



FREDY SALAZAR
FREDY.SALAZAR@MAYOR.CL



SARA GARCÍA
SARGARCIA@UCDAVIS.EDU



GRACIELA ECHEVERRÍA
GRECHEVE@GMAIL.COM



ALEXANDER HILGARTH
ALEXANDER.HILGARTH@UNI-WUERZBURG.DE



EL CAMINO DE CONFIANZA

UNA MIRADA A LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD Y SEGURIDAD DE FRUTAS Y ALIMENTOS. LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA UN MEJOR CONTROL.

CONSIDERANDO SOLO los brotes de enfermedades de alimentos, durante el período 2005-2010 se registraron 3.066 brotes en la Región Metropolitana mientras que en la Región de Valparaíso hubo 1.220 brotes, lo que representa alrededor del 54% y 21%, respectivamente, de todos los brotes chilenos dentro de

este período. Enfermedades como *Salmonella* spp y *Shigella* spp. representaron el 11% cada uno del total de estos brotes.

Hoy en día, los productores, elaboradores y manipuladores de alimentos se ven enfrentados a ciertos requerimientos de calidad y seguridad alimentaria por parte de gobiernos y consumidores

a nivel local y mundial, lo que ayuda a disminuir los riesgos que pueden ser de tipo microbiológico, físico o químico. Entre los principales problemas se encuentran sacar el producto del mercado por contaminación, contaminación cruzada, fraude de alimentos y otros.

REQUERIMIENTOS INTERNACIONALES

A continuación, se muestran

los principales requerimientos para los alimentos. En Europa, el reglamento de la UE 178/2002 entró en vigencia el 1 de enero de 2005 y requiere que la trazabilidad sea obligatoria para todos los alimentos vendidos en los países de la Unión Europea. Este reglamento es estricto en relación a los sistemas de etiquetado para productos alimenticios.

En los Estados Unidos, actualmente, tenemos la Ley de Modernización de Seguridad Alimentaria (FSMA) de la FDA, que se convirtió en ley el 4 de enero de 2011. Esta requiere que las instalaciones de alimentos registradas evalúen los peligros y puedan implementar controles preventivos. La FSMA se focaliza en acciones preventivas en lugar de reactivas. Previamente a esta ley, en 1993



EE.UU. recomendó el uso de HACCP (Hazard analysis critical control points) como el mejor sistema para mantener la seguridad. En este sistema, las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se aceptan como pre-requisitos.

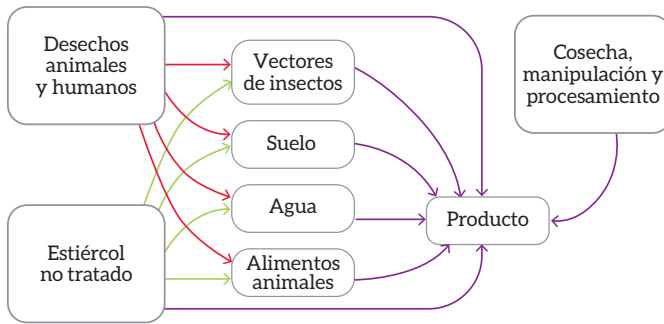
Considerando las normas ISO, la ISO 9000 es la más usada para Sistemas de gestión de calidad. La versión 2000 de la ISO 9001 abordó un modelo estándar para la gestión y aseguramiento de la calidad, pero no abordó la seguridad alimentaria. Esto fue mejorado con la ISO 22000 (2005) que especificó los requisitos para un sistema de gestión de la inocui-

dad de los alimentos. En esta norma, se establece que una organización o empresa debe controlar los peligros de la inocuidad de alimentos para garantizar seguridad en el consumo. La norma incluye el análisis de los métodos de HACCP y el enfoque del sistema de gestión de ISO 9001 (FMRIC, 2008). Además, la norma ISO 22005 (2007) definió los principios y objetivos de la trazabilidad y los requisitos básicos para la implementación.

Otros estándares de carácter voluntario, pero adoptadas por varias cadenas de supermercados son las Eurep-GAP, el Estándar internacional para la auditoría de proveedores de

FIGURA 1

Fuente de contaminación de frutas y producto fresco (modified from Brandl, 2006).



alimentos (IFS), el British Retail Consortium (BRC), Safe Quality Food (SQF), ChileGap, Global-GAP, etc.

ESTADO ACTUAL DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Salmonella spp, *Echerichia Coli*, *Listeria* y *Campylobacter* son microorganismos que contribuyen a la mayoría de las enfermedades transmitidas por los alimentos. Estos microorganismos pueden ingresar a la cadena alimentaria a través de la contaminación fecal del agua, alimentos, equipos u otro. Por otro lado, hoy en día de todas las causas que

provocan enfermedades transmitidas por alimentos, el Norovirus es el principal responsable, y representa casi la mitad de todos los casos.

- Contaminación de los alimentos en el huerto

Los peligros potenciales existen cuando los patógenos y otros contaminantes pueden introducirse o transferirse a un producto alimenticio indirectamente a través del agua contaminada, contaminación cruzada directa, y/o por proximidad a la producción con el manejo de animales. La figura 1 muestra fuentes potenciales de con-

FIGURA 2

Los prerequisites y sistemas de seguridad alimentaria dependen de la complejidad del producto a elaborar. Tomate fresco requiere BPA, mientras que salsa de tomate requiere BPA, BPM y HACCP. Todos los productos a ser exportados a los EE.UU. requieren FSMA.



FSMA

taminación de patógenos humanos (riesgos biológicos).

- HACCP, GMP, GAP y las garantías de seguridad

Como se ha mencionado, la industria alimentaria ha desarrollado estándares y ha introducido tecnologías para disminuir el riesgo de contaminación. Importante es comprender que en el campo las BPA son fundamentales. Los productos mínimamente procesados o de IV gama, además, deben cumplir con BPM. Adicionalmente, cuando se elabora un producto más procesado, como una salsa de tomates, el producto debe presentar componentes de seguridad del tipo HACCP.

Las BPA reducen el riesgo microbiano en cultivo, cosecha, clasificación, embalaje y operaciones de almacenamiento de frutas y verduras frescas. Para reducir el riesgo se incluyen acciones preventivas para calidad del agua, enmiendas al suelo, control de plagas, refrigeración, almacenamiento, entre otros.

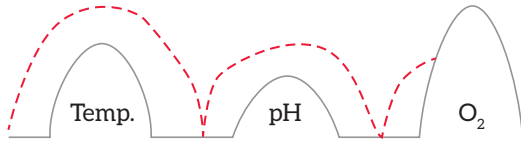
En relación con las buenas prácticas de manufactura (GMP), la separación de un área de fabricación en las instalaciones de procesamiento de alimentos de otra (también llamada compartimentación) debe realizarse para minimizar la contaminación cruzada. Además, a modo de ejemplo, el concepto de Área de Control de *Salmonella* Primaria (PSCA) debe aplicarse en la industria alimentaria.

El HACCP consiste en siete principios básicos: 1) realizar un análisis de peligros, 2) determinar puntos de control críticos (PCC), 3) establecer límites críticos, 4) implementar un sistema para monitorear el control del PCC, 5) acciones correctivas a tomar cuando un PCC no está bajo control, 6) verificación de procedimientos y 7) mantener documentación y registros adecuados.

Este sistema destaca la prevención en lugar de la reacción. Para la

FIGURA 3

El concepto de barreras tecnológicas las bacterias (rojo) no pueden pasar un determinado parámetro de barrera. Los parámetros o procesos pueden ser secuenciales o simultáneos.



mayoría de la industria de frutas y verduras frescas, un HACCP completo no es obligatorio, pero algún proceso de punto de control crítico que logre la reducción de microorganismos ha sido obligatorio para algunas especies como las almendras en Estados Unidos.

- HACCP y FSMA

La base para FSMA y HACCP

es desarrollar controles preventivos basados en la medición del riesgo. En estos sistemas, se debe desarrollar e implementar un plan escrito para el control preventivo y el retiro de productos en caso de brotes de enfermedades. En países como EE.UU., HACCP es un requisito obligado para sistemas alimentarios como carne, aves, productos del mar y jugos.

Estas normas establecen los requisitos para el análisis de peligros, controles preventivos, monitoreo de acciones correctivas y correcciones, verificación, programa de la cadena de suministro, plan de retiro y registros asociados. La FSMA se centra en los con-

troles preventivos, donde se fomenta la limpieza con mayor frecuencia de los equipos en contacto con los alimentos y se destaca la educación y la capacitación de los empleados.

HACCP se enfoca principalmente en el procesamiento de alimentos mientras que FSMA se focaliza más en los aspectos de control que incluyen controles preventivos de alérgenos, prevención de sabotaje, control de proveedores, mientras se mantiene la importancia del control de procesos. FSMA se enfoca en identificar los peligros que luego son mitigados por los controles preventivos.

El control del proceso en

FIGURA 4

Ejemplo de “gráfico de control” usado en sistemas de seguridad alimentaria.

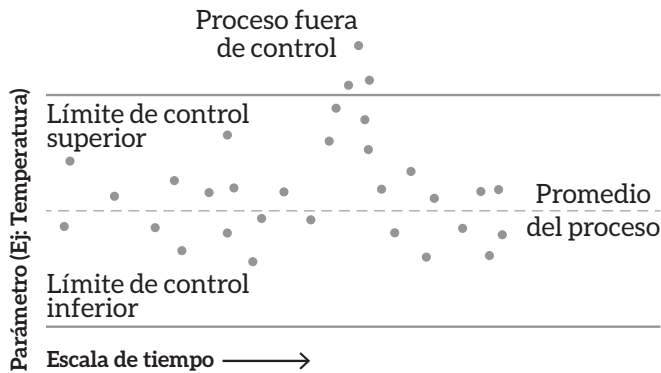
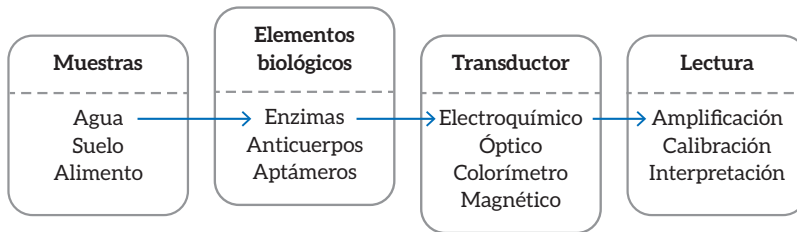


FIGURA 5

Esquema de componentes de un sistema de monitoreo con biosensor.



FSMA es similar al punto de control crítico HACCP que ayuda a eliminar a los patógenos. Ejemplos de estos controles son el calor, la acidificación, la irradiación y la refrigeración de alimentos. El proceso debe tener un valor máximo y mínimo para controlar el parámetro biológico, químico o físico.

SISTEMAS DE TRAZABILIDAD

La trazabilidad es una herramienta que ayuda a la ley a satisfacer los requisitos de calidad y seguridad de los consumidores y los gobiernos. Además, considerando la globalización, ayuda a detectar y reducir el fraude alimentario. La trazabilidad es una responsabilidad compartida entre gobiernos, la industria y los consumidores.

En publicaciones académicas se define la trazabilidad como la información necesaria para describir el historial de producción de un alimento y cualquier operación unitaria de transformación del alimento que puede experimentar desde el productor hasta el consumidor.

Los sistemas se caracterizan por el manejo de la información “hacia atrás” y “hacia adelante”, es decir de donde viene el producto y hacia donde va.

TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

-Tecnología de barreras

La combinación de factores de desinfección para la conservación de los alimentos ha sido reconocida como una herramienta valiosa para garantizar la inocuidad de los alimentos. El concepto de tecnologías de barreras

(hurdle technology) se define como la combinación de factores como la temperatura, la actividad del agua, el pH, el potencial redox y los conservantes que influyen en la estabilidad microbiana de los alimentos.

Por ejemplo, un producto que pasa a través de un proceso de alta temperatura para el secado, luego se almacena a bajo pH y finalmente se empaqueta con bajo nivel de oxígeno, habría experimentado tres obstáculos combinados que inhiben las bacterias o riesgos microbiológicos.

- Estadística de control de procesos

La estadística del control de procesos se usa para actuar sobre un proceso fuera de control y para monitorear la repetitividad del proceso. Una de las herramientas más usadas en los procesos de control es el “grafico de control”, que representa los límites en los cuales se debe medir un parámetro determinado, como la temperatura para eliminar ciertos patógenos en los procesos de puntos críticos de control. Una variación en el proceso podría indicar un problema.

En estos gráficos, las desviaciones estándar de los datos son calculados y dos líneas adicionales se añaden al gráfico. Estas líneas se posicionan a ± 3 desviaciones estándar lejos del promedio y se llaman los límites de control superior e inferior.

- Tecnología de monitoreo bio-electrónica

Las prácticas convencionales para detectar agentes patógenos son el uso de medios de cultivos, ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). El test de ELISA es más rápido, pero su especificidad es inferior. En la técnica del PCR el material genético es extraído por lisis celular y este material es amplificado para luego ser identificado por electroforesis-gel.

Estos métodos son de labora-

torio y pueden tomar desde horas a varios días. Para tener datos más rápidos se usan sistemas de biosensores con técnicas de microfluidos.

Un biosensor contiene dos elementos distintivos conocido como el elemento biológico de reconocimiento y el elemento transductor. El elemento de reconocimiento puede ser anticuerpo, enzimas, células microbianas. Mientras que el elemento transductor puede ser un amperímetro, sistema acústico, óptico, mecánico y electroquímico. Estos elementos deben estar conectados a un sistema de adquisición de datos y a un sistema de procesamiento que entregará un resultado que debe ser interpretado.

- Sistemas electrónicos para trazabilidad

El componente principal de los sistemas de trazabilidad pueden ser códigos alfanuméricos, códigos de barras y tecnología RFID. Los códigos alfanuméricos son secuencias de números y letras que están en las etiquetas de los alimentos. Al no ser un sistema automático, puede haber problemas asociados y requieren de tiempo y recursos humanos para su implementación.



El sistema de código de barras tiene una línea de lectura que cada vez que el producto se cambia de lugar debe ser encontrado. El sistema de identificación por radio frecuencia RFID usa microchips “Wireless” que no necesitan posiciones de ajuste con el lector. El sistema RFID es la herramienta más avanzada para la trazabilidad. Hoy en día se utiliza un lector electrónico que transporta los datos y suministra al chip RFID la energía necesaria por acoplamiento electromagnético entre antena y etiqueta. Las primeras etiquetas RFID pasivas sólo podían almacenar 12 bits, mientras que hoy son unos pocos kilobytes. El costo de los RFID puede ir entre los 0,5-15 US\$, depende de la memoria y la estructura. Una limitación es que los RFID

pasivos no se pueden pegar a las superficies metálicas porque se desintoniza la frecuencia de la antena y las mediciones no son fiables. A futuro los costos de RFID seguirán disminuyendo.

CONCLUSIONES

La calidad y seguridad alimentaria puede ser vista como el proceso del “campo a la mesa” necesario para cumplir con los requerimientos de consumidores y organismos gubernamentales. Aunque los sistemas iniciales de HACCP y FSMA tienen varios puntos en común es importante separar los requerimientos y entenderlos por separado. Los usos de las tecnologías descritas contribuyen a las empresas a mantener y cumplir los altos estándares internacionales de seguridad alimentaria.