

INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS

Gutiérrez-Ibáñez Ana Tarín¹, Mariezcurrena-Berasain María Dolores¹, Pinzón-Martínez Dora-Luz¹, Ocaña-de Jesús Rosa Laura¹, Araujo Guzman Alma Fabiola¹, Carbajal-Romero Luis Daniel¹.

RESUMEN.

La inocuidad de los alimentos es un aspecto fundamental de Salud Pública para todos los países y uno de los asuntos de mayor prioridad para los consumidores, productores y gobiernos. Esta se refiere a las condiciones y prácticas que preservan la calidad de los alimentos para prevenir la contaminación y las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). El acceso a alimentos inocuos y nutritivos en cantidad suficiente es fundamental para mantener la vida y fomentar la buena salud. La insalubridad de los alimentos ha representado un problema de salud para el ser humano ya que estos contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas que causan más de 200 enfermedades, que van desde la diarrea hasta el cáncer. Se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas casi 1 de cada 10 habitantes por ingerir alimentos contaminados y que 420 000 mueren por esta misma causa. Los alimentos insalubres generan un círculo vicioso de enfermedad y malnutrición, que afecta especialmente a los lactantes, los niños y ancianos, las ETA obstaculizan el desarrollo económico y social, perjudican la economía nacional, al turismo y al comercio. En la actualidad, las cadenas de suministro de alimentos atraviesan numerosas fronteras nacionales. La buena colaboración entre gobiernos, productores y consumidores contribuye a

¹ Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus Universitario El Cerrillo Piedras Blancas. Toluca, México C.P. 50090, México.

* Autor de correspondencia: atarini@uaemex.mx

garantizar la inocuidad de los alimentos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar la importancia de la inocuidad de los productos agropecuarios.

Palabras clave: Inocuidad, ETA, Alimentos.

INTRODUCCIÓN.

La inocuidad en un alimento representa la garantía de que no causará daño al consumidor (Fernández, 2000). Esta cualidad es afectada por la presencia de peligros físicos, químicos y biológicos que pueden ser introducidos tanto en la producción primaria como en los procesos de empaque y/o transformación (OMS, 2017).

La inocuidad de los alimentos puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud (SIAP, 2017).

La inocuidad en dichas cadenas agroalimentarias, se considera una responsabilidad conjunta del gobierno, la industria y los consumidores (OMS, 2015). El primero cumple la función de rectoría al crear las condiciones ambientales y el marco normativo necesario para regular las actividades de la industria alimentaria en el pleno interés de productores y consumidores. En este caso SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) protege los recursos agrícolas, acuícolas y pecuarios de plagas y enfermedades de importancia cuarentenaria y económica, a través de vigilar, prevenir y controlar la producción de los alimentos del campo.

Para que un alimento sea considerado inocuo y no cause daño al consumidor, es necesario esté libre de:

- Agentes Químicos como residuos de plaguicidas, metales pesados y el uso indiscriminado de antibióticos.
- Agentes físicos que puedan causar una lesión al momento de consumir un alimento como trozos de metal, astillas, piedras, aretes, entre otros.
- Agentes biológicos entre ellos microorganismos como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes*, que puedan causar enfermedad y brotes alimentarios.

La situación mundial del comercio de los alimentos obliga a las empresas exportadoras a reforzar sus sistemas de control, así como adoptar y vigilar estrategias de control de la inocuidad basadas en el riesgo de contaminación (OMS, 2017).

La presencia de patógenos en los alimentos es una razón frecuente para el rechazo de productos, además de que genera situaciones de enfermedad, pérdidas económicas y problemas sociales (SENASICA, 2011).

Se estima que cada año enferman 600 millones de personas en el mundo, 1 de cada 10 habitantes, por ingerir alimentos contaminados y que 420,000 mueren por esta misma causa. Estas dificultades suponen una mayor responsabilidad para los productores y distribuidores de alimentos en lo que atañe a la inocuidad de los alimentos. Los incidentes locales pueden transformarse rápidamente en emergencias internacionales debido a la rapidez y el alcance de la distribución de los productos. En los últimos diez años se han registrado brotes de enfermedades graves transmitidas por los alimentos en todos los continentes, a menudo amplificadas por la globalización del comercio (OMS, 2017). Este capítulo se planteó resaltar la importancia de la inocuidad de los productos agropecuarios, para lograr este objetivo se realizó una revisión bibliográfica.

Enfermedades transmitidas por alimentos.

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) son aquellas que se originan por la ingesta de alimentos contaminados con microorganismos como virus, parásitos, mohos y/o bacterias, así como sus toxinas en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor. Estas enfermedades, usualmente, derivan de la ingestión del patógeno, seguida su proliferación e incluso en ocasiones invasión de los tejidos, liberación de toxinas, o ambos (Prescott *et al.*, 2004).

En un informe de “Estimación de la carga mundial de las enfermedades de transmisión alimentaria”, publicado en 2015 por la OMS se reportaron las estimaciones completas sobre la carga de morbilidad causada por 31 agentes contaminantes (bacterias, virus, parásitos, toxinas y productos químicos) a nivel mundial y regional (OMS, 2015).

Un individuo que enferme como consecuencia del consumo de un alimento contaminado con un microorganismo patógeno depende de tres elementos implicados y su interrelación entre el individuo, patógeno y alimento (Fernández, 2000). Los síntomas

más comunes incluyen diarrea y vómito, aunque también se pueden manifestar con dolor abdominal, cefalea y fiebre. Aunque muchas infecciones son autolimitadas, pueden presentar un curso más grave que incluye deshidratación severa, perforación gastrointestinal y septicemia que se puede presentar en algunos pacientes. También se han descrito otras complicaciones extraintestinales además de la septicemia, tales como endocarditis, neumonía, meningitis y abscesos. El síndrome urémico hemolítico (HUS por sus siglas en inglés), que es la causa más común de falla renal en lactantes, ha sido particularmente asociado con la infección por *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC) (Helms *et al.*, 2006).

Entre las bacterias comúnmente reconocidas como causantes de ETA en México y el mundo, se encuentran *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, así como algunos serotipos de la enterobacteria *Escherichia coli*, principalmente el O157:H7 (Ruíz, 2016).

Se estima que las ETA afectan aproximadamente a 48 millones de personas anualmente en los Estados Unidos, de los cuales alrededor de 9.4 millones de enfermedades son producidas por patógenos conocidos (Scallan *et al.*, 2011).

El CDC (Centers for Disease Control and Prevention) define un brote de ETA como la presencia de dos o más personas enfermas de manera similar provocado por la ingestión de un alimento en común (CDC, 2013). Una estimación por el CDC sobre los brotes que ocurren tan solo en los Estados Unidos concluyó que cerca de 48 millones de personas son afectadas, produciéndose 128,000 hospitalizaciones y 3,000 muertes (Scallan *et al.*, 2011). En México en los últimos años se ha señalado la frecuencia de brotes por enfermedades transmitida por la ingesta de alimentos y, en su mayoría se han atribuido a la presencia de contaminantes de tipo biológico (Ruíz, 2016). Solo para el año 2016, las infecciones intestinales fueron la segunda causa de morbilidad con 4,476,041 casos. Se detectaron 6,702 casos por intoxicación alimentaria bacteriana, por Salmonelosis 419,231 casos; así como 7,385 casos por infecciones intestinales debidas a protozoarios, entre otras (CENAVECE, 2016). Se calcula que anualmente mueren 16,000 personas por ETA y los efectos colaterales son cierre temporal de fronteras,

destrucción de cultivos, suspensión de exportaciones, pérdidas valoradas en millones de dólares anuales, clausura de empresas, mala imagen de productos nacionales en el exterior, ausentismo laboral y escolar, y gastos en atención médica entre otros (Cuellar, 2001).

La amenaza de la transmisión de los patógenos contaminantes de alimentos a los consumidores se ha incrementado debido a la industrialización y la globalización de la cadena de suministro de alimentos y el cambio de hábitos alimenticios de la población. Con el fin de proteger a los consumidores de la contaminación en el consumo de los alimentos, es importante optimizar las técnicas de detección de microorganismos de índole sanitaria (Wu, 2009).

Microorganismos indicadores que afectan la inocuidad alimentaria.

Actualmente, se estima que los microorganismos indicadores de calidad microbiológica o vida útil de los alimentos la indican no solo microorganismos si no productos de su metabolismo como toxinas (Fernández, 2000). Se califican de indicadores aquellos que sugieren o se asocian con un antecedente que compromete su calidad sanitaria (Fernández, 2000; Zucca *et al.*, 1998). Algunos de los organismos indicadores que son más comúnmente usados para asegurar la inocuidad alimentaria incluyen bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales y fecales, al igual que *E. coli*, hongos y levaduras, entre otros (León *et al.*, 2009).

La obtención de alimentos microbiológicamente seguros e inocuos requiere de técnicas analíticas capaces de detectar microorganismos patógenos aun en bajos niveles. Sin embargo, los alimentos seguros sólo pueden ser producidos mediante el empleo de prácticas higiénicas adecuadas, lo que puede evaluarse mediante el monitoreo de microorganismos indicadores (Smoot y Pierson, 1997).

Debido a que no es factible realizar pruebas de detección para todos los microorganismos patógenos, la seguridad microbiológica de agropecuarios sólo puede asegurarse por la ausencia de indicadores microbiológicos (Hirovani *et al.*, 2001).

En productos agropecuarios la detección de patógenos se dificulta por muchas razones, entre ellas el prolongado tiempo de detección, la metodología complicada y el elevado costo. La presencia de algunos indicadores microbiológicos en los alimentos a menudo

resulta de la contaminación fecal directa o indirecta y por consiguiente sirve como un “marcador” de que ha ocurrido contaminación, así como la posible presencia de microorganismos patógenos (León *et al.*, 2009).

En México la COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios) en conjunto con SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) y la SECTUR (Secretaría de Turismo) llevan a cabo un proyecto sobre la Calidad Microbiológica de Alimentos, el cual tiene como objetivo generar información sobre el grado de contaminación de los alimentos, así como de las condiciones sanitarias de los establecimientos en los que estos se procesan y expenden a nivel nacional a efecto de orientar las acciones de control sanitario. Las acciones más importantes de este proyecto son: Generar información sobre el grado de contaminación de los alimentos, así como de las condiciones sanitarias de los establecimientos en los que estos se procesan y expenden a nivel nacional a efecto de orientar las acciones de control sanitario (COFEPRIS, 2014).

Factores que afectan el crecimiento de microorganismos en alimentos.

Los microorganismos tienen una gran importancia e impacto en nuestra vida y no siempre de una manera que nos agrada, son fundamentales en la obtención de algunos productos alimenticios, pero son también los responsables del deterioro de gran parte de los alimentos y juegan un papel importante en enfermedades de origen alimentario (Fernández, 2000).

Todos los microorganismos, igual que todos los seres vivos, necesitan un conjunto de factores que les permita crecer/vivir en un determinado medio ambiente, diferentes para cada microorganismo. Y dentro de cada uno de estos grupos existen más diferencias dependiendo de cada especie. Los diversos factores que influyen en el crecimiento de los microorganismos en los alimentos son generalmente designados como factores intrínsecos y factores extrínsecos. Los primeros corresponden a las características fisicoquímicas del propio alimento y los segundos corresponden a las condiciones de almacenamiento y a las condiciones ambientales. Además, existen otros factores los cuáles tienen que ver con las características

de los microorganismos y que son designados como factores implícitos, estos van a ejercer una selección sobre la flora microbiana inicial (Berger *et al.*, 2010).

Calidad e inocuidad de productos hortofrutícolas.

Los productos frescos se promueven como parte de una dieta saludable, y su consumo se ha incrementado en los últimos años. La International Fresh-cut Produce Association define a los productos frescos cortados como las frutas o verduras que han sido peladas y/o cortadas en un producto 100% usable que es envasado para ofrecer a los consumidores conveniencia, mantenimiento y frescura (Althaus *et al.*, 2012). Sin embargo, la creciente demanda de frutos frescos puede constituir un riesgo para la salud de los consumidores, teniendo en cuenta la gran variedad de microorganismos que estos suelen albergar (Luna *et al.*, 2015). Dentro de los contaminantes biológicos se mencionan a bacterias, virus, parásitos y hongos productores de toxinas, microorganismos capaces de colonizar y sobrevivir en o sobre frutas y verduras (Berger *et al.*, 2010). Cuando estos microorganismos causan enfermedades se consideran patógenos (Fernández, 2000); los de mayor incidencia en productos hortofrutícolas son virus (hepatitis A), y norovirus; parásitos (*Cyclospora cayetanensis*, *Cryptosporidium parvu*); y bacterias (*Clostridium* spp., *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Vibrio cholerae*, *Campylobacter* spp. y *Yersinia enterocolitica*), principalmente (Berger *et al.*, 2010). De estos microorganismos *Salmonella* y *E. coli* O157: H7 son los que se han señalado con mayor frecuencia como agentes causales de enfermedades gastrointestinales (Fernández, 2000).

En la cadena de producción de alimentos existen riesgos de infección por patógenos, por lo que se necesita un control microbiológico estricto para impedir que estos lleguen al consumidor, al respecto a continuación se mencionan las principales fuentes en las diferentes etapas precosecha, cosecha y poscosecha (Berger *et al.*, 2010).

Las frutas y vegetales son componentes importantes de una dieta saludable y balanceada, sin embargo, en muchas ocasiones son consumidos crudos y han sido reconocidos como importantes ve-

hículos para la transmisión de patógenos para los humanos. Reportándose brotes de enfermedades gastrointestinales causados por bacterias, virus y parásitos. A pesar de esta asociación, existe un limitado conocimiento sobre en qué parte de la cadena de producción ocurre la contaminación o sobre el mecanismo por el cual los patógenos colonizan y sobreviven en estos productos (Cedric *et al.*, 2010).

Se han documentado brotes relacionados al consumo de productos frescos como espinaca y lechuga contaminados con *E. coli* O157:H7, o bien, *Salmonella* Typhimurium y *S. Newport* presentes en tomate y lechuga, y *S. Thompson* en rábano (Heaton y Jones, 2008).

Esto aunado a que muchos microorganismos han desarrollado mecanismos para unirse, sobrevivir, o crecer en diferentes vegetales (Wan *et al.*, 2015). En la superficie de los productos los microorganismos interactúan en agregados, posiblemente compitiendo por los limitados nutrientes disponibles de las células epidérmicas donde las ceras cuticulares son menos densas, el agua se acumula, y los nutrientes están más disponibles que en otros lugares. Se ha determinado por ejemplo que la humedad de la superficie del chile jalapeño puede proporcionar un ambiente protector para cepas de *E. coli* y *Salmonella*. También se ha visto que los microorganismos se pueden internalizar en los vegetales a través de canales de agua y que, los microorganismos internalizados, generalmente se encuentran protegidos contra el estrés ambiental (Castro *et al.*, 2011).

Calidad e inocuidad de leche y sus derivados.

En el mercado actual, tanto las plantas elaboradoras de productos lácteos como los consumidores tienen mayores exigencias respecto a la calidad de la leche fresca, principalmente en términos de su inocuidad. Por lo que los productores lecheros, deben considerar que en todos los procedimientos se reduzca la contaminación microbiológica química y física de la leche, principalmente en la etapa de ordeña, dado que en ese momento existen mayores riesgos de producir contaminación (Alfaro, 2000).

Existe una serie de buenas prácticas referidas al proceso de ordeña. La leche debe ser obtenida y manejada de forma higiénica, para esto es primordial contar con un equipo de ordeña y mane-

jo adecuado del alimento. Estas prácticas se pueden agrupar en 3 principales ejes:

Rutina de ordeña	Condiciones higiénicas	Almacenamiento
Evitar el daño al rebaño y la introducción de contaminantes en la leche.	El entorno del sistema productivo (lechería) se encuentre siempre limpio	La temperatura de almacenamiento sea de 4° C (+/- 2°C), y luego, que la etapa de entrega del producto al camión cisterna, se realiza con agilidad (rápido) a fin de evitar exponer el producto a condiciones de temperaturas ambientales que facilitan la multiplicación microbiana
Preparación adecuada de las ubres de las vacas previa al procedimiento.	El personal debe respetar las reglas básicas de higiene y contar con las herramientas e insumos para cumplir con ellas.	El estanque de refrigeración se limpia y desinfecta (santiza) cada vez que se descarga el producto que ha sido almacenado.
Separar la leche procedente de animales enfermos o en tratamiento, de aquellos sanos y sin tratamientos	Limpia y desinfectar (o santizar) en forma correcta.	El correcto funcionamiento del estanque enfriador en cuanto a la disminución de temperatura y ciclos de agitación.

Cuadro1. Ejes principales a las prácticas de ordeña (Cadipro, 2000).

Además de estos ejes, es importante tener en consideración el estado sanitario del rebaño con que se trabaja, puesto que elementos tales como el mal estado de las ubres, y la presencia de mastitis clínicas o subclínicas aumentan el recuento bacteriano total (RBT) en el estanque, y por ende contamina el sistema.

El conjunto de estas medidas no tan sólo asegura la preparación y el buen trato de las vacas antes y durante la ordeña, sino que además ayudan a reducir al mínimo el deterioro de la leche y manejar de forma higiénica los procesos de obtención y almacenamiento de esta (Clavijo, 2016).

En México la Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010 establece las especificaciones sanitarias y nutrimentales que debe cumplir la leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y los derivados lácteos.

Calidad e inocuidad de productos cárnicos.

Poder garantizar la inocuidad de la carne implica el control de toda la cadena alimentaria, de la granja de origen a la manipulación y almacenamiento de carne y productos derivados hasta el momento de su consumo, pasando por la inspección antes y después de la matanza (Hill *et al.*, 2011).

La carne presenta ciertas características intrínsecas, tales como pH próximo a la neutralidad y alto contenido de nutrientes, que predisponen la presencia y crecimiento de peligros biológicos, como por ejemplo bacterias patogénicas, que tienen la capacidad de producir enfermedades en los seres humanos. La carne contaminada con patógenos tiene una apariencia organoléptica totalmente normal y la presencia de peligros microbiológicos pasa desapercibida por el ojo y olfato humano (Kasnowski *et al.*, 2008).

Dentro de los peligros químicos en la carne, se encuentra la presencia de residuos derivados del uso de antibióticos y productos veterinarios en los animales. La mayoría de los problemas ocurren por un uso distinto al especificado en la etiqueta del producto, lo que puede ocasionar alergias, toxicidad y cambio en la micro flora del tracto gastrointestinal de los seres vivos, especialmente aquellos individuos sensibles (CDC, 2018).

Tradicionalmente el aseguramiento de la inocuidad de carnes ha recaído sobre la industria y comercio, a través de controles oficiales con énfasis en inspección final del producto. La contaminación de la carne con patógenos se caracteriza por ser, impredecible y distribuida heterogéneamente dentro del producto, por lo que el procedimiento de toma de muestras no asegura la inocuidad del producto y brinda una idea de falsa seguridad (ANMAT, 2008).

Dentro de este enfoque tradicional, tanto los productores como consumidores históricamente no han cumplido con un rol preponderante en el aseguramiento de la inocuidad de la carne. A nivel internacional, a partir de la década de los ochenta y hasta el presente, ha sido común escuchar sobre brotes de enfermedades en personas asociados al consumo de alimentos contaminados durante la producción primaria, fundamentalmente a través de las heces de los animales y el agua (OMS, 2018).

Es en este sentido se tiene un nuevo enfoque integrado y preventivo en inocuidad en el que tanto la industria, los productores y consumidores, juegan un papel importante, por lo cual se requieren estrategias y acciones que favorezcan a este eslabón (primario) de la cadena cárnica bovina desde el punto de vista sanitario de la producción animal, garantizando la inocuidad alimentaria del producto a ser comercializado como carne fresca, en un mercado cada vez más exigente y competitivo (Xia *et al.*, 2010).

Los aspectos citados, hacen ver la necesidad imperante que existe de implementar sistemas efectivos de control de inocuidad de alimentos, desde la producción primaria hasta la distribución del alimento procesado y que las empresas desarrollen sistemas de aseguramiento continuo de la inocuidad en productos cárnicos para prevenir y disminuir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Es en este sentido a partir del 2010, la Unidad Nacional de Inocuidad Alimentaria del SENASICA y COFEPRIS han establecido Programas de Aseguramiento de la Inocuidad, para establecimientos productores y procesadores de alimentos, fundamentalmente los de alto riesgo, como son los productos cárnicos, para insertar de manera paulatina, herramientas de autocontrol y prevención de contaminación en la producción primaria y en el proceso de transformación de alimentos, además de establecer acciones regulatorias sobre el uso de agentes anabólicos como el clenbuterol principalmente, ya que existe un incremento en las intoxicaciones a nivel humano y animal, por el uso desmedido de este componente (Xia *et al.*, 2010) (COFEPRIS, 2012).

Calidad e inocuidad de productos acuícolas.

El animal de origen acuático aprovechados en el consumo humano puede agruparse según su origen en marinos y de agua dulce. Los alimentos animales de origen marino son productos altamente perecederos porque aparte su riqueza en nutrientes, muestran pH cercano a la neutralidad, alto contenido de humedad y una concentración apreciable de compuestos nitrogenados de bajo peso molecular (Fernández, 2000).

El contenido bacteriano está determinado por los métodos de captura, el manejo, nivel de sanidad, procesamiento, el empleo oportuno del frío y condiciones de almacenamiento (Ward y Baj, 1988)

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (reformada en mayo de 2012), tiene entre sus objetivos, establecer las bases para la certificación de la sanidad, inocuidad y calidad de los productos pesqueros y acuícolas, desde su obtención o captura y hasta su procesamiento primario, de las actividades relacionadas con éstos y de los establecimientos e instalaciones en los que se produzcan o conserven (SENASICA, 2016).

SAGARPA a través del SENASICA, la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) y el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la Secretaría de Salud y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), trabajan con autoridades locales para garantizar que la producción acuícola se realice bajo esquemas de sanidad e inocuidad y de esta manera generar productos de calidad para la mesa de los consumidores nacionales y extranjeros.

El primer grupo de trabajo es el de la Región Noroeste del país, que es la que genera 75% la producción acuícola nacional, en donde se lleva a cabo investigación para el mejoramiento genético del camarón, el segundo grupo es el de la Región de la Península de Yucatán, en el que el SENASICA, COFEPRIS y CONAPESCA trabajan con los productores en temas de inocuidad para impulsar la exportación de pulpo a la Unión Europea.

Además de que se realizan programas de investigación para que se produzcan las larvas necesarias para la producción de camarón y, con ello, evitar que dependa de otras regiones, con lo cual se

previenen riesgos sanitarios. Es importante señalar que los comités de Sanidad Acuícola son organismos auxiliares de la SAGARPA, integrados por productores, y son los encargados de vincular al Gobierno Federal de manera directa con el sector productivo, al cual, con recursos y directrices del SENASICA, apoyan con capacitación y asistencia técnica para proteger la producción acuícola nacional (SAGARPA, 2015).

Calidad e inocuidad en huevo y ovoproductos

Por su calidad nutritiva, los huevos son importantes fuentes de proteínas y contribuyen a una dieta saludable, de forma natural se encuentra protegido de la contaminación exterior gracias a la barrera física que le proporciona su cáscara y membranas y a barreras químicas antibacterianas presentes en su composición (IEH, 2006). A pesar de ello y de las medidas adoptadas en las granjas de producción, en algunas ocasiones, bacterias como *Salmonella* spp., de las que existen más de 2300 variedades pueden llegar al huevo, lo que si se combina con una manipulación, cocinado o conservación inadecuados puede desembocar en una toxiinfección alimentaria (OMS, 2012). La lucha contra estas enfermedades es un objetivo prioritario de la política comunitaria en salud pública y su incidencia debe reducirse progresivamente. La salmonelosis es una de las infecciones alimentarias de mayor importancia a nivel mundial (IEH, 2006).

Dentro del huevo, la yema, por su composición rica en nutrientes, es un medio idóneo para el rápido desarrollo de microorganismos. En cambio, la clara tiene mecanismos de protección naturales contra ellos. Por esta razón es importante tener en cuenta la estructura del huevo para comprender cómo debe ser manipulado con el fin de garantizar la máxima seguridad del alimento final. El huevo cuenta con barreras físicas y químicas que lo protegen de la contaminación por microorganismos.

El principal productor mundial se encuentra China, mientras que México ocupa el cuarto lugar y el destino comercial son Estados Unidos, Argentina e Italia (SIAP, 2017).

Para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el consumo de huevo y productos derivados, la Secretaría de Salud (Ssa) ordenó la obligatoriedad de establecer un sistema de análisis de peli-

gros y de puntos críticos de control durante su proceso para ofrecer productos inocuos a los consumidores mexicanos. En enero del 2018 la Ssa publicó en el Diario Oficial de la Federación la actualización a la Norma Oficial Mexicana (NOM)-159-SSA1-2016-Productos y Servicios. Huevo y sus Productos. Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. Métodos de Prueba.

De acuerdo con la NOM, la incidencia de las enfermedades transmitidas por alimentos, que en su mayoría son de tipo infeccioso, sigue constituyendo uno de los problemas de salud pública más extendidos en el mundo contemporáneo.

En el caso del huevo y sus productos, alimento esencial para la población mexicana, advierte que el principal riesgo sanitario es debido a la presencia de *Salmonella* spp., de aquí la importancia de establecer medidas para su control y contar con una regulación actualizada que sea más efectiva en la reducción de problemas de inocuidad alimentaria por dichos productos. De tal forma ordena que, obligatoriamente, todos los establecimientos en los que se elaboren productos de huevo deberán contar con un sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control conforme a los criterios que establece la NOM. Entre los criterios está un método de prueba basado en muestras, según el tipo de producto a procesar. Asimismo, define especificaciones de limpieza y cuidados a los que deberán someterse los aparatos que servirán para establecer el control sanitario.

La regulación establece que el huevo que se destinará a la obtención de productos líquidos y/o deshidratados deberá someterse a pasteurización u otro tratamiento para garantizar la inocuidad del producto, es decir, que se logre una reducción de *Salmonella*.

En el establecimiento donde se elaboren productos de huevo, las zonas de trabajo para productos crudos y productos tratados deben separarse unas de otras por medio de barreras físicas que eviten la contaminación cruzada. También establece que el huevo con cascarón que será comercializado como tal no deberá ser lavado. Además, señala que no debe emplearse, suministrarse, ni expendirse para consumo humano el huevo que presente cualquiera de las siguientes características: estar sucio, con cascarón manchado de sangre o excremento, o roto. Una vez alcanzada la

fecha de consumo preferente para el huevo con cascarón, establece que deberá destinarse para uso industrial, siempre y cuando sea sometido a tratamiento térmico que asegure la inocuidad del producto terminado.

Calidad del agua

El agua es un elemento que se puede encontrar en la Naturaleza en estado sólido (hielo y granizo), líquido (en lagos, ríos, presas, depósitos subterráneos, mares y océanos) y gaseoso (vapor de agua en la atmósfera). Es inodora, incolora e insabora (es decir, no tiene olor, color o sabor); su fórmula química es H₂O (INEGI, 2017).

La calidad del agua es un atributo que mide las propiedades físicas, químicas y biológicas del líquido (Peters *et al.*, 009); su estado es determinante para el uso que se le asigne, ya sea como agua potable, para recreación, la agricultura o la industria, por lo que se hace necesaria la existencia de estándares de calidad específicos para los distintos usos (UNDP *et al.*, 2000).

En México, 77% del agua se utiliza en la agricultura; 14%, en el abastecimiento público; 5%, en las termoeléctricas y 4%, en la industria (SEMARNAT, 2011)

La sobreexplotación de los acuíferos es un grave problema que ha ido en aumento, pues en 1975 había 32 acuíferos en esta condición; 10 años después eran 80 y para el 2010 la cifra ascendió a 105. Los mayores problemas de contaminación en el agua se presentan en el Valle de México y el Sistema Cutzamala, seguidos por la península de Baja California. El agua se contamina por desechos industriales, peligrosos, sólidos y/o domésticos (CONAGUA, 2011). Puede provocar enfermedades infecciosas intestinales; ya que es un vehículo potencial de bacterias, virus, protozoarios y helmintos causantes de enfermedades en el hombre y animales (INEGI, 2017).

La calidad del agua de un cuerpo depende de múltiples factores, entre los que destacan la calidad y cantidad de las descargas directas de agua o de residuos sólidos provenientes de las actividades domésticas, agropecuarias o industriales, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos o peligrosos que pueden, a través de los escurrimientos superficiales y lixiviados contaminar los cuerpos de agua, entre otros. Los contaminantes que llegan a los cuerpos super-

ficiales dañan tanto a los ecosistemas acuáticos (en ríos, canales, lagos y mares) como a la salud humana (SEMARNAT, 2013).

En México, la calidad del recurso hídrico se mide sistemáticamente a través de la Red Nacional de Monitoreo (RNM) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2011).

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS.

Buenas prácticas agrícolas (BPA).

Los consumidores están cada vez más preocupados por obtener alimentos sanos y producidos respetando el ambiente y el bienestar de los trabajadores. En este contexto, nacen las BPA, las cuales simplemente pueden definirse como “Hacer las cosas bien y dar garantía de ello» (FAO, 2012)

El SENASICA las describe como el conjunto de medidas que ayudan a promover la seguridad de las personas que trabajan en campo, proteger al ambiente y procurar la inocuidad alimentaria (SENASICA, 2016a).

Buenas prácticas de manufactura (BPM).

Las BPM son procedimientos que se aplican en la elaboración de alimentos para garantizar que estos sean inocuos. Se articulan con las BPA y ambas son prerrequisitos del Sistema de Análisis de riesgos y Puntos Críticos de Control, por sus singlas en ingles HACCP (FAO, 2012).

El sistema HACCP debe ser ejecutado sobre una base sólida de cumplimiento de las BPM y de los Procedimientos de Limpieza y Desinfección, que son parte de las BPM y que, debido a su importancia, son frecuentemente considerados y estudiados por separado (PAHO, 2016).

Las BPM comprenden un amplio campo temático, y abarcan muchos aspectos operacionales del establecimiento y del personal. Los procedimientos de limpieza y desinfección son usados por las empresas procesadoras de alimentos para lograr la meta global de producción de alimentos seguros.

Cada segmento de la industria debe disponer de las condiciones necesarias para proteger los alimentos mientras éstos estén

bajo su control. Esto se ha logrado por medio de la aplicación de las BPM como requisito previo para la implementación del sistema HACCP (Fernández, 2000).

La existencia y la eficiencia de programas de requisitos previos deben ser evaluadas durante la planificación y la implementación de cada plan HACCP.

Todos los programas de requisitos previos deben ser documentados, operados y periódicamente verificados. Esos programas son establecidos y administrados separadamente del plan HACCP.

Por ejemplo: muchos establecimientos tienen prácticas operacionales de mantenimiento preventivo para determinados equipos de procesamiento, tendientes a evitar fallas y pérdidas en la producción. Durante la elaboración de un plan HACCP, el equipo humano puede decidir si el mantenimiento y el calibrado de rutina de un horno deben ser incluidos en el plan como una actividad que debe ser verificada. Eso garantizaría la obtención de la temperatura interna mínima necesaria para la inocuidad del alimento (Unterman, 2006).

Los programas normales de requisitos previos pueden incluir los siguientes apartados, aunque no se limitan solamente a ellos:

- Instalaciones. El establecimiento debe estar localizado, construido y sostenido de acuerdo con los principios del proyecto sanitario. Debe haber un flujo lineal «marcha hacia delante» de productos y un control del tráfico para minimizar la contaminación cruzada de alimentos crudos con cocidos y de áreas sucias con áreas limpias. Una vez conocidas las fuentes de contaminación, es necesario establecer la operatividad o esquema detallado del establecimiento y prever instalaciones que eviten o minimicen las contaminaciones.
- Control de proveedores. Cada establecimiento debe garantizar que sus proveedores implanten programas de BPM y HACCP.
- Especificaciones. **Éstas deben existir** por escrito de todas las materias primas, materiales para embalaje y del alimento final.
- Equipo de producción. Todo equipo debe ser construido e instalado según los principios de un proyecto sanitario. De-

ben establecerse procedimientos, documentarse y verificarse programas por medio de calendarios de mantenimiento y calibrado preventivos.

- Limpieza y Desinfección. Debe haber un programa de limpieza y desinfección, los procedimientos deben ser documentados por escrito y verificados.
- Higiene personal. Todos los operarios o cualquier otra persona que ingrese a las instalaciones de procesamiento de alimentos deben cumplir con los requisitos referentes a la higiene personal, a los procedimientos de limpieza y desinfección, a la seguridad personal, y cuando sea pertinente deben conocer su papel en el programa HACCP.
- Capacitación. Las empresas deben mantener programas y registros de las actividades de entrenamiento de los operarios y asistentes. Éstos deben basarse en la necesidad de entrenamiento y reentrenamiento, por medio de la supervisión, capacitación y desempeño de los operarios.
- Control de productos químicos. Debe haber procedimientos documentados para garantizar la separación y el uso adecuado de productos químicos no alimenticios en el establecimiento, incluidos los productos de limpieza, los que se utilizan en el mantenimiento y calibrado de equipos, fumigantes, pesticidas o cebos empleados dentro o alrededor de las instalaciones.
- Recepción, almacenamiento y envío de productos. Todas las materias primas y los productos no procesados deben ser almacenados en condiciones sanitarias y ambientales (como temperatura y humedad) apropiadas para garantizar su seguridad. La recepción debe asegurar que los productos recibidos atiendan a sus especificaciones y a las exigencias de transporte, acondicionamiento e higiene adecuados.
- Trazabilidad. Todas las materias primas y los productos no procesados deben ser codificados por lote, y su distribución debe identificarse con el fin de poner en práctica un sistema de recolección. De esa manera, cuando sea necesario, pueden realizarse seguimientos y recolecciones del producto rápido y completo.

- Manejo Integrado de Plagas. Deben establecerse programas eficientes que combatan insectos, roedores, pájaros y otros. Estos programas podrán ser elaborados e implementados por la misma industria productora de alimentos (con personal capacitado) o tercerizados con una empresa especializada, a la vez que deberán estar autorizados.

Otros ejemplos de programas de requisitos previos pueden incluir procedimientos de garantía de calidad, control del proceso, control de formulación, métodos de rotulado y sistemas de manipulación de alimentos e ingredientes (PAHO, 2016)

Buenas prácticas pesqueras (BPP).

Éstas se definen como el conjunto de procedimientos, condiciones, recomendaciones, controles y demás actividades relacionadas entre sí, que se aplican en los establecimientos involucrados en la cadena productiva hasta el procesamiento primario, con el objeto de que los productos de origen acuícola y pesquero cumplan con las especificaciones de inocuidad, controlando los peligros asociados a agentes físicos, químicos o biológicos.

Lo anterior, con la finalidad de que los productos acuícolas estén en buenas condiciones, los productores y autoridades sanitarias aplican las buenas prácticas para evitar que peligros biológicos (bacterias, virus, parásitos) y químicos (residuos de medicamentos veterinarios, plaguicidas, metales pesados, toxinas) afecten el producto.

Estas medidas sanitarias consisten en el seguimiento de manuales de buenas prácticas, lineamientos y formatos, al cumplir las medidas de higiene los productores nacionales fortalecen sus actividades, dando certeza al consumidor nacional e internacional de ofrecer productos alimenticios que disminuyan el riesgo de afectar su salud por algún tipo de contaminación.

Recordemos que la acuicultura en México es una actividad importante para la producción comercial de especies marinas (Cuellar, 2001).

Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP).

El HACCP es un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos basado en la identificación y evaluación sistemática de

los peligros que afectan a los alimentos, y en la definición de medios para controlarlos (FAO, 2003). Este sistema es un componente importante de un enfoque integrado de la inocuidad de los alimentos. La implementación del sistema HACCP es menos complicada cuando se cuenta con programas como las BPA, las BPP y las BPH. Para establecer, aplicar y mantener un plan de HACCP se requiere realizar diferentes actividades, que en las directrices del Codex (1997) se denominan los “siete principios”, estos principios consisten en: i) realizar un análisis de peligros, ii) determinar los puntos críticos de control (PCC) , iii) establecer límites críticos que ayuden a distinguir qué es lo aceptable de acuerdo a parámetros de control, iv) establecer un sistema de vigilancia, v) definir medidas correctoras que habrán de adoptarse cuando la vigilancia en un PCC indique una desviación respecto a un límite crítico establecido, vi) establecer procedimientos de verificación para confirmar que el sistema de HACCP funciona eficazmente, y vii) establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación (SAGARPA, 2016).

Sistema de reducción de riesgos de contaminación (SRRC)

Son medidas y procedimientos para reducir los peligros de contaminación y garantizar las condiciones óptimas de producción y procesamiento.

Para su cumplimiento, se han elaborado y publicado manuales de buenas prácticas, lineamientos y formatos que sirven a los productores como guía para implementar un SRRC. Los que cumplan con dichos lineamientos y estén interesados en la certificación, lo podrán solicitar en los diferentes programas de los componentes: agrícola, pecuario, acuícola y pesquero, que ofrece la del SENASICA.

Con la aplicación eficaz de un SRRC, apoyados en instrumentos legales, técnicos y científicos, los productores nacionales fortalecen sus actividades, dando certeza al consumidor nacional e internacional de ofrecer productos alimenticios que disminuyan el riesgo de afectar su salud por algún tipo de contaminación (SENASICA, 2016b).

CONCLUSIONES.

La inocuidad de los alimentos es una cuestión fundamental para todos los países y uno de los asuntos de mayor prioridad para los consumidores, productores y gobiernos; así mismo, cada persona tiene el derecho a acceder a alimentos nutricionalmente adecuados e inocuos. Para obtener esta seguridad es primordial la promoción de la inocuidad de los alimentos regido por las instituciones como SENASICA, COFEPRIS y Ssa mediante la normatividad vigente, como componente importante de la seguridad sanitaria y la integración de los alimentos en las políticas y programas nacionales se puede llevar a cabo con la implementación de medidas preventivas y correctivas para fortalecer la capacidad de prevenir, detectar y gestionar los riesgos de origen alimentario.

LITERATURA CITADA.

- Alfaro, C., 2000. California Mastitis Test: Una Herramienta para su control. *Boletín Técnico Agropecuario (Valencia)* 10(6): 2-4.
- Althaus D., Hofer E., Corti S., Julmi A., and Stephan R. 2012. Bacteriological Survey of Ready-to-Eat Lettuce, Fresh-Cut Fruit, and Sprouts Collected the Swiss Market. *Journal of Food Protection* 75:1338-1341.
- Berger C.N., Sodha S.V., Shaw R.K., Griffin P. M., Pink D., Hand P., Frankel G. 2010. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology* 12:2385-2397.
- Cadipro Milk Products, C.A., 2000 Departamento de Servicios Agropecuarios. Machiques. Mimeo.
- Castro-Rosas J., Gómez Aldapa C. A., Acevedo-Sandoval O. A., GonzálezRamírez C. A., Villagomez-Ibarra J.R., Chavarría-Hernández N., Villarruel-López A., Torres-Vitela M del R. 2011. "Frequency and Behavior of Salmonella and Escherichia coli on Whole and Sliced Jalapeño and Serrano Peppers". *Journal of Food Protection* 74, 6, 874-881.
- CDC. Centers for Disease Control and Prevention. 2013. Disponible en: <http://www.cdc.gov>. Fecha de consulta: 25 de octubre 2014.
- Cedric N., Berger, 2010. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology* 12(9), 2385-2397.
- CENAVECE, 2016. Anuarios de morbilidad 1984-2016. Disponible en: http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/morbilidad_enfermedad.html. Fecha de consulta: 6 de diciembre 2017.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Prevention and Education for Consumers. Food Safety Homepage. National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Disease (NCEZID). Atlanta, USA. En: <http://www.cdc.gov/foodsafety/prevention.HTML>, consultado 5 de Marzo.
- Clavijo, A. 2016. Importancia y Clasificación de las Bacterias Presentes en la Leche. *Boletín Técnico Agropecuario* 7(5): 10-11.

- COFEPRIS, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2012. Clenbuterol, Carnicería Confiable. Acciones no regulatorias. Guía de operación, prueba piloto.
- COFEPRIS, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2014. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/Paginas/Temas%20Interes/Programas%20y%20Proyectos/Alimentos/CalidadMicrobiologicaAlimentos.aspx>. Fecha de consulta 19 de abril 2018.
- COFEPRIS, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, 2016. Disponible en: www.cofepris.gob.mx
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua, 2011. Atlas del agua en México.
- Cuellar J. 2001. El Codex Alimentarius y su Importancia para la Salud Pública Taller subregional sobre gestión del Codex y programación de actividades del proyecto TCP/RLA/0065. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/pdf/salud.pdf. Fecha de consulta: 18 de septiembre 2015.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2012. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-as171s.pdf>.
- Fernández E. E. 2000. Microbiología e inocuidad de los alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
- Heaton J.C. and Jones K. 2008. Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review. *Journal of Applied Microbiology* 104:613-626.
- Helms M, J. Simonsen, K. Molbak. 2006. "Foodborne bacterial infection and hospitalization: a registry-based study". *Journal of Infection*. 3 (3): 217-225.
- Hill, WE.; Suham, R.; Richter HC.; Smith, CR.; Buschow, AW.; Samadpour, M. Polymerase Chain Reaction screening for Salmonella and Enterohemorrhagic *Escherichia coli* on beef products in processing establishments. *Foodborne Pathog Dis*. 2011; 8(9):1045-53.

- Hirotoni H., Naranjo J., Moroyoqui P.G., Gerba C.P. 2001. Demonstration of indicator microorganisms on surface of vegetables on the market in the United States and Mexico. *Journal of Food Science* 67:1847-1850.
- IEH, Instituto de estudios del huevo, 2006. Seguridad alimentaria en huevo. 2ª edición, ministerio de Salud, España. p8.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática, 2017. El agua usos, sobreexplotación y contaminación. Disponible en: inegi.org.mx.
- Kasnowski, CM.; Franco, M.; Trindade Oliveira, LA.; Valente, A.; Carvalho, JC.; Conte-Junior, C. Detección, caracterización serológica y antibiogramas de *Escherichia coli* aisladas de carne de ternera (babilla) entera y picada. *Revista Salud Publica y Nutrición* 2008; 9(3). En: <http://www.respyn.uanl.mx/ix/3/articulos/antibiogramas.htm> consultado el 4 de abril de 2011.
- León J.S, Jaykus L.A, Moe C.L. Heredia N., Wesley I., García S. 2009. Food safety issues and the microbiology of fruits and vegetables. In: *Microbiologically safe foods*. John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey, USA, pp. 255-290.
- Luna Guevara M.L., J.J. Luna Guevara, H. Ruiz Espinosa, L. Leyva Abascal y C B. Díaz González. 2015. Eficiencia de la desinfección con aceites esenciales y ultrasonido sobre *Escherichia coli* inoculada en frutos de tomate y el impacto sobre la actividad antioxidante. *Revista Argentina de Microbiología* 47(3):251-255
- Ministerio de Salud. Código Alimentario Argentino. (ANMAT), 2008. Capítulo VI. Alimentos carneos y afines. Carnes de consumo frescas y envasadas. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Actualización 2007-08. En: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp consultado el 3 de noviembre de 2011.
- NORMA Oficial Mexicana. NOM-159-SSA1-2016, Productos y servicios. Huevo y sus productos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Método de prueba. Diario Oficial de la Federación.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación.
- OMS, Organización Mundial de la Salud, 2002. La importancia de consumir huevos sanos. Disponible en: <http://www.panaalimentos.org/comunidad/educacion1>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2015. Estimaciones de la carga mundial de las enfermedades de transmisión alimentaria. Grupo de Referencia sobre Epidemiología de la Carga de Morbilidad de Transmisión Alimentaria (FERG). Pp.1-2. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/fergreport/es/. Fecha de consulta: 17 de agosto 2016. 105.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2017. Inocuidad de los alimentos, Centro de prensa. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>. Fecha de consulta: 2 de diciembre 2017.
- Pan American Health Organization (PAHO). 2016. Control sanitario / Generalidades de las Buenas Prácticas BPA/BPM. <http://www.paho.org>
- Prescott L.M., Harling J.P., Klein D.A. 2004. “Microbiología” 5a edición, editorial McGraw-Hill. Pp1034 – 1036.
- Ruiz Matus Cuitláhuac. 2006. Enfermedades Transmitidas por alimentos, Dirección General de epidemiología. Secretaría de Salud.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2015. Sanidad acuícola con visión regional y multidisciplinaria. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2016. Sanidad e Inocuidad para producir Alimentos con calidad de exportación. Boletín de prensa. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/>
- SEMARNAT, Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011. Estadísticas del agua en México. Disponible en: semarnat.gob.mx

- SEMARNAT, Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013. El medio ambiente en México- Calidad de agua. Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_1.html
- SENASICA, Servicio Nacional de sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección de Inocuidad agroalimentaria. 2011. Operación orgánica y plaguicidas de uso agrícola. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx>. Fecha de consulta: 12 de marzo 2015.
- SENASICA, 2016a. www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/sistemas-de-reduccion-de-riesgos-de-contaminacion.
- SENASICA, 2016b. Disponible en: www.gob.mx/senasica/articulos/para-que-sirven-las-buenas-practicas-agricolas.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Atlas Agroalimentario. 2017. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/prensa/atlasagroalimentario-2017>. Fecha de consulta: 3 de febrero 2017.
- Scallan E., Hoekstra R.M., Angulo F.J., Tauxe R.V., Widdowson M.A., Roy S.L., Jones J.L., Griffin P.M. 2011. Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 17:(1) 7–15. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21192848>. Fecha de consulta: 16 de enero 2018.
- Smoot M.L, Pierson M.D. 1997. Microorganismos indicadores y criterios microbiológicos. *Microbiología de los alimentos fundamentos y fronteras*. Ed. Acribia. España. pp. 69-82.
- Unterman H, 2006. Responsabilidad de los operadores de empresas alimentarias y el concepto HACCP modificado en la nueva legislación alimentaria europea. *Food Control* 10 (3): 161-167
- UNDP, UNEP, WB y WRI. *World Resources 2000-2001*. WRI-Banco Mundial. 2000. *Una guía de los recursos mundiales 2000 - 2001: las personas y los ecosistemas: la deshilachada red de la vida: una guía de los recursos mundiales 2000 - 20001: las personas y los ecosistemas: la deshilachada red de la vida (inglés)*. Washington DC: Instituto de Recursos Mundiales. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/>

- en/194461468779097505/A-guide-to-world-resources-2000-20001-people-and-ecosystems-the-fraying-web-of-life
- Wan-Ying X., Jian-Qiang S. and Yong-Guan Z. 2015. Phyllosphere bacterial community of floating macrophytes in paddy soil environments as revealed by illumine high-throughput sequencing. *Applied and Environmental Microbiology* 81:522-532. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1128/aem.03191-14>. Fecha de consulta: 12 de febrero 2017.
- Ward, D.R. and Baj, N. 1988. Factors affecting microbiological quality of seafoods. *Food Technol.* 42 (3): 85-89.
- Wu, Y., 2009. "Multiplex PCR-capillary electrophoresis-SSCP used to identify foodborne pathogens." *Eur Food Res Technol* 228: 511-518.
- Zucca I, Bougeois CM, Mesclé JF. 1998. *Microbiología alimentaria Volumen 1*. Acribia: España, pp 487-677.
- Xia, X.; Meng, J.; McDermott, P.F.; *et. al.* Presence and characterization of shiga toxin-producing *Escherichia coli* and other potentially diarrheagenic *E. coli* strains in retail meats. *Appl Environ Microbiol.* 2010; 76(6):1709-17.