al deterioro microbiológico. Una instalación alimentaria con un buen diseño sanitario permite acelerar los programas de saneamiento, hacerlos más eficientes y económicos y contribuye a prevenir la contaminación, además de satisfacer los requisitos regulatorios y de los sistemas de calidad.

Como resultado del procesamiento de alimentos, la industria genera residuos orgánicos no deseados, muy variables en composición y complejidad, que se adhieren a las superficies de los equipos, accesorios y demás implementos de producción. Pueden ser visibles o invisibles, húmedos y maleables o secos y quebradizos. Los residuos pueden existir como partículas discretas o como una película fina con bacterias incrustadas.

Los residuos a base de grasa están presentes en las operaciones de procesamiento de alimentos como emulsiones, aceites comestibles, manteca de cerdo y otros aceites hidrogenados de nueces y vegetales, residuos grasos de emulsiones cárnicas, entre otros.

Los residuos a base de carbohidratos incluyen azúcares simples, almidón y compuestos que contienen almidón. Los residuos de carbohidratos están asociados con la elaboración de productos de confitería, productos horneados, gelatinas, jugos y procesamiento de frutas y verduras.





Los residuos a base de proteínas surgen en el procesamiento de una amplia gama de alimentos, como carne, leche, nueces, soja, mariscos y varios granos. Los procesos de cocción de carnes, lácteos y huevos producen residuos de proteínas coaguladas que pueden promover o contribuir a la formación de películas de difícil eliminación.

Los residuos a base de sales minerales, bajo ciertas condiciones de procesamiento que generalmente involucran calor y pH bajo, forman complejos insolubles que precipitan en la superficie del equipo de alimentos. Las sales minerales típicas incluyen piedra de la leche (piedra caliza), fosfato de calcio y oxalato de calcio (por ej. de espinacas). Otros depósitos minerales difíciles incluyen hierro y manganeso.

En este sentido es muy importante comprender las propiedades químicas y físicas de los diversos tipos de residuos, como su solubilidad y miscibilidad en productos químicos de limpieza. En términos de solubilidad, clasificamos los residuos de la siguiente manera:

1. Solubles en agua (azúcares, algunos almidones y sales).
2. Solubles en ácido (piedra de la leche, depósitos minerales y oxalato de calcio).
3. Solubles en álcali (emulsiones de proteínas, grasas).
4. Soluble en agua, álcali o ácido (carbohidratos, minerales y grasas).

Cabe aclarar que otros residuos se generan del procesamiento de alimentos como agua, por contaminación aerotransportada por equipos de calefacción o aire acondicionado, suciedad por tránsito de operarios y vectores, ingredientes de detergentes o desinfectantes y por microorganismos viables -algunos patógenos-capaces de formar biofilms a veces difíciles de eliminar. Todos ellos también deben considerarse a la hora de diseñar un plan de saneamiento consistente y eficiente.

La industria alimentaria utiliza principalmente dos tipos de saneamiento: húmedo y seco. La elección de uno u otro depende principalmente del tipo de suciedad que se produce y en la necesidad o no de agua para su eliminación.

La industria húmeda requiere de planes de saneamiento (Cuadro 4) que pueden llevarse a cabo en forma manual o automatizada. La limpieza manual involucra el uso de elementos de limpieza específicos, más tiempo, mano de obra, consumo de productos químicos y riesgo para el operario; es laboriosa y su eficacia depende de la correcta ejecución, monitoreo y verificación de POES.

La limpieza automatizada reduce significativamente errores humanos y asegura repetibilidad y consistencia en los procesos de limpieza y desinfección. Puede ser principalmente de dos tipos: limpieza fuera del lugar o COP (del inglés Cleaning Out Place) y limpieza en el lugar o CIP (del inglés Cleaning In Place). Los sistemas COP se utilizan en industrias, como por ejemplo la cárnica y frutihortícola, que poseen equipos y componentes de máquinas, utensilios portátiles u otros implementos desmontables que se colocan en tanques agitados con agua caliente y un compuesto de limpieza. Un proceso COP tiene por objetivos la eliminación de olores desagradables, residuos de alimentos, desechos extraños y microorganismos indeseables de las superficies de contacto de los equipos de procesamiento de alimentos.

Las cinco operaciones básicas de un sistema COP (pre-enjuague, lavado, enjuague posterior a la limpieza, desinfección y enjuague final) constituyen los elementos fundamentales de todos los procesos de limpieza en húmedo. La falta de un enjuague previo efectivo puede limitar o comprometer el rendimiento de todo el proceso de COP. El lavado es el procedimiento sistemático de fregado con ayuda de detergentes que están destinados a liberar el elemento a higienizar de olores desagradables, alimentos residuales y otros materiales extraños. Podría decirse que el lavado es el paso más importante de un proceso de limpieza húmeda COP. También es el más complejo. Su complejidad surge de la cantidad de factores críticos para la limpieza que

Cuadro 4 - Esquema general de un procesamiento de saneamiento húmedo	
1	Preparación para la limpieza y desinfección
2	Pre-enjuague
2	Limpieza
1	Concentración
2	Temperatura
2	Tiempo
2	Acción mecánica
4	Post-enjuague e inspección
5	Eliminación y armado
6	Inspección y verificación pre-operativos
7	Desinfección



están asociados con este paso en el proceso: tipo de suciedad, química del agua, tipo y concentración de detergente, acabado de superficie, temperatura, agitación y tiempo de exposición.

Los sistemas CIP han mejorado la efectividad y eficiencia en los sistemas de producción y responden a los requerimientos de calidad en la limpieza de industrias como la láctea y la de bebidas. Permite el lavado automático de tanques, tuberías, bombas, válvulas e intercambiadores por los que normalmente fluye el producto en proceso, haciendo recircular soluciones detergentes y de enjuague, lo que permite realizar la limpieza del dispositivo sin trasladarlo, desarmarlo ni involucrar personas. Para cada proceso de producción se diseña un sistema de CIP, dependiendo del tipo de producto, las posibilidades de limpieza de los equipos y el nivel de desinfección que requiera cada aplicación. La composición de los detergentes utilizados en los sistemas CIP es importante. Para una limpieza óptima, los detergentes utilizados y su eficacia en relación con los parámetros de limpieza deben ajustarse entre sí.

La limpieza en seco, utilizada en industrias de manipulan ingredientes secos, involucran tres operaciones básicas: pre-limpieza, limpieza y desinfección.

La pre-limpieza involucra el retiro de residuos sólidos de mayor volumen y el remojo de piezas en soluciones a la dilución adecuada. La limpieza propiamente dicha involucra barrer con escobas manuales, raspar, cepillar, trapear, aspirar, soplar aire comprimido, etc., para eliminar el exceso de desechos y materia orgánica. Para equipos estacionarios se utilizan aspiradoras o aire a alta presión para eliminar el polvo y la suciedad suelta, almohadillas, cepillos y toallas secas sin pelusa con una solución de limpieza (libres de goteo de humedad) para limpiar a mano el equipamiento. El secado rápido se realiza con paños a base de alcohol. La desinfección en seco se realiza con desinfectantes de baja humedad, como las fórmulas a base de alcohol que son altamente efectivas y evaporativas, se secan rápidamente y no requieren enjuague. Los desinfectantes

pueden estar en forma de toallitas, aerosoles o nieblas. Un desinfectante de alcohol / amonio cuaternario se puede usar en casi cualquier lugar en la etapa final, ya que deja un residuo antimicrobiano seguro, las cualidades de evaporación del compuesto permiten que las superficies estén secas y listas para procesar en minutos.

### Efectividad de la limpieza

Cada industria tiene requerimientos de limpieza específicos. No obstante, cualquiera sea el método utilizado, la efectividad depende de cuatro factores:

**La efectividad de los detergentes**, relacionada con su actividad química, composición, concentración, sus propiedades de tensión superficial y el poder dispersante. Debe disolverse rápida y completamente en agua y actuar rápidamente sobre la suciedad a eliminar; tener una alta capacidad de carga de suciedad y ser fácil de eliminar con agua. Además, el detergente no debe hacer espuma y debe ser compatible con los otros materiales utilizados en la industria.

**El tiempo de limpieza**, que debe ser suficiente para permitir la disolución, el hinchamiento, la saponificación, la dispersión y el enjuague final de la suciedad depositada. La capa de residuo final sólo puede ser eliminada por un detergente si se deja reaccionar lo suficiente, siendo el tiempo de reacción el momento en que el detergente está en contacto con el residuo a la concentración correcta y a la temperatura correcta. La duración de la limpieza está determinada por el tiempo que lleva completar las diferentes fases de la operación.

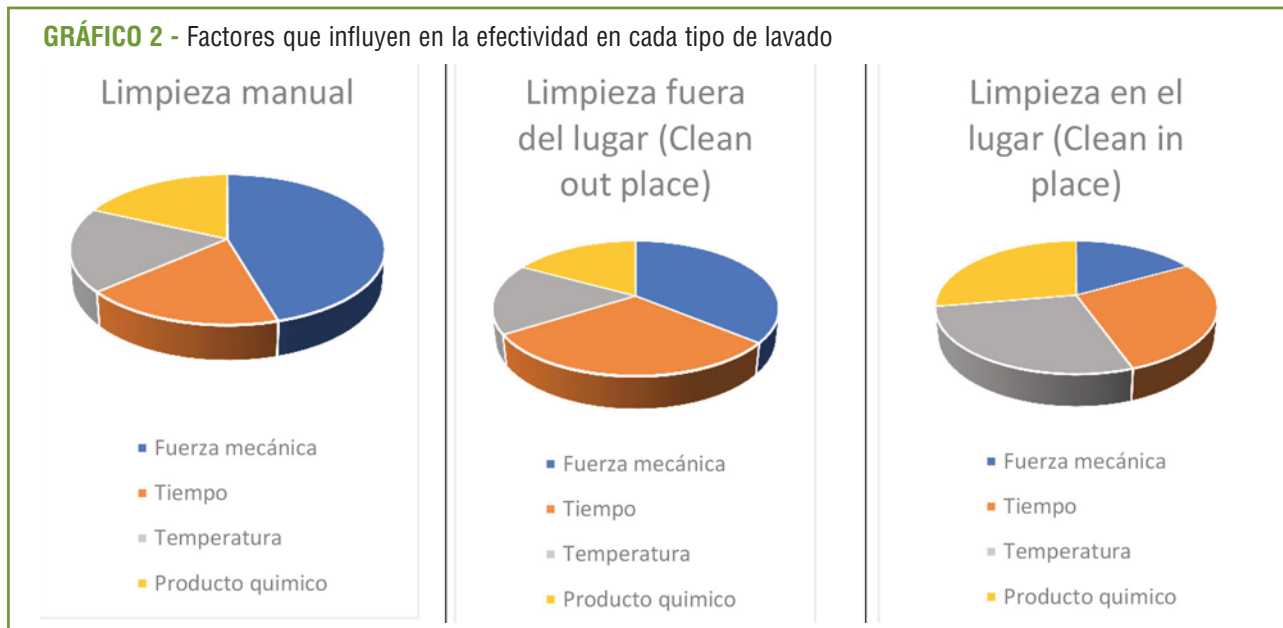
**La fuerza mecánica**, que influye en el flujo del detergente a través del sistema. Se produce un flujo turbulento resultante de la fricción donde el fluido está en contacto con las superficies. En sistemas de tuberías, se recomiendan velocidades del flujo durante la limpieza de alrededor de 2m/s (mínimo 1,5m/s).

**La temperatura**, que influye en la efectividad del detergente. No se recomiendan el enjuague previo a la aplicación del producto por encima de 40°C, ya que el suelo que contiene restos orgánicos (proteínas o almidón) puede sufrir cambios químicos a estas temperaturas y, por lo tanto, impedirá los pasos de lavado posteriores.

En el gráfico 2 se presenta cómo la proporción de cada factor varía de acuerdo con el sistema seleccionado. Los factores se pueden ir combinando de diferente forma según el tipo de suciedad, la superficie a sanear y los medios disponibles para mantener la máxima calidad de la tarea. Si uno de los factores disminuye, deberá estar compensado por uno o varios de los restantes para obtener una buena calidad final en el proceso de saneado.



**GRÁFICO 2 - Factores que influyen en la efectividad en cada tipo de lavado**



Los productos químicos que se utilizan en la industria alimentaria de nuestro país cumplen con los requisitos de calidad y seguridad del Servicio de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA. La industria química ofrece diversidad de productos detergentes, clasificados en álcalis básicos, fosfatos complejos, tensioactivos, agentes quelantes y ácidos.

Los detergentes se formulan para reaccionar con los residuos por medios físicos o químicos. Los detergentes de acción física alteran las propiedades del residuo alimenticio (su solubilidad o la estabilidad coloidal). Los tensioactivos son ejemplos de agentes que funcionan por medio de un mecanismo físico, al promover la dispersión física, la emulsificación, la penetración, la formación de espuma o la humectación del residuo.

Los compuestos que reaccionan químicamente con los residuos incluyen tipos de detergentes ácidos y alcalinos. Los ácidos son compuestos formulados con ácidos orgánicos (ácido acético, butírico, cítrico y láctico) o inorgánicos (ácidos minerales o fuertes, incluyen los ácidos clorhídrico, sulfúrico, nítrico y fosfórico). Los limpiadores alcalinos son del tipo fuerte o suave. El hidróxido de sodio (NaOH), también llamado lejía y sosa cáustica, es de los limpiadores alcalinos más fuertes y tiene excelente detergencia, aunque características de enjuague y humectación deficientes en ausencia de aditivos funcionales. Éste, al igual que otros limpiadores fuertes, hace que se formen precipitados en agua dura. Los álcalis suaves, como el carbonato de sodio, tienen mayor poder de disolución y son mucho menos corrosivos con respecto a los primeros.

### La desinfección

En relación con la desinfección por medios físicos, la efectividad de la aplicación térmica está sujeta a los parámetros de temperatura y tiempo requeridos para remover los componentes de suciedad. La desinfección térmica mata las bacterias, pero no las elimina del sistema físico. Los métodos incluyen agua caliente (preferiblemente con flujo directo a través de equipos y tuberías), vapor a una temperatura entre 70°C y 80°C, mantenida durante 15 minutos (para plantas de producción con un gran volumen, por ejemplo, tanques) y agua caliente a presión. Algunas esporas bacterianas, así como algunos bacteriófagos y algunos hongos se inactivan sólo si se mantienen a temperaturas de 130 ± 140°C durante al menos 20 minutos.

La desinfección química incluye diversidad de productos con principios activos diferentes, que pueden necesitar enjuague o no dependiendo de su naturaleza y concentración. En la Tabla 1 se comparan los más utilizados con respecto a su acción y limitación.

En la industria alimentaria, como hemos descrito, se utilizan habitualmente productos químicos para desinfectar o sanitizar las superficies de contacto con el alimento. Esos productos químicos implican un paso necesario para asegurar que los alimentos consumidos estén libres de microorganismos alteradores y especialmente de aquellos que puedan causar enfermedades de transmisión alimentaria, ETA. Cada vez que se usa un químico para inactivar o matar a los microorganismos, existe la posibilidad de promover la resistencia, atento que no todos los microorganismos presentes llegan a ser inactivados. Esa subpoblación con el tiempo puede llegar a hacerse resistente a algunos de los agentes sanitizantes

**TABLA 1** - Principios activos de sanitizantes utilizados en la industria

Acción/limitación	Base clorada	Iodados	Base de amonio cuaternario	Ácidos-aniónicos	De ácidos grasos	Peróxidos
Acción sobre esporas	Sí	Baja	Baja	Baja	No	Sí
Acción sobre bacterias Gram +	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Acción sobre bacterias Gram -	Sí	Sí	Baja	Baja	Sí	Sí
Acción fungicida	Sí	Sí	Sí	Baja	Muy baja	Sí
Efectividad a pH neutro	Sí	-	Sí	No	No	Sí
Efectividad a pH ácido	Sí	Sí	-	Sí (<3.5)	Sí (<4.0)	Sí
Efectividad a pH alcalino	Sí	No	Sí	No	No	Baja
Estabilidad (65 °C)	No	No	Sí	Sí	Sí	No
Formación de espuma	No	Baja	Sí	Sí	Baja	No
Acción en aguas duras	No	Baja	Sí	Baja	Baja	Baja
Acción corrosiva	Sí	Baja	No	Baja	Baja	Baja

empleados. Del mismo modo, aquellos organismos (especialmente bacterias) que formen biofilm también podrán estar protegidos en esa matriz y eventualmente, como se ha demostrado en condiciones experimentales, adquirir resistencia a ciertos sanitizantes.

No es el objetivo de este artículo profundizar en esta temática, pero sí definir y caracterizar un biofilm microbiano. Un biofilm es un conjunto de microorganismos asociados (adheridos) a una superficie, en donde las células están encerradas en una matriz de sustancia polimérica extracelular, denominada EPS. Hay tres factores principales y necesarios para el desarrollo de ese biofilm: superficie, humedad y nutrientes. El biofilm proporciona protección contra “los depredadores” (agentes que afectan a los microorganismos tales como los sanitizantes), mejora (asegura) la supervivencia y optimiza la reproducción. Es verdaderamente un factor microbiano de resiliencia. Hay varios organismos patógenos (tales como *Campylobacter*, *Salmonella*, *Listeria* y *Pseudomonas*, entre los alteradores, por citar algunos) que forman biofilm y son relevantes en la industria alimentaria. Precisamente se ha demostrado que *Listeria* puede hacerse resistente a ciertos sanitizantes. Deben por lo tanto implementarse procedimientos de evaluación de los sistemas y procesos de limpieza y sanitización para ase-

gurar la eliminación de estos organismos y sus biofilms en las superficies de interés.

### SARS-COV-2, COVID-19 Y SUS REPERCUSIONES EN EL SANEAMIENTO Y LA INOCUIDAD EN LA CADENA AGROALIMENTARIA

La aparición inevitable e impredecible de nuevos agentes infecciosos causantes de enfermedades y pandemias ha sido reconocido por milenios, en realidad mucho antes del descubrimiento de los agentes infecciosos. Con el advenimiento de la globalización, a pesar del extraordinario avances en el desarrollo de medidas de prevención y control de los agentes infecciosos (diagnósticos, terapéuticos, vacunas, por citar algunas), la facilidad de viajar por el mundo y el aumento de la interdependencia global han agregado capas de complejidad para poder contener estas enfermedades infecciosas. Enfermedades que afectan e impactan no sólo la salud pública sino también la estabilidad económica de las sociedades.

Por otro lado, aspectos tales como la creciente globalización del comercio de alimentos, el cambio climático, las migraciones, la degradación ambiental, la deforestación, la urbanización ligada a la invasión en los hábitats de la vida silvestre, las modificaciones y la cultura en los hábitos alimentarios también han sido señalados



como factores que influyen en los cambios y transformaciones que contribuyen a esas emergencias nacionales, regionales y globales.

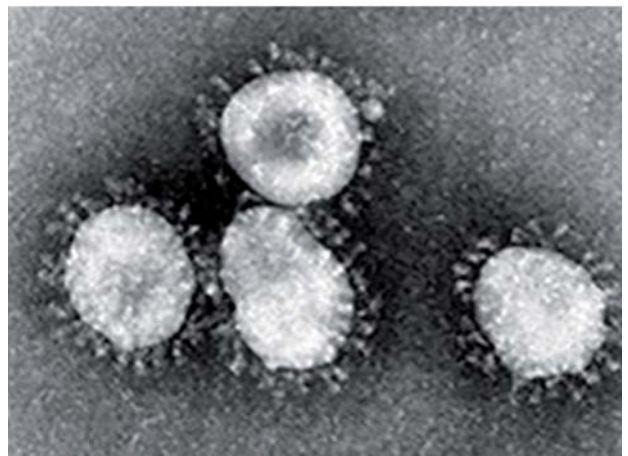
No se sabe con total certeza el origen y transmisión inicial de este nuevo coronavirus, SARS-CoV-2, pero como otros agentes infecciosos emergentes en las últimas décadas saltó la barrera de especie (animal-humano, zoonótico). Pareciera que a la luz del desenvolvimiento que la pandemia SARS-CoV-2, COVID-19 está mostrando, que ha logrado conjugar algunos de los factores mencionados para dar lugar a una verdadera “tormenta perfecta” de dimensión y escala inédita en el último siglo.

Veamos algunos conceptos e ideas fuerza que analizan y describen, hasta donde se conoce, este nuevo virus y a esta nueva pandemia. De acuerdo con el Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades, el 31 de diciembre de 2019 la Comisión Municipal de Salud de la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China, informó un grupo de 27 casos de neumonía de etiología desconocida, con un enlace común al mercado Huanan de Wuhan, un comercio mayorista de pescado, mariscos y animales vivos. El mercado se cerró el 1 de enero de 2020. Según la citada Comisión de Salud Municipal, las muestras tomadas en ese momento dieron más tarde positivas para el nuevo coronavirus. El 9 de enero de 2020, los Centros de Control de Enfermedades de China informaron que se había detectado un nuevo coronavirus (CoV), más tarde llamado SARS-CoV-2, el virus que causaba COVID-19, como el agente causante de 15 de 59 casos de neumonía. El 10 de enero de 2020, la primera secuencia del genoma del coronavirus se hizo pública. Un análisis preliminar mostró que el nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) se agrupa con el CoV relacionado con el SARS y difiere del genoma central de CoV de murciélagos conocidos.

Para el 20 de enero de 2020 hubo informes de casos confirmados en tres países fuera de China: Tailandia, Japón y Corea del Sur. Todos exportados desde China. El primer caso europeo se informó desde

Francia el 24 de enero de 2020 y tenía un historial de viajes a China. En Alemania, se informaron casos el 28 de enero, relacionados con una persona que visitaba desde China. El 30 de enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud, OMS, declaró este primer brote causado por el nuevo coronavirus como una “emergencia de salud pública de interés internacional”. El 22 de febrero, las autoridades italianas informaron grupos de casos en Lombardía y casos adicionales en otras dos regiones, Piamonte y Véneto. Durante los días siguientes, se informaron casos en varias otras regiones. La transmisión parece haber ocurrido localmente, en contraste con la transmisión de primera generación de personas que regresaban desde las áreas afectadas. También se informaron eventos de transmisión desde hospitales, con casos de COVID-19 identificados entre trabajadores de la salud y pacientes. Durante la semana siguiente, varios países europeos informaron casos de COVID-19 en viajeros de las áreas afectadas en Italia, así como casos sin vínculos epidemiológicos con Italia, China u otros países con transmisión continua. El 11 de marzo de 2020, el Director General de la Organización Mundial de la Salud declaró a COVID-19 como una pandemia mundial.

Es conveniente señalar que un virus (del latín virus y este del griego «toxina» o «veneno») es un agente infeccioso microscópico acelular que sólo puede multiplicarse dentro de las células de organismos vivos (es un parásito obligatorio). Los coronavirus son virus ARN de interés en sanidad animal y salud humana. Los coronavirus humanos son una extensa familia de virus respiratorios que provocan diversas afecciones y enfermedades en las personas, como el resfrío común. Pero, también han causado el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV, 2002, China) y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV, 2012, Arabia Saudita). El SARS-COV-2 es un virus nuevo (Figura 3),



**FIGURA 3** - Microfotografía electrónica de SARs-COV-2. (The Ohio State University)



por lo tanto hay muchos aspectos que todavía no son conocidos y en consecuencia hay numerosas investigaciones en curso para identificar sus características, comportamiento, estabilidad y propagación.

Hasta la fecha, por otro lado, no hay evidencia de que los animales puedan transmitir el virus a los humanos. Los especialistas recomiendan las mejores prácticas higiénicas al interactuar con los animales. Es importante que el bienestar de los animales no se vea comprometido como resultado de la desinformación, ya que esto también podría tener consecuencias no deseadas en la producción y en la salud humana. Se está investigando intensamente sobre la epidemiología del SARS-CoV-2, la fuente original del brote y la participación de los animales como reservorios de la infección u hospedadores intermedios en este agente infeccioso emergente. Este virus se propaga y trasmite entre las personas, especialmente a través de las microgotitas que expulsa una persona infectada cuando tose, estornuda, exhala o habla. El órgano blanco del agente es el aparato respiratorio y los especialistas indican también la ruta fecal-oral como vía eventual de transmisión del virus.

Atento a todo lo descripto, se deben minimizar las posibilidades de contagio con el SARS-CoV-2, por lo cual es imprescindible trabajar bajo buenas prácticas de higiene y saneamiento a fin de asegurar la inocuidad de los alimentos. En este contexto los organismos regulatorios y de salud recomiendan acciones preventivas cotidianas para todos, incluidos los trabajadores y clientes de la industria y servicios. La recomendación más importante es practicar el distanciamiento social y el lavado cuidadoso y frecuente de manos. Además, evitar tocarse los ojos, la boca y la nariz, la eliminación sanitaria de descargas orales y nasales, así como evitar totalmente el contacto con personas enfermas.

La estabilidad de los coronavirus en el medio ambiente depende de varios factores ecológicos y medioambientales, tales como temperatura, humedad del ambiente, las condiciones de las superficies en cuestión, así como la cepa específica (genoma) del virus y la cantidad (carga viral) presente del mismo. En general los coronavirus humanos no son particularmente estables en superficies secas. La inactivación en superficies secas ocurre entre un par de horas y un par de días. Sin embargo, estudios experimentales indican que SARS-CoV-2, puede ser estable en un amplio rango de pH (medida de la acidez de un medio o sustrato) y puede ser muy estable en condiciones ambientales favorables (bajas temperaturas y alta humedad). La estabilidad refiere a la supervivencia y capacidad de infectar (enfermar).



El virus se inactiva en temperaturas de cocción (más de 60°C). Por su composición externa (capa bilipídica) es fácilmente inactivado por los detergentes, el jabón y el alcohol 70%. Un trabajo experimental de laboratorio muy reciente sobre el SARS-CoV-2 demostró que puede permanecer infeccioso hasta tres horas en aerosoles, hasta cuatro horas en superficies de cobre, hasta 24 horas en cartón y hasta dos o tres días en superficies de acero inoxidable altamente contaminadas (alta carga). En otro de los muy escasos y recientes trabajos publicados sobre la estabilidad de SARS-CoV-2 en superficies inanimadas, se indica que no se detecta después de tres en papel y papel tissue y después de dos días en madera y tela. Este nuevo virus sería más estable en superficies lisas, no pudieron recuperarlo después de cuatro días en vidrio y siete días en acero inoxidable o plástico, en las condiciones experimentales ensayadas.

Si bien no hay evidencia de transmisión por alimentos, tal como ocurre con otros virus que sí se pueden transmitir por esta vía (por ejemplo, Norovirus, Virus de Hepatitis E y A) es posible que el SARS-CoV-2 pueda persistir en superficies o en objetos utilizados por personas infectadas que manipulan los alimentos. Por dicho motivo, es fundamental utilizar adecuados procedimientos de limpieza y sanitización a nivel de toda la cadena agroalimentaria. Particularmente a nivel de su último eslabón -los consumidores- se deben llevar adelante las indicaciones de manipulación segura de los alimentos bajo los cinco principios de la seguridad alimentaria: utilizar agua y materia primas seguras, mantener la limpieza, separar alimentos crudos de cocidos, cocinar completamente y conservar a temperaturas seguras.

El consumidor debe conocer, por otra parte, que los organismos regulatorios de control de alimentos requieren que todos los establecimientos regulados

tengan procedimientos operativos estándar de saneamiento -POES de saneamiento- que son procedimientos escritos que una planta de alimentos desarrolla e implementa para evitar la contaminación directa o la adulteración del producto. Es responsabilidad de la empresa implementar los procedimientos tal como están escritos en los POES de saneamiento. Es importante destacar también que los productos de limpieza y sanitización que se utilizan en el sector agroalimentario son aprobados por las autoridades respectivas de salud, agricultura y ambiente.

Es relevante destacar, por otro lado, que las prácticas de higiene y correcto saneamiento en la producción, procesamiento, comercio y manipulación de los alimentos son las que los especialistas en inocuidad alimentaria han seguido y promovido desde antes de la aparición del SARS-CoV-2, ya que estas prácticas también reducen los riesgos de aparición de otras enfermedades de transmisión alimentaria. Siempre, y más aún en estas circunstancias, es muy importante seguir estas buenas prácticas de higiene y saneamiento.

Finalmente, es necesario recordar que es relevante operar bajo los conceptos de "calidad integral de los alimentos" y "Una Sola Salud" y adherir a sus principios. Hoy más que nunca, conocimiento es prevención para gestionar el riesgo del SARS-CoV-2 y minimizar su impacto. El concepto de "calidad integral de alimentos" engloba aquellas acciones destinadas a la preservación y/o mejora de los aspectos relacionados con la inocuidad, la nutrición, las características sensoriales y físico-químicas, la estabilidad, los procesos de preservación y de gestión de la calidad, incluyendo la trazabilidad, el cuidado del medio ambiente y la dimensión simbólica asociada a los alimentos con identidad territorial, necesarios para la innovación de productos, procesos y/o servicios agroalimentarios en un marco de equidad. "Una Sola Salud" refiere a la salud humana y la sanidad animal como entidades interdependientes y que están vinculadas a los ecosistemas en los cuales coexisten. Por consiguiente, la protección de la salud pública debe inscribirse en la elaboración de estrategias globales de prevención y control de agentes patógenos infecciosos, coordinadas en la interfaz animal-hombre-ecosistemas (animal, humano y ambiente).

Hay numerosas iniciativas en el sector agroalimentario y en las empresas respectivas, en donde se han protocolizado todas las acciones de prevención de COVID-19 con procedimientos y herramientas que identifican especialmente y resaltan la estricta adherencia y aplicación de los sistemas de gestión de la inocuidad y el saneamiento en esos ámbitos. Seguramente, el mundo

post pandemia SARS-CoV2 será muy diferente, dado que habrá numerosos sectores, organizaciones y consumidores sensibilizados acerca de la importancia de los sistemas de saneamiento, los sistemas de gestión de la inocuidad y por mayores exigencias en seguridad y calidad de los alimentos. En esa línea, las percepciones de los consumidores seguramente se modificarán y podrá ser en consecuencia una oportunidad única para reforzar la cultura de la inocuidad en las organizaciones, empresas, consumidores y el interés por la inocuidad y la seguridad de los alimentos en toda la sociedad.

La provisión de alimentos constituye una cadena de valor esencial y crítica en el contexto de la pandemia COVID-19, por lo cual es imperativo mantenerla respetando los más estrictos estándares de calidad e inocuidad. Se debe reforzar al personal responsable en los principios de higiene, los métodos de saneamiento con alcance a todas las superficies de contacto directo e indirecto y los sistemas de gestión de la inocuidad, para minimizar el riesgo de transmisión del SARS-CoV-2, con la premisa de adhesión estricta a las recomendaciones de las autoridades competentes de salud para todos los involucrados en dichas operaciones.

## REFERENCIAS

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, ANMAT. (2019). Código Alimentario Argentino, CAA. Capítulo II.

Chin, AEH, et al. (2020). Stability of SARS-CoV2 in different environmental conditions. *Lancet Microbe*, April 2, 2020.

Coronavirus Resource Center. Johns Hopkins. (2020). <https://coronavirus.jhu.edu/>

<https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>

European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC. (2020). Factsheet for health professionals on Coronaviruses. <https://www.ecdc.europa.eu/en/factsheet-health-professionals-coronaviruses>

Food and Drug Administration, FDA. (2020). Food Safety and the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Disponible en: <https://www.fda.gov/food/food-safety-during-emergencies/food-safety-and-coronavirus-disease-2019-covid-19>

German Federal Institute for Risk Assessment, BfR. (2020). ¿Can the new type of coronavirus be transmitted via food and objects? Updated FAQ, 17 March 2020. [www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)

Graham, D.J. (2005). Improving building design. In, Lelieveld, HLM, et al (Eds), Handbook of hygiene control in the food industry, Woodhead Publishing Lim. Chap. 7.

Keener, L. (2005). Improving cleaning-out-of-place (CoP). In, Lelieveld, HLM, et al (Eds), Handbook of hygiene control in the food industry, Woodhead Publishing Lim. Chap.28.

Lorenzen, K. (2005). Improving cleaning-in-place (CIP). In, Lelieveld, HLM, et al (Eds), Handbook of hygiene control in the food industry, Woodhead Publishing Lim. Chap.27.

Marriott, N.G. et al. (2018). Principles of Food Sanitation. Sixth Ed. Springer, Pub.

Ministerio de Agricultura de la Nación. (2016). Guía para la implementación de sistemas de gestión de la calidad en el sector agroalimentario. Argentina.

Ministerio de Salud de la Nación Argentina. (2020). <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19>

Organización Mundial de Salud, OMS. (2020). <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>

Noterman, S. et al. (2005). Introduction. In, Lelieveld, HLM, et al (Eds), Handbook of hygiene control in the food industry, Woodhead Publishing Lim. Chap. 1.

van Doremalen, N. et al. (2020). Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine*. March 17, 2020.