

Editores

FÉLIX GIOVANI RAMOS GUERRERO
JUAN CARLOS RAMOS GORBEÑA
MARCIAL IBO SILVA JAIMES
BENEDICTA CARMEN LÓPEZ FLORES



MEMORIAS

I SIMPOSIO ONLINE DE INOCUIDAD ALIMENTARIA



LIMA, PERÚ
OCTUBRE, 2020

Editores

FÉLIX GIOVANI RAMOS GUERRERO
JUAN CARLOS RAMOS GORBEÑA
MARCIAL IBO SILVA JAIMES
BENEDICTA CARMEN LÓPEZ FLORES

MEMORIAS

I SIMPOSIO ONLINE DE INOCUIDAD ALIMENTARIA



03, 10 y 17 de octubre de 2020

Lima, Perú

Memorias del I Simposio Online de Inocuidad Alimentaria (SOIA)
03, 10 y 17 de octubre de 2020
Lima, Perú

© Editores: Félix Giovani Ramos Guerrero; Juan Carlos Ramos Gorbeña; Marcial Ibo Silva Jaimes; Benedicta Carmen López Flores.

© Diseño de cubierta y contracubierta: Félix Giovani Ramos Guerrero; Juan Carlos Ramos Gorbeña.

Fuente de fotografías de cubierta y contracubierta: Canva.

Primera edición digital, febrero 2021

Número de depósito legal digital: 2021-02375

ISBN digital: 978-612-48162-1-5

Libro electrónico disponible en: <http://www.urp.edu.pe/s/?q=37608>

© Instituto de Control y Certificación de la Calidad e Inocuidad Alimentaria – Universidad Ricardo Palma.

Av. Benavides 5440, Urb. Las Gardenias - Surco. Código Postal 15039. Lima, Perú.

Teléfono: (511) 708-0000

E-mail: icccia.urp@urp.edu.pe

Declaración de responsabilidad: Lo declarado en los resúmenes de las conferencias magistrales del I SOIA son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no necesariamente representan el pensamiento o posición del Instituto de Control y Certificación de la Calidad e Inocuidad Alimentaria – Universidad Ricardo Palma.

ISBN: 978-612-48162-1-5





PREFACIO

I SIMPOSIO
O N L I N E 
DE INOCUIDAD
ALIMENTARIA 
I SOIA 2020
OCTUBRE 03,10 y 17 Lima - Perú

La pandemia del Covid-19 nos ha hecho repensar en la forma como vivimos y el cómo debemos de adaptarnos adecuadamente ante las nuevas circunstancias. Las nuevas exigencias para evitar contagiarse con esta enfermedad han permitido que las condiciones higiénico-sanitarias mejoren, tanto en los hogares, como en los establecimientos en donde se elaboran alimentos y bebidas. Condiciones básicas como el lavarse adecuadamente las manos, el lavar y desinfectar los alimentos (cuando sea posible), la limpieza y desinfección de las instalaciones o los hogares, el proteger y conservar los alimentos, y por supuesto el evitar la contaminación cruzada, al día de hoy se han reforzado.

Debido al contexto en que vivimos, al distanciamiento social establecido por el gobierno peruano con el fin de minimizar los contagios a nivel nacional, y con el fin de seguir brindando información actualizada sobre la inocuidad alimentaria, un tema de relevancia sobretodo en este tiempo, es que el Instituto de Control y Certificación de la Calidad e Inocuidad Alimentaria de la Universidad Ricardo Palma (ICCCIA-URP) decidió realizar el I Simposio Online de Inocuidad Alimentaria (**I SOIA 2020**).

Este evento, aprobado por la Universidad Ricardo Palma mediante Acuerdo de Consejo Universitario N° 0822-2020-virtual, fue llevado a cabo de forma online (a través de la plataforma digital Even3) y fue brindado al público de forma gratuita. El evento fue realizado en 3 días, dentro del cual se tocaron 3 capítulos: microbiología de alimentos en el contexto industrial; gestión, cultura y herramientas para mejorar la inocuidad de los alimentos; y tópicos selectos.



El I SOIA contó con la participación de renombrados profesionales e investigadores nacionales y de países hermanos como Argentina, Brasil, Colombia, Estados Unidos, México y Uruguay, lo que permitió una serie de revisiones y actualizaciones en temas relacionados a la microbiología de alimentos y sus avances, productos lácteos, chocolates, sistemas de gestión, diseño sanitario para fábricas procesadoras, herramientas de gestión como la microbiología predictiva, entre otros temas de relevancia para la inocuidad de los alimentos.

No cabe duda que la capacitación mejora la forma en cómo podemos hacer las cosas, por ello y a pesar de la pandemia del Covid-19 que aún vivimos, como institución nos toca seguir adelante, organizando eventos que fomenten el conocimiento y desarrollo de las personas.

El presente documento recopila los resúmenes de las ponencias llevadas a cabo dentro del I SOIA 2020.

Esperamos que los asistentes hayan disfrutado del evento, que fue organizado con todo cariño por los miembros de la comisión organizadora del ICCCIA-URP.

Atentamente

La comisión organizadora



COMITÉ ORGANIZADOR

DIRECCIÓN EJECUTIVA

Dr. Tomás Agurto Sáenz
**Director del Instituto de Control y Certificación de la Calidad e Inocuidad
Alimentaria – Universidad Ricardo Palma
(ICCCIA-URP)**

Mg. Juan Carlos Ramos Gorbeña
Secretario General

Q.F. Félix Giovanni Ramos Guerrero
Secretario de Organización

Blga. Mariela Vines Carrillo
Comisión de Relaciones Públicas y Difusión

COMISIÓN CIENTÍFICA

Q.F. Benedicta Carmen López Flores
Q.F. Félix Giovanni Ramos Guerrero
(Universidad Nacional Mayor de San Marcos - UNMSM, Perú)

Mg. Juan Carlos Ramos Gorbeña
(Universidad Ricardo Palma - URP, Perú)

Dr. Marcial Ibo Silva Jaimes
(Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM, Perú)



ORGANIZADORES



UNIVERSIDAD
RICARDO PALMA



INSTITUTO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD
E INOCUIDAD ALIMENTARIA

ENTIDADES Y EMPRESAS AUSPICIADORAS



Facultad de Ciencias
Biológicas URP



Instituto
Tecnológico
de la Producción

CITEproductivo

Maynas

100% agua ozonizada
Blue Water



CCI CONSULTORES SAC
SU ALIADO EN GESTIÓN



INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA A LA INDUSTRIA



CONTROL SAC
Saneamiento Ambiental



ENVIRONMENT & QUALITY
SOLUTIONS SAC



Centro de Formación en Calidad e Inocuidad



INPROC
INGENIERIA DE PROCESOS



Secretaria de Agricultura e Abastecimento



A Waters Business



CONTENIDO

PREFACIO.....	5
COMITÉ ORGANIZADOR	7
ORGANIZADORES	8
ENTIDADES Y EMPRESAS AUSPICIADORAS	8
CONTENIDO.....	9
PROGRAMA	10
CONFERENCIAS MAGISTRALES	14
Capítulo I “Microbiología de alimentos en el contexto industrial”	15
Una revisión sistemática de la microbiología de alimentos: Avances y perspectivas ..	16
Criterios microbiológicos para alimentos y bebidas de consumo humano	21
Bacterias esporuladas en la industria láctea: Principales efectos en salud y calidad de productos	27
Redes de alertas alimentarias: ¿Qué son y cómo se gestionan?	36
Capítulo II “Gestión, cultura y herramientas para mejorar la inocuidad de alimentos”	39
Prevención del fraude en la industria alimentaria	40
Uma síntese das relações isotópicas para identificar álcoois de diferentes matérias-primas	44
Vida útil de alimentos industrializados y microbiología predictiva: Casos prácticos ..	46
Sistemas implementados para asegurar la inocuidad de productos derivados de peces amazónicos	48
Impacto del contexto Covid-19 en los sistemas de gestión de la industria alimentaria	52
Microbiología del futuro: ¿Estamos preparados?.....	58
Implementación de auditorías remotas en sistemas de inocuidad de alimentos	60
FSSC 22000 para la fabricación de envases en contacto con alimentos	65
Capítulo III “Tópicos selectos”	70
<i>Salmonella</i> spp. en productos de baja humedad: Peligros, retos y oportunidades	71
Diseño sanitario para fábricas procesadoras de bebidas no carbonatadas	78
Novas frutas tropicais – Alimentos do futuro	84
Inocuidade e qualidade do mel obtido de abelhas sem ferrão.....	93



PROGRAMA



CAPÍTULO I: **MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS EN EL CONTEXTO INDUSTRIAL**

Sábado 03 de octubre de 2020		
Tema	Expositor	Organización - País
Una revisión sistemática de la microbiología de alimentos: Avances y prospectivas	Dra. María Luisa Carrillo Inungaray	Universidad Autónoma de San Luis Potosí - México
Criterios microbiológicos para alimentos y bebidas de consumo humano	Dr. Marcial Ibo Silva Jaimes	Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú
La industria del chocolate: Procesamiento y cuidados para mantener su calidad microbiológica*	Blga. Rosario Yilma Erika Melgarejo Yzaguirre	Bombonería Di Perugia S.A.C. - Perú
Bacterias esporuladas en la industria láctea: Principales efectos en salud y calidad de productos	Dra. Laura Celano	Universidad Tecnológica del Uruguay - Uruguay
Redes de alertas alimentarias: ¿Qué son y cómo se gestionan?	Dr. Juan Martín Oteiza	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria (CIATI AC) - Argentina
Controles microbiológicos durante la producción de agua embotellada*	Blgo. Luigi A. Bahamonde Soto	Blue Water S.A.C. - Perú

(*) Al término de esta edición, no estuvieron disponibles los resúmenes de estas conferencias magistrales



CAPÍTULO II:

GESTIÓN, CULTURA Y HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS

Sábado 10 de octubre de 2020

Tema	Expositor	Organización - País
Prevención del fraude en la industria alimentaria	Mg. Iván Jerí San Miguel	CCI Consultores S.A.C. - Perú
Uma síntese das relações isotópicas para identificar álcoois de diferentes matérias-primas	Mg. Susiane Leonardelli	Universidade de Caxias do Sul, Laboratório de Referência Enológica Evanir da Silva (LAREN/SEAPDR) - Brasil
Vida útil de alimentos industrializados y microbiología predictiva: Casos prácticos	Dra. Verônica Ortiz Alvarenga	Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil
Sistemas implementados para asegurar la inocuidad de productos derivados de peces amazónicos	Mg. Margoth del Rocío Orbe Peixoto	CITE Productivo Maynas (Loreto), Instituto Tecnológico de la Producción - Perú
Impacto del contexto Covid-19 en los sistemas de gestión de la industria alimentaria	Mg. Santana Lidia León Alfaro	LAS-ICMSF - Perú
Microbiología del futuro: ¿Estamos preparados?	Dr. Juan Martín Oteiza	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria (CIATI AC) - Argentina
Implementación de auditorías remotas en sistemas de inocuidad de alimentos	MBA. Ennio Emerson Peirano Mejía	ICONTEC - Perú
FSSC 22000 para la fabricación de envases en contacto con alimentos	Blgo. Giulio Roberto Li Padilla	Environment & Quality Solutions S.A.C. - Perú

CAPÍTULO III: TÓPICOS SELECTOS

Sábado 17 de octubre de 2020		
Tema	Expositor	Organización - País
Food Defense/Defensa Alimentaria*	Ing. Rosa Cerna Zeta	Instituto de Control y Certificación de la Calidad e Inocuidad Alimentaria - Perú
<i>Salmonella</i> spp. en productos de baja humedad: Peligros, retos y oportunidades	Dr. Francisco J. Garcés-Vega	Consultor - Colombia
Diseño sanitario para fábricas procesadoras de bebidas no carbonatadas	Dr. Américo Guevara Pérez	Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú
Avances y desafíos para los probióticos*	Dr. Gabriel Vinderola	Universidad Nacional del Litoral - Argentina
Nuevos estándares europeos para el control de contaminantes en productos de agroexportación*	Ing. Marcos Cayotopa Nuñez	CEIMIC PERÚ S.A.C. - Perú
Novas frutas tropicais – Alimentos do futuro	Dra. Patricia Prati	Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo - Brasil
Control de micotoxinas en granos y alimento animal*	Mg. Nancy Zabe Collette	VICAM, A Water's Business - USA
Inocuidade e qualidade do mel obtido de abelhas sem ferrão	Dra. Suelen Ávila	Universidade Federal do Paraná - Brasil

(*) Al término de esta edición, no estuvieron disponibles los resúmenes de estas conferencias magistrales



CONFERENCIAS MAGISTRALES



Capítulo I

“Microbiología de alimentos en el contexto industrial”



Una revisión sistemática de la microbiología de alimentos: Avances y perspectivas

Dra. María Luisa Carrillo Inungaray

Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) – México

E-mail: maluisa@uaslp.mx

No se puede definir con exactitud, la fecha en que comienza la Microbiología de Alimentos a ser reconocida como una disciplina independiente; pero se podría decir que dos son los hechos responsables de esta independencia: los reportes de enfermedades causadas por alimentos, y el incremento del comercio internacional, ya que los alimentos eran producidos en distintos continentes, a veces provenientes de áreas endémicas de enfermedades entéricas, lo que ponía en peligro la salud de la población y además ocasionaba pérdidas económicas.

Como en otras ciencias, en la microbiología de alimentos se ha generado mucho conocimiento, que afortunadamente se publica y podemos tener acceso a él. Al revisar artículos de los últimos cinco años, publicados en *Science Direct*, *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), *Scopus*, *Web of Science* y *Google Académico*, es fácil darse cuenta que hay mucha información sobre microbiología de alimentos.

En esta revisión se presentarán, sólo algunos de los avances más recientes en las áreas de análisis, control microbiano, procesos de desinfección, funciones de los microorganismos en la industria alimentaria y foodómica.

Análisis microbiológico

En relación al análisis microbiológico, tanto de alimentos como de superficies, en las últimas décadas se desarrollaron los llamados métodos rápidos para la identificación de patógenos, los cuales constituyen una alternativa para que la industria pueda asegurar la inocuidad de sus productos y tomar acciones correctivas rápidas. Entre estos métodos, el uso de inmunoensayos garantiza resultados más rápidos de una manera más reproducible y rentable, en comparación con las técnicas basadas en cultivos. Entre los métodos rápidos basados en reacciones antígeno-anticuerpo, ELISA es sin duda el más adoptado al evaluar el riesgo microbiológico debido a *Brucella abortus*, *Yersinia enterocolitica* y *Escherichia coli* O157:H7 de los alimentos (Tilocca et al., 2020).

Control microbiano

En los últimos años se ha evaluado la conservación de alimentos mediante métodos biológicos, lo que ha generado nuevos paradigmas para la seguridad alimentaria. Tal es el caso de los bacteriófagos, virus que infectan y se multiplican en las bacterias. Se han

estudiado sus aplicaciones en la descontaminación de productos frescos, en la desinfección de equipos y superficies en contacto con alimentos, como biocontrol, y a modo de conservador natural para extender la vida útil de productos perecederos. Y ya hay en el mercado productos que cuentan con la aprobación de la FDA para el uso de bacteriófagos frente a patógenos, como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* y *E. coli*.

La contaminación de los alimentos por patógenos puede ocurrir, desde las granjas hasta las fábricas y el comercio minorista, los servicios alimentarios y el almacenamiento, que se originan de diferentes fuentes, como los alimentos crudos, materiales, operadores y condiciones ambientales de la planta de fabricación.

Por lo que el crecimiento de microorganismos patógenos no siempre se puede controlar. Como lo demostraron Dziejzinska *et al.* (2018) quienes examinaron fresas cultivadas en el campo, el entorno de las granjas de fresas y las fresas frescas de los mercados en busca de patógenos bacterianos, virales y protozoarios. Mediante cultivo y PCR buscaron *Listeria monocytogenes*, *Cronobacter sp.* y *Escherichia coli* en fresas frescas. Todas las fincas estudiadas aplicaron medidas preventivas como riego por goteo, evitaron fertilizantes orgánicos y el uso de guantes para que los trabajadores disminuyan la contaminación de las fresas. A pesar de esto, se encontraron ciertos patógenos que, incluso en concentraciones bajas, pueden ser una fuente de infección para los consumidores. Por lo tanto, su presencia en las fresas es de particular importancia, ya que en su mayoría se consumen frescas y sin ningún procesamiento térmico.

Otro de los avances para el control de microorganismos es en los alimentos listos para su consumo o aquellos que se preparan para servicios de *catering*, ya que tienen siempre el riesgo de contener patógenos, por lo que hay que evitar el rango de temperatura llamado zona de peligro (5 a 57 °C), condiciones que se tienen durante el enfriamiento de los alimentos. Ricci *et al.* (2020) propusieron una alternativa al almacenamiento en frío antes de servirlos. Mantuvieron los platos preparados a más de 70 °C, durante varias horas, y no solo por menos de 2 h antes de su consumo, como se suele hacer, Con esta práctica se evitó el desarrollo de *L. monocytogenes* y *E. coli*, incluido O157: H7.

En la búsqueda de conocimiento para evitar la supervivencia de patógenos en los alimentos, Zhuosheng *et al.* (2020) monitorearon la supervivencia de *Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC), *Salmonella spp.* y *Listeria monocytogenes* en frutos secos. Se utilizaron albaricoques secados al sol, tratados y sin tratar con dióxido de azufre. Los resultados demostraron que los patógenos pueden sobrevivir en frutos secos y que los factores que afectan su supervivencia incluyen el tipo de patógeno y el uso de dióxido de azufre.

El control de patógenos en los alimentos puede lograrse por métodos físicos, pero también mediante la adición de sales en los alimentos. Cabezas-Pizarro *et al.* (2018) evaluaron la actividad antimicrobiana de diferentes sales de sodio y potasio de ácidos carboxílicos alifáticos y aromáticos sobre *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*,

Enterococcus faecalis, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis* y *Listeria monocytogenes*.

El efecto antimicrobiano de las sales de ácidos alifáticos fue mayor para el ácido butanoico > hexanoico > octanoico > decanoico, en tanto que, en los ácidos aromáticos se observó un mayor efecto del ácido benzoico > gálico > cafeico. Y que en general, las sales de sodio fueron más inhibitorias que las de potasio.

Métodos de desinfección en la industria alimentaria

La industria alimentaria es uno de los sectores más productivos en muchos países, y las empresas cárnicas, panificadoras, lácteas, entre muchas otras, tienen muy bien definidos los procesos de limpieza. El uso de procedimientos incorrectos puede llevar a la contaminación cruzada de los alimentos y, en consecuencia, a su deterioro o a la transmisión de patógenos de origen alimentario.

Por tal motivo se han desarrollado varias estrategias con el fin de obtener una buena desinfección de superficies y productos; no obstante, ha aparecido resistencia microbiana frente a productos de uso común.

En la industria alimentaria, la presencia de biofilms genera un serio problema higiénico-sanitario, causando puntos de contaminación difíciles de controlar durante el proceso productivo. Los biofilms son estructuras biológicas donde los microorganismos crecen adheridos a superficies y embebidos en matrices extracelulares que ellos mismos sintetizan.

Los métodos antibiofilm tradicionales están limitados, en la actualidad se desarrollan métodos alternativos, tales como los recubrimientos con agentes antimicrobianos o los recubrimientos para la modificación de la composición superficial y los métodos basados en la tecnología de la plasma-polimerización empleando equipos de plasma atmosférico.

Li et al. (2020) estudiaron la Shikonin, un compuesto bioactivo que se encuentra en las raíces de *Lithospermum erythrorhizon*, y examinaron su actividad antibiofilm contra *Listeria monocytogenes* y sobre los factores clave de virulencia de esta bacteria. Los resultados indicaron que la shikonina podría usarse como un agente alternativo para combatir la formación de biopelículas y la infección por *L. monocytogenes*.

Funcionalidad de los microorganismos

Una forma de estudiar a los microorganismos es de acuerdo a su función en la industria alimentaria. Algunos microorganismos son de interés porque sus propiedades biológicas los hacen competentes para la elaboración de alimentos funcionales o como iniciadores para la elaboración de otros productos.

Debe recordarse que los alimentos funcionales son aquellos que se han modificado en su composición, y que proporcionan un beneficio para la salud, superior al de los nutrientes que tradicionalmente contiene. Entre los componentes que dan clasificaciones funcionales a los

alimentos se encuentran las vitaminas antioxidantes, omega 3, fibra, prebióticos y probióticos (Dias, Botrel, Fernandes & Borges, 2017).

Foodómica

Otra de las áreas que ha cobrado auge en el área de la microbiología es la foodómica, una nueva ciencia con enfoque holístico.

En los últimos años se han mejorado las tecnologías de secuenciación del genoma completo (WGS), lo que ha impulsado el uso de herramientas ómicas que incluyen la genómica, transcriptómica, proteómica y metabolómica para lograr la seguridad alimentaria.

Estas técnicas han superado algunas deficiencias en los métodos actuales de subtipificación, lo que permite mejorar la detección de brotes de bacterias transmitidas por los alimentos.

Aunque la genómica, la transcriptómica y la proteómica son lo suficientemente potentes como para generar una gran cantidad de datos, aún falta generar más conocimiento en la metabolómica, debido a la amplia diversidad de metabolitos. Por otro lado, cada tecnología ómica ha operado de manera fragmentada, por lo que, en el futuro, será necesario integrar los datos generados por estas tecnologías.

Prospectivas

Algunos de los retos futuros en la microbiología de alimentos son:

- Trabajar en la homologación de pruebas rápidas y moleculares para lograr su inserción en las regulaciones sanitarias de los diferentes países.
- Trabajar en un sistema de alerta microbiológica en los alimentos envasados.
- Desarrollar kits para identificación de patógenos en el hogar para que los consumidores tengan una alerta rápida y tomen las medidas necesarias.
- Realizar más estudios de antimicrobianos para estudiar su seguridad, solubilidad, propiedades sensoriales, así como su estabilidad en diferentes matrices alimentarias.
- Continuar con estudios sobre patógenos en los alimentos listos para el consumo, especialmente de aquellos patógenos con baja dosis infecciosa como, por ejemplo, virus y parásitos.

En el área de la foodómica, se buscará que las herramientas de bioinformática de alto rendimiento faciliten la adopción de enfoques ómicos en seguridad alimentaria para que pronto vayan más allá de la genómica bacteriana.

Después de ver todos estos avances y prospectivas en la microbiología, creo que podemos considerarnos privilegiados por vivir en este punto histórico, en donde gracias al progreso de la ciencia podemos disfrutar de alimentos inocuos.

Referencias bibliográficas

- Cabezas-Pizarro, J., Redondo-Solano, M., Umaña-Gamboa, Ch., Arias-Echandi, M.L. (2018). Antimicrobial activity of different sodium and potassium salts of carboxylic acid against some common foodborne pathogens and spoilage-associated bacteria. *Rev. Argent. Microbiol*, 50(1) Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.11.011>
- Dias, D. R., Botrel, D. A., Fernandes, R. V. D. B., & Borges, S. V. (2017). Encapsulation as a tool for bioprocessing of functional foods. *Current Opinion in Food Science*, 13(Supplement C), 31–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.02.001>
- Dziedzinska, R., Vasickova, P., Hrdy, J., Slany, M., Babak, V., & Moravkova, M. (2018). Foodborne Bacterial, Viral, and Protozoan Pathogens in Field and Market Strawberries and Environment of Strawberry Farms. *Journal of Food Science*, 83(12), 3069-3075.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organization. (2002). *Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Joint FAO/WHO Working Group Report*. Ontario.
- Li, Y., Qu, J., Lin, Y., Lu, G., You, Y., Jiang, G., & Wu, Y. (2021). Visible Post-Data Analysis Protocol for Natural Mycotoxin Production J. Agric. Food Chem. En prensa. <https://doi.org.creativaplus.uaslp.mx/10.1021/acs.jafc.0c03814>.
- Ricci, A., Martellia, F., Roberta Razzanob, R., Cassib, D., Lazzia, C., Erasmo Neviania, E., Berninia, V. (2020). Service temperature preservation approach for food safety: Microbiological evaluation of ready meals. *Food Control* 115, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107297>
- Sanguiñedo, P., Estevez, M. B., Faccio, R. & Alborés, S. (2019). Nanopartículas de plata biogénicas a partir del hongo *Punctularia atropurpurascens* para el control de microorganismos. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria de nanociencias y nanotecnología*. 12(22), 99-108. <http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2019.22.67627>.
- Zhuosheng, L., Chao, L., Kayla, G., Shelley, P. & Luxin, W. (2020). *Sci. Dir.*, 121. Supervivencia de patógenos comunes transmitidos por los alimentos en albaricoques secos elaborados con y sin tratamiento con dióxido de azufre.



Criterios microbiológicos para alimentos y bebidas de consumo humano

Dr. Marcial Ibo Silva Jaimes

Departamento de Ingeniería de Alimentos y Productos Agropecuarios, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) - Perú

E-mail: misilva@lamolina.edu.pe

Los criterios microbiológicos (CM) se establecieron en base a los conceptos y principios elaborados entre los años 70 y 80 por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF). Fue el resultado de cinco años de estudio de los miembros y asesores de la ICMSF a través de una serie de reuniones llevadas a cabo en Yugoslavia (1969), México (1970), Inglaterra (1972) y Canadá (1973). El proyecto fue propuesto y planeado por F.S. Thacher, luego de las coordinaciones con el Coordinador del Comité de Estadística, D.F. Bray., el secretario, D.S. Clark, recopiló los resultados en forma de actas y más tarde el Coordinador F.S. Thatcher, elaboró un borrador en forma de libro que fue publicado en 1974, siendo esta la primera versión (ICMSF, 1974). Posteriormente, varios subcomités hicieron otras recopilaciones y correcciones, para la segunda edición, recayendo la responsabilidad de su publicación en un comité editorial, bajo la dirección de M. Ingram, que culminó su trabajo con el lanzamiento de la versión más difundida de “*Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications*” (ICMSF, 1986).

Inicialmente concebido, como una colección de planes de muestreo de “atributos” donde los resultados analíticos permitían clasificar las muestras de prueba, como “conformes” o “no conformes” (en un plan de dos clases) o “conformes”, “marginamente conformes” o “no conformes” (en un plan de tres clases), estos conceptos se han utilizado para proponer criterios para normar el comercio internacional de alimentos o para el manejo de patógenos, como *Listeria monocytogenes*, en alimentos (ICMSF, 1994). Una de sus principales aplicaciones, sin duda, es que han servido de base para la elaboración de los “Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relacionados con los alimentos” de la Comisión del Codex Alimentarius, publicado por primera vez en 1997 (CAC, 1997) y revisado en 2013 (CAC, 2013).

La adopción de los conceptos y principios desarrollados por la ICMSF, por parte del Codex Alimentarius y su posterior incorporación a la legislación de los países miembros, ha permitido su aplicación práctica, en términos en que, es posible, definir la aceptabilidad de un producto o lote de alimentos, en función de la ausencia o presencia o número de microorganismos y/o cantidad de sus toxinas/metabolitos, por unidad (es) de masa, volumen, superficie o lote (CAC, 1997). Esta incorporación a la legalidad ha llevado a que los CM



sean utilizados, como un medio para aceptar o rechazar lotes de alimentos. Es decir, para determinar si un lote de producto está apto para ser distribuido y ser liberado para el consumo comercial. Los CM se han utilizado y se siguen utilizando ampliamente para tomar decisiones sobre la base del análisis de un alimento, enfrentado a parámetros definidos que permiten su clasificación en “conforme” o “no conforme” (ICMSF, 2002).

Su incorporación a la legalidad ha traído consigo, aspectos controversiales como la “aptitud microbiológica para el consumo humano” de los alimentos. En la versión peruana de los CM, en el Art. 5 de la R.M. 591 (MINSAs, 2008) se señala que los alimentos y bebidas serán considerados microbiológicamente aptos para el consumo humano cuando cumplan, en toda su extensión, con los CM establecidos en la presente norma sanitaria para el grupo y subgrupo de alimentos al que pertenece. Es controversial, debido a que un plan de muestreo no puede garantizar al 100% la detección de las unidades no conformes, más aún, tratándose de la concentración de microorganismos y/o sus metabolitos cuando, se sabe, ellas no se distribuyen homogéneamente en los alimentos y cuando los patógenos, normalmente, se hallan en pequeñas concentraciones, haciendo más difícil su detección y/o cuantificación utilizando métodos microbiológicos de rutina. Debido a que los patógenos ocurren con poca frecuencia y en niveles bajos en los alimentos, la capacidad de los planes de muestreo para detectar unidades no conformes es muy baja, para mejorar su desempeño se requeriría de una alta inversión en recursos, al aumentar el análisis de una mayor cantidad de unidades de muestra.

En este punto es importante destacar el enfoque de la Comisión del Codex Alimentarius, en el sentido que la seguridad microbiológica de los alimentos se gestiona mejor mediante la implementación efectiva de medidas preventivas de control que hayan sido validadas, cuando corresponda, en toda la cadena alimentaria, para minimizar la contaminación y mejorar la inocuidad alimentaria. Este enfoque, definitivamente, ofrece más ventajas que la mera dependencia de las pruebas microbiológicas, mediante el muestreo de aceptación, de lotes individuales del producto final, para garantizar productos aptos para el consumo humano. Por ello, es pertinente mencionar que la R.M. 591 (MINSAs, 2008), establece que la base legal, el ámbito de aplicación de los CM es cuando, el establecimiento que maneja alimentos, cumple con el Decreto Supremo N° 007-98-SA (Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas) (MINSAs, 1998). Es decir, se acepta que no existe la posibilidad de garantizar lotes de buena calidad en un ámbito en que no se aplica mínimamente las BPM. Sería aún más apropiado si el uso de los CM fuese recomendado, más enfáticamente, sólo en aquellos establecimientos donde se tiene implementado R.M N° 449-2006/MINSAs (Norma Sanitaria Para La Aplicación Del Sistema HACCP en la Fabricación de Alimentos y Bebidas) (MINSAs, 2006).

Otro tema que se discute, actualmente, respecto al enfoque tradicional de los criterios microbiológicos, es el tipo de plan de muestreo propuesto, tanto por la ICMSF, como por el Comité del Codex Alimentarius y la subsecuente legalidad adoptada por cada país. Para

poner en contexto, los planes de muestreo se pueden clasificar como planes de atributos o planes de variables (ICMSF, 2011). Los recuentos microbianos, que se expresan en término de UFC (por unidad de peso, volumen o superficie) corresponden a variables discretas, por lo que le correspondería ser tratado en el ámbito de los planes por variable. Sin embargo, se utilizó el concepto de límite microbiológico (m y M), para la clasificación de los productos en “conformes” y “no conformes” y justificar así, su manejo en el ámbito de los planes de muestreo por atributos. Cuando la ICMSF (1974) introdujo su propuesta, se pensó básicamente en el comercio internacional, es decir, en la situación que enfrentarían las autoridades reguladoras en un puerto de entrada o en la situación de los fabricantes que enfrentarían proveedores nuevos, poco conocidos, durante la compra de materias primas. En estos casos se considera justificado el uso de planes de atributos ya que se ajusta mejor a situaciones en que se dispone de poca o nula información sobre el desempeño de los procesos usados en el tratamiento de los alimentos y, por tanto, se desconoce el impacto sobre la flora microbiana presente en dicho alimento.

Los planes de atributos se pueden subdividir en planes de dos y tres clases (ICMSF, 2011). Los planes de dos clases se utilizan para aceptar o rechazar lotes individuales basados en el análisis de un número específico de unidades de muestra (n) utilizando criterios cualitativos o cuantitativos para discriminar lotes y tomar una decisión con respecto, por ejemplo, a las poblaciones de un microorganismo o indicador microbiano por encima o por debajo de una concentración definida o presencia/ausencia de un microorganismo. Si bien los planes de dos clases se suelen utilizar para los patógenos (ICMSF, 2011; ICMSF, 2018), esto no es exclusivo y este tipo de plan también existe para los indicadores. Un ejemplo son los planes de muestreo para *Enterobacteriaceae* en fórmulas para lactantes y preparados complementarios con los siguientes parámetros: $n = 10$, $c = 2$ y $m = 0$ (en unidades analíticas de 10 g). Aunque en la R.M. 591, en el Perú, para productos similares, definidos como “preparaciones en polvo o fórmulas para Lactantes” (DIGESA, 2008) se los incluye en la categoría 8, con un plan de muestreo de $n = 5$, $c = 1$ con $m = 10$ y $M = 100$, mucho menos exigente.

En un contexto en que los planes de muestreo se tengan que aplicar en alimentos de plantas que cumplen ciertos estándares, BPM y/o HACCP, lo más conveniente sería la aplicación de planes de muestreo de variables que resultan adecuados cuando se dispone de conocimientos suficientes sobre la naturaleza y la distribución de frecuencia de los microorganismos en los lotes de un alimento en particular. Este tipo de plan es adecuado para los fabricantes que tienen un conocimiento profundo de su proceso y un control exhaustivo de su producción, como se esperaría de un programa HACCP bien establecido. Los enfoques preventivos, como el sistema HACCP, han demostrado ser muy eficaces para garantizar el control de los peligros microbianos en los alimentos por lo que los CM serían realmente útiles en la evaluación y seguimiento de procesos, vale decir, serían valiosas herramientas de verificación y validación (Gorris y Cordier, 2019).

Durante este largo periodo de vigencia de los CM, gracias a los aportes de la ICMSF, los gobiernos nacionales y los académicos, algunos conceptos se han aclarado, otros se han superado o simplemente han evolucionaron naturalmente. La revisión que hizo la Comisión del Codex Alimentarius, al documento de 1997 (CAC, 1997), se inició en el 2010, con la finalidad de incorporar los nuevos desarrollos en los sistemas de gestión de la inocuidad, en particular, los conceptos de la evaluación de riesgos microbiológicos (ERM). Los avances en la ERM han permitido una relación más directa entre los criterios microbiológicos y los resultados de salud pública y han cambiado algunas de las formas en que se utilizan los criterios microbiológicos (CAC, 2013; CAC, 2007). En el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF), de la Organización Mundial del Comercio, se incorpora la necesidad de que los países proporcionen una evaluación de riesgo, para facilitar la resolución de disputas con los socios comerciales, que involucren aspectos de inocuidad alimentaria (OMC, 2020). La ERM ayuda a cuantificar si los riesgos que enfrentan los consumidores son significativos o si los niveles de garantía exigidos, por el país exportador, son mayores que los exigidos por el país importador, para la industria nacional equivalente (ICMSF, 1998). Los avances en las evaluaciones cuantitativas de riesgos en microbiología han hecho posible, vincular la evaluación de la exposición a un patógeno (Objetivos de inocuidad alimentaria, FSO) con probables resultados de salud pública (Niveles Apropriados de Protección, ALOP). El FSO se define como “la frecuencia o concentración máxima de un peligro microbiológico, en un alimento, considerado aceptable para la protección del consumidor” (van Schothorst, 1998; CAC, 2007) y permite establecer la equivalencia de diferentes medidas de control.

Las métricas de la ERM deben implementarse para que sean consistentes con los requisitos del sistema regulatorio y/o legal en el que se utilizarán. Se debe tomar en cuenta aspectos vinculados a los criterios del producto (Product Criterion, PdC), es decir, las características químicas o físicas de un alimento (pH, AW, concentración de aditivos), que afectan la inocuidad de un producto alimenticio y los criterios del proceso (Process Criterion, PcC), es decir, los tratamientos que se aplicarán en un paso específico del proceso de fabricación para lograr el nivel de control de un peligro microbiológico. En este contexto, el CM se utilizaría, para el examen del alimento, en un punto específico de la cadena alimentaria para determinar el cumplimiento de un límite preestablecido. Dicho criterio podría utilizarse como medida de control directo para lotes fabricados o, en el marco de un sistema de control de inocuidad alimentaria, para verificar el cumplimiento de una especificación en alguna etapa específica del proceso productivo (Gorris y Cordier, 2019).

Además del Objetivo de Inocuidad Alimentaria (FSO), otras métricas que son incorporados por la ERM, son los Objetivos de Rendimiento (Performance Objectives, PO) que se define como, la concentración de un peligro microbiológico en un alimento, en una etapa del proceso, que no debe excederse, para alcanzar el FSO establecido y el Criterio de Desempeño (Performance Criterion, PC) que se define como una medida de control o una combinación de medidas de control, generalmente de categoría microbocida y/o microbiostática, que permitiría la reducción deseada del peligro, a niveles aceptables. El PC generalmente

describe el parámetro de proceso, en una etapa específica, que permitiría lograr el PO definido (Gorris y Cordier, 2019).

Referencias bibliográficas

- CAC (Codex Alimentarius Commission). 1997. Principles for the establishment and application of microbiological criteria for foods. CAC/GL 21-1997 (original version). Food and Agriculture Organization, World Health Organization, Rome, Italy.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). 2013. Principles and guidelines for the establishment and application of microbiological criteria related to foods. CAC/GL 21-1997. Food and Agriculture Organization, World Health Organization, Rome, Italy. Revision of 2013.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). 2007. CAC/GL 63: 2007 - Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management (MRM)
- Gorris, L.G.M. & Cordier, J.L. 2019. Microbiological Criteria and Indicator Microorganisms. In Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, 5th Ed. Editors: M. P. Doyle, F. Diez-Gonzalez, and C. Hill ©2019 ASM Press, Washington, DC: 65-77p.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 1998. Potential application of risk assessment techniques to microbiological issues related to international trade in food and food products. *Journal of Food Protection*. 61(8): 1075–1086.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 1974. *Microorganisms in Foods 2. Sampling for microbiological analysis; principles and specific applications*. University of Toronto Press, Toronto.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 1986. *Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications*, 2nd ed. University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 1994. Choice of sampling plan and criteria for *Listeria monocytogenes*. *Int J Food Microbiol* 22:89–96.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 2002. *Microorganisms in Foods 7. Microbiological Testing in Food Safety Management*. Kluwer Academic Publishers, New York, NY.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 2018. *Microorganisms in Foods 7. Microbiological Testing in Food Safety Management*, 2nd ed. Springer, Cham, Switzerland.



- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 2011. Microorganisms in Foods 8. Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance. Springer, New York, NY.
- MINSA (Ministerio de Salud, Perú). 1998. DS N°007-98-SA. Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo. 50 p.
- MINSA (Ministerio de Salud, Perú). 2006. Resolución Ministerial N° 449-2006/MINSA. Norma Sanitaria Para la Aplicación Del Sistema HACCP en la Fabricación de Alimentos y Bebidas. 19 p.
- MINSA (Ministerio de Salud, Perú). 2008. RM 591-2008/MINSA: Norma Sanitaria Que Establece los Criterios Microbiológicos De Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas De Consumo Humano. 23 p.
- OMC (Organización Mundial del Comercio). 2020. Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/15sps_01_s.htm. Accesado el 13-12-2020.
- van Schothorst, M. 1998. Principles for the establishment of microbiological food safety objectives and related control measures. Food Control. 9(6): 379–384.



Bacterias esporuladas en la industria láctea: Principales efectos en salud y calidad de productos

Dra. Laura Celano

Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Lácteos, Instituto Tecnológico Regional
(ITR) Suroeste, Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC) – Uruguay

E-mail: laura.celano@utec.edu.uy

La leche es un fluido biológico muy complejo en su composición bioquímica que se encuentra asociada a un alto contenido de agua, y es por eso un buen sustrato para una gran variedad de microorganismos tanto saprófitos como patógenos que la utilizan para su reproducción.

Las bacterias lácticas son el grupo de bacterias predominantes de la leche cruda. Su presencia es deseable para los procesos de fermentación de la lactosa y la producción de variados compuestos que determinan las características fisicoquímicas y sensoriales deseables en los productos lácteos. Sin embargo, también existen otros microorganismos que afectan negativamente la calidad y vida útil de la leche, tales como las bacterias patógenas, psicrotóficas y esporuladas capaces de liberar toxinas y enzimas extracelulares generando problemas asociados a la salud del consumidor y a la calidad del producto final. Es por ello que la calidad microbiológica de la leche cruda debe reflejar una calidad higiénica adecuada que permita la elaboración de productos principalmente seguros y sensorialmente aceptados para su consumo.

En relación a los microorganismos esporulados, éstos ingresan desde el ambiente a la leche por contacto con ubres, heces, alimentación, camas, aire y agua. La alimentación con silo y su manejo es muy importante para controlar la llegada de esporas a la leche y tanque de frío, especialmente del género *Clostridium*. Durante el movimiento y almacenamiento de los silos, normalmente ocurre contaminación de la cosecha con partículas del suelo y estiércol. Se describe un “ciclo de contaminación de las esporas clostridiales” que explica la perpetuación de éstas en suelo y residuos de fertilizantes orgánicos durante la cosecha del cultivo a ensilar. Esto se combina con condiciones favorables de germinación de esporas durante la fermentación anaerobia en silo que conduce a un aumento de esporas. El ensilado contaminado es consumido por el ganado, las esporas sobreviven al pasaje por el tracto gastrointestinal y se concentran en las heces que a su vez pueden contaminar las ubres de los animales y la leche a granel durante el ordeño. Las heces contaminadas vuelven al suelo cuando se esparcen como fertilizante orgánico (estiércol) en la tierra. Por lo tanto, las esporas de clostridios persisten en el entorno de la granja lechera por tiempo indefinido. La calidad del ensilado es fundamental para minimizar los recuentos de esporas y eso se logra por el

manejo de numerosos factores tales como: tipo de cultivo, modo de recolección, maduración, humedad y nivel de prensado.

La esporulación es un proceso fisiológico altamente regulado que se inicia cuando un microorganismo capaz de esporular, detecta condiciones ambientales desfavorables, siendo la falta de nutrientes la causa principal en la mayoría de las especies, aunque existen otros factores como la acumulación de ácidos orgánicos, la exposición a temperaturas extremas o la exposición a oxígeno en el caso de microorganismos anaerobios. La resistencia a condiciones adversas y su capacidad de germinación posterior en una dimensión espacio-tiempo diferente se atribuye a la estructura y componentes de las múltiples capas que conforman la espora madura.

Las esporas presentan un núcleo altamente deshidratado que contiene ADN, ribosomas, ARN de transferencia (ARNt) y enzimas, que minimiza el movimiento de macromoléculas e impide su desnaturalización. Posee un pH menor al de la célula vegetativa (6.5 vs 7.5), ácido dipicolínico (DPA) quelado con Ca^{2+} (Ca-DPA), y pequeñas proteínas solubles en ácido de tipo α , β y γ (SASP por sus siglas en inglés) que se asocian y protegen al ADN.

Hacia el exterior se ubica la membrana plasmática que proviene de la célula madre y presenta una permeabilidad disminuida debida a la inmovilidad de sus componentes proteicos y lipídicos. La pared celular interna posee la misma composición y estructura que la pared de la célula vegetativa. Está formada por el entrecruzamiento de ácido N-acetil murámico unido a tetrapéptido (NAM) y N-acetil glucosamina (NAG). El córtex o pared celular externa contiene peptidoglucanos con un 30 % de NAM unido a tetrapéptido, idénticos a los de una célula vegetativa, pero con un nivel de entrecruzamiento menor que le otorga mayor flexibilidad para la germinación. La membrana externa proviene de la invaginación de la membrana citoplásmica de la célula vegetativa madre y posee una polaridad opuesta a ella. La cubierta o saco presenta una composición proteica compleja, integrada por más de 80 proteínas que varían con cada especie, además de algunos carbohidratos y lípidos. Considerando que la superficie de la espora representa la interfase entre la espora y el ambiente, la diversidad en la composición proteica del saco es esencial para definir su nicho ecológico. El saco brinda protección mecánica y permeabilidad selectiva que protege a la espora de agentes químicos y enzimáticos del exterior pero facilita el ingreso de nutrientes para interactuar con los receptores de germinación. El exosporium es la capa exterior a la cubierta o saco y puede estar o no presente dependiendo de la especie. Está constituido por más de 20 proteínas y presenta proyecciones de una glicoproteína de *Bacillus* similar al colágeno (en inglés BclA), responsable de su hidrofobicidad, su capacidad de adhesión a sustratos y superficies y de la protección de ataque por el sistema inmune.

La espora madura puede permanecer en el ambiente en un estado de dormancia o inactividad metabólica con niveles de ATP muy bajos y de ADP/AMP elevados, hasta que se establezcan condiciones favorables para su germinación. La mayoría de los individuos de la progenie de una población de esporas responden a las condiciones y tiempo de germinación reportados para cada microorganismo y se denominan “normoesporas”. Sin embargo, dentro de esa

población existe un porcentaje menor de esporas denominadas “superlatentes” que germinan más lentamente. Las diversas condiciones ambientales, nutricionales y genéticas generan poblaciones heterogéneas en relación a tiempo y temperatura de germinación. La presencia de una población heterogénea representa una capacidad adaptativa ya que las esporas no germinarán al mismo tiempo, lo que supondría un riesgo para toda la población si el entorno cambia rápidamente.

Algunas esporas poseen resistencia a temperaturas elevadas alcanzadas en procesos vinculados a la industria láctea y de alimentos. Presentan la capacidad de adherirse a las paredes de equipos y superficies en las líneas de procesamiento industrial y establecen un ecosistema complejo (biofilms) con otros microorganismos que les permite escapar a los procesos habituales de limpieza, germinar, reproducirse, esporular y entrar en contacto con el alimento, siendo una fuente de contaminación persistente. Es por ello que es posible encontrar esporas en alimentos lácteos aún luego de un procesamiento térmico intenso. Las condiciones de tiempo/temperatura para esporas mesófilas y termófilas, aerobias y anaerobias dependen en gran medida de la matriz alimenticia en la que se encuentran.

Las principales especies bacterianas capaces de formar esporas pertenecen a tres órdenes dentro del *phylum Firmicutes*: Bacillales, Clostridiales y Thermoanaerobacterales. Dentro del orden Bacillales, los géneros *Bacillus*, *Geobacillus*, *Anoxybacillus*, *Alicyclobacillus* y *Paenibacillus* se encuentran como contaminantes de alimentos, mientras que en el orden Clostridiales, es debida principalmente al género *Clostridium*. Dentro del género *Clostridium*, se encuentra el grupo de especies *Clostridium* sulfito reductores (CSR), definidos por su capacidad de reducir sulfito a sulfuro y que es utilizada para su identificación. Los CSR son contaminantes presentes en alimentos y son utilizados como indicadores de contaminación fecal y ambiental debido a su presencia ubicua, particularmente en intestino y suelo. Este grupo está integrado por *C. butyricum*, *C. tyrobutyricum*, *C. sporogenes*, *C. beijerinckii* y *C. putrificans*, además de los patógenos *C. perfringens* y *C. botulinum*. Dentro de este grupo CSR se encuentran especies de otros géneros como *Bacillus licheniformis* que es capaz de crecer en anaerobiosis mediante la reducción de sulfito para obtener energía.

A continuación, nos referiremos a las principales especies de esporulados patógenos relacionados al consumo de alimentos: *C. botulinum*, *C. perfringens* y *B. cereus*. La FAO las ha clasificado según su causalidad en el desarrollo de enfermedades en bebés y niños pequeños asociadas al consumo de fórmulas infantiles en polvo (PIF), quedando ubicadas en la categoría C: poco plausible o aún no demostrada como causa de enfermedades asociadas a PIF.

Clostridium perfringens. Es un microorganismo Gram positivo y anaerobio aerotolerante debido a su capacidad para sobrevivir en presencia de oxígeno o bajas concentraciones de compuestos generadores de radicales libres como el radical hidroxilo ($\cdot\text{OH}$) o el anión radical superóxido ($\text{O}_2^{\cdot-}$), debido a la presencia de la enzima superóxido dismutasa (SOD). Se desarrolla en ambientes microaerófilos, siendo parte de la microbiota del tracto

gastrointestinal de individuos tanto sanos como enfermos. Sus nichos ecológicos incluyen suelos, leche cruda y otros alimentos, además de aguas residuales. Es un patógeno de crecimiento rápido, siendo capaz de duplicar su población en un tiempo muy corto en cultivo. Su rápida velocidad de duplicación (12-17 min a 37 °C en cultivo) predispone potencialmente al huésped a la infección tisular. *C. perfringens* tiene un tiempo de generación dos veces más rápido, en comparación con los comensales intestinales como *E. coli* de tipo salvaje. Sus toxinas le permiten obtener los 13 aminoácidos esenciales que requiere su metabolismo. Hasta el momento se han identificado 23 genes de virulencia que codifican toxinas y enzimas virulentas, siendo el mayor productor de toxinas. Las cepas se clasifican dentro de siete toxinotipos (A-G) según la producción de las toxinas de tipificación: α -toxina, β -toxina, ϵ -toxina y i-toxina, CPE (enterotoxina de *C. perfringens*) y NetB8. Cada toxinotipo se relaciona con un huésped y patología. En particular, la toxina CPE producida por cepas tipo F, se asocia a intoxicación alimentaria, y las cepas C, D y E podrían también producirla.

Alfa-toxina es producida por todas las cepas de *C. perfringens*. Esta toxina hidroliza los fosfolípidos de la membrana, generando necrosis celular, esencial en el desarrollo de la gangrena gaseosa. Sus funciones son: impedir la llegada de células del sistema inmune a los tejidos; generar constricción de vasos sanguíneos promoviendo un ambiente microaerofílico necesario para el crecimiento del patógeno; y activar el metabolismo de eicosanoides promoviendo un estado inflamatorio favorable. *C. perfringens* produce sus toxinas durante la esporulación, lo que se correlaciona con la patogenia de la diarrea, náuseas y dolores abdominales asociados a intoxicación alimentaria y que se observa entre 8 y 12 horas luego de la ingesta del alimento contaminado. Normalmente los cuadros son autolimitados dentro de las 24 h por lo que suelen estar sub-registrados. Los síntomas pueden persistir hasta dos semanas en poblaciones de riesgo como personas inmunosuprimidas o en niños. Ocasionalmente pueden ocurrir muertes en pacientes de edad avanzada, debido a deshidratación y otras complicaciones. El cuadro clínico más grave en el hombre es la mionecrosis oclustridial (gangrena gaseosa), una infección histotóxica donde se producen cantidades elevadas de H₂S que genera lesión tisular debido a la sensibilidad celular y conduce a una colitis ulcerosa. La CPE (polipéptido de 35 kDa) es la causante de la intoxicación alimentaria. Es capaz de formar poros interrumpiendo las uniones intercelulares del epitelio intestinal ocasionando pérdida de fluidos y electrolitos, que origina la diarrea y necrotiza el epitelio ileal y colónico humano e induce a la muerte celular. Sus formas vegetativas mueren a 60 °C y son muy sensibles al frío (a 4 °C se destruye el 96 % de la población). Algunas cepas presentan esporas altamente termorresistentes capaces de soportar temperaturas de cocción de 100 °C por hasta 1 hora, sin embargo la mayoría de las esporas germinan entre 43-47 °C (máximo 50 °C) por lo que la Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido (FSA) recomienda cocinar los alimentos a temperaturas mayores a 70 °C. La temperatura de cocción por debajo de los 70 °C proporciona un choque térmico que produce su activación y germinación y reduce los niveles de oxígeno generando un ambiente óptimo para el crecimiento de las formas vegetativas. Luego de la cocción, si el enfriamiento y almacenamiento no son adecuados *C. perfringens* puede crecer entre 12 y 54 °C, en las grietas y cavidades internas de los alimentos, favorecido por las condiciones de anaerobiosis.

Estas formas vegetativas sobreviven las condiciones ácidas del estómago y son capaces de esporular y liberar la toxina CPE durante la lisis en el intestino, causando daño morfológico y fisiológico en las paredes intestinales.

Clostridium botulinum. Es un microorganismo Gram positivo, esporulado anaerobio estricto y uno de los patógenos más prominentes en cuanto a la salud pública. El botulismo presenta síntomas muy variados entre los que se encuentran: dificultad para tragar o hablar, sequedad en boca, debilidad facial, visión borrosa, problemas respiratorios, náuseas, vómitos, calambres, parálisis, pudiendo llegar a ser fatal en el 10 % de los casos por desarrollo de neuroparálisis. *C. botulinum* es causa de dos tipos de enfermedades transmitidas por alimentos: la intoxicación por ingestión de toxina preformada en el alimento, y la infección por ingestión de esporas seguida de su posterior germinación y producción de toxina *in situ*. El tiempo para la aparición de síntomas depende de las dosis ingeridas. Luego de una ingesta de 1 µg/kg para un hombre de 70 kg los síntomas comienzan entre las 12 y 36 horas posteriores.

La neurotoxina botulínica (BoNT), es producida por cepas capaces de multiplicarse en alimentos de diverso origen. Esta neurotoxina puede además ser producida por algunas cepas de otros anaerobios formadores de esporas como *C. argentinense*, *C. baratii*, *C. butyricum*, *C. sporogenes* y *C. novyi sensu lato*. Hasta el momento se definen 8 toxintipos o serotipos (A-F), y nuevas neurotoxinas caracterizadas como FA y X (recientemente identificada). La toxina FA fue originalmente denominada como H y luego renombrada FA debido a que correspondía a la forma quimérica de F y además era neutralizada por el antisuero A. A su vez se subdividen en subtipos de acuerdo con las variaciones de la secuencia de aminoácidos (ej. A1-A8). La mayoría de las cepas producen una única neurotoxina, aunque unas pocas pueden producir dos o tres. Los toxintipos relacionados al botulismo humano son A, B, D y E. Presentan actividad proteolítica fundamental para la activación de la neurotoxina y generan esporas muy termorresistentes. Algunas cepas B, E y F no son proteolíticas pero son capaces de generar BoNT en condiciones de refrigeración (<3 °C).

BoNT es generada en condiciones de baja acidez (pH > 4.6) y anaerobiosis, es estable térmicamente (80°C/ 10 min) y es protegida por la presencia de cationes divalentes y ácidos orgánicos en el alimento. Los brotes debidos a productos lácteos contaminados con *C. botulinum* son raros, con una incidencia menor al 1 %, en comparación con incidentes relacionados con verduras y carnes. La mayoría de los brotes relacionados con productos lácteos se han debido a fallas de procesamiento o manipulación, como el calentamiento insuficiente, contaminación posterior al proceso y temperatura de refrigeración inadecuada (10-12 °C). Se ha aislado de lácteos como yogur de avellana, fórmula comercial para lactantes y mayoritariamente en quesos blandos (Brie o Mascarpone). Los quesos duros generalmente no son un vehículo para el botulismo debido a su bajo pH y actividad de agua que previenen su crecimiento.

Por su parte, el botulismo infantil puede ocurrir debido a una microbiota intestinal poco desarrollada y un pH intestinal levemente básico que brinda un ambiente ideal para la

germinación de esporas y producción de toxinas. Se estima que entre 10 y 100 esporas son suficientes para desencadenar la toxiinfección. Si bien se han aislado con frecuencia esporas de *Clostridium spp.* de fórmulas infantiles y otros polvos lácteos, no ha sido asociado ningún caso de botulismo infantil a *C. botulinum* (pertenece a la categoría C).

Bacillus cereus. Es un bacilo Gram positivo, anaerobio facultativo, mesófilo y psicrótrofo. Sus esporas son altamente termorresistentes y llegan a la leche cruda desde suelo, estiércol, forraje y superficies contaminadas del equipo de ordeño, donde en condiciones favorables, germinan y producen toxinas. Sus esporas suelen estar en bajo número en alimentos crudos pero cuando la población supera 5 Log UFC/g o mL constituye una amenaza para la seguridad alimentaria. Las toxinas de *B. cereus* causan dos formas claramente diferentes de intoxicación alimentaria: el tipo emético o vómitos y el tipo diarreico.

El tipo emético es una intoxicación causada por la cereulida que es producida en los alimentos, previo a su procesamiento térmico. Esta pequeña (1.2 kDa) toxina es estable al calor y al ácido (pH de 2 a 11). Es producida entre los 12 y los 40 °C y pH entre 4.6 y 8.8. Su toxicidad se ubica entre 80 y 150 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. La intoxicación por cereulida se caracteriza por una rápida aparición de síntomas (30 min. a 6 h), que incluyen náuseas, vómitos y a veces calambres abdominales que normalmente se resuelve en 24 h. Es un ionóforo potente, con alta afinidad por potasio, que altera el equilibrio iónico celular y el potencial transmembrana mitocondrial. También es capaz de traspasar la barrera hematoencefálica actuando directamente en el sistema nervioso central. En casos de intoxicación grave produce daño hepático y falla multiorgánica e incluso la muerte.

La enfermedad diarreica se desencadena luego del consumo de formas vegetativas y/o esporas viables de *B. cereus*, que germinan y liberan enterotoxinas en el intestino delgado. Las toxinas que participan son la hemolisina BL (Hbl), enterotoxina no hemolítica (Nhe) y citotoxina K (CytK). Todas son termolábiles, sensibles al pH (estables entre 4-8) y a la acción de proteasas, por lo que si las toxinas son preformadas en el alimento normalmente no resultan en una intoxicación. Presenta tiempos de incubación entre 10 y 12 h. y los alimentos involucrados típicamente comprenden lácteos, cárnicos y versátiles productos alimenticios listos para consumir (RTE). *B. cereus* es el principal microorganismo asociado al desarrollo de biofilms en las boquillas de llenado en plantas de procesamiento de leche.

Deterioro de lácteos asociados a especies anaerobias

Dentro del género *Clostridium*, se encuentran cuatro especies (*C. butyricum*, *C. tyrobutyricum*, *C. sporogenes* y *C. beijerinckii*) capaces de realizar fermentación butírica a partir de ácido láctico, generando como productos prioritarios ácido butírico, ácido acético, CO_2 e H_2 . Los defectos asociados son una hinchazón tardía indeseable, presencia de ojos irregulares y exfoliaciones además de la presencia de sabor butírico que causa rechazo en los consumidores. Estos defectos aparecen durante la maduración de quesos de pasta dura o semidura como Parmesano, Grana Padano, Emmental, Gruyere, Gouda, Provolone y Manchego se asocian principalmente *C. tyrobutyricum*. Varios trabajos realizados permiten

concluir que esa prevalencia es probablemente debida a su capacidad de crecer a valores de pH más bajos y a la promoción de su crecimiento gracias a metabolitos generados por otras especies de *Clostridium* también presentes.

Deterioro de lácteos asociados a especies aerobias.

Proteólisis. Las enzimas proteolíticas son aquellas que degradan las proteínas de la leche en mayor o menor medida y son tan variadas como los microorganismos que las producen. La gelación por envejecimiento ocurre principalmente en leches fluidas y UAT debido a la acción de proteasas termorresistentes, liberadas luego de la activación y germinación de esporas, que hidrolizan parcialmente la caseína con agregación física de micelas en un gel que incluye proteínas séricas y glóbulo graso. Otro defecto observado es la “cuajada dulce” que ocurre como consecuencia de la proteólisis de caseínas en ausencia de agente acidificante y es característico de la presencia de *B. cereus*. La elevada proteólisis de las caseínas genera la presencia de sabores amargos como consecuencia de la liberación de aminoácidos libres o péptidos cortos.

Lipólisis. Existe una gran variedad de enzimas lipolíticas termorresistentes que actúan sobre diferentes sustratos de naturaleza lipídica tales como las TAG lipasas y fosfolipasas. Uno de los defectos asociados a su presencia se denomina “crema fraccionada” y se describe como la flotación de grasa debida a la actividad de la lecitinasa (fosfolipasa de lecitina) a nivel de la membrana del glóbulo graso. Esta membrana protege a las grasas de la leche de una potencial lipólisis, por lo que su ruptura aumenta la posibilidad de degradación de los lípidos de la leche. Los aromas relacionados a la lipólisis provienen de la degradación lipídica y la liberación de ácido grasos libres que cuando son de cadena corta, son volátiles y generan aromas que se definen como butírico, rancio, amargo, sucio, jabonoso o astringente. La mayoría de las especies de *Bacillus* producen enzimas lipolíticas termorresistentes que pueden causar algún tipo de deterioro en el producto final aún después de que sus formas vegetativas han sido eliminadas. La temperatura óptima para la actividad de estas enzimas se ubica entre 60 y 75 °C, rango similar al alcanzado durante la termización y la pasteurización. Las especies de bacilos aerobios pertenecientes al género *Paenibacillus* también se asocian al deterioro de la leche que se somete a períodos de refrigeración mayores a 10 días. Los aromas afrutados (etil butirato y etil hexanoato) se originan a partir de la hidrólisis de ácidos grasos libres de cadena corta como el caproico y butírico.

El deterioro conocido como “plano agrio” se refiere a la producción de ácidos orgánicos a partir de oligosacáridos presentes en el alimento y generan acidez en el producto sin producción de gas.

A continuación se detallan algunos microorganismos esporulados aerobios en relación a los defectos mencionados anteriormente y a los productos lácteos en los que se pueden encontrar según sus condiciones de crecimiento y esporulación.

- ***Bacillus cereus*.** *B. cereus sensu stricto* es capaz de causar deterioro en leche y productos lácteos generando defectos conocidos como 'crema rota' o 'cuajada dulce'.

Esto se debe a su capacidad de producir enzimas lipolíticas y proteolíticas termotolerantes que soportan temperaturas de pasteurización. Además muchas de sus cepas poseen la capacidad de formar biofilms que resisten diferentes tratamientos de limpieza normalmente aplicados en las líneas de producción de productos lácteos, sobre todo las que elaboran productos deshidratados.

- ***Geobacillus stearothermophilus***. Es un organismo esporulado aerobio y termófilo obligado, cuyo rango de crecimiento se ubica entre 48 y 75 °C con un óptimo entre 55 y 65 °C. *G. stearothermophilus* puede causar una contaminación persistente a largo plazo debido a su capacidad de formar biofilms en las superficies de acero inoxidable de los equipos de procesamiento de lácteos, sobre todo en aquellos donde se utilizan altas temperaturas. Sus esporas sobreviven a tratamientos térmicos de pasteurización normalmente aplicado a la leche fluida e incluso muestran crecimiento (72 °C/15 s; 85 °C/1 min; 93 °C/3 min) y al tratamiento UAT (121 °C, 15 s). Se asocia al deterioro "plano agrio" (del inglés flat-sour) de alimentos tratados con calor. También produce lipasas y proteasas que generan sabores desagradables, además de ser capaz de reducir nitrato a concentraciones de oxígeno reducidas.
- ***B. sporothermodurans***. Esta especie es aerobia estricta, mesófila, y produce esporas con una alta resistencia térmica. Pueden causar deterioro debido a la producción de ácidos orgánicos y actividad enzimática termoestable, generando sabores ácidos, amargos, afrutados y rancios en los productos lácteos. Sus esporas sobreviven al procesamiento de leche UAT lo que lleva paradójicamente a un producto no estéril y a la alteración de la leche UAT. Se han determinado valores D a 100 °C de 142 min para sus esporas en muestras de leche descremada, producto donde se encuentra con elevada frecuencia, así como en polvos lácteos producidos a partir del reciclado de leches UAT.
- ***B. licheniformis***. Es un organismo saprofito ambiental genéticamente relacionado con la especie *B. subtilis*. A diferencia de la mayoría de las especies del género que son predominantemente aerobios, *B. licheniformis* es anaerobio facultativo, lo que favorece su desarrollo en una gran diversidad de nichos ecológicos y es termófilo facultativo. Es aislado frecuentemente junto a *G. stearothermophilus* y *A. flavithermus* de leche en polvo, leche fluida pasteurizada y UAT. Su amplia distribución en el ambiente y en el entorno de las granjas explican que *B. licheniformis* haya sido identificado como el microorganismo termófilo prevalente tanto en fórmulas lácteas infantiles como en leche entera en polvo. Presenta cepas capaces de reducir sulfito a sulfuro en condiciones anaerobias al igual que lo observado para varias especies (grupo CSR) del género *Clostridium*. Es capaz de formar biofilms principalmente en acero inoxidable y a 37 °C, temperaturas que se alcanzan en la zona anterior a la ultrafiltración o en la zona de intercambiadores de placas durante el secado de leche en polvo.



Las bacterias esporuladas son un problema para la industria láctea ya que su presencia afecta significativamente la calidad e inocuidad de la leche fluida cruda o tratada térmicamente, sus derivados y alimentos que se elaboran utilizando ingredientes lácteos, generando importantes pérdidas económicas al sector. A pesar de los esfuerzos realizados hasta el momento, su control efectivo aún no se ha logrado. Normalmente se toman acciones de control genéricas orientadas hacia la modificación de técnicas y operaciones para mitigar el pasaje de esporas a la leche cruda y la contaminación durante el procesamiento de productos lácteos, sin un conocimiento exhaustivo de la identidad y características de las especies presentes, por lo que en muchos casos no se obtienen los resultados deseados. La profundización en el conocimiento de poblaciones presentes, sus características ecológicas, su frecuencia y potencial como agentes alterantes o patógenos, permitirá definir acciones ajustadas a cada producto, proceso tecnológico relacionado, vida útil y destino del producto lácteo elaborado, ya sea para consumo o como ingrediente de un nuevo alimento.



Redes de alertas alimentarias: ¿Qué son y cómo se gestionan?

Dr. Juan Martín Oteiza

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria (CIATI AC) - Argentina

E-mail: juano@ciati.com.ar

Según datos de la FAO/OMS, para el año 2050 la población habrá alcanzado los 9.700 millones de personas (2.000 millones de personas más que en la actualidad). Se estima que la demanda de cereales tendrá un incremento de 1.000 millones de toneladas (Tn) y la de productos cárnicos de aproximadamente 200 millones de Tn. Para poder abastecer las necesidades de alimentación de dicha población, la producción de alimentos deberá crecer en un 70%.

Factores tales como el desarrollo de nuevos productos alimenticios, la globalización del comercio de alimentos, y los nuevos hábitos de consumo, entre otros factores, conducirán irremediablemente a la aparición y propagación de riesgos emergentes asociados con este tipo de actividades. Desde hace décadas los efectos del progreso tecnológico aplicado a este sector están imponiendo la aproximación de reglamentaciones y procedimientos, así como la búsqueda de mecanismos eficaces para combatirlos. Las actividades de gestión del riesgo para la protección de la salud de los consumidores pueden ser llevadas a cabo, además de los poderes públicos, por el sector industrial en lo que se considera como la “gestión privada del riesgo”.

Dentro de las estrategias para la identificación de peligros emergentes se pueden mencionar: el análisis de bibliografía científica (publicaciones en revistas con referato de pares), la revisión de literatura gris (tesis, proyectos e informes de investigación, etc.), la información publicada por páginas web consideradas como “oficiales” o “serias” (OMS, institutos de investigación, ministerios, etc.), y la información recabada de agencias, redes o portales relacionados con la publicación de alertas alimentarias (AECOSAN, RASFF, INFOSAN, SCIRI, DEMETER, Horizon Scanning, NORS, Horizon Scan, y FoodAlert, entre otros).

Las redes o portales de alerta constituyen un sistema de transmisión de información (vinculada con diferentes peligros) que colaboran con la promoción de la seguridad alimentaria, por cuanto facilitan la localización y, si es el caso, la retirada de productos puestos en el mercado susceptibles de generar un riesgo para la salud de los consumidores. Las alertas alimentarias ocurren cuando un peligro presente en un alimento o pienso entra en la cadena alimentaria y puede suponer un riesgo para la salud. En estos casos, es fundamental reaccionar de manera rápida y coordinada, de manera de lograr inmovilizar y/o retirar los productos implicados del mercado, evitando que lleguen a los consumidores. Las redes tienen



una doble naturaleza: son un instrumento de comunicación y, a la vez, de gestión o control. Su modus operandi es prácticamente el mismo, con independencia de si la cobertura de la red es nacional (como el Sistema Coordinado de Intercambio Rápido de Información, SCIRI), comunitaria (como el Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos, RASFF) o internacional (como la Red Internacional de Autoridades de Inocuidad de los Alimentos, INFOSAN).

Dentro de los portales o redes de alerta que se encuentran disponibles, y que pueden ser consultados tanto por personal vinculado al rubro de los alimentos como por los gestores de riesgo se mencionan:

-INFOSAN: Es una red mundial de autoridades nacionales en materia de inocuidad de los alimentos gestionada conjuntamente por la FAO y la OMS. La misma se puso en marcha en el año 2004 con el objetivo de promover el intercambio de información y la colaboración entre autoridades responsables de la inocuidad de los alimentos. Actualmente cuenta con más de 600 miembros pertenecientes a organismos oficiales de 190 estados miembros.

Link: https://www.who.int/foodsafety/areas_work/infosan/es/

-RASFF: El sistema incluye una red en la cual participan la Comisión Europea (CE), que es responsable de la gestión del sistema, la Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA), la Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA) compuesta por Noruega, Liechtenstein, Islandia y Suiza, y los estados miembros (las autoridades de seguridad alimenticia de los 28 países de la UE). El portal del RASFF cuenta con una base de datos de búsqueda en línea, que permite el acceso público a la información sobre las notificaciones más reciente, así como la investigación de información sobre cualquier notificación emitida en el pasado.

Link: https://ec.europa.eu/food/safety/rasff/portal_en

-SCIRI: Es una red española de vigilancia de riesgos o incidencias relacionada con los alimentos. La misma fue puesta en marcha en el año 1987 y resulta el punto de contacto entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y las autoridades competentes en seguridad alimentaria de las Comunidades Autónomas (más las ciudades de Ceuta y Melilla). La Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) es la coordinadora a nivel nacional y el punto de contacto tanto con el RASFF como con otros sistemas de alertas internacionales como INFOSAN.

Link:

https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subseccion/SCIRI.htm

-CDC: Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades se encargan de recopilar datos sobre ETA. Mantienen y monitorean con sus colaboradores de salud pública varios sistemas de vigilancia en los Estados Unidos (EEUU) para rastrear las enfermedades y detectar brotes. Existen fundamentalmente tres agencias federales que se ocupan de las alertas alimentarias: La Comisión de Consumidores Estadounidenses para la Seguridad de



los Productos (CPSC), la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA), el cual regula todos los alimentos (incluyendo los suplementos alimenticios y el agua embotellada), excepto carnes y aves crudas, y ciertos productos a base de huevo, y el Servicio de Inspección y Seguridad Alimentaria (FSIS) del Departamento de Agricultura, el cual regula la oferta comercial de carne, aves y ovoproductos. FoodNet, PulseNet y NORS son algunos de los sistemas de vigilancia de los que forma parte el CDC (entre otros).

Link: <https://www.cdc.gov/>

-Portales de alerta en Latinoamérica: La Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA) posee un sistema de intercambio rápido de información, entre los servicios públicos con competencias en materias de inocuidad de los alimentos para consumo humano o animal presentes en el mercado nacional o exportados a terceros países denominado “Portal RIAL”. Esta herramienta pone a disposición de consumidores, operadores de mercado, académicos, investigadores y público en general información sobre los eventos de inocuidad alimentaria que han sido notificados en la Red de Información y Alertas Alimentarias (RIAL).

Por otra parte, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) de la república argentina poseen tanto programas de vigilancia de contaminantes, como portales de alerta para la comunicación de los peligros observados.

Otros países como Perú, Brasil, Bolivia, Paraguay, Colombia, México, y Costa Rica (entre otros) también poseen sus propios sistemas de alertas vinculados con la inocuidad de los alimentos.

Links: <https://www.achipia.gob.cl/portal-rial/>; <https://www.argentina.gob.ar/senasa>;
<https://www.argentina.gob.ar/anmat>

-Portales de pago: Existen portales de alertas tales como HorizonScan, FoodTrack Inc, SafeFood.ai, y FoodAlert, que monitorean diversas bases de datos (RASFF, FDA, agencias internacionales, bases de datos de referencia, etc.) en busca de noticias y/o información que puedan afectar un determinado producto o negocio e identifica cualquier notificación que pueda ser sensible para una empresa vinculada al rubro alimentos. Estos portales envían periódicamente a sus clientes información vinculada con la presencia de peligros, reclamos y/o rechazos de alimentos en diferentes partes del mundo.

En resumen, los portales de alerta se caracterizan, como hemos visto, por interconectar procedimientos de naturaleza diversa, conducidos y participados por actores también distintos, siendo herramientas de gran utilidad para la toma de decisiones comerciales y/o de implementación de políticas públicas relacionadas con la inocuidad alimentaria.



Capítulo II

“Gestión, cultura y herramientas para mejorar la inocuidad de alimentos”



Prevención del fraude en la industria alimentaria

Mg. Iván Jerí San Miguel

CCI Consultores S.A.C. – Perú

E-mail: ivanjeri@yahoo.es

Los recientes escándalos de fraude alimentario en el mundo han destacado la necesidad de fortalecer las medidas de prevención del fraude alimentario en toda la cadena de suministro.

Desde la antigüedad ya existía la preocupación por prevenir el fraude. El Codex Hammurabi, escrito en 1790 AC en Babilonia, mostraba una gran preocupación por asegurar el intercambio correcto de vino por granos. En la antigua Roma y Atenas, habían leyes sobre la adulteración de vinos con sabores y colores. En Inglaterra, a mediados del siglo XIII, había una pauta que prescribía un cierto tamaño y peso de cada tipo de pan, así como qué ingredientes deberían tener. En 1906, en EEUU, el congreso aprobó la ley de inspección de la carne, que prohíbe la fabricación y el envío interestatal de alimentos adulterados.

Todo tipo de alimento es susceptible de ser manipulado de forma fraudulenta, de una u otra manera. Lo más peligroso es que se pierda la inocuidad, pero también la confianza del consumidor.

Los sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos generalmente se centran en la contaminación no intencional de los alimentos por ingredientes conocidos, patógenos, mal manejo o procesamiento. El fraude alimentario, en cambio, es un acto intencional perpetrado con fines económicos. Muchos de los ingredientes y/o modificaciones fraudulentas están diseñados para evadir los sistemas de aseguramiento y control de calidad de estos sistemas. Los sistemas actuales de gestión de la calidad e inocuidad de los alimentos no han sido diseñados originalmente para prevenir el fraude.

GFSI (2017) ha definido al fraude alimentario como un “término colectivo que abarca la deliberada e intencional sustitución, adición, alteración o tergiversación de alimentos, ingredientes alimentarios o envasado de alimentos, etiquetado, información del producto o declaraciones falsas o engañosas sobre un producto para obtener beneficios económicos que podrían afectar la salud del consumidor”. Asimismo, se han definido los siguientes tipos de fraude alimentario: sustitución, ocultación, dilución, etiquetado incorrecto, mejoras no autorizadas, falsificación, robo, desvío y producción en mercado gris.

Según PwC (2016) el fraude alimentario le cuesta a la industria alimentaria mundial un estimado de US \$ 40 mil millones cada año. Un solo incidente puede destruir permanentemente una marca valiosa, causar pérdidas a largo plazo en toda la industria, cerrar los mercados de exportación y dañar la confianza en las instituciones públicas y privadas.

En la certificación FSSC 22000 v5, el requisito 2.5.4. está referido a la mitigación del fraude

alimentario y en ella se describe la necesidad de realizar una evaluación de la vulnerabilidad para identificar y evaluar vulnerabilidades potenciales. Para ayudar a implementar los requisitos indicados en FSSC 22000 se recomienda seguir los siguientes pasos: a) definir un equipo multidisciplinario de mitigación contra el fraude, b) realizar una recopilación de información, c) realizar una evaluación de vulnerabilidad e identificar las vulnerabilidades significativas, d) definir las vulnerabilidades significativas, e) identificar y seleccionar medidas de control para mitigar las vulnerabilidades significativas, f) documentar un plan de prevención del fraude alimentario, g) capacitar, comunicar e implementar el plan de prevención del fraude alimentario, h) verificar el cumplimiento del plan de prevención del fraude y i) reevaluar en caso se detecten fallas.

Los planes y acciones para mitigar y prevenir los riesgos asociados al fraude deben considerar todos los procesos y actividades que realiza la empresa, incluidas las que no se encuentran dentro del alcance de inocuidad alimentaria o HACCP. Las acciones para mitigar el fraude alimentario deben tener como objetivo minimizar la vulnerabilidad al fraude alimentario al reducir las posibilidades de los estafadores.

Evaluación de vulnerabilidad de fraude alimentario (FFVA)

Al realizar un FFVA se deben tener en cuenta una serie de factores, tales como:

- Vulnerabilidad económica (que tan atractivo económicamente es el fraude)
- Datos históricos (ha sucedido)
- Detectabilidad (por ejemplo, qué tan fácil de detectar, detección de rutina existente)
- Acceso a materias primas, materiales de embalaje y productos terminados en la cadena de suministro.
- Relación con el proveedor (por ejemplo, relación larga o compra única o puntual)
- Certificaciones a través de un sistema independiente de control específico para el fraude y la autenticidad.
- Complejidad de la cadena de suministro (por ejemplo, logística, orígenes y en donde se modifica o procesa sustancialmente el producto).

El fraude es una actividad criminal motivada económicamente, por lo que debemos entender el comportamiento criminal para evaluar y mitigar los riesgos al fraude alimentario. En la criminología estos delitos resultan de una combinación de 3 aspectos: oportunidades, motivaciones y medidas de control inadecuadas. Analizando esto podemos estimar la vulnerabilidad al fraude alimentario para un producto, ingrediente o materia prima.

Actualmente se conocen metodologías y/o herramientas que permiten realizar una adecuada evaluación de vulnerabilidad al fraude alimentario.

Una de estas herramientas ha sido desarrollada por SSAFE en colaboración con PwC para crear una evaluación de vulnerabilidad al fraude alimentario que se puede usar de forma gratuita y ayudar a identificar sus vulnerabilidades a las amenazas de fraude alimentario. La herramienta consta de 50 preguntas de evaluación divididas en 3 secciones: oportunidades, motivaciones y medidas de control. Al final de la evaluación se obtiene un diagrama de telaraña para cada sección, los cuales al ser analizados permitirán identificar vulnerabilidades y preparar estrategias para reducir la vulnerabilidad al fraude alimentario.

Otra herramienta para detección de vulnerabilidades ha sido desarrollada por *Food Fraud Advisor* y está basado en las recomendaciones de metodología y matriz de riesgos de la *British Retail Consortium - BRC (2015)*. En esta evaluación, la probabilidad de que ocurra el fraude alimentario y las consecuencias si se produjera el fraude alimentario se grafican en una matriz de riesgo para obtener la vulnerabilidad general. La herramienta está diseñada para abordar vulnerabilidades dentro de la cadena de suministro de materias primas. No aborda la amenaza de actividades fraudulentas que ocurren dentro del propio negocio, procesos o instalaciones.

Una vulnerabilidad de fraude alimentario se define en los Requerimientos de Benchmarking GFSI como "la susceptibilidad o exposición a un riesgo de fraude alimentario, que se considera una brecha o deficiencia que podría poner en riesgo la salud del consumidor si no se aborda". Por lo tanto, es relevante basar el enfoque en construir un plan de evaluación de vulnerabilidad y un plan de mitigación en métodos de gestión de riesgos, tal como se describe en ISO 31000. Independientemente de la herramienta o las pautas que uno pueda elegir para construir sus planes, es más importante:

- Ser exhaustivo en los primeros pasos del análisis de evaluación de vulnerabilidad y asegurarse de considerar una amplia gama de riesgos. Como se indicó anteriormente, el fraude alimentario puede abarcar todas las actividades de una empresa y, por lo tanto, el alcance del paso de identificación de peligros debería abarcar todas las actividades;
- Comprender la diferencia entre peligro (una fuente potencial de daño), riesgo (la probabilidad de pérdida o lesión causada por un peligro) y vulnerabilidad (susceptibilidad a un riesgo): muchos peligros tendrán una probabilidad baja o muy baja y, por lo tanto, no representarán un riesgo. Del mismo modo, la susceptibilidad de una empresa o sistema a un riesgo no solo está relacionada con la severidad de este riesgo, sino también con la conciencia de la empresa sobre su debilidad y cómo la gestiona.

Según la Guía para mitigación del fraude alimentario del FSSC 22000, el plan de mitigación debe estar respaldado por el Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria (SGIA) de la organización para todos sus productos, lo que significa que debe contener elementos del sistema tales como capacitación, auditorías internas, revisión gerencial, etc., así como medidas de control operativo, actividades de verificación, correcciones y acciones

correctivas, responsabilidades, mantenimiento de registros y mejora continua. Ejemplos de actividades de verificación pueden ser la verificación de origen/etiqueta, ensayos, auditorías de proveedores, gestión de especificaciones. Además, también el SGIA necesita la inclusión del elemento de prevención del fraude alimentario como, por ejemplo: políticas, auditorías internas, revisión gerencial, etc.

¿Cómo podemos identificar un fraude?

La identificación del fraude depende de:

- Tipo de fraude y del producto.
- Nivel de sofisticación.

A nivel de laboratorio, la identificación del fraude se puede realizar aplicando las siguientes metodologías:

- Inspección visual.
- Aspectos organolépticos
- Métodos analíticos simples
- ELISA
- HPLC
- Análisis molecular (PCR)
- Técnicas isotópicas

La técnica de PCR, es una técnica basada en el análisis de ácidos nucleicos y permite la detección y diferenciación de distintas especies animales, certificación de alimentos vegetarianos, detección de alérgenos-certificación y fiscalización, certificación de alimentos libres de organismos genéticamente modificados (OGM).

En lo que respecta a las técnicas isotópicas, las mediciones de isótopos estables sirven para determinar el contenido de hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre, boro y estroncio que proporcionan información valiosa sobre el origen geográfico de los alimentos.



Uma síntese das relações isotópicas para identificar álcoois de diferentes matérias-primas

Mg. Susiane Leonardelli

Universidade de Caxias do Sul (UCS), Laboratório de Referência Enológica Evanir da Silva (LAREN/SEAPDR) – Brasil

E-mail: susileonardelli@gmail.com

As bebidas fermentadas surgiram há muitos anos e desde então são consumidas pela humanidade. O consumo moderado destas bebidas traz diversos benefícios, como por exemplo, a redução do risco de doenças cardiovasculares, a diminuição dos níveis de colesterol, a melhora na circulação sanguínea ou ainda, uma vida social mais ativa, o que acaba impactando na saúde mental das pessoas. Essas bebidas são complexas soluções de compostos químicos advindos da fermentação, sendo a molécula de etanol um de seus principais compostos. Atualmente existem vários tipos de bebidas fermentadas, podendo ser produzidas de uma infinidade de frutas, vegetais e cereais desde que contenham açúcares fermentescíveis como a sacarose, o amido, entre outros.

O vinho por sua vez, está entre as bebidas fermentadas mais antigas conhecidas. Em sua composição, além do etanol, apresenta uma infinidade de compostos que trazem benefícios a saúde humana. Historicamente, inúmeras teorias circundam a origem do vinho, muitas se entrelaçam com a história da própria humanidade. Todos estes fatores, tornaram o vinho um produto de grande importância, o qual acompanhou a evolução econômica e sociocultural das civilizações. Com a revolução industrial, a produção da uva e elaboração do vinho foram impulsionadas fortemente pelo surgimento de equipamentos para realizar os trabalhos que antes eram manuais.

Atualmente, o vinho é uma das bebidas mais consumidas no mundo. O Brasil acompanha essa evolução mundial, apresentando um aumento considerável de qualidade e produção. Com o aumento da disseminação da cultura do vinho, começaram a surgir diversas leis para controlar a falsificação.

Estabelecidas as leis de controles, foi possível observar que alguns fatores demonstraram ser determinantes para induzir a falsificação neste produto, como a viabilidade econômica de outras matérias-primas, o excesso de produção de outras culturas, ou ainda a baixa concentração de açúcares fermentáveis da própria uva em uma determinada safra, produzindo vinhos de baixo teor alcoólico.

Todos estes fatores podem instigar o uso de matérias-primas mais baratas em relação à uva, ou ainda, a utilização de resíduos ou subprodutos oriundos destas matérias-primas para produzir álcool. Matrizes como laranja, maçã, melancia, jaboticaba, mirtilo, mandioca, batata doce e arroz são fontes promissoras na produção de álcool. Apresentando, muitas vezes, um

alto rendimento de conversão e uma grande viabilidade econômica, quando comparada à uva. Entretanto, a adição de álcoois de fontes diferentes de uva não é permitida em bebidas genuínas como o vinho, assim como, outras adulterações que poderiam ocorrer.

Alguns países aplicam diversas técnicas para proteção de sua produção, controlando e fiscalizando adulterações como: misturas de variedades de uva, de safras ou ainda regiões geográficas. As técnicas utilizando os isótopos estáveis são promissoras ferramentas para controle de qualidade e autenticidade de produtos como o vinho. Diversas metodologias já foram desenvolvidas utilizando isótopos. Entretanto, para o controle do uso de álcool, de matérias-primas oriundas de plantas que utilizam o ciclo de Calvin Benson (C_3) para realizar a fotossíntese, um único isótopo, como por exemplo o carbono, não é eficaz para identificar e diferenciar estas culturas.

O isótopo de carbono apresenta variações muito pequenas dentro do grupo de plantas que realizam o mesmo ciclo de fotossíntese. Desta forma, surgem outros elementos, como oxigênio ou hidrogênio, para avaliar as pequenas variações ocasionadas pelo fracionamento isotópico que ocorre durante os processos físicos e químicos dos ciclos naturais.

A composição isotópica de hidrogênio e oxigênio trazem informações sobre o clima local, as condições geográficas, a temperatura, o volume de precipitação, a umidade, altitude ou latitude, e além disso, apresentam uma relação linear entre eles. O fracionamento de ambos ocorre durante o ciclo da água na natureza, durante os processos de evaporação e condensação. As influências do ciclo da água da natureza e a forma como os diferentes tipos de plantas assimilam estes processos, refletem nos valores isotópicos das plantas, e consequentemente, nos produtos oriundos destas plantas como os álcoois.

Neste estudo, foi demonstrado que é possível diferenciar álcoois de diversos tipos de plantas, utilizando a relação dos isótopos de hidrogênio, oxigênio e carbono. O hidrogênio foi o isótopo mais eficiente na identificação, permitindo diferenciar álcoois de melancia, mirtilo, jabuticaba, maçã, caqui, arroz, mandioca e também os álcoois comerciais em relação ao vinho. Os únicos álcoois que não diferenciaram estatisticamente do vinho, foram os álcoois de laranja e batata doce. O isótopo de oxigênio apresentou menor eficiência na separação destes álcoois, porém, diferenciou estatisticamente o álcool de batata doce. Da mesma forma, o carbono também não refletiu uma boa separação, como já era esperado, visto que, todas as plantas realizam o ciclo de fotossíntese C_3 .

Em síntese, foi observado que a melhor forma de caracterizar e identificar os álcoois de diferentes matrizes, é relacionando os três isótopos, visto que, o hidrogênio apresenta a maior contribuição, porém a pequena contribuição do oxigênio e do carbono ajudam a identificar com maior precisão os álcoois. Além disso, conhecendo os valores isotópicos do material precursor é possível quantificar a concentração de álcool adicionado no vinho.



Vida útil de alimentos industrializados y microbiología predictiva: Casos prácticos

Dra. Verônica Ortiz Alvarenga

Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Brasil

E-mail: vealvarenga@ufmg.br

La capacidad de predecir el comportamiento microbiano en una matriz alimentaria, utilizando un conjunto de factores ambientales e intrínsecos, tiene ventajas y beneficios, como la posibilidad de determinar la vida útil de los alimentos mediante modelos matemáticos. La microbiología predictiva es una ciencia basada en el uso de ecuaciones o modelos matemáticos para describir el comportamiento microbiano en los alimentos. La microbiología predictiva se basa en la premisa de que las respuestas microbianas frente a los parámetros intrínsecos y extrínsecos son reproducibles si se conocen. Una vez conocidas y reproducibles, las respuestas microbianas frente a parámetros intrínsecos y extrínsecos se pueden describir matemáticamente.

La microbiología predictiva integra conocimientos matemáticos, estadísticos, microbiológicos y computacionales, con el objetivo de modelar el comportamiento microbiano en los alimentos. Aunque el término microbiología predictiva es más reciente (década de 1980), el concepto de usar modelos matemáticos para describir el comportamiento microbiano data de las décadas de 1920 y 1940, cuando Bigelow y Monod utilizaron modelos para describir, respectivamente, la inactivación bacteriana por el uso de calor y multiplicación microbiana en procesos de fermentación. Unas décadas más tarde, 1960 y 1970, se utilizaron modelos matemáticos por primera vez para describir el tiempo de producción de toxinas por *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum* y la cinética del deterioro de los peces. Estas fueron las primeras aplicaciones de modelos matemáticos asociados a aspectos de seguridad y calidad microbiológica, tan importantes en la actualidad.

A pesar de los desarrollos descritos, la expansión en el uso de modelos matemáticos en microbiología de alimentos solo ganó impulso debido a la mayor incidencia de brotes de enfermedades asociados con alimentos a fines de la década de 1980 y los desarrollos computacionales de la década de 1990, los cuales permitieron la resolución de ecuaciones más complejas. Los grandes problemas provocados por los brotes cada vez más frecuentes de los años ochenta revelaron la necesidad de pasar de un enfoque cualitativo a un enfoque cuantitativo en microbiología alimentaria. Desde entonces, se han desarrollado modelos matemáticos con la capacidad de describir fenómenos reales y extremadamente complejos, con gran precisión.

La microbiología predictiva encuentra varias aplicaciones en la industria alimenticia, como determinar o extender la vida útil de los alimentos, desarrollar nuevos productos, validar procesos de inactivación, modificar formulaciones, establecer especificaciones microbiológicas, validar puntos críticos de control (Sistema HACCP) y en los modelos cuantitativos de evaluación de riesgos. Así, los modelos predictivos pueden utilizarse para describir matemáticamente los principales fenómenos asociados al comportamiento microbiano (microorganismos deterioradores, patógenos y beneficiosos) en los alimentos: multiplicación, inactivación e interacción.

De forma científica, los modelos predictivos pueden, a partir de un conjunto de datos generados experimental y correctamente seleccionados, permitir la comprensión de los factores que inciden en la vida útil de los alimentos. Además, los modelos predictivos pueden explicar la dinámica e interacciones entre las condiciones ambientales y las características de los alimentos en el comportamiento microbiano, lo que interfiere con la calidad físico-química, organoléptica y microbiológica de los alimentos.

La capacidad de predecir la vida útil de un alimento ofrece ventajas para las industrias, ya que permite estudiar el impacto de diferentes formulaciones en el comportamiento microbiano y, en consecuencia, en la vida útil de los alimentos. Esto permite predecir la probabilidad de deterioro de un producto dado cuando hay un cambio en la formulación o en las condiciones ambientales. Los modelos predictivos generan información útil para la toma de decisiones, ya que ayudan a establecer límites críticos, basados en el comportamiento microbiano ante condiciones ambientales variables.

Referencias bibliográficas

- BARANYI, J.; ROBERTS, T. A. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*, 23, 1994. 277-294
- MCKELLAR, R. C.; LU, X. *Modelling Microbial Response in Foods*. Boca Raton: CRC PRESS, 2004
- O'MAHONY, C.; SEMAN, D.L. Modeling the Microbiological Shelf Life of Foods and Beverages. *The Stability and Shelf Life of Food*. [S.I.]: Elsevier, 2016. p. 253–289.
- PEREZ-RODRIGUEZ, F.; VALERO, A. *Predictive Microbiology in foods*. New York: Springer, 2013
- ZWIETERING, M. H. et al. Modeling of bacterial growth as function of temperature. *Applied and Environmental Microbiology*, 57, 1991. 1094-1101.



Sistemas implementados para asegurar la inocuidad de productos derivados de peces amazónicos

Mg. Margoth del Rocío Orbe Peixoto

CITE Productivo Maynas (Loreto), Instituto Tecnológico de la
Producción (ITP) – Perú

E-mail: morbe@itp.gob.pe

Hablar de inocuidad en la Amazonía peruana es adaptar a la cultura de comunidades indígenas y centros poblados, hábitos de comportamiento responsable en la cadena de producción alimentaria, sin afectar el medio ambiente donde se encuentran.

La conducta de los integrantes de las organizaciones que participan a lo largo de toda la cadena de producción y comercialización de alimentos da como resultado alimentos inocuos, por eso no se habla de programas de inocuidad alimentaria, sino que se habla de sumar la cultura de inocuidad alimentaria más la cultura amazónica ancestral de los pescadores artesanales.

Herramientas de inocuidad

Las organizaciones de pescadores artesanales de la Amazonía peruana desde hace años vienen contribuyendo a la cadena de valor de productos pesqueros y mejorando la condición económica de las comunidades al interior de la Amazonía. Sin embargo, existen puntos críticos relevantes como la inadecuada aplicación de buenas prácticas de higiene en el proceso de aprovechamiento desde la cosecha, poscosecha, transporte, procesamiento, conservación y comercialización, acompañado por la falta de infraestructura debidamente habilitada sanitariamente y el acceso a servicios para una mejor condición en la conservación y almacenamiento del producto (cadena de frío), afectando de manera directa en la cadena de valor de la actividad. Todos estos son aspectos importantes que dificultan el cumplimiento de la norma sanitaria nacional D.S. 040-2001-PE y, consecuentemente, impidiendo el acceso de estos productos a mercados formales y de alto valor.

La implementación de planes de higiene y saneamiento permitió incorporar mejoras en el proceso de la cosecha y poscosecha del paiche proveniente de la pesca artesanal, contribuyendo a la mejora de las condiciones sanitarias durante su captura, manipulación y transporte hasta las zonas e instalaciones de procesamiento primario de los productos.

Sistemas implementados para asegurar la inocuidad en productos derivados de peces amazónicos

El objetivo de asegurar la inocuidad en productos derivados de peces amazónicos, es reducir los riesgos de contaminación del producto durante los procesos de aprovechamiento en la

cocha, hasta la recepción en plantas de procesamiento. Con la implementación de un Plan de Higiene y Saneamiento, procedimientos de limpieza y desinfección de superficies que podrían entrar en contacto con el producto durante la campaña de aprovechamiento se estaría logrando reducir el 80% de peligros de contaminación de los productos derivados del paiche.

El alcance de la implementación de herramientas de inocuidad es aplicado en ambientes que involucran los procesos de cosecha y poscosecha: embarcaciones, redes de pesca, balsa de beneficio, instalaciones, materiales, insumos, equipos, personal vinculado con la actividad extractiva, manipulación y transporte.

Primero se realiza el plan de acción de mejoras para la implementación de herramientas de inocuidad en los procesos de cosecha y poscosecha del paiche, identificando los puntos críticos para diseñar un flujo de procesos en la zona de pesca de especies amazónicas (región Loreto).

Tabla 1

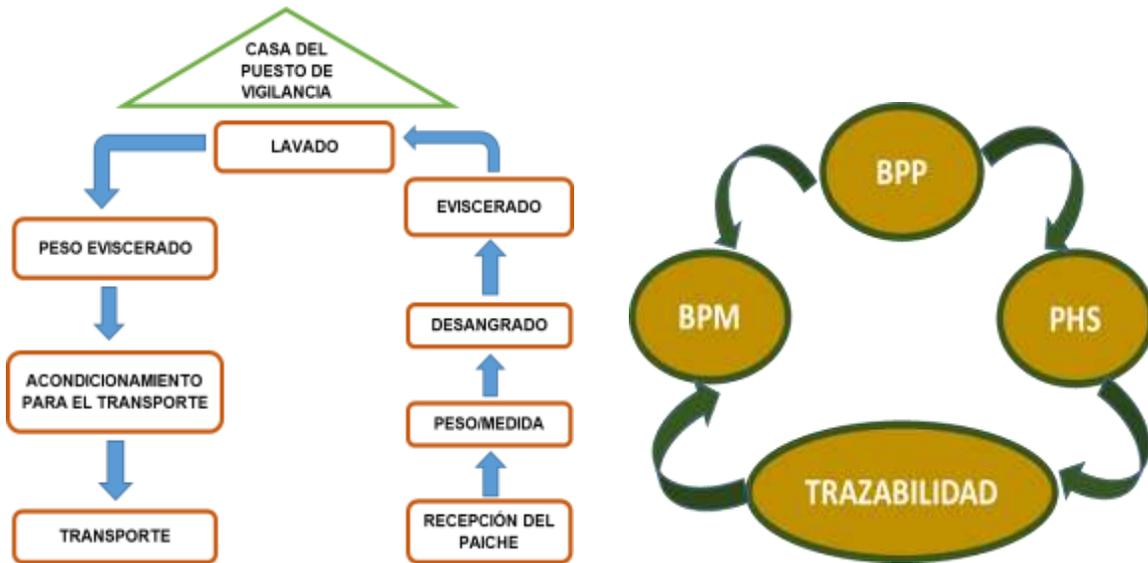
Plan de acciones de mejora

NORMA	Problema	Causas	Efecto	
040-2001-PE, Título VII, Cap II, Subcap II, Art.90	Ubicación de materiales directos de pesca cerca a los insumos químicos peligrosos (combustible y lubricantes)	Incumplimiento a requisitos sanitarios según D.S.040-2001-SANIPES Falta de fortalecimiento de capacidades en requisitos de Buenas Prácticas de Manipulación y el control de insumos químicos peligrosos y utensilios y equipos del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de contaminación cruzada de materiales de pesca con sustancias químicas peligrosas 	
040-2001-PE, Título VII, Cap III, Subcap II, Art. 92	Redes de pesca en contacto directo con el suelo		<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de Contaminación de las redes 	
	Cuchillos y utensilios en malas condiciones sanitarias y deterioro		<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de contaminación del producto y riesgo de accidentes para el personal manipulador 	
040-2001-PE, Título IV, Cap II, Art. 32, Título II, Cap II, Art. 8º a y b, Cap III, Art.12º a	No cuenta con una cadena de frío (hielo), el traslado del pescado capturado al lugar del procesamiento es 90 min.		<ul style="list-style-type: none"> Riesgo alto en el deterioro del producto por contaminación y exposición directa con el sol y tiempo prolongado durante las actividades sin una cadena de frío (factor tiempo y temperatura) 	
040-2001-PE, Título II, Cap II, Art. 8º c y d, Cap III, Art.12º a, Art.13º a	El pescado capturado es colocado directamente en la superficie de la embarcación y expuesto al sol.			<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de accidente laboral y aumento del tiempo en el proceso.
040-2001-PE, Título VII, Cap III, Subcap II, Art. 92	Falta de arco para el pesado y desangrado.			
040-2001-PE, Título VII, Cap. I, Art. 59º y Art. 60º, Cap III, Subcap I, Art. 87.	El procesamiento primario es desarrollado en la balsa de madera del puesto.			
040-2001-PE, Título VII, Cap III, Subcap I, Art.86º	Uso directo de agua del caño Pacaya			
040-2001-PE, Título VII, Cap I, Subcap III, Art. 79	No se observó los implementos para los residuos generados durante el proceso	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del producto, reducción de vida útil del producto final. 		

Fuente: OSPPA Arahuana Fish. Plan de Higiene y Saneamiento en procesos de cosecha y poscosecha del paiche, *Arapaima gigas*.

Implementación de herramientas de inocuidad en el proceso de cosecha y poscosecha del paiche

Puntos identificados y sistemas que aseguren la inocuidad en las actividades de cosecha y poscosecha.



Productos derivados de peces amazónicos

Entre los productos diseñados como productos terminados para comercialización en el mercado local y nacional están:

- Filete de paiche salado y prensado empacado al vacío
- Filetes fresco salado empacado al vacío
- Chorizo ahumado de paiche y gamitana
- Cecina de paiche
- Filetes ahumados
- Cortes empacados y congelados
- Hamburguesas
- Lomitos ahumados de paiche
- Filetes empanizados de harina de yuca, tapioca.
- Filetes marinados con salsas agridulces y otros

Residuos del paiche:

- Aretes, cortinas, lámparas, adornos de la escama de paiche
- Carteras, mochilas, vestimenta, zapatos del cuero de paiche
- Chicharrón de las vísceras del paiche

Prospectivas

Las organizaciones de pescadores artesanales de la Amazonía peruana buscan fortalecer la capacidad productiva y los aspectos sanitarios y logísticos en la pesca artesanal del paiche, promoviendo la transferencia de adecuadas prácticas de limpieza y desinfección aplicadas en los ámbitos de la actividad y tecnologías adecuadas para su implementación. El mismo está dirigido a los miembros de la organización OSPPA Arahua Fish y otras organizaciones que se dedican al aprovechamiento del paiche proveniente de la pesca artesanal y se encuentran contribuyendo con el proceso de implementación en mejoras sanitarias que aseguren la condición de inocuidad del producto con valor agregado. Dentro de dos años estas organizaciones contarán con instalaciones adecuadas para asegurar la cadena de frío desde sus comunidades hasta otras provincias y distritos de la región Loreto y fronteras con Perú, el cual generará la comercialización de sus productos derivados del paiche y otras especies, ayudando a mejorar la calidad de vida de las familias de la Amazonía peruana.

Referencias bibliográficas

Decreto Ley N° 25977. Ley General de la Pesca

Decreto Supremo N° 012-2001-PE. Reglamento de la Ley General de la Pesca

Decreto Supremo N° 040-2001-PE. Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuícolas.

Decreto Supremo N° 027-2009-PRODUCE. Modifica la Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuícolas D.S. N°040-2001-PE.

OSPPA Arahua Fish.2020. Plan de Higiene y Saneamiento en procesos de cosecha y poscosecha del paiche, *Arapaima gigas*.



Impacto del contexto Covid-19 en los sistemas de gestión de la industria alimentaria

Mg. Santana Lidia León Alfaro

LAS-ICMSF – Perú

E-mail: sleon@pucp.pe

El 11 de marzo del año 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que estábamos ante una pandemia global por un nuevo coronavirus, luego que China haya anunciado en diciembre de 2019 los primeros casos por un virus que prontamente fue secuenciado y denominado SARS-Cov-2.

Como sabemos, no ha sido, ni será la primera vez que la humanidad hace frente a una pandemia. La diferencia es que, en el presente, un mundo globalizado, podemos contar con la información prácticamente a tiempo real y, con la misma facilidad con la cual podemos viajar entre continentes y realizar nuestros intercambios comerciales, también podemos intercambiar y transferir diferentes agentes biológicos, entre ellos los patógenos.

En este contexto, con más 33 millones de casos y cerca de un millón de muertes a nivel global, el Perú resultó ubicándose entre los 10 países más afectados a nivel mundial, con más de 805,300 casos y más de 32,200 muertes a la fecha¹.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU)², en setiembre 2020, ha estimado algunos impactos socioeconómicos de la Covid-19 a nivel global:

- 170 países experimentarán un crecimiento negativo del PBI per cápita, en comparación con sus promedios de 2019. Estas proyecciones implican una pérdida acumulada para la economía mundial durante dos años (2020-21) de más de \$ 12 billones.
- Aumento en la pobreza, pasando entre 70 a 100 millones de personas a extrema pobreza; aumentando el número de personas en crisis alimentaria al doble.
- El comercio mundial disminuirá drásticamente en 2020 en un 11,9%, lo que refleja una demanda más débil de bienes y servicios.
- La deuda pública mundial alcanzaría un máximo histórico en 2020-21, superando el 101% del PBI, 19 puntos porcentuales más que en 2019.
- A setiembre 2020, aproximadamente 827 millones de estudiantes (47% del total de inscritos) están siendo afectados por el cierre de las escuelas.
- Las remesas hacia países de menores ingresos disminuirán en un 19,7%.

¹ Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). (28/09/2020) *COVID-19 Dashboard*.

Recuperado de: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>.

² United Nations. (Junio 2020). *United Nations Comprehensive Response to COVID-19 Saving Lives, Protecting Societies, Recovering Better*. Recuperado de: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/un_comprehensive_response_to_covid-19_june_2020.pdf.

- Las pérdidas globales de horas de trabajo se proyectan en un 14% (16% en países de ingresos medios a bajos) en el segundo trimestre de 2020 (en relación con 2019), lo que equivale a casi 500 millones de empleos a tiempo completo.

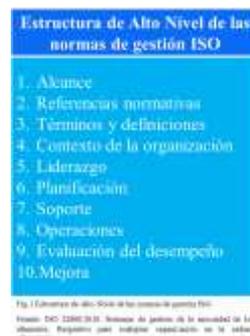
Asimismo, según las proyecciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Perú se ubica en primer lugar, entre los países latinoamericanos que más serán afectados, con una caída proyectada del PBI de -13,0% para el 2020, lejos del promedio para América del Sur (-9.4%)³.

En este contexto, las organizaciones de la industria alimentaria, se han enfrentado, o están enfrentando, una disrupción⁴ que ha puesto en riesgo la continuidad de sus negocios. ¿Qué desafíos se presentan? ¿Qué alternativas se tienen? ¿Con qué herramientas se cuenta? Entre los desafíos afrontados están:

- Compras de pánico, poniendo a prueba las cadenas logísticas.
- Ausentismo del personal, ya sea por enfermedad de ellos o sus familiares, por ser personal de riesgo, por la dificultad en los traslados o algún otro efecto colateral del contexto.
- Normativa nueva y variada, de diferentes sectores. Había que estar atentos a las nuevas estrategias del estado y las autoridades.
- Se tuvieron que tomar decisiones, como cierre de algunos puntos de venta, reducción de personal y/o contratación de personal temporal.
- Cambios en la infraestructura, en los procesos y la forma de trabajar.
- Cambios en las funciones y en la necesidad de competencias nuevas o diferentes de los colaboradores.

La propuesta, que en adelante se desarrolla, plantea que el sistema de gestión (ya sea de calidad, inocuidad, seguridad y salud ocupacional, entre otros) de la organización es la principal herramienta de soporte para la continuidad del negocio.

Los sistemas de gestión correspondientes al modelo ISO (ISO 9001, ISO 22000, entre otros), responden a los requisitos establecidos en las normas de gestión según la estructura de alto nivel, común a todas las disciplinas (calidad, inocuidad, etc.), conforme se observa en la Figura 1.



³ Cepal. (Julio 2020). *Enfrentar los efectos cada vez mayores del COVID-19 para una reactivación con igualdad: nuevas proyecciones*. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45782-enfrentar-efectos-cada-vez-mayores-covid-19-reactivacion-igualdad-nuevas>.

⁴ “Incidente, ya sea anticipado o no, que causa una desviación negativa no planificada de la entrega esperada de producto/servicio de acuerdo con los objetivos de la organización” (NTP-ISO 23303:2020. Seguridad y resiliencia: Sistemas de gestión de continuidad del negocio. Requisitos).

Esta estructura responde al ciclo de la mejora continua, conocido como el ciclo de Deming o ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar). Los capítulos 4, 5 y 6 e incluso algunos aspectos del capítulo 7, corresponde a la etapa de la Planificación del sistema de gestión; capítulo 7 y el capítulo 8 corresponden a la Operación de la organización (procesos principales y de soporte); el capítulo 9 incluye los requisitos relacionados a la Evaluación y Verificación de la eficacia del sistema de gestión, y finalmente el capítulo 10 incluye los requisitos relacionados a la Mejora del sistema de gestión (Ver Fig.2).

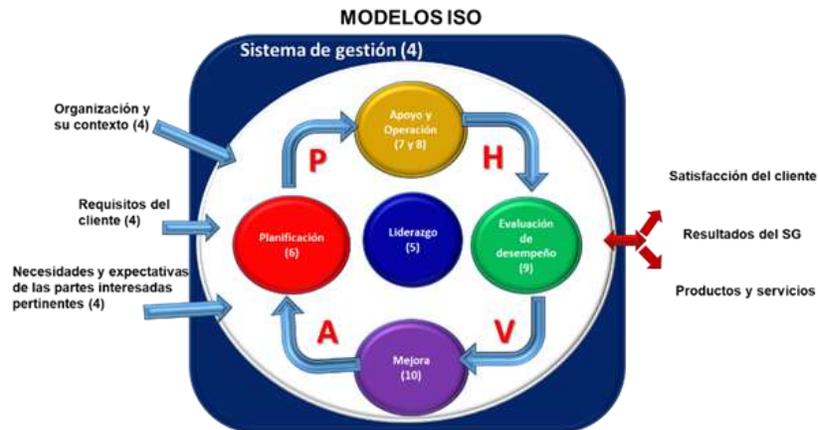


Figura 2: Estructura de Alto Nivel y el ciclo PHVA.
Fuente: Basado en ISO 9001 e ISO 22000.

Etapa del PLANIFICAR

Las organizaciones cuentan con un propósito, una visión y una estrategia en la que incluyen los productos y servicios que proveen. Aquí se engranan los sistemas de gestión como soporte a la estrategia de la organización, y es desde este punto en que se identifican los impactos del contexto Covid-19 en los sistemas de gestión de la organización y a la vez, desde este punto también se inician las acciones de respuesta para la continuidad del negocio de la organización. Ante el nuevo contexto Covid-19, tanto externo como interno, el sistema de gestión debería ayudar a la organización a identificar los nuevos factores que pueden impactar en su capacidad para proveer sus productos y/o servicios según las necesidades, probablemente también nuevas, de sus clientes o potenciales nuevos clientes, identificando nuevas oportunidades así como nuevos riesgos a ser gestionados.

Este análisis del contexto de la organización, las nuevas de necesidades de sus clientes y/o potenciales clientes y otras partes interesadas pertinentes, impactará en la reformulación de la política, objetivos y alcance del sistema de gestión, llegando incluso en algunos casos a una reformulación del modelo de negocio. En adelante, las decisiones tomadas decantarán en la determinación de las nuevas o adicionales características de los productos o servicios, la identificación de cambios, mejoras o rediseño de los procesos.

Ante nuevas necesidades en los procesos, cambios en las realización de las actividades, necesidades de dar respuesta al cumplimiento normativo, entre otros aspectos será necesario la revisión de los roles, responsabilidades y competencias, así como la planificación de los recursos necesarios en relación a infraestructura, equipos, nuevas o diferentes materias primas, etc. Todos estos cambios, antes de implementarse, deben ser planificados, según los



requisitos del sistema de gestión, para asegurar que no se presentes impactos negativos o al menos que estos estén controlados según lo calculado y esperado.

Antes de pasar a la etapa del HACER, del ciclo del PHVA, es importante identificar ¿Con qué capacidades cuenta la organización?, ¿Qué limitaciones tiene?, y ¿Qué requiere de proveedores externos?

Otro de los aspectos muy importantes es la comunicación y la concientización así como la planificación para el seguimiento del clima organizacional; la actualización y seguimiento de la eficacia de las acciones tomadas para el tratamiento de los riesgos; la planificación y seguimiento de los indicadores de gestión, enfocándose en los indicadores para el seguimiento de los nuevos aspectos que se implementarán.

Etapa del HACER

Conforme la experiencia nos ha mostrado, y la estructura de las normas de gestión lo han establecido, invirtiendo el tiempo necesario para una buena planificación, la etapa del “HACER” consiste en aplicar lo planificado, generando los registros y sus datos para el análisis y seguimiento de los indicadores de control de los procesos y producto así como los indicadores de logros de metas y objetivos planteados.

Etapa del VERIFICAR

En esta etapa, es importante enfocarse en el análisis y evaluación de los indicadores que hacen seguimiento a los cambios o a las acciones generadas por los cambios, como son las acciones para tratar los nuevos riesgos, detectando desviaciones en el logro de los objetivos y el desempeño y efectividad del sistema de gestión. Entre las herramientas para la verificación del sistema está la auditoría, cuya metodología, generalmente presencial, ha sido impactada, dando lugar al uso de metodologías alternativas como la auditorías remoto o auditorías blended (parte remotas y parte presencial), para las cuales, además de la norma ISO 19011-Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión, que ya lo contemplaba años atrás, se cuenta también con otras referencias que proveen lineamientos⁵. Entre los principales aspectos a considerar para optar por las auditorías remoto está la evaluación de los riesgos asociados con:

- Los recursos tecnológicos con los que se cuenta, tanto a nivel de los auditados como de los auditores, los cuales aseguren la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información.
- Los recursos del personal, tanto del equipo auditor como de los auditados, como son las competencias para el uso de los TIC, las metodologías de auditorías remoto, disponibilidad del personal.

5

IAF.(2015). *IAF ID 12. Principles on Remote Assessment*.

IAF. (2018). *IAF MD. IAF Mandatory Document for the Use of Information and Communication Technology (ICT) for Auditing/Assessment Purpose*.

IAF. (2020). *IAF Food Working Group Task Force Document:2020 - Remote Auditing Activities for Accredited Food Safety Certification*.

Recuperados de: <https://www.iaf.nu/>

INACAL. (2020). *PGP 123 2020 Lineamientos para la gestión de auditorías remotas*.

- La organización y sus procesos: tipo de productos, complejidad de los procesos, ubicación de los sitios de producción, sistematización, documentación.
- Objetivos y alcance del programa y de la auditoría: áreas, procesos, requisitos a auditar.

Etapa del ACTUAR

Etapa que provee sentido al sistema de gestión en relación al principio de la mejora continua, tomando las acciones que sean necesarias según el análisis y evaluación de los datos realizados en la etapa previa, cerrando de este modo el ciclo del PHVA e iniciando un nuevo nivel en el espiral del sistema de gestión.

Otro de los modelos de sistemas de gestión de la industria alimentaria es el modelo BRC, que, aunque tiene una estructura diferente, sin embargo también se basa en el ciclo PHVA. El esquema de certificación de BRC, emitió un documento⁶ incluyendo algunas precisiones para todas las organizaciones que están certificadas, las cuales como resumen se pueden mencionar principalmente lo siguiente:

1. A nivel de la Alta Dirección y el plan HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)
 - Conformar un equipo de respuesta a Covid-19.
 - Asegurar una coordinación efectiva de las diferentes decisiones, comunicaciones, implementación y revisión de la efectividad de las nuevas medidas.
 - Llevar a cabo reuniones periódicas, cortas y preferentemente remotas.
 - Revisar y verificar que los cambios en los PPR (programas prerrequisitos), flujo de los procesos, cambios en materias primas, proveedores, etc., no estén incluyendo nuevos riesgos de inocuidad alimentaria.
 - Asegurar responsables alternos del control de los PCC y de ser necesario aumentar la frecuencia de su seguimiento.
2. A nivel del Sistema de Gestión
 - Identificar y gestionar riesgos relacionados con la aprobación de proveedores de emergencia y la recepción de nuevas materias primas. El gerente de producción y el responsable HACCP deberían ser parte del equipo que toma decisiones.
 - Inspección y ensayo que prioricen nuevos controles, considerando las nuevas materias primas y/o proveedores de emergencia.
3. A nivel del establecimiento y los PPR (Programas Prerrequisitos)
 - Considerar los riesgos asociados a la defensa alimentaria y la seguridad del sitio, debido a los trabajadores temporales, nuevos proveedores, etc. Considerar mayor señalización y enfocarse en la lista de visitantes.
 - Revisar los programas de mantenimiento, control de plagas, limpieza y desinfección, identificando los cambios necesarios en sus frecuencias, según los riesgos asociados. Considerar las validaciones de los cambios, en caso de aplicar.

⁶ BRC. (abril 2020). *BRCGS Guidance document – Managing food safety during Covid-19*. Recuperado de:

4. Control del producto, control del proceso y personal

- Verificar la información de las etiquetas y hacer los ajustes que sean necesarios, informando al propietario de la marca, cliente y autoridad sanitaria según corresponda.
- Evaluar la vulnerabilidad y prevención del fraude.
- Considerar la inducción al personal nuevo o temporal, especialmente en relación a los procesos, acciones en caso de emergencia, procedimientos de higiene, inocuidad, manejo de alérgenos, reporte de enfermedades.
- Identificar reemplazos y revisar los programas de capacitación para priorizar aspectos para las circunstancias actuales.

Para terminar, considerar las siguientes dos conclusiones:

1. Las organizaciones han pasado por un evento disruptivo; los sistemas de gestión deberían ser la respuesta inmune para la continuidad del negocio.
2. Es importante desarrollar el pensamiento basado en riesgos, recordando que la inocuidad y legalidad no se puede negociar, tampoco la salud de los colaboradores.

Finalmente, recordando a Darwin, tengamos en cuenta: las especies (en este caso, las organizaciones) que sobreviven, no son necesariamente las más fuertes, ni las más rápidas, ni las más inteligentes; sino aquellas que se adaptan mejor al cambio.



Microbiología del futuro: ¿Estamos preparados?

Dr. Juan Martín Oteiza

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria (CIATI AC) - Argentina

E-mail: juano@ciati.com.ar

La microbiología se puede definir, sobre la base de su etimología, como la ciencia que trata de los seres vivos muy pequeños, concretamente de aquellos cuyo tamaño se encuentra por debajo del poder resolutorio del ojo humano. Como ciencia, existe aproximadamente desde la segunda mitad del siglo XIX. Sin embargo, ya en el siglo III antes de Cristo, Teofrasto, sucesor de Aristóteles, escribió gruesos volúmenes acerca de las propiedades curativas de ciertas plantas. Ya en 1676 Anton van Leeuwenhoek, usando un microscopio de una sola lente que él mismo había construido, basado en el modelo creado por Robert Hooke, realizó la primera observación microbiológica registrada de "animáculos", como los llamó y dibujó en ese tiempo.

Asimismo, dentro de los científicos que se deben mencionar, se encuentran Louis Pasteur (1822-1895), considerado el padre de la microbiología médica, y Robert Koch (1843-1910). Quizá el mayor triunfo de Pasteur consistió en refutar la teoría de la generación espontánea. Sin embargo, también diseñó métodos para la conservación de los alimentos (pasteurización) y vacunas contra varias enfermedades como el carbunco, el cólera aviar y la rabia. Por otra parte, Robert Koch es especialmente conocido por su contribución a la teoría de los gérmenes de la enfermedad, donde, mediante la aplicación de los llamados postulados de Koch, logró demostrar que enfermedades específicas están causadas por microorganismos patogénicos específicos.

Otras personalidades que contribuyeron de manera significativa al desarrollo de la microbiología fueron el danés Hans Christian Joachim Gram, el cual en 1884 desarrolló la tinción de Gram; el microbiólogo alemán Julius Richard Petri quien inventó las placas de Petri en el año 1887; el médico y científico británico Alexander Fleming famoso por ser el descubridor de la penicilina en 1928; los científicos James Watson y Francis Crick quienes en 1953 propusieron su famoso modelo de la doble hélice del ADN; el bioquímico estadounidense Kary Banks Mullis quien en 1993 compartió el Premio Nobel de Química con Michael Smith, debido a la invención de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Otro de los grandes hitos de la historia de la microbiología fue el proyecto "Genoma Humano" el cual fue creado con el objetivo de determinar la secuencia de pares de bases químicas que componen el ADN e identificar y cartografiar todos los genes de un genoma humano desde un punto de vista físico y funcional. El proyecto, dotado con 3000 millones de dólares, fue fundado en 1990. En el año 2000 se anunció que el 90% del genoma humano

se encontraba completo (aprox. 35.000 genes) mientras que en el 2003 se completó la secuencia (cerca de 30.000 genes).

En las últimas cuatro décadas hubo numerosos avances en el desarrollo de métodos rápidos y desde hace más de 15 años este campo cobró gran importancia en investigación y en la industria alimentaria. Se define como “método rápido” a cualquier método destinado a la detección, el recuento, la caracterización y/o a la subtipificación de microorganismos mediante el cual se obtienen resultados de manera sencilla, fiable y en menor tiempo que con los métodos convencionales.

El desarrollo de métodos rápidos y automatizados constituye un área de la microbiología aplicada muy dinámica y en continua evolución. Por mencionar algunos de los métodos rápidos que actualmente se encuentran disponibles para la industria alimentaria se encuentran las películas de medios de cultivos deshidratados, sistemas basados en el empleo de sustratos definidos (cromogénicos y/o fluorogénicos), sistemas para determinar el número más probable, pruebas inmunológicas (precipitación, aglutinación, inmunofluorescencia, citometría, radioinmunoensayo, enzimoimmunoensayo, inmunocromatografía, inmunomicroscopía), sistemas basados en impedancia/ conductancia y ATP, métodos moleculares de detección e identificación (hibridación, PCR de punto final, PCR en tiempo real, amplificación LAMP, microarrays, biochips) así como métodos bioquímicos de identificación (galerías miniaturizadas y automatizadas) y la subtipificación molecular (PFGE, ribotipificación).

El crecimiento exponencial de los métodos rápidos aplicados a la microbiología de los alimentos puede evidenciarse en la gran cantidad de sistemas comerciales, automatizados o no, que se ofrecen en la actualidad con el objetivo de tener resultados rápidos, en tiempo real, exactos y de bajo costo. Por ejemplo, como consecuencia de la automatización, el estudio de genotipos bacterianos pasó de ser un proceso tedioso y lento a un método práctico que se puede aplicar a los ensayos microbiológicos cotidianos.

En lo referente al uso de tecnologías consideradas como “novedosas” en el campo de la microbiología de los alimentos, podemos mencionar a la secuenciación de nueva generación (NGS) la cual involucra a la metasecuenciación (MGS), a la secuenciación de genomas completos (WGS) y a la secuenciación masiva dirigida, las cuales permiten identificar microorganismos a nivel de género y especie, mediante la amplificación y secuenciación de su ADN, sin necesidad de que sean cultivables en el laboratorio (luego de comparar los resultados con bases de datos). Este tipo de metodologías presentan muchas ventajas respecto de los métodos microbiológicos clásicos y sin lugar a dudas se convertirán en la denominada “microbiología del futuro”.

En este sentido, el empleo de sensores de detección, tecnologías espectrales tipo NIR que permitirán escanear alimentos en busca de contaminantes, etiquetas inteligentes en envases de alimentos, el big data, blockchain y la inteligencia artificial serán tecnologías que van a marcar el futuro de la seguridad alimentaria. ¿Estamos preparados para estos cambios?

Implementación de auditorías remotas en sistemas de inocuidad de alimentos

MBA. Ennio Emerson Peirano Mejía

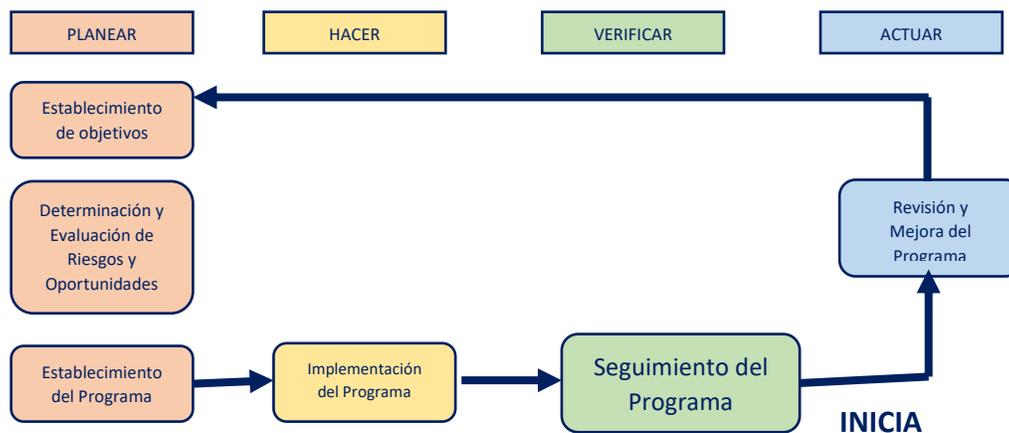
ICONTEC - Perú

E-mail: enniopeirano@gmail.com

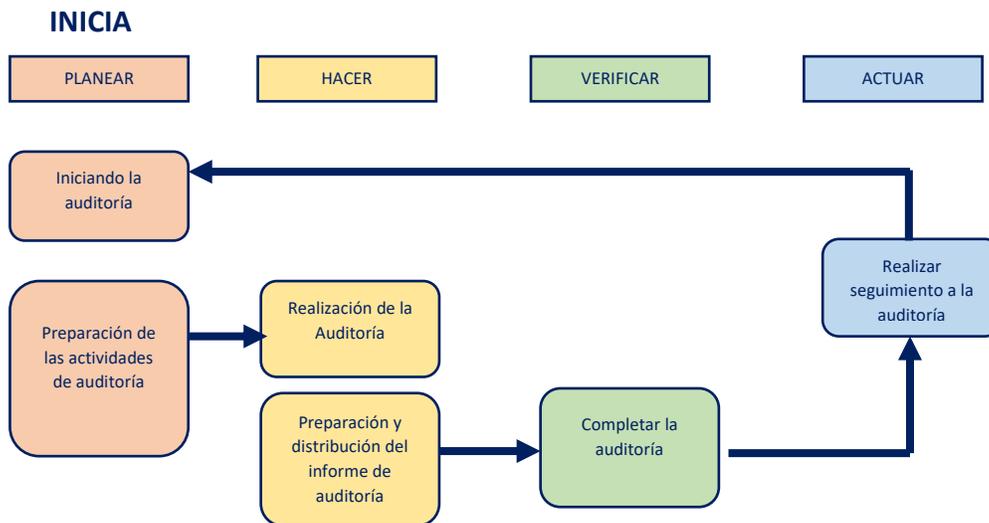
El contexto disruptivo generado por la pandemia Covid-19, ha motivado que cada vez más las empresas desarrollen procesos de verificación, entre ellos las auditorías internas y externas, con apoyo de medios tecnológicos. Por esa razón, para tener claro este enfoque, resulta necesario considerar el concepto de auditorías internas, el cual se define como “*el proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias objetivas y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría*” (Instituto Nacional de la Calidad, 2020).

Este tipo de normas se establecen para que se proporcione orientación sobre la auditoría de los sistemas de gestión, incluyendo los principios de la auditoría, la gestión de un programa de auditoría y la realización de auditorías de sistemas de gestión, así como la orientación sobre la evaluación de la competencia de las personas que participan en el proceso de auditoría. Estas actividades incluyen a las personas responsables de la gestión del programa de auditoría, los auditores y los equipos auditores. Siguiendo esa lógica, podemos decir que son aplicables a todas las organizaciones que necesitan planificar y realizar auditorías internas o externas de sistemas de gestión, o gestionar un programa de auditoría.

Un factor importante en este proceso es la gestión de un programa de auditorías. La gestión de este documento sigue el siguiente flujo:



Ya durante la gestión de una auditoría será clave seguir el siguiente ciclo:



Hay varias razones por las cuales un auditor no puede estar presente en el sitio y *face to face* con el cliente o auditado. Algunos motivos son los siguientes:

- Circunstancias que pudieran afectar su integridad física (manifestaciones, huelgas, entre otros).
- Circunstancias o eventos que prohíben el libre desplazamiento (epidemia, pandemia, inundaciones u otros desastres naturales, entre otros).

Como se puede verificar, las pandemias se encuentran entre estas razones y es por ello que se promueve el uso de una guía práctica y eficiente con relación a este tipo de auditorías. Las nuevas tecnologías de información y comunicación denominadas TIC han hecho que la auditoría remota sea más factible y flexible. El uso de las TIC permite entre otros puntos:

- Auditar sitios y personas de forma remota.
- Acortar distancias.
- Reducir tiempos y gastos de viaje.
- Minimizar el impacto ambiental asociado con los viajes a realizar para una auditoría.
- Adaptar las auditorías a diferentes modelos organizacionales.

No obstante, las TIC presentan también limitaciones y riesgos en el cumplimiento de los objetivos de auditoría. Estos incluyen temas de seguridad de la información, protección de datos y asuntos referidos a la confidencialidad, veracidad y calidad de la evidencia objetiva recopilada, entre otros.

Algunas interrogantes pueden ser:

- Cuando se observan imágenes, ¿se está viendo en tiempo real o son grabaciones de video?
- ¿Se puede visualizar todo sobre el sitio remoto o están siendo guiados por imágenes seleccionadas?
- Cuando se planifica una entrevista remota, ¿se contará con una conexión estable a Internet y la persona a entrevistar sabrá cómo utilizarla?
- ¿Los procesos y sitios a auditarse pueden realmente ser auditados fuera del lugar?
- ¿Puede tenerse un buen panorama de las instalaciones, equipos, operaciones y controles?
- ¿Se puede acceder a toda la información pertinente?

Una buena práctica siempre será revisar los riesgos y oportunidades de cada auditoría en particular.

En el tema tratado de auditorías remotas se abordan los criterios generales para su planificación, su ejecución y las actividades posteriores a la auditoría. Un detalle importante está referido a que las auditorías de tercera parte (certificación), los organismos de acreditación y organismos de certificación, proporcionan el marco para determinar la elegibilidad de técnicas de auditoría remota.

Para auditorías de primera (interna) y segunda parte (a proveedores o clientes), es competencia del cliente o de la organización auditada determinar la conveniencia de la auditoría remota de acuerdo con los objetivos de la auditoría. La Guía Peruana 123 (Instituto Nacional de Calidad, 2020) aborda estos dos tipos de auditorías; sin embargo, algunos lineamientos también pueden ser utilizados en auditorías de tercera parte.

Para tener claridad sobre los métodos de auditoría es importante referenciar:

Grado de interacción entre el auditor y el auditado	Ubicación del auditor	
	In situ	A distancia
Interacción humana	Realizar entrevistas Completar listas de verificación y cuestionarios con la participación del auditado Revisar los documentos con la participación del auditado Muestrear	A través de medios de comunicación interactivos: – realizar entrevistas – observar el trabajo realizado con un guía a distancia – completar listas de verificación y cuestionarios – revisar los documentos con la participación del auditado
Sin interacción humana	Revisar los documentos (por ejemplo, registros, análisis de datos) Observar el trabajo desempeñado Realizar visitas al sitio Completar listas de verificación Muestrear (por ejemplo, productos)	Revisar los documentos (por ejemplo, registros, análisis de datos) Observar el trabajo desempeñado a través de medios de vigilancia, considerando los requisitos sociales y legales Analizar los datos
<p>Las actividades de auditoría in situ se realizan en las instalaciones del auditado. Las actividades de auditoría a distancia se realizan en cualquier otro lugar distinto de las instalaciones del auditado, sin tener en cuenta la distancia.</p> <p>Las actividades de auditoría interactivas implican la interacción entre el personal del auditado y el equipo auditor. Las actividades de auditoría no interactivas no implican la interacción humana con las personas que representan al auditado, pero implican la interacción con los equipos, las instalaciones y la documentación.</p>		

Los temas tratados están relacionados con los siguientes puntos de la Guía Peruana 123 (Instituto Nacional de Calidad, 2020):

4. Criterios generales para las auditorías remotas
 - 4.1 Identificación de riesgos y oportunidades
 - 4.2 Recursos tecnológicos
 - 4.2.1 Herramientas
 - 4.2.2 Viabilidad
 - 4.2.3 Confidencialidad, seguridad y protección de datos (CSPD)
 - 4.3 Competencias del equipo auditor
5. Planificación de las auditorías
6. Ejecución de las auditorías
7. Actividades posteriores a la auditoría

La secuencia de una entrevista debería ser:



A continuación, se muestra la visión general de un proceso típico de recopilación y verificación de la información de una auditoría:



Referencias bibliográficas

- Instituto Nacional de Calidad. (2020). Guía Peruana GP 123:2020. Lineamientos para la gestión de auditorías remotas. Instituto Nacional de Calidad (INACAL), Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad. (2018). NTP-ISO 19011:2018, Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión. Instituto Nacional de Calidad (INACAL), Lima, Perú
- International Accreditation Forum (IAF). (2015). IAF ID 12:2015. Principles on Remote Assessment. Issue 1.
- International Accreditation Forum (IAF). (2018). IAF MD 4:2018 - IAF Mandatory document for the use of information and communication technology (ICT) for auditing/assessment purposes. Issue 2.
- International Organization for Standardization (ISO) & International Accreditation Forum (AIF). (2020). ISO 9001. Auditing Practices Group. Guidance on Remote Audits. Edition 1.



FSSC 22000 para la fabricación de envases en contacto con alimentos

Blgo. Giulio Roberto Li Padilla

Environment & Quality Solutions S.A.C. – Perú

E-mail: giuliolip@hotmail.com

En el contexto actual, los alimentos procesados y envasados se han convertido en sustento de nuestra existencia. Los envases pueden ser de plástico, papel, cartón, vidrio, metálicos, entre otros.

Controlar su inocuidad es de igual importancia que analizar el producto contenido en él. En la actualidad existen una gran cantidad de normativas que exigen diferentes tipos de controles para demostrar la inocuidad en ellos. Entre los principales peligros a considerar se presentan la migración de metales, monómeros libres o de migración, ftalatos, entre otros dependiendo de la naturaleza del envase.

La legislación en materia de inocuidad es cada día más fuerte en cuanto a los materiales que se emplean en formulaciones, sustancias permitidas y diferentes tipos de operaciones unitarias o tecnologías para fabricar las películas de plástico (PET). La idea es proteger al producto y a los consumidores, al igual que a fabricantes y al medio ambiente.

Los consumidores cada día son más exigentes en cuanto a lo que comen y al impacto que tendrán los empaques en su contexto cotidiano, por ello, se deben garantizar procesos de producción de alta calidad e inocuos, reflejada en los empaques, envases y etiquetas.

Actualmente se cuenta con varias certificaciones de proceso orientado a la fabricación de material envasado en contacto con alimentos y bebidas. Una de ellas corresponde al esquema de certificación FSSC 22000.

FSSC es el acrónimo de Food Safety System Certification por sus siglas en inglés, podemos traducirlo al español como Sistema de Certificación en Inocuidad Alimentaria, lo que corresponde a certificar programas de inocuidad implementados en plantas de producción de alimentos, bebidas y materiales de empaque.

Importantes empresas y franquicias internacionales están exigiendo a sus proveedores, no sólo de materias primas, sino también de empaques, la implementación y certificación en este esquema.

Actualmente, según datos oficiales, sólo 14.312 plantas en el mundo cuentan con la tranquilidad de poder presentar a sus clientes y consumidores su certificado en inocuidad alimentaria en el Sistema de Certificación FSSC 22000.



La FSSC 22000 es un esquema de certificación completo basado en el Estándar de Gestión de Inocuidad Alimentaria ISO 22000, combinado con la especificación técnica ISO/TS 22002-1 (para plantas procesadoras de alimentos), ISO/TS 22002-2 (para granjas), ISO/TS 22002-3 (para catering), ISO/TS 22002-4 (para empaques) y requisitos adicionales de la Global Food Safety Initiative (GFSI).

El esquema de certificación FSSC 22000 para el sector de empaques y envases para alimentos está conformado por:

- La Norma ISO 22000:2018. La cual es una norma ISO que proporciona un marco común a organizaciones que forman parte de la cadena alimentaria para gestionar los requisitos que en dicha norma se describen, así como la comunicación interna y externa, y la mejora continua del sistema.
- La especificación técnica ISO/TS22002-4:2009. Esta norma establece los requisitos para la implementación de programas prerrequisitos en las industrias que procesan material de empaque para la industria alimentaria. Inicialmente cuando nace el esquema FSSC 22000 se apoyó inicialmente en las normas PAS (Public Available Specification), como parte de la evolución del estándar, se optó por utilizar únicamente especificaciones ISO, de tal manera que PAS 223 es reemplazada por la ISO 22002-4.
- Requisitos FSSC. Establece una serie de requisitos específicos para asegurar la consistencia, integridad.

La norma ISO 22000 contiene los requisitos que debe de cumplir un sistema de gestión de inocuidad alimentaria. Los puntos que pueden ser resumidos contenidos en esta norma son:

- Disponer de una política de inocuidad alimentaria para la organización y aprobada por la alta dirección.
- Fijar objetivos que conducirán el esfuerzo de la organización a cumplir con la política de inocuidad alimentaria declarada.
- Planificar y diseñar un sistema de gestión y documentario. En la última versión de la norma se precisa el término de información documentada que aclara el concepto de los diferentes medios en los cuales se pueden presentar los documentos y registros que soporten el sistema de gestión de inocuidad alimentaria (grabaciones, fotografías, muestras patrón, etc.).
- La extensión de la información documentada para un SGIA puede variar de una organización a otra, debido a:
 - El tamaño de la organización y sus tipos de actividades, procesos, productos y servicios;
 - La complejidad de los procesos y sus interacciones; y
 - La competencia de las personas.
- Formar un grupo de personas calificado para conformar el equipo de inocuidad alimentaria.

- Definir mecanismos para asegurar una comunicación eficaz con partes interesadas externas (autoridades, clientes, proveedores y otros) y para una comunicación interna eficaz.
- Disponer de un plan de preparación y respuesta ante emergencias que puedan afectar la inocuidad del producto. Ejemplos de estas situaciones pueden ser: los desastres naturales, accidentes ambientales, bioterrorismo, accidentes en el lugar de trabajo, emergencias de salud pública y otros accidentes como la interrupción de servicios esenciales como agua, electricidad o suministro de refrigeración.
- Realizar reuniones de revisión de gestión para evaluar el desempeño del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria.
- Implementar Programas Prerrequisitos. En este punto la norma sugiere emplear la parte aplicable de la serie ISO/TS 22002. Del mismo modo, indica considerar los requisitos legales y reglamentarios aplicables y los requisitos mutuamente acordados con el cliente.
- Cumplir con los principios HACCP. Los 12 pasos y los 07 principios del sistema HACCP recomendados por el Codex Alimentarius se mantiene en su integridad.
- Establecer un sistema de trazabilidad para identificar un producto. Se debe tener en cuenta los requisitos legales y del cliente. Se indica poner a prueba la eficacia del sistema de trazabilidad.
- Establecer un sistema de acciones correctivas y control de las no conformidades de productos.
- Mantener un procedimiento documentado sobre el manejo de retiros de productos.
- Control de los recursos de seguimiento y medición.
- Validación de las medidas de control, esto a fin de demostrar la capacidad y eficacia de las medidas que conforman los Puntos Críticos de Control (PCC) y Programas Prerrequisitos Operacionales (PPROp).
- Establecer y mantener un programa de auditoría interna.
- Mejorar y actualizar continuamente el sistema de gestión de inocuidad alimentaria.
- Proporcionar recursos adecuados para la operación eficaz del sistema de gestión de inocuidad alimentaria incluyendo personal entrenado y calificado, suficiente infraestructura y un espacio de trabajo apropiado para asegurar la inocuidad alimentaria.

La norma ISO/TS22002-4:2009 está destinada para uso como soporte para los sistemas de gestión diseñados para satisfacer los requisitos especificados en ISO 22000 y establece los requisitos detallados para estos programas. Los puntos que cubren estos programas prerrequisitos son:

1. Establecimiento
2. Layout y espacio de trabajo
3. Servicios
4. Disposición de residuos

5. Idoneidad, higiene y mantenimiento de los equipos
6. Gestión de compras de materiales y servicio
7. Medidas de prevención de la contaminación
8. Limpieza y desinfección
9. Control de plagas
10. Higiene personal e Instalaciones
11. Retrabajo
12. Procedimiento de retiro
13. Almacenamiento y transporte
14. Información del material de empaque y comunicación al cliente
15. Defensa alimentaria y bioterrorismo

Entre los requisitos adicionales de FSSC 22000 se tiene:

- a. **Gestión de Servicio.** Se refiere a los servicios de análisis de laboratorios externos para la verificación o validación de la inocuidad alimentaria que opere bajo acreditación de normas internacionales como ISO 17025.
- b. **Etiquetado de productos.** Se debe seguir con los requisitos legales aplicables del país.
- c. **Defensa alimentaria.** Plan y procedimiento documentado para realizar un análisis de amenazas y desarrollar medidas de mitigación contra la contaminación intencional del alimento. Considerar cumplimiento legal.
- d. **Mitigación del fraude alimentario.** Plan y procedimiento documentado para realizar un análisis de amenazas y desarrollar medidas de mitigación contra el fraude alimentario del alimento. Considerar cumplimiento legal.
- e. **Uso de logotipo.** Consideraciones a tener en cuenta a fin de hacer un uso adecuado del logo FSSC para actividades de marketing, como el material impreso de la organización, el sitio web y otros materiales promocionales.
- f. **Gestión de alérgenos.** Se requiere un plan que incluya un análisis de riesgos y medida de control para prevenir la contaminación cruzada.
- g. **Control ambiental.** Se requiere un programa de control ambiental que incluye como mínimo, la evaluación de los controles microbiológicos y alérgenos presentes.

Beneficios de la implantación de FSSC 22000

- Proporciona una metodología sistemática para identificar y gestionar con eficacia los riesgos para la inocuidad de los alimentos.
- El modelo de certificación basado en ISO se puede utilizar en toda la cadena de suministro de alimentos.
- Reconocido por la GFSI y por la Cooperación Europea para la Acreditación (EA, por sus siglas en inglés).
- Flexibilidad, que le permite determinar cómo su empresa cumplirá los requisitos del esquema para la estructura y la documentación de su sistema de gestión de inocuidad alimentaria.



Beneficios operacionales de FSSC 22000

- Facilita el benchmarking interno y la administración a través de aplicaciones consistentes en localizaciones múltiples/internacionales.
- Promueve la revisión y la mejora continua de su sistema de gestión de inocuidad alimentaria.

Beneficios organizacionales de FSSC 22000

- Demuestra su compromiso con la inocuidad alimentaria, brindando confianza a sus clientes.
- Mejora de la participación de los empleados, aumento de la conciencia de los riesgos alimentarios y promoción de la inocuidad.
- Compromiso con la mejora continua del sistema de inocuidad alimentaria y su rendimiento.



Capítulo III “Tópicos selectos”

Salmonella spp. en productos de baja humedad: Peligros, retos y oportunidades

Dr. Francisco J. Garcés-Vega

Consultor Independiente – Colombia

E-mail: franciscoipa@yahoo.com

Los productos de baja humedad o actividad de agua (a_w) son un grupo diverso que incluye, tanto alimentos listos para consumir, como cereales para el desayuno o snacks, hasta alimentos para mascotas (concentrados), además de nueces, frutas secas, leche en polvo, chocolate, té, café, y especias, entre otros. Estos productos se caracterizan por tener una a_w muy por debajo de 0.85 y una vida de anaquel relativamente extensa (FAO and WHO 2014, 2016).

Históricamente, estos productos se han considerado seguros desde el punto de vista microbiológico (FAO and WHO 2014). Pero la ocurrencia de múltiples brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) relacionadas con estos productos y su vínculo epidemiológico con *Salmonella* spp., así como múltiples retiros de producto por las mismas razones (Dey et al. 2013; Snyder, Boktor, and M'ikanatha 2019), han generado un cambio en la percepción del riesgo de este tipo de productos y han llevado a que *Salmonella* spp. sea considerado como un peligro relevante en estos productos.

Por lo anterior, en este documento sintetizamos algunos de los aspectos más relevantes de *Salmonella* spp. como peligro en productos de baja humedad, resaltamos algunos de los retos que implica la presencia de este patógeno en este tipo de productos, y destacamos algunas oportunidades, tanto para la industria como para la investigación, para hacerle frente a esta problemática.

Peligros

La presencia de *Salmonella* spp. en productos de baja humedad por lo general es poca, con prevalencias < 3% y niveles de contaminación variables, pero por lo general <1 NMP/g (Calhoun et al. 2018; Van Doren et al. 2013). Sin embargo, la distribución de microorganismos no es uniforme, lo que dificulta su detección y facilita la dispersión durante los procesos de transformación (Kase, Zhang, and Chen 2017; Jongenburger et al. 2012).

Pese a estos niveles y prevalencias *Salmonella* spp. representa un riesgo importante dado que la cadena de distribución y los usos de los productos de baja humedad son muy complejos, por lo que de un lote de producto contaminado *Salmonella* spp. puede llegar a millones de productos (Beuchat et al. 2013; Kase, Zhang, and Chen 2017). Considerando el caso de “Peanut Butter Corporation of America”, que fue cerrada como consecuencia de un brote por *Salmonella* asociado a mantequilla de maní, se estima que más de 1.800 productos

(referencias) fueron retirados del mercado y se vieron afectadas más de 250 marcas comerciales.

Un sector para el que *Salmonella* spp. es un peligro particular es el de alimentos concentrados para animales. No solo por el impacto en los animales susceptibles a *Salmonella* spp., sino también por el riesgo de que los animales, especialmente mascotas, puedan convertirse en vectores para el patógeno, y por la manipulación del producto (o ingesta accidental por niños pequeños) que puede facilitar la infección.

Retos

Entender el comportamiento y las respuestas de *Salmonella* spp. frente a los procesos y las diversas intervenciones para su control es necesario para poder controlarla efectivamente. Sin embargo, estos aspectos son variables entre productos y traen retos adicionales al exhibir comportamientos no tradicionales; especialmente en cuanto a su supervivencia y resistencia a los tratamientos, sin que los mecanismos que regulan estas respuestas estén plenamente identificados (Finn et al. 2013).

La capacidad de *Salmonella* spp. de sobrevivir y mantener viabilidad en productos de baja humedad es marcada y superior a otros patógenos como *E. coli* y *Listeria* (Beuchat et al. 2011). Por ejemplo, Limcharoenchat et al. (2019), mostraron que *Salmonella* PT-30 inoculada en almendras ($a_w < 0.48$) sobrevivió por más de 68 semanas con una reducción cercana a los 2.5 ciclos logarítmicos a temperatura ambiente, sin que se vieran efectos significativos en la resistencia térmica. Supervivencias prolongadas se han reportado en otros productos como maní y derivados (Nascimento et al. 2018), té de hierbas (Keller et al. 2015), tahini (Torlak, Sert, and Serin 2013), y jengibre (Gradl et al. 2015), entre otros.

La mayoría de los serotipos de *Salmonella* spp. de importancia en alimentos presentan una resistencia térmica elevada en productos de baja a_w , en comparación con productos tradicionalmente asociados a este patógeno como cárnicos o lácteos. Mientras que en productos de alta humedad ($a_w > 0.85$) se puede lograr la inactivación de varios ciclos logarítmicos en pocos minutos (por ejemplo, $D_{60^\circ\text{C}} = 0.17$ min en huevo líquido entero (Jin et al. 2008)), en productos de baja humedad se han observado reducciones de 1 ciclo logarítmico en varios minutos a temperaturas similares (por ejemplo, $D_{60^\circ\text{C}} = 875$ min en harina de trigo ($a_w = 0.4$) (Podolak et al. 2010); $D_{60^\circ\text{C}} = 102$ min en chocolate de leche (Da Silva Do Nascimento et al. 2012), entre otros). Sin embargo, cepas que son reconocidas por su resistencia térmica en productos “tradicionales” como *S. Senftenberg* no se destacan de manera particular en productos de baja humedad (Mattick et al. 2001).

Las características descritas anteriormente representan retos adicionales al momento de validar medidas de control microbiológico para *Salmonella* spp. en este tipo de productos. Aunque los avances en los últimos 15-20 años han sido notables (Anderson 2018), la información disponible para muchos productos aún es limitada. Hay pocos criterios de procesamiento generalizables como seguros (“safe-harbours”), como es el caso de la pasteurización de la leche. La aplicabilidad de los modelos predictivos es limitada, en parte

por la variabilidad de los productos y procesos, por lo que prácticamente son producto-proceso dependientes. Las validaciones experimentales (pruebas de reto), o en planta utilizando microorganismos sustitutos, requieren una preparación extensa para resolver aspectos críticos de las condiciones de validación: los niveles y métodos de inoculación, los métodos de recuperación del microorganismo, la selección del microorganismo sustituto, entre otros, para asegurar que las características del producto utilizado en la validación y el proceso son lo suficientemente similares. Algunos ejemplos son los lineamientos del “Industry Handbook for Safe Processing of Nuts” (GMA Nut Safety Task Force 2010), o las “Directrices para la Validación de Medidas de Control de la Inocuidad de los Alimentos” (Codex Alimentarius 2008), entre otros.

Adicionalmente, varios productos dentro de esta categoría son sensibles a los tratamientos térmicos tradicionalmente utilizados como mecanismo de control microbiológico, y aunque en muchos casos en los procesos hay tratamientos térmicos, estos pueden a ser insuficientes para el control de *Salmonella* spp. Algunas de las limitaciones para utilizar tratamientos térmicos más severos incluyen pérdida de propiedades organolépticas, oxidación de acetites y grasas, migración de aceites y grasas, pérdida de propiedades funcionales, entre otros. Esto ha abierto la puerta para el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías, que, aunque promisorias, no están exentas de los retos de validación anteriormente expuestos, y en algunos casos se ven limitadas por la aceptación de los empresarios y consumidores.

Oportunidades

Estos retos se han convertido en oportunidades tanto para la industria como para la academia, y en la medida que se ha avanzado en el conocimiento de los procesos, los productos y las interacciones de estos con *Salmonella* spp. se han generado otras oportunidades (Anderson 2018).

Los procesos para el control de patógenos, tanto tradicionales (principalmente térmicos) como los emergentes (nuevas tecnologías), son relativamente complejos. El número de variables involucradas puede ser importante pues no solo es la temperatura, y las interacciones con los productos que afectan los procesos. En el caso de productos de baja humedad esas interacciones son relevantes involucrando situaciones de intercambio de masa y calor, que, en la mayoría de los sistemas cerrados, como los enlatados, tienen impactos diferentes, principalmente por fenómenos de transferencia de masa limitados. Esto ha obligado a mejorar el conocimiento sobre los procesos, y los productos, y a identificar variables de proceso relevantes, así como mecanismos para medirlas. En esta dirección entender el impacto de la actividad de agua y la humedad del producto, la humedad del proceso, entre otros, han sido importantes para entender y adecuar procesos térmicos tradicionales (Casulli et al. 2016; Jeong, Marks, and Orta-Ramirez 2009; Lucore, Gualtieri, and Abd 2017; Santillana Farakos, Frank, and Schaffner 2013; Garces-Vega, Ryser, and Marks 2019). Estos, y otros, avances han mostrado que en proceso para productos de baja humedad es posible que existan puntos de mínima letalidad diferentes al centro térmico del

producto (punto frío), así como situaciones en las que la temperatura en la superficie del producto es más relevante que en su interior, entre otras particularidades.

Las nuevas tecnologías o tecnologías emergentes, tanto térmicas como no térmicas, ofrecen oportunidades similares a los tratamientos térmicos tradicionales, además del componente tecnológico *per se*. Determinar las dosis o la intensidad, de los tratamientos para controlar microorganismos requiere verificar el impacto del tratamiento, el mecanismo de inactivación, la inocuidad y las características organolépticas del producto, la seguridad del proceso para los operarios y el medio ambiente, entre otros. Profundizando un poco en estos detalles, en aquellas tecnologías que involucran inactivación térmica (el producto alcanza temperaturas potencialmente letales para *Salmonella* spp., por ejemplo) y no térmica (efecto tóxico, o disrupción del metabolismo microbiano, por ejemplo) se deben discriminar los dos efectos para cuantificar el verdadero impacto del mecanismo de inactivación mediado por la tecnología (Saunders et al. 2018), o cuantificar las diferencias en el proceso si el proceso de inactivación es primordialmente térmico pero con un mecanismo diferente a la conducción como generador de calor (Wei et al. 2019; Jeong, Marks, and James 2017; Steinbrunner et al. 2019), igualmente se debe verificar la distribución del calor (en procesos basados en microondas y radio-frecuencia, por ejemplo) para verificar la homogeneidad de los tratamientos, en tecnologías que pueden promover reacciones indeseables como oxidación de lípidos (ultrasonido, radiación γ o x , por ejemplo) se deben evaluar esos impactos y verificar que los compuestos resultantes no alcancen niveles que puedan representar un riesgo para el consumidor final, entre otros.

Conclusiones

Salmonella spp., en productos de baja humedad es un peligro relevante por su capacidad de supervivencia, resistencia térmica y capacidad de producir ETA. Adicionalmente, las cadenas de abastecimiento y los usos, incluidos los usos no esperados, de los productos de baja humedad facilitan la dispersión y la propagación del peligro. La validación de las medidas de control continúa siendo un reto, tanto para la industria como para la comunidad científica y los organismos de control; pese a los avances para entender los factores que afectan la supervivencia y resistencia de *Salmonella* spp en los procesos y tratamientos de control, la diversidad y variabilidad de productos, en la categoría, limitan la generalización de resultados y soluciones. La adecuación y optimización de procesos existentes, la implementación de nuevas tecnologías y el desarrollo de nuevos productos y procesos son algunas de las oportunidades del sector para hacerle frente a un problema cambiante.

Referencias bibliográficas

- Anderson, Nathan M. 2018. "Recent Advances in Low Moisture Food Pasteurization." *Current Opinion in Food Science* 23: 1–7.
- Beuchat, Larry R, Evangelina Komitopoulou, Harry Beckers, Roy P Betts, François Bourdichon, Séamus Fanning, Han M Joosten, and Benno H Ter Kuile. 2013. "Low-Water Activity Foods: Increased Concern as Vehicles of Foodborne Pathogens."

Journal of Food Protection 76 (1): 150–72.

- Beuchat, Larry R, Evangelina Komitopoulou, Roy P Betts, Harry Beckers, François Bourdichon, Joosten H. Han, Séamus Fanning, and Benno H Ter Kuile. 2011. “Persistence and Survival of Pathogens in Dry Foods and Dry Food Processing Environments.” Brussels.
- Calhoun, Stephen, Laurie Post, Benjamin Warren, Sterling Thompson, and Ann Rogers Bontempo. 2018. “Prevalence and Concentration of *Salmonella* on Raw, Shelled Peanuts in the United States.” *Journal of Food Protection* 81 (11): 1755–60.
- Casulli, Kaitlyn E., Francisco J. Garces-Vega, Kirk D Dolan, Linda J. Harris, and Bradley P. Marks. 2016. “Modeling the Effect of Product Temperature, Moisture, and Process Humidity on Thermal Inactivation of *Salmonella* in Pistachios.” In *Journal of Food Protection Supplement A*, 79:153.
- Codex Alimentarius. 2008. *Directrices Para La Validación de Medidas de Control de La Inocuidad de Los Alimentos*. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/es/>.
- Dey, Manashi, Jonathan A. Mayo, Deborah Saville, Cecilia Wolyniak, and Karl C. Klontz. 2013. “Recalls of Foods Due to Microbiological Contamination Classified by the U.S. Food and Drug Administration, Fiscal Years 2003 through 2011.” *Journal of Food Protection* 76 (6): 932–38.
- Doren, Jane M Van, Karen P Neil, Mickey Parish, Laura Gieraltowski, L Hannah Gould, and Kathy L Gombas. 2013. “Foodborne Illness Outbreaks from Microbial Contaminants in Spices, 1973-2010.” *Food Microbiology* 36 (2): 456–64.
- FAO, and WHO. 2014. “Ranking of Low Moisture Foods in Support of Microbiological Risk Management.” *Preliminary Report of FAO/WHO Expert Consultation on Ranking of Low Moisture Foods*. Rome, Italy.
- . 2016. “Code of Hygienic Practice for Low-Moisture Foods CAC/RCP 75-2015.” *Codex Alimentarius Commission*. Rome, Italy.
- Finn, Sarah, Orla Condell, Peter McClure, Alejandro Amézquita, and Séamus Fanning. 2013. “Mechanisms of Survival, Responses and Sources of *Salmonella* in Low-Moisture Environments.” *Frontiers in Microbiology* 4 (November): 1–15.
- Garces-Vega, Francisco J., Elliot T. Ryser, and Bradley P. Marks. 2019. “Relationships of Water Activity and Moisture Content to the Thermal Inactivation Kinetics of *Salmonella* in Low-Moisture Foods.” *Journal of Food Protection* 82 (6): 963–70.
- GMA Nut Safety Task Force. 2010. “Industry Handbook for Safe Processing of Nuts.” *Nut Safety Handbook*. GMA.
- Gradl, Dana R., Lingxiang Sun, Emily L. Larkin, Stuart J. Chirtel, and Susanne E. Keller. 2015. “Survival of *Salmonella* during Drying of Fresh Ginger Root (*Zingiber Officinale*) and Storage of Ground Ginger.” *Journal of Food Protection* 78 (11): 1954–59.
- Jeong, Sanghyup, Bradley P. Marks, and Michael K. James. 2017. “Comparing Thermal

- Process Validation Methods for *Salmonella* Inactivation on Almond Kernels.” *Journal of Food Protection* 80 (1): 169–76.
- Jeong, Sanghyup, Bradley P. Marks, and Alicia Orta-Ramirez. 2009. “Thermal Inactivation Kinetics for *Salmonella* Enteritidis PT30 on Almonds Subjected to Moist-Air Convection Heating.” *Journal of Food Protection* 72 (8): 1602–9.
- Jin, Tony Z., Howard Zhang, Glenn Boyd, and Juming Tang. 2008. “Thermal Resistance of *Salmonella* Enteritidis and *Escherichia Coli* K12 in Liquid Egg Determined by Thermal-Death-Time Disks.” *Journal of Food Engineering* 84 (4): 608–14.
- Jongenburger, I., M. W. Reij, E. P.J. Boer, M. H. Zwietering, and L.G.M. Gorris. 2012. “Modelling Homogeneous and Heterogeneous Microbial Contaminations in a Powdered Food Product.” *International Journal of Food Microbiology* 157 (1): 35–44.
- Kase, Julie Ann, Guodong Zhang, and Yi Chen. 2017. “Recent Foodborne Outbreaks in the United States Linked to Atypical Vehicles — Lessons Learned.” *Current Opinion in Food Science* 18: 56–63.
- Keller, Susanne E., Christina N. Stam, Dana R. Gradl, Zhengzai Chen, Emily L. Larkin, Shannon R. Pickens, and Stuart J. Chirtel. 2015. “Survival of *Salmonella* on Chamomile, Peppermint, and Green Tea during Storage and Subsequent Survival or Growth Following Tea Brewing.” *Journal of Food Protection* 78 (4): 661–67.
- Limcharoenchat, Pichamon, Michael K. James, and Bradley P. Marks. 2019. “Survival and Thermal Resistance of *Salmonella* Enteritidis PT 30 on Almonds after Long-Term Storage.” *Journal of Food Protection* 82 (2): 194–99.
- Lucore, Lisa A., Anthony J. Gualtieri, and Shirin J. Abd. 2017. “A Thermal Process Lethality Model for Low Water Activity Food.” *Food Protection Trends* 37 (1): 43–55.
- Mattick, K L, F Jørgensen, P Wang, J Pound, L R Ward, J David Legan, and T J Humphrey. 2001. “Effect of Challenge Temperature and Solute Type on Heat Tolerance of *Salmonella* Serovars at Low Water Activity.” *Applied and Environmental Microbiology* 67 (9): 4128–36.
- Nascimento, Maristela da Silva do, Joyce A. Carminati, Karen N. Morishita, Dionísio P. Amorim Neto, Hildete P. Pinheiro, and Rafael P. Maia. 2018. “Long-Term Kinetics of *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 Survival on Peanuts and Peanut Confectionery Products.” *PLoS ONE* 13 (2): 1–12.
- Podolak, Richard, Elena Enache, Warren Stone, Darryl Glenn Black, and Philip H Elliott. 2010. “Sources and Risk Factors for Contamination, Survival, Persistence, and Heat Resistance of *Salmonella* in Low-Moisture Foods.” *Journal of Food Protection* 73 (10): 1919–36.
- Santillana Farakos, Sofia M., Joseph F Frank, and Donald W Schaffner. 2013. “Modeling the Influence of Temperature, Water Activity and Water Mobility on the Persistence of *Salmonella* in Low-Moisture Foods.” *International Journal of Food Microbiology* 166 (2): 280–93.
- Saunders, Thomas, Jian Wu, Robert C. Williams, Haibo Huang, and Monica A. Ponder.



2018. “Inactivation of *Salmonella* and Surrogate Bacteria on Cashews and Macadamia Nuts Exposed to Commercial Propylene Oxide Processing Conditions.” *Journal of Food Protection* 81 (3): 417–23.
- Silva Do Nascimento, Maristela Da, Daniela MerloBrum, Pamela Oliveira Pena, Roy P Betts, and Priscilla Efrain. 2012. “Inactivation of *Salmonella* during Cocoa Roasting and Chocolate Conching.” *International Journal of Food Microbiology* 159 (3): 225–29.
- Snyder, Teah R., Sameh W. Boktor, and Nkuchia M. M’ikanatha. 2019. “Salmonellosis Outbreaks by Food Vehicle, Serotype, Season, and Geographical Location, United States, 1998 to 2015.” *Journal of Food Protection* 82 (7): 1191–99.
- Steinbrunner, Philip J, Pichamon Limcharoenchat, Quincy J Suehr, Elliot T. Ryser, Bradley P. Marks, and Sanghyup Jeong. 2019. “Effect of Food Structure , Water Activity , and Long-Term Storage on X-Ray Irradiation for Inactivating *Salmonella* Enteritidis PT30 in Low-Moisture Foods.” *Journal of Food Protection* 82 (8): 1405–11.
- Torlak, Emrah, Durmuş Sert, and Pinar Serin. 2013. “Fate of *Salmonella* during Sesame Seeds Roasting and Storage of Tahini.” *International Journal of Food Microbiology* 163 (2–3): 214–17.
- Wei, Xinyao, Soon Kiat Lau, Jayne Stratton, Sibel Irmak, and Jeyamkondan Subbiah. 2019. “Radiofrequency Pasteurization Process for Inactivation of *Salmonella* Spp. and *Enterococcus Faecium* NRRL B-2354 on Ground Black Pepper.” *Food Microbiology* 82: 388–97.



Diseño sanitario para fábricas procesadoras de bebidas no carbonatadas

Dr. Américo Guevara Pérez

Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios, Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) – Perú

E-mail: aguevara@lamolina.edu.pe

Introducción

En los momentos actuales, el diseño sanitario de una planta de procesamiento es una exigencia porque contribuye con la obtención de alimentos inocuos y salubres, evitando por un lado la generación de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), y por otro, reduciendo los costos de operación, por cuanto en las diferentes áreas existirá menos sucio (polvo), reducción en los tiempos de limpieza y desinfección, cantidad de detergentes, desinfectantes y materiales, entre otros; por la naturaleza del diseño.

En nuestro país, la exigencia del diseño sanitario para de plantas de procesamiento de alimentos, data de los años 1998, con la dación del D.S. 007-98 S.A, “Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas”, sin embargo, preocupa que muchas empresas, sobre todo las pequeñas, sigan construyendo sin considerar lo establecido por la autoridad competente.

Según Barreiro (1992), el diseño sanitario es el conjunto de características que deben reunir las edificaciones, instalaciones, equipos, utensilios y transporte; según las normas sanitarias existentes, a fin de garantizar la inocuidad, salubridad y valor intrínseco de los alimentos, a través de las diferentes fases de producción, transporte, almacenamiento, procesamiento, distribución expendio y servicio.

Es decir, abarca toda la cadena de producción, hasta que las bebidas son consumidas, siendo importantísimo la etapa de producción tanto en bebidas sometidas a transformación 1 y 2 porque en la planta de procesamiento se aplican las barreras de conservación, siendo el empaque el que lo aísla completamente del medio ambiente para evitar la recontaminación.

Diseño higiénico y construcción de la planta - Concepto de agroindustria de bebidas no carbonatadas

Bebidas no carbonatadas son todas aquellas que durante el proceso de elaboración no se aplica dióxido de carbono (CO₂), incluye: jugos o zumos, néctares, bebidas de soda,

energéticas, refrescos en general. El diseño y construcción del área física donde se elaboran, son muy similares.

Para obtener mejores resultados en la construcción de la planta, es importante la participación de diversos profesionales, y así optimizar los resultados. Uno de los grandes errores es cuando interviene un solo profesional en el proyecto. Siempre hay que recordar que los especialistas son los que tienen una mejor visión. Por otro lado, se debe considerar las leyes, ordenanzas y reglamentos, en la construcción de la planta de proceso, a fin de evitar problemas legales a futuro.

Para determinar la ubicación, aparte de los resultados que indiquen la macro y micro localización para lo cual se tendrá en cuenta los factores económicos, ambientales y sociales, por la naturaleza de los productos, se debe construir la planta en la zona de consumo, siendo una gran ventaja la disponibilidad de mano de obra, para nuestro país.

De vital importancia será definir las áreas unitarias, se realizarán acorde al tamaño de la planta. Se recomienda considerar las áreas de procesamiento; almacenamiento de materia prima, producto terminado, insumos, envases y materiales de limpieza; sanitaria y de servicios, servicios higiénicos, casilleros, vestidores, comederos, bebedores, cocina, primeros auxilios; administrativa y de control, laboratorio, oficinas, vigilancia; estacionamiento y recreo, jardines, aceras, estacionamiento, canchas deportivas; servicios auxiliares, caldera, compresores, refrigeración, tratamiento de agua y de desechos y expansión futura.

Diseño y construcción de una planta de procesamiento

La primera consideración es su ubicación y debe estar alejada de cualquier fuente de contaminación física, química y microbiológica. Los alrededores de la planta, deben estar pavimentados para evitar la proliferación de polvo y el riesgo de contaminación.

Considerar para la distribución de áreas un cuadrante y distribuir las áreas de tal modo que la zona limpia esté lo más lejos posible de la zona sucia y la zona caliente lo más lejos de la zona fría; el movimiento del aire bajo cualquier modalidad debe ser de una zona limpia a la zona sucia, y los servicios higiénicos no debe estar contiguos al área de procesamiento. Es importante tener en cuenta la prevalencia de los vientos, para la ubicación de las puertas y ventanas y así evitar que se convierta en una fuente de contaminación.

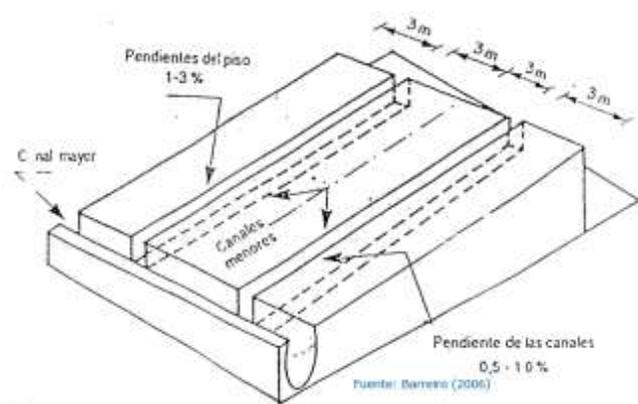
Respecto al área de procesamiento y distribución de los equipos, se debe considerar la continuidad en las líneas de procesamiento, para tal caso, se pueden ubicar los equipos para que el flujo de proceso se pueda realizar en L, U o S, así se asegura una reducción del transporte de materiales, materias primas, evitar cruces y que el personal tenga espacios o tiempo perdido.

El ingreso del personal, debe ser por puertas diferentes al de la materia prima e insumos, en el piso de ingreso a la planta de procesamiento debe colocarse pediluvios y maniluvios, apropiadamente contruidos para que el personal pueda circular sin demoras y con eficiencia en la limpieza y desinfección. Así mismo, el personal debe ingresar con vestuario apropiado, entregado específicamente para la jornada laboral, el diseño de planta debe considerar dos sub áreas contiguas, servicios higiénicos (totalmente aislado de la planta de proceso, asegurando que no sea una fuente contaminación) y vestuario, y dentro de ésta última área donde dejar la ropa de calle (sucias) y otra de ropa limpia y desinfectada.

Los pisos tanto del área de procesamiento y de almacenes, deben ser contruidos con concreto armado mínimo 3 cm de espesor, sin grietas ni uniones de dilatación, utilizar materiales impermeables que resistan a la corrosión y al impacto. Barreiro (2006) recomienda 735-1000, mayor a 2500, 500 y 375 kg/m² para la zona de procesamiento, almacenes, oficinas y laboratorio y pisos superiores. Las uniones entre los pisos y las paredes deben tener una unión cóncava (media caña), cuyo objetivo es facilitar la limpieza y evitar la acumulación de polvo, también servirá para reducir costos de limpieza en general y contribuir a la obtención de alimentos inocuos y seguros.

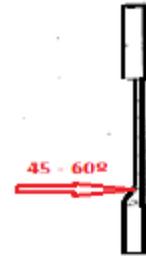


En los pisos irán instalados las canaletas y drenajes, los cuales deben ser contruidos con fondos redondeados para facilitar la limpieza, deben tener sistemas apropiados para evitar los malos olores, en promedio la profundidad debe ser de 15 cm y el diámetro de 10 cm., con una pendiente de 1%, el D.S. 007-98 S.A. solo indica canaletas, sin embargo, debe considerarse en su instalación en promedio 3 m de distancia para cada canaleta, pueden existir varias canaletas secundarias y una principal que se encargara de evacuar los desperdicios hacia afuera, en ella se instalarán trampas anti vectores, para evitar su ingreso. Sobre la canaleta debe instalarse una rejilla la que debe sobresalir unos milímetros del piso para evitar su deformación, dado a que existirá una distribución de fuerzas en todas direcciones.

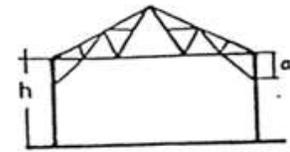


Las paredes deben ser contruidas a prueba de roedores, con una altura de 20 cm del piso, los materiales deben ser en lo posible de materiales resistentes como ladrillo que luego será revestido. La altura mínima es de 4 m y debe estar revestida con pintura epóxica o con otros materiales, si es posible se puede adicionar un antimicótico.

Las ventanas sirven para proporcionar luz, ventilación y estética, deben ubicarse a una altura no menor de 2 m y los poyos será construidos con ángulo de 45 y 60 grados para evitar la acumulación de polvo, deben estar cubiertas con mallas apropiadas, con abertura que evite el ingreso de vectores.



Los techos deben ubicarse a una altura apropiada, no existe un parámetro apropiado, se indica que la altura mínima debe ser de 4 m, como recomendación. Tener en cuenta si la planta aplica procesos de evaporación, debe ser tan alto y superior a la altura que requiere el vapor para condensarse sin tomar contacto, esto asegura que todo el vapor de agua no contacte con el techo, porque de darse, caería en forma líquida y ocasionaría una posible contaminación.



Fuente: Barreiro (2006)

La estructura puede ser de concreto o acero, evitando el exceso de vigas para no constituirse en una fuente potencial de acumulación de polvo. En la parte superior en lo posible instalar material transparente para aprovechar la luz natural. En general para plantas horizontales los techos pueden ser en sierra o inclinados.

Las tuberías adoptan colores, de acuerdo a la NTP 399.012, rojo para contra-incendio; verde para agua; gris para vapor de agua; aluminio para petróleo y derivados; marrón para aceites vegetales y animales: amarillo ocre para gases, tanto en estado gaseoso coliculado; violeta para ácidos y álcalis; azul claro para aire; y blanco para sustancias alimenticias. Las tuberías no deben pasar sobre los equipos, se pueden fijar al techo con barras, las que deben ser ovaladas.

Las puertas deben ser diferenciadas, para el ingreso de personal, materia prima e insumos, el material no debe ser corrosivo, en el área de procesamiento deben ser tipo basculante o con brazos mecánicos, y además deben contar con visores para facilitar la visibilidad (Guevara, 2001). Ya se mencionó que en el piso de la puerta deben instalarse pediluvios y al ingreso maniluvios. Para evitar el ingreso de vectores a la planta de procesamiento, en la puerta se puede instalar corrientes de aire a alta velocidad o cortinas con tiras de goma de neopreno doble. Por ningún motivo, los vehículos deben ingresar a la planta, deben dejar la carga en la parte externa y de allí se introducirá mediante carritos o remolcadores.

Respecto a las instalaciones sanitarias se recomienda que se considere todo lo necesario para contribuir con la inocuidad y salubridad de la bebida a obtener. Los lavamanos deben estar instalados apropiadamente y contar con un diseño sanitario, el operario no debe manipular las llaves con las manos, pueden ser automáticos o manipulados con el pie, además se debe proveer de agua fría y caliente, jabón líquido antibacterial, cepillo de uñas, toallas desechables, secadores de aire, depósito de basura manipulado con el pie o automático; en el ambiente carteles con los indicativos de cómo lavarse apropiadamente las manos.

Sobre el agua a utilizar, la recomendación es que se tenga en cuenta la calidad y cantidad, para ello se recomienda contar con cisternas de almacenamiento con diseño sanitario y de tamaño apropiado, en función al consumo por turno de trabajo, la calidad del agua a considerar, debe ser microbiológica, fisicoquímica, sensorial y límites máximos permisibles de parámetros radioactivos, para tal efecto revisar el D.S. N° 031-2010-SA (2011).

Respecto a los baños, se debe considerar la recomendación contemplada en el D.S N° 007-98-SA (1998), que refiere se debe contar con un número apropiado de baños (un baño por cada 15 empleados), y su diseño debe ser en laberinto. Los baños deben ubicarse lejos de la zona de procesamiento, y además se debe considerar baño para damas y para caballeros. Se recomienda que contiguo a los baños se ubiquen los vestidores, en ellos deben instalarse duchas (para que los trabajadores se aseen y luego ponerse el uniforme), casilleros y bancas, en cantidad suficiente.

La iluminación debe ser diferenciada acorde con el área de trabajo, preferentemente se debe aprovechar la luz natural y seguir las recomendaciones de Barreiro (1992), quien recomienda 540 lux (= 50 candelas/pie²) en todos los puntos de inspección, 220 lux (= 20 candelas/pie²) en locales de elaboración, 110 lux (= 10 candelas/pie²) en otras áreas del establecimiento. Se debe considerar protección para todas las lámparas y accesorios de luz que se encuentren en almacenes y área de procesamiento de alimentos.

Las instalaciones eléctricas pueden considerarse de dos maneras, empotradas o no para casos que lo ameritan, para este segundo caso se les debe recubrir con aislantes o adosarlas a paredes y techos, en ningún caso deben existir cables colgantes sobre las áreas donde se procesa alimentos.

Las tuberías deben instalarse apropiadamente, no deben estar superpuestas porque dificulta la limpieza y existirá acumulación de polvo.

La ventilación es de vital importancia en el procesamiento de alimentos porque permite remover el aire saturado e inyectar aire fresco, así contribuye a evitar el calor excesivo, y la condensación de vapores. La dirección de la corriente de aire debe ir de una zona limpia a una zona sucia, para evitar problemas de contaminación. La velocidad del aire se determina con un anemómetro, de no existir este equipo, una forma práctica de determinar su circulación es sosteniendo un papel con los dedos y visualizar su movimiento, el papel se moverá de acuerdo al flujo de aire.

Referencias bibliográficas

Barreiro, J. A. (2006). “Higiene y Saneamiento en el Procesamiento de Alimentos”
Editorial Equinoccio, ediciones de la Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.



- Guevara, A. (2001). “Sanidad e Higiene en Plantas Agroindustriales”. Universidad Nacional Agraria – La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima, Perú.
- Ministerio de Salud (MINSA). (1998). D.S. N° 007-98-SA. Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas. Ministerio de Salud. Lima, Perú.
- Ministerio de Salud (MINSA). (2010). D.S. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), Ministerio de Salud. Lima, Perú.



Novas frutas tropicais – Alimentos do futuro

Dra. Patricia Prati

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Brasil

E-mail: patricia.prati@sp.gov.br

A referência ao termo “alimentos do futuro” refere-se ao fato da constituição das frutas tropicais em termos de compostos bioativos. Os compostos bioativos são substâncias químicas presentes nos alimentos de origem vegetal ou animal, que quando consumidas em uma dieta regular e em determinadas quantidades, podem gerar benefícios à saúde humana. Neste sentido, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda há mais de dez anos o consumo de cinco porções diárias, pelo menos cinco dias da semana, de frutas, verduras e hortaliças.

Como exemplos de compostos bioativos podemos citar minerais, vitaminas (A, C), ácidos graxos (ômega 3, 6, 9), compostos fenólicos (flavonóides como antocianinas, estilbenos como o resveratrol presente no vinho), carotenoides como o caroteno (que é provitamina A) e licopeno.

Os compostos bioativos são substâncias orgânicas de baixo peso molecular, presentes em pequenas quantidades, geralmente em alimentos de origem vegetal, não sendo considerados como “nutrientes”, propriamente ditos, por não serem essenciais ao bom funcionamento do organismo humano, assim como não são sintetizados pelo mesmo. Além disso, apresentam estruturas químicas variadas, que lhes conferem diferentes funções biológicas, e são considerados como compostos secundários das plantas, gerados pelo sistema de defesa das mesmas, contra fatores como raios UV, pragas e doenças.

A atividade biológica do composto bioativo depende do tipo e da concentração do mesmo (dentre outros fatores), e está relacionada à prevenção de doenças e à capacidade de exercer influência na redução do risco de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, diabetes, doenças cardíacas, obesidade.

Como exemplos de atividade biológica, podemos citar: prevenção da ocorrência de uma sequência de passos que levam à formação de placa de ateroma (gordura), diminuindo, desta forma, o risco de doenças cardíacas; prevenção da oxidação do colesterol LDL, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares; proteção dos sistemas biológicos contra os efeitos potencialmente danosos de processos ou reações que promovem a oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares (formação de radicais livres), prevenindo e retardando o envelhecimento dos tecidos; podem alterar o metabolismo de carcinogênicos químicos por modificar o sistema endógeno de enzimas, agindo na indução de enzimas que metabolizam os carcinógenos, transformando-os em suas formas menos reativas (ação quimiopreventiva); redução dos riscos de catarata e desenvolvimento de degeneração

macular, condição que provoca a perda da visão, devido à idade avançada; estímulo do sistema imune; equilíbrio do nível hormonal; atividade antibacteriana, antifúngica e antiviral; interferência no metabolismo de lipídeos e da glicose, implicando em efeitos benéficos no combate às complicações causadas pela obesidade.

As frutas tropicais aqui consideradas são aquelas de ocorrência nos Biomas brasileiros denominados: Cerrado (região Centro-Oeste), Caatinga (região Nordeste) e Floresta Amazônica (região Norte); ressaltando-se o fato de que este último Bioma se estende para todos os países da América do Sul, que fazem fronteira com o Brasil. Portanto, muitas frutas de ocorrência no Brasil, são também de ocorrência em tais países. Todas essas regiões brasileiras mencionadas, assim como esses países de fronteira estão localizados na Zona Climática Tropical do planeta Terra.

Serão listadas as frutas com os nomes típicos (populares) no Brasil, e mencionados também os nomes científicos para que se possa referir adequadamente, qual fruta está sendo mencionada.

Os frutos do “açai” (*Euterpe oleraceae*) normalmente são utilizados na forma de polpa empregada para elaboração de sorvetes, licores, vinho e mousses. São considerados fonte de K, Ca, vitamina E, fibras alimentares, além de apresentarem em sua constituição ácidos graxos de boa qualidade, elevado teor de proteínas com composição em amino ácidos essenciais semelhantes ao ovo. Ainda possuem elevado teor de antocianinas (que são compostos fenólicos do tipo flavonoides), as quais conferem a cor típica do açai, além de ação antioxidante. Como possíveis benefícios citam-se a prevenção de arteriosclerose e melhora da circulação sanguínea.

O araçá-boi (*Eugenia stipitata*) tem a sua polpa empregada no preparo de sorvetes, iogurtes, doces e bebidas, sendo que suas folhas, brotos, e a casca da árvore são utilizados como corante. É fonte de K, Cu, fibras, além de vitamina C, compostos fenólicos e licopeno que lhe conferem ação antioxidante. Como benefícios é possível mencionar o favorecimento da atividade intestinal (ação probiótica), redução de colesterol sanguíneo (fibras), favorecimento do metabolismo da tireoide (cobre), e atividade anticancerígena.

A polpa ácida dos frutos de bacuri (*Platonia insignis*) é usada na elaboração de doces, tortas, refrescos, sorvete, iogurte, licor, mingau, sendo constituída de K, Ca, P, vitamina B12, fibras, além de compostos com ação antioxidante como vitamina C e antocianinas (flavonóides). Apresentam atividade anticancerígena, sendo que as sementes e cascas da árvore possuem compostos bioativos também, e o óleo extraído das sementes é usado pela medicina popular como anti-inflamatório e cicatrizante.

Já, a polpa do baru (*Dipteryx alata*) é empregada para obtenção de doces, geleias e licores, e suas amêndoas para elaboração de farinha usada no enriquecimento de bolos, pães, biscoitos. A polpa é fonte de fibras e apresenta elevado teor de tanino, o qual lhe confere sabor adstringente, e se constitui em uma substância anti-nutricional, que precipita a proteína afetando sua digestibilidade, além de quelar minerais, diminuindo sua biodisponibilidade.

geleias, compotas) são exportados para os países europeus. São ricos em K, Zn, Fe, niacina (vitamina B3) e pectina (fibra solúvel importante na fabricação de doces), carotenoides (nos frutos amarelos predominam o β caroteno, e nos frutos vermelhos, o licopeno), e compostos fenólicos. Apresentam vários tipos de benefícios: como “alimento”, favorecem o bom funcionamento do intestino, promovem o controle de ácido úrico e glicose no sangue, favorecem a metabolização de lipídios e a regularização do colesterol sérico; como “cosmético”, o suco de cubiu possui propriedades que favorecem a saúde dos cabelos, lhes proporcionando brilho; como “medicamento”, o suco puro de cubiu é utilizado pelas populações da Amazônia brasileira, peruana e colombiana para controle de enfermidades relacionadas ao mau funcionamento dos rins e fígado. Ainda é usado pela medicina popular para tratamento da anemia e pelagra (deficiência de niacina ou vitamina B3). Os índios peruanos “Waonrani” ainda usam as folhas, os galhos e as raízes das árvores jovens de cubiu, fervidas e maceradas, para tratar picadas de aranha e cicatrizar ferimentos externos.

A polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pode ser destinada à elaboração de doces, refrescos, sorvete, iogurte, e sua semente para fabricação do “cupulate” (manteiga de cupuaçu usada em substituição à manteiga de cacau), que é semelhante ao chocolate em textura e sabor. A polpa é fonte fibras, Ca, Mg, K, Fe, vitamina C, compostos fenólicos (tipo epicatequina), e as sementes possuem ácidos graxos essenciais, compostos fenólicos (epicatequina) que são perdidos durante seu processamento para obtenção do “cupulate”, ou seja, durante os processos de fermentação, secagem, e torração, além de proteína de alto valor biológico, e teobromina que é um composto semelhante à cafeína. Como benefícios, pode combater a anemia, e pela presença de teobromina, promover o estímulo do sistema nervoso central (SNC), sistema respiratório, melhora do funcionamento do coração, e ação diurética. Também, ressalta-se a prevenção do envelhecimento precoce, e doenças degenerativas, bom funcionamento do intestino, e regulação do colesterol sanguíneo pela presença de ácidos graxos essenciais nas sementes.

A gabioba (*Campomanesia xanthocarpa*) pode ser consumida *in natura*, ou a polpa para geleia, refrescos, sorvetes, pudins, pavês, licores e néctares. Apresenta baixo valor calórico, sendo rica em Ca, P, Mg, K, Fe, vitaminas do complexo B e C, compostos fenólicos e carotenoides. Pode promover a prevenção da anemia; as fibras presentes regulam os níveis de colesterol e açúcar no sangue, além de proporcionar saciedade e bom funcionamento do intestino; as vitaminas do complexo B promovem boa disposição; o cálcio previne a osteoporose; e os antioxidantes fortalecem o sistema imune. As folhas da árvore de gabioba são utilizadas pela medicina popular no combate à gripe, e suas cascas no combate à diarreia, disenteria e câimbras. Tanto as folhas quanto as cascas são usadas também para combater sintomas de infecção urinária (uretrite), problemas de bexiga e cistite.

Os frutos de graviola (*Annona muricata*) consumidos *in natura* ou para sucos, sorvetes, mousses, gelatinas, pudins, apresentam baixo valor calórico, são fonte de fibras, Ca, Mg, P, K, Mn, vitaminas B1, B2 e C; compostos fenólicos tanto nas folhas como nos frutos, tais como acetogênicas, cumarinas, flavonóides, fitoesteróis (antioxidantes). Conferem maior

saciedade e bom funcionamento do intestino (fibras); fortalecimento do sistema imunológico (antioxidantes – vitamina C e fenólicos); promoção da saúde dos ossos e músculos (Ca, Mg, K); atividade diurética, anti-inflamatória, anti-reumática, hipotensora, antibacteriana, antifúngica, analgésica, anticancerígena, hipoglicêmica (diabetes).

O ingá (*Inga feuillei*) consumido *in natura* ou como suco, possui baixo valor calórico, sendo fonte de proteínas, fibras, Ca, provitamina A (carotenoides) e compostos fenólicos (tanto na polpa como nas folhas). Como benefícios, destacam-se a prevenção de doenças cardiovasculares, problemas de visão, promoção do fortalecimento dos ossos, e aumento da imunidade.

Normalmente consumidos na forma de doces, sucos ou sorvetes, os frutos de jaracatiá (*Jaracatia spinosa*), constituem-se de elevados teores de Ca, Mg, K, Fe, fibras, além de compostos antioxidantes como vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides (tipo α caroteno e licopeno). Existem relatos de uso dos frutos para tratamento de doenças gastrointestinais e infecciosas; fortalecimento da imunidade; promoção da saúde dos olhos; controle da glicemia e gordura do sangue; aumento da sensação de saciedade; melhora do trânsito intestinal; e prevenção da anemia. O cerne da árvore concentra açúcares (como a cana-de-açúcar) e amino ácidos essenciais, merecendo ser melhor pesquisados.

Os frutos agridoces de murici (*Byrsonima crassifolia*) são consumidos *in natura* ou como doces, sucos, sorvetes, licores, refrescos, cremes, iogurte, e possuem elevado teor de gordura (fonte de energia) constituída principalmente de ácidos graxos ômega 3 e 6, além de fibras, K, Fe, Ca, Mg, vitamina C, flavonoides, e carotenóides. Como benefícios de seu consumo pode-se citar a promoção da saúde dos olhos, pele e cabelo; o potássio favorece o bom funcionamento dos vasos sanguíneos, e assim como os antioxidantes presentes protege contra arteriosclerose, colesterol e problemas cardíacos; a vitamina C fortalece o sistema imune, evita o envelhecimento precoce; atividade anticancerígena; controle da diabetes (fibras) e anemia (Fe); fortalecimento dos ossos (Ca, Mg); os ácidos graxos promovem o controle do colesterol sanguíneo e atuam com ação anti-inflamatória também. A medicina popular usa as folhas da árvore de murici no combate à tosse, bronquite, e como laxante natural; já a casca da árvore é utilizada com antitêrmico.

A polpa do pequi (*Caryocar brasiliense*) normalmente é consumida batida com leite, ou na elaboração de doces, e até mesmo como acompanhamento de refeições salgadas como arroz, feijão e galinha, ou batida com leite. O óleo da polpa é comestível, e o óleo da amêndoa usado para fins cosméticos (tratamento de cabelo). A amêndoa também pode ser consumida *in natura* ou torrada, para elaboração de farinhas. A polpa é rica em lipídios (principalmente ácidos graxos insaturados como oleico), fibras, teores consideráveis de K, P, Mg, Zn, e antioxidantes como vitamina C, provitamina A (carotenoides), e flavonoides. Proporcionam bom funcionamento do intestino, ação anticancerígena, evita o envelhecimento precoce, proteção da visão, e pode evitar doenças do coração. A medicina popular usa o óleo da amêndoa como anti-inflamatório, cicatrizante e gastro-protetor; já, o óleo da polpa é empregado no tratamento de enfermidades como doenças respiratórias e tratamento do

fígado. A casca do pequiheiro é empregada como corante em curtume, por possuir coloração amarelo-castanho.

Além de palmito, a pupunha (*Bactris gasipaes*) fornece frutos cuja polpa pode ser empregada na elaboração de sucos, extração de óleo, e obtenção de farinha. Na Costa Rica, existem muitos estudos sobre variadas formas de uso dos frutos de pupunha: em conserva salgada; moído ou granulado para molhos, cremes, sopas; farinhas para tortas, pães e sorvetes; ração animal; manteiga; vinho, vinagre. Apresentam elevado valor energético, e o óleo dos frutos é rico em ácidos graxos poli-insaturados, principalmente oléico (ômega 9), além de carotenoides (provitamina A, e licopeno), fibras, Ca, Fe, P. É considerada a principal fonte vegetal de selênio, segundo estudo da Universidade de São Paulo (USP/Brasil), o qual tem ação antioxidante, prevenindo o envelhecimento e doenças cardíacas, promovendo o fortalecimento do sistema imunológico, diminuição de risco de câncer, e bom funcionamento da tireoide. Destacam-se também como benefícios a promoção da saúde dos ossos (Ca, P); saciedade (fibras); e fortalecimento do sistema imune, visão e pele (antioxidantes).

A sapota-do-solimões (*Quararibea cordata*) que possui como sinonímia botânica a sapota-do-peru (*Matisia cordata*), pode ser consumida *in natura* ou como sucos e doces, apresentando elevado teor de Ca, fibras solúveis, compostos fenólicos, carotenoides (tipo β caroteno - provitamina A). Conferem ação hipocolesterolêmica e hipoglicêmica (controle do colesterol e açúcar sanguíneos); prevenção de osteoporose; prevenção de doenças cardíacas; promoção da saúde da pele, cabelos, visão (provitamina A); bom funcionamento do trato intestinal.

Consumidos *in natura* ou como sucos, doces, sorvetes, e licores, os frutos de siriguela (*Spondias purpurea*) apresentam alto conteúdo de fibras, Ca, P, K, Fe, compostos fenólicos (tipo flavonoides), carotenoides (provitamina A). Podem promover como benefícios, a prevenção da anemia (Fe); bom funcionamento do SNC (P), do sistema imunológico (vitamina C), e do trato intestinal (fibras); previne o envelhecimento precoce (vitamina C); promove a saúde dos ossos (Ca); reduz taxas de colesterol sérico (fibras). As folhas e cascas da árvore de siriguela são de amplo uso pela medicina popular em países como México, Filipinas, Nigéria e Haiti, sendo empregadas para diversos tratamentos desde dores de cabeça até feridas na pele.

O tamarindo (*Tamarindus indica*) pode ser consumido *in natura* ou a polpa de cor marrom e sabor azedo empregada para elaboração de sucos, doces, balas, molhos, além de alimentos veganos e vegetarianos, já que possui proteína de alto valor biológico, ou seja, contém quase todos os amino ácidos essenciais, exceto triptofano, sendo considerada então como ótima fonte protéica para famílias de baixa renda. Constituem-se também de fibras, Ca, P, Mg, K, Fe, vitaminas B1 e B2, vitamina C, compostos fenólicos (tipo antocianinas) e carotenoides (provitamina A). As sementes são ricas em flavonoides, Ca, K, polissacarídeos, e proteínas, sendo empregadas na elaboração de farinhas para enriquecimento de bolos, pães, biscoitos. Destacam-se como benefícios, o controle do colesterol sanguíneo e prevenção de doenças cardíacas (fibras); prevenção de anemia (Fe) e osteoporose (Ca); promoção da saciedade

(fibras); favorecimento da pele, visão e cabelos (provitamina A). A medicina popular também usa o tamarindo como expectorante, laxativo, controle da febra da malária, hipoglicêmico (diabetes), antibacteriano, antifúngico, anti-inflamatório. Estudos da Universidade de São Paulo (USP/Brasil) comprovaram o uso da polpa para fins cosméticos (proteção dos cabelos contra raios UV).

Os frutos agrídoces de umbu (*Spondias tuberosa*) consumidos *in natura* ou para sucos, sorvetes, geleia, umbuzada (suco cremoso de umbu), são usados pelos povos do Nordeste brasileiro como alimento animal também. A polpa contém vitamina C, carotenoides (provitamina A), flavonoides e taninos (compostos fenólicos), sendo que o suco das raízes (“água de batata”) é rico em sais minerais e principalmente vitamina C. Como benefícios, apresentam ação anti-inflamatória; hipocolesterolêmica; hipoglicêmica (diabetes); tratamento de cólicas e dores de estômago. O suco das raízes é usado desde os povos antigos para tratamento de escorbuto (deficiência de vitamina C), e na cura de diarreias e verminoses. O extrato das folhas de umbu é utilizado pela medicina popular como antiviral, assim como o chá preparado com as cascas do umbuzeiro é empregado para tratar diarreia.

Outras frutas com compostos bioativos que podem ser mencionadas são: borojó (*Borojoa patinoi*); buriti (*Mauritia flexuosa*); cambuiti-cipó (*Inga edulis*); cherimoia (*Annona cherimola*); framboesa andina (*Rubus glaucus*); fruta-do-sabiá (*Acnistus arborescens*); groselha (*Ribes rubrum*); groselha branca (*Phyllanthus acidus*); JUÁ (*Ziziphus joazeiro*); lúcuma (*Pouteria lucuma*); noni (*Morinda citrifolia*); physalis (*Physalis peruviana*); pitomba (*Talisia esculenta*); rambutã (*Nephelium lappaceum*); romã (*Punica granatum*); tucumã (*Astrocaryum aculeatum*); umari (*Geoffroea spinosa*).

Vale ressaltar que no Brasil, existe a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAM), a qual atesta o compromisso do Ministério da Saúde com os males relacionados à escassez alimentar e à pobreza. Assim, a “segurança alimentar”, que anteriormente era limitada ao abastecimento de alimentos, agora envolve também o acesso universal ao alimento, o aspecto nutricional e as questões relativas à composição, à qualidade, e ao aproveitamento tecnológico de nutrientes.

Essa questão envolve também ações de manejo sustentado dos recursos naturais, com o incentivo ao uso dos alimentos regionais, ou seja, a biodiversidade dos recursos vegetais é considerada como uma estratégia para a segurança alimentar, econômica e ecológica para a humanidade. Desta forma, o estado brasileiro tem adotado políticas e programas para a garantia da segurança alimentar e, também, do meio ambiente, entre elas, o Plano Nacional de Produtos da Sociobiodiversidade (PNPSB), que objetiva, entre outras coisas, promover a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, garantindo alternativas de geração de renda para comunidades rurais.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), desde 2002, também tem incentivado o consumo de alimentos produzidos localmente, valorizando os alimentos regionais e a produção familiar, auxiliando desse modo a segurança alimentar e nutricional.

Ressalta-se também, que as pesquisas envolvendo as frutas tropicais são de fundamental importância levando-se em consideração que: na fabricação de produtos derivados de frutas é fundamental o conhecimento das propriedades físicas e químicas das frutas submetidas aos processos de industrialização; o aumento da demanda por produtos saudáveis e nutritivos é consequência de consumidores mais educados e mais exigentes (procura por novos produtos); muitos consumidores escolhem os produtos que possuem características mais próximas dos alimentos *in natura*. Esse cenário contribui para o desenvolvimento de tecnologias emergentes levando a disponibilidade de produtos com qualidades sensoriais e nutricionais melhores.

Referências bibliográficas

- COSTA, E.A. **Biodiversidade de frutas do nordeste: composição química e nutricional e desenvolvimento de pastas de cajá, murici, pequi e pitanga**. 160p. Tese (Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- CZEDER, L.P. **Composição nutricional e qualidade protéica da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) de plantas de três regiões do Cerrado do estado de Goiás**. 55p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiânia, Goiás, 2009.
- FERREIRA, K.C. **Caracterização integral de frutos tamarindo (*Tamarindus Indica* L.) do Cerrado de Goiás, Brasil e aplicação em produtos drageados**. 87p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- FRANKLIN, B.; NASCIMENTO, F.C.A. Plantas para o futuro: compilação de dados de composição nutricional do araçá-boi, buriti, cupuaçu, murici e pupunha. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 6 (3), p. 10174-10189, mar. 2020.
- MONTEIRO, S.S. **Sapota-do-solimões (*Quararibea cordata*): caracterização físico-química, estabilidade, compostos bioativos e voláteis**. 74p. Tese (Doutora em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- MORZELLE, M.C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E.C.; VILAS BOAS, E.V.B.; LAMOUNIER, M.L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 37 (1), p.96-103, Março 2015.
- PAZ, J.G.; PACHECO, P.; SILVA, C.O.; Pascoal, G.B. Análise da composição nutricional e de parâmetros físico-químicos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) *in natura*. **Linkania**, 1 (8), p. 73-86, Janeiro/Abril, 2014.

- PUGLIESE, A.G. **Compostos fenólicos do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e do cupulate: composição e possíveis benefícios.** 146p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- SANTOS, M.N.G. **Avaliação de polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) submetida ao congelamento e atomização.** 110p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2015.
- SERENO, A.B. **Caracterização físico-química e potencial antioxidante do maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) cultivado na Mata Atlântica do estado do Paraná.** 102p. Dissertação (Mestre em Segurança Alimentar e Nutricional) - Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- SIGUEMOTO, E.S. **Composição nutricional e propriedades funcionais do murici (*Byrsonima crassifolia*) e da moringa (*Moringa oleifera*).** 125p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- SILVA, C.L. **Desenvolvimento e avaliação físico-química de néctares à base de Gabiroba (*Campomanesia pubescens*) em diferentes períodos de armazenamento.** 52p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, Uberlândia, 2015.
- SILVA FILHO, D.F.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; OLIVEIRA, M.C.; MARTINS, L.H.P. Caracterização e avaliação do potencial agrônômico e nutricional de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. **Acta Amazônica**, 35(4), p.399 – 406, 2005.
- SILVINO, R.C.A.S.; SILVA, G.C.T.; SANTOS, O.V. Qualidade nutricional e parâmetros morfológicos do fruto cajá (*Spondias mombin* L.). **Revista Desafios**, 4 (2), 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2017v4n2p3>



Inocuidade e qualidade do mel obtido de abelhas sem ferrão

Dra. Suelen Ávila

Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Universidade Federal do Paraná – Brasil

E-mail: suelenavila@gmail.com

Atualmente, existem dois tipos de mel produzidos e comercializados em todo o mundo: o mel tradicional de *Apis mellifera* e o mel produzido por abelhas sem ferrão. O conhecimento sobre as abelhas sem ferrão e a meliponicultura nas Américas é muito antigo quando comparado com as atividades envolvendo as abelhas *Apis mellifera*. Antes da chegada da abelha *Apis mellifera* no continente americano, ou da exploração da cana para fabricação de açúcar, o mel das abelhas nativas caracterizava-se como principal adoçante natural, fonte de energia indispensável em longas caçadas e caminhadas que povos indígenas realizavam na busca por alimento.

As abelhas sem ferrão produzem e armazenam menos mel por colmeia (1-5 kg de mel por ano, dependendo da espécie) em comparação com as abelhas *Apis mellifera*, que são líderes mundiais na produção de mel, com uma média de 20 kg de mel por colmeia. Por outro lado, o mel de abelhas sem ferrão está disponível nos mercados e tem um preço significativamente mais alto em relação ao mel de *Apis mellifera*. As abelhas sem ferrão não apresentam ferrão funcional, possuem ninhos populosos e perenes e são de fácil manuseio (geralmente são pouco agressivas/não picam). Possuem preferência floral seletiva, viajam distâncias mais curtas quando procuram por alimento e para armazenar o mel constroem potes de méis em vez de favos de mel. Constroem suas colmeias em uma posição horizontal e seus ninhos são encontrados em ocos de troncos, galhos e raízes de árvores, ou em ninhos inativos de formigas e de cupins.

As abelhas sem ferrão coletam e modificam quimicamente néctares florais da rica vegetação de ambientes nativos com substâncias específicas próprias (secreções salivares e enzimas do seu trato digestivo) e em seguida o mel é armazenado e deixado para amadurecer dentro das colônias. O mel produzido por essas abelhas é conhecido por seu elevado conteúdo de umidade e leveduras, sua doçura distinta misturada com um sabor ácido; uma textura mais fluida e cristalização lenta. A composição química, sabor e aroma do mel estão fortemente associados à sua origem botânica, área geográfica, condições ambientais, espécies de abelhas envolvidas na sua produção e condições de armazenamento.

Economicamente, não são importantes somente pelos produtos que nos fornecem (mel, pólen e própolis), mas as abelhas silvestres e nativas também oferecem benefícios ecológicos e são responsáveis por uma proporção considerável da polinização de diferentes espécies de

plantas. Estima-se que um terço da alimentação humana dependa direta ou indiretamente da polinização realizada por abelhas. As abelhas sem ferrão, ou meliponíneos, são encontrados na América do Sul e Central, África, Sudoeste da Ásia e Austrália. Entretanto, é nas Américas que grande parte da diversidade de espécies ocorre e que a cultura de criação destes insetos se manifesta de forma mais intensa. Existem mais de 500 espécies de abelhas sem ferrão identificadas em todo o mundo em 32 gêneros, com talvez mais de 100 novas espécies ainda a serem caracterizadas.

O mel é um dos alimentos naturais mais complexos; é composto principalmente de açúcares e outros constituintes, como enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, carotenoides, vitaminas, minerais e substâncias aromáticas. É rico em flavonoides e ácidos fenólicos que apresentam uma ampla gama de efeitos biológicos e que também atuam como antioxidantes naturais. E o potencial uso do mel de abelha sem ferrão pelas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética vem crescendo nas últimas duas décadas.

Não existe uma legislação internacional específica que regulamente a cadeia produtiva dos produtos originados pela meliponicultura. O grande desafio deste processo de regulamentação internacional dos méis de abelhas sem ferrão é englobar a diversidade de técnicas, de contextos socioambientais e a diversidade de espécies de abelhas sem ferrão. As características físico-químicas e sensoriais únicas dos méis de abelhas sem ferrão são fundamentais para a determinação dos melhores processos em termos de conservação e armazenamento, para a prevenção da fermentação ou cristalização e para o controle de aumentos de atividade de água do mel.

Tendo em vista que o mel é um alimento, é importante que todas as etapas de sua produção levem em consideração que os principais fatores que motivam o seu consumo são a nutrição e o prazer de saboreá-lo. Sendo assim, o meliponicultor que preza pelo bem estar de seus consumidores deve estar sempre atento ao compromisso de produzir mel de qualidade. E entre os principais quesitos para conquistar este objetivo, estão o cuidado e a higiene no dia-a-dia de trabalho.

Precisa-se cuidar com a localização do meliponário, com os equipamentos que serão utilizados, com a água sempre que ela for necessária, com todos os equipamentos e materiais diretamente envolvidos na manipulação do mel, além dos cuidados pessoais de higiene e de boas práticas. Para a manipulação do mel (coleta ou beneficiamento), é recomendado o uso de touca e máscara e roupas limpas, preferencialmente avental.

Tendo como base os diferentes arranjos produtivos para a produção de mel de abelhas sem ferrão, tem-se três locais usualmente utilizados para a coleta: os entrepostos, as unidades de coleta e os meliponários.

Um entreposto pode ser considerado qualquer estabelecimento funcional estrategicamente situado entre um polo produtor e um polo consumidor. No caso dos sistemas associados aos produtos das abelhas, o entreposto também é conhecido como casa-do-mel. De acordo com a legislação que regulamenta a cadeia produtiva da apicultura, a existência de um entreposto

para processamento dos produtos é obrigatória. O sistema adotado é semelhante ao utilizado com as *Apis*: as melgueiras são transportadas para a casa-do-mel e lá o mel é coletado. É a casa-do-mel que recebe as melgueiras vindas dos apiários e abriga as atividades de coleta, beneficiamento, envase, rotulagem, armazenamento e distribuição do mel de *Apis*. Seguir as complexas recomendações impostas pela legislação demanda altos investimentos, o que acaba restringindo as possibilidades de inserção no mercado de grande parte dos pequenos produtores de mel de abelhas sem ferrão.

As unidades de coleta constituem alternativa para descentralizar a coleta do mel. São uma forma de aproximar a coleta do meliponário e tirar esta etapa do entreposto, diminuindo as distâncias de transporte das melgueiras. Tem como principal vantagem facilitar a possibilidade dos meliponicultores compartilharem um entreposto: no caso de um arranjo produtivo comunitário, por exemplo, cada produtor realiza a coleta em sua propriedade, transportando o produto já colhido para a casa-do-mel. São vários os modelos de unidade de coleta que podem ser adotados. Existem estruturas relativamente complexas, fixas, construídas de alvenaria, assim como unidades móveis, que podem ser caminhões adaptados ou tendas desmontáveis.

As boas práticas de manipulação devem ser utilizadas no momento da coleta de mel visando a redução da contaminação por micro-organismos. A coleta do mel deve ser realizada nas épocas de florada expressiva, quando houver muitos potes fechados e repletos de mel (colônias fortes). O mel deve ser colhido somente nos potes fechados (maduro), considerado pronto, isto é, mel cujo excesso de água foi retirado e as enzimas adicionadas. Uma parte do mel deve permanecer na colônia para consumo das abelhas. Para a coleta do mel de abelhas sem ferrão já foram descritos na literatura alguns métodos como: coleta por perfuração dos potes, por compressão dos potes e métodos de sucção (com seringa descartável, bomba de sucção elétrica, bomba de sucção mecânica).

Entretanto um dos maiores desafios daqueles que produzem mel de meliponíneos é garantir estabilidade e longevidade, ou seja, tempo de validade, a um produto muito suscetível à fermentação (alto conteúdo de umidade e leveduras). Na indústria de alimentos, a refrigeração é um método consagrado para retardar o processo de degradação dos produtos. Isso acontece porque as baixas temperaturas dificultam o desenvolvimento dos micro-organismos. No caso do mel de abelhas sem ferrão, a refrigeração é um método muito eficiente, já que diminui a proliferação de leveduras e bactérias e retarda a fermentação. Para adotar este método, o produtor deve refrigerar o mel logo depois da colheita, transportá-lo refrigerado e comercializá-lo em prateleiras refrigeradas ou geladeiras. Este modelo está sujeito a uma logística complexa e dispendiosa. Mantendo-se o mel em baixas temperaturas (0 a 10°C), o processo de fermentação não acontece e o mel mantém as suas características originais por vários anos, tanto físico-químicas, quanto de sabor.

Outro processo que se tem adotado é a desumidificação, ou desidratação, o processo de retirar ou diminuir a quantidade de água de determinado produto. Como a água é o principal “ingrediente” para a vida, retirá-la dos alimentos evita que sejam criadas condições propícias

para o desenvolvimento de micro-organismos. Como alternativa para proporcionar maior duração, impedir a fermentação acelerada recomenda-se que o teor de água do mel seja reduzido para 20% ou menos. Com essa concentração, o mel dura, em média, 2 anos. Como referência, vale destacar que 20% é o máximo teor de umidade permitido para o mel das abelhas *Apis* na legislação. Para realizar a desumidificação do mel, existem dois equipamentos: a máquina de desumidificação e a sala de desumidificação. A vantagem do segundo sistema é o menor custo. A desvantagem de ambos é a alteração nas características naturais do mel de abelhas sem ferrão.

A pasteurização é outro procedimento usado em alimentos para destruir micro-organismos patogênicos. O processo consiste basicamente no aquecimento do alimento a uma determinada temperatura, por um determinado tempo. No caso do mel, essa temperatura não deve exceder 65°C, condição em que ocorre a degradação dos açúcares, alterando seu sabor, as proteínas e vitaminas são alteradas, comprometendo suas características naturais. Durante o aquecimento, a temperatura do mel deve ser controlada com um termômetro. Dependendo da espécie de abelha e do teor de umidade do mel in natura, a pasteurização tem proporcionado um tempo de validade que varia entre 6 meses e 1 ano. Pode ser armazenado em temperatura ambiente até sua abertura. Neste processo o mel pode perder algumas de suas propriedades originais, tanto físico-químicas, como de sabor.

O método de maturação, diferentemente dos apresentados anteriormente, não luta contra a fermentação, mas se aproveita dela. O mel deve ser armazenado em temperatura ambiente, onde vai sofrer um processo natural de fermentação, adquirindo um sabor levemente ácido, resultado da quebra de carboidratos em álcoois. É importante que os recipientes sejam abertos semanalmente, para que haja liberação de gás. A maturação demora cerca de três meses para estabilizar. Quando o processo cessa o produto está maturado e o sabor original é alterado, ficando um pouco ácido.

Esse produto complexo e natural requer metodologias e padrões internacionais e oficiais a serem estabelecidos para servir como referência para controle de qualidade, para evitar adulterações e para fins de marketing. No geral, as principais dificuldades têm sido a grande diversidade de espécies de abelhas sem ferrão e sua origem botânica, bem como variações na composição química desses méis. Inúmeros estudos indicaram que, em comparação com o mel de *Apis mellifera*, o mel de abelhas sem ferrão é rico em compostos bioativos, com alta capacidade antioxidante e propriedades biológicas. Esforços também devem ser feitos para desenvolver possíveis estratégias de conservação, com o objetivo de ajudar ambos os produtores a preservar características sensoriais e nutricionais, e analistas na avaliação e prevenção da adulteração de méis de abelhas sem ferrão, que estão sendo cada vez mais valorizados no mundo.

Referências bibliográficas

Ávila, S., Beux, M. R., Ribani, R. H., & Zambiasi, R. C. (2018). Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification



detection strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 81(August), 37–50.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.002>

Villas-Bôas, J. (2012). Manual Tecnológico: Mel de abelhas sem ferrão. In *CPT - Centro de Produções Técnicas* (1st ed.). Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN).
<https://www.cpt.com.br/busca/artigos/abelhas-sem-ferrao>

I SIMPOSIO ONLINE DE INOCUIDAD ALIMENTARIA

Octubre, 2020
Lima, Perú



El Instituto de Control y Certificación de la Calidad e Inocuidad Alimentaria (ICCCIA-URP), es una institución académico-científico-tecnológica dependiente del Rectorado, cuya actividad principal es propiciar el desarrollo científico-tecnológico relacionado con el ámbito de la calidad e inocuidad alimentaria. Fue creado por la Universidad Ricardo Palma, a propuesta de la Facultad de Ciencias Biológicas, y forma parte de la estructura orgánica de la universidad.

Su creación fue mediante Acuerdo de Consejo Universitario N°0088-2014, el 14 de enero de 2014 y fue ratificada en Asamblea Universitaria.



ISBN: 978-612-48162-1-5

