

*Serie "Reportes de Investigación"*

## Aspectos generales de la inocuidad agroalimentaria

Primera Parte

Juan Antonio Leos Rodríguez - Enrique Salazar Sosa  
Manuel Fortis Hernández - José Dimas López Martínez



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas  
de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)

Octubre, 2008

El Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) es un centro de investigación y posgrado, con sede en la Universidad Autónoma Chapingo, México, donde, desde 1990, se estudian problemas económicos, sociales y tecnológicos de la agroindustria y la agricultura mundial, y se generan y difunden conocimientos, todo lo cual se realiza a través del trabajo interdisciplinario, con una visión integral, crítica y propositiva, priorizando las necesidades de la sociedad rural y los intereses de los grupos mayoritarios.

## **ASPECTOS GENERALES DE LA INOCUIDAD AGROALIMENTARIA**

### **Primera Parte**

Juan Antonio Leos Rodríguez<sup>1</sup>

Enrique Salazar Sosa<sup>2</sup>

Manuel Fortis Hernández<sup>3</sup>

José Dimas López Martínez<sup>4</sup>

Comité Editorial

*J. Reyes Altamirano Cárdenas*

*Ignacio Covarrubias Gutiérrez*

*Manrubio Muñoz Rodríguez*

*Jorge G. Ocampo Ledesma*

Primera edición en español, 16 octubre de 2008

ISBN: 978-607-12-0018-1 (colección)

ISBN: 978-607-12-0019-8 Primera parte

© Universidad Autónoma Chapingo

km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, Edo. de México.

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas

de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)

[www.chapingo.mx/ciestaam/](http://www.chapingo.mx/ciestaam/)

Derechos reservados conforme a la ley.

Impreso y hecho en México.

---

<sup>1</sup> Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo.

<sup>2</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agronomía y Zootecnia.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Torreón.

<sup>4</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agronomía y Zootecnia.

**ASPECTOS GENERALES  
DE LA INOCUIDAD AGROALIMENTARIA  
Primera Parte**

# Reporte de Investigación

# 84

## **ASPECTOS GENERALES DE LA INOCUIDAD AGROALIMENTARIA Primera Parte**

Juan Antonio Leos Rodríguez  
Enrique Salazar Sosa  
Manuel Fortis Hernández  
José Dimas López Martínez



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO  
Centro de Investigaciones Económicas, Sociales  
y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura  
Mundial (CIESTAAM)

Octubre, 2008



# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>	<b>11</b>
I.1 ¿Qué es la inocuidad?	11
I.2 La importancia de la inocuidad alimentaria	12
I.3 Los problemas de la obesidad	12
I.4 La importancia de México en el comercio exterior agropecuario con los Estados Unidos	13
I.5 La Iniciativa Global de Inocuidad de los Alimentos	14
I.6 Declaración de Beijing sobre inocuidad de los alimentos	14
I.7 Acuerdo de cooperación científica entre EFSA y FDA en el área de la inocuidad de los alimentos	15
<b>CAPÍTULO II. CLASIFICACIÓN DE LOS PELIGROS</b>	<b>17</b>
II.1 Peligros microbiológicos	17
<i>II.1.1 Los brotes de E. coli 0157:H7 en los Estados Unidos</i>	19
<i>II.1.2 Los virus</i>	19
<i>II.1.3 La tuberculosis bovina</i>	19
<i>II.1.4 Las zoonosis, los agentes zoonóticos y la resistencia antimicrobial en la Unión Europea</i>	22
<i>II.1.5 Las salmonelas y el ganado bovino en los Estados Unidos</i>	24
<i>II.1.6 La CCA y la resistencia antimicrobiana</i>	24
II.2 Peligros químicos	25
<i>II.2.1 Las micotoxinas</i>	25
<i>II.2.2 El clenbuterol</i>	30
<i>II.2.3 Residuos de pesticidas</i>	32
<i>II.2.4 La disputa por el uso de las hormonas sintéticas para la engorda de ganado</i>	41
<i>II.2.5 Otros peligros químicos</i>	46
II. 3 Peligros físicos	48
II.4 Importancia relativa de los peligros	49
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>51</b>

## Presentación

En la medida que las economías nacionales se han integrado, las barreras no arancelarias, como las relacionadas con la salud humana, animal y vegetal (aspectos incluidos en el artículo XXb del GATT de 1947 y en el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de 1995), el cuidado del ambiente y el bienestar animal cobran especial relevancia, ya que fácilmente se convierten en barreras innecesarias al comercio internacional y, por ende, ser causa de diversas disputas que entorpecen los flujos de los bienes comerciados y afectan negativamente el bienestar de los países y sectores productivos involucrados.

La incertidumbre científica que rodea a este tipo de barreras hace necesaria una mayor armonización de las diferentes reglamentaciones de los países que comercian entre sí, para evitar en la medida de lo posible la discrecionalidad de las autoridades competentes y los consecuentes daños a la cadena de producción involucrada. Algunos casos recientes, en 2008, ilustran esta problemática. Por ejemplo, el 7 de junio la Administración de Fármacos y Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, alertó sobre el peligro de consumir tomates frescos provenientes de diferentes zonas de producción por estar posiblemente contaminados con *Salmonella saintpaul*.

Los estados mexicanos exportadores de esta hortaliza no figuraron en principio en la lista de las regiones no sospechosas. En julio 17, la FDA retira el aviso argumentando que los tomates que actualmente se consumían en los Estados Unidos no estaban asociados al brote de salmonelosis. La búsqueda de la bacteria dañina se trasladó al Chile. El 25 de julio la FDA emite nuevamente una alerta afirmando que la bacteria tan buscada se encontró en un centro de distribución en McAllen, Texas, en un Chile jalapeño cultivado en México. Afortunadamente sólo se registraron pérdidas económicas pero no humanas.

Otro caso reciente que muestra lo grave que puede ser una contaminación microbiológica para la salud es el brote de *Listeria monocytogenes* en Canadá, en agosto de 2008, que resultó en la muerte de 5 personas ([www.publichealth.gc.ca](http://www.publichealth.gc.ca)). La leche china en polvo contaminada con melamina es otro suceso que ilustra lo costoso que resulta el infringir las normas que aseguran la inocuidad de los alimentos: como resultado de esta contaminación cuatro niños han muerto y 53,000 personas enfermaron.

La preocupación por la inocuidad es creciente en el mundo, sobre todo la relativa a las frutas y hortalizas frescas cuyo consumo ha ido en aumento debido a problemas de salud y obesidad; sin embargo, no son sometidas a procesos que eliminen los patógenos y sólo puede prevenirse su contaminación.

Ejemplo de esta preocupación lo muestra la reciente ley agrícola de los Estados Unidos (2008 Farm Bill) que establece un nuevo programa para educar tanto a las personas involucradas en la industria de las frutas y hortalizas frescas así como al público en general, en temas de prácticas de manejo sanitario y en cómo reducir los patógenos que dañan la salud humana que pudieran estar presentes en dichos alimentos. Se autorizan apropiaciones

para el programa de 1 millón de dólares anualmente durante los años fiscales de 2008-2012 (USDA, 2008).

En estos reportes, 84 y 85, que integran un mismo trabajo, se abordan de manera introductoria y como revisión bibliográfica los principales aspectos de la inocuidad alimentaria, haciendo énfasis en la producción primaria agrícola y pecuaria. Se hace referencia a los países desarrollados, debido a que disponen de bases de datos sobre las enfermedades transmitidas por alimentos y porque es donde hay más experiencia acumulada sobre inocuidad. Por ilustrativo, en el presente reporte 84 se discute de manera amplia el debate entre la Unión Europea y los Estados Unidos con respecto al uso de las hormonas sintéticas en la engorda de ganado, y las consecuencias legales y económicas de los brotes de *E. coli* en espinacas y lechugas, en los Estados Unidos, en 2006.

El reporte 84 comprende los dos primeros capítulos del trabajo, mientras que el reporte 85 integra los dos últimos.

En el capítulo I se describe qué es la inocuidad y su importancia desde el punto de vista económico, de la salud humana y del comercio internacional; asimismo, se enuncian algunas de las iniciativas mundiales relativas a la inocuidad de los alimentos. En el capítulo II se discuten los tres peligros principales que afectan lo inocuo: peligros microbiológicos, químicos y físicos. El capítulo III aborda las buenas prácticas agrícolas y de manufactura, los impedimentos para su adopción y las consecuencias negativas de su incumplimiento, y se revisan los principales códigos internacionales al respecto. En el capítulo IV se presenta el marco institucional internacional y nacional relacionado con la inocuidad alimentaria.

Finalmente, en cada reporte se incluye una bibliografía extensa sobre el tema.

# CAPÍTULO I.

## La inocuidad de los alimentos

### I.1 ¿Qué es la inocuidad?

La Comisión del Codex Alimentarius<sup>1</sup> (CCA) define la inocuidad como “la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan”. La Organización Mundial de la Salud retoma esta definición en su *Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos* (OMS, 2007a).

El reglamento (CE) No 178/2002 del Parlamento Europeo entiende por alimento o producto alimenticio “cualquier sustancia o producto destinado a ser ingerido por los seres humanos o con probabilidad razonable de serlo, tanto si han sido transformados entera o parcialmente como si no lo han sido. Alimento incluye las bebidas, la goma de mascar y cualquier sustancia, incluida el agua, incorporada voluntariamente al alimento durante su fabricación, preparación o tratamiento”.

Un alimento inocuo es, por lo tanto, aquel que está libre de agentes contaminantes que puedan dañar la salud de los consumidores de manera inmediata (bacterias patógenas, por ejemplo) o en el mediano y largo plazo (micotoxinas, residuos de pesticidas, etc.). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), “un contaminante es un agente biológico o químico, materia extraña u otra sustancia añadida de manera no intencionada a los alimentos o una propiedad de éstos que puede poner en peligro su inocuidad e idoneidad (FAO, 2004b).”

Los alimentos pueden contaminarse de manera natural o debido a malas prácticas en su manejo en cualquiera etapa, desde la producción hasta su disposición final en la mesa del consumidor; su contaminación puede suceder al entrar en contacto con el suelo, el agua de riego, la lluvia, el aire, algunos abonos orgánicos, agroquímicos, personas portadoras, materiales de empaque, animales domésticos y silvestres, maquinaria y equipo, entre otros elementos.

Lo inocuo es un atributo de calidad que, a diferencia de los externos o internos, está escondido, dificultando enormemente su control. La inocuidad es un área en la cual se pueden establecer normas o estándares obligatorios.

En general, los contaminantes o peligros que pueden estar presentes en los alimentos se agrupan en: microbiológicos, químicos y físicos.

---

<sup>1</sup> Es un órgano intergubernamental que se reúne cada dos años para adoptar proyectos de normas alimentarias preparadas por más de 20 comités especializados. El objeto de estas normas y textos afines es proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de los alimentos. La Comisión del Codex fue establecida de manera conjunta a principios de los años 60 por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## I.2 La importancia de la inocuidad alimentaria

Existen varias razones que explican el crecimiento de la preocupación de los consumidores por la inocuidad: el consumo creciente de frutas y hortalizas, como resultado del cambio recomendado en la dieta alimenticia a causa de los problemas de salud y obesidad; la globalización de la oferta de productos agropecuarios; el crecimiento del comercio internacional y del turismo entre países; la intensificación e industrialización de la agricultura; las nuevas tecnologías agrícolas y de alimentos, y el incremento en la resistencia de las bacterias a los antimicrobiales; la aparición de nuevos patógenos al hombre; el envejecimiento de la población, principalmente de los países ricos con segmentos importantes de personas con sistema inmunológico débil y el aumento de las alergias; el crecimiento del gasto en alimentos cocinados fuera del hogar; la disposición durante todo el año de vegetales mínimamente procesados, la crisis constante de alimentos contaminados que han resultado en la muerte de personas, la aparición de plantas y animales transgénicos, y los cambios en las interacciones entre los humanos y los animales que propician la trasmisión de enfermedades entre los seres vivos (FAO/OMS, 2006).

En los Estados Unidos, el gasto en comida fuera del hogar ha crecido 30% con respecto a 1998 y se prevé que para el 2016 crecerá 55% con respecto a 1998. En 2006, este gasto representó 45% del gasto total en alimentos (Arizona State University, 2007).

## I.3 Los problemas de la obesidad

Las pirámides alimenticias elaboradas en los Estados Unidos por USDA<sup>2</sup> para ayudar a elegir una dieta saludable han cambiado sus recomendaciones; ahora incluyen el consumo de hortalizas y el tema de la inocuidad. La pirámide más reciente recomienda, aparte de mantenerse en el peso ideal y hacer ejercicio, conservar inocuos los alimentos y comer más hortalizas de colores verde oscuro y naranja.

Los problemas de obesidad asociados con la diabetes, hipertensión arterial (enfermedades isquémicas del corazón y enfermedades cerebrovasculares), son crecientes en el mundo. México no escapa a esta grave situación; la encuesta más reciente sobre la salud de los mexicanos (Olaiz-Fernández *et al.*, 2006) concluye que:

...El aumento en la prevalencia de obesidad en los últimos siete años en México es alarmante, ya que ocurre en todos los grupos de edad. Es urgente aplicar estrategias y programas dirigidos a la prevención y control de la obesidad del niño, el adolescente y el adulto.

La tasa de mortalidad<sup>3</sup> de enfermedades crónicas ha crecido en México en los últimos años; el promedio nacional para diabetes en 1990 fue de 30.2 y de 56 en 2003; para las enfermedades del corazón, ascendió de 34.6 a 48.7; y para las enfermedades cerebrovasculares, fue de 21.2 en 1990 y de 25.8 en 2003. Es alarmante el crecimiento de la diabetes; casi se ha doblado su tasa de mortalidad en 13 años (Secretaría de Salud, 2006). Esta grave si-

---

<sup>2</sup> <http://www.mypyramid.gov/index.html>

<sup>3</sup> Defunciones por 100,000 habitantes.

tuación de salud está alentando el consumo de hortalizas y frutas frescas en todo el mundo y, por lo tanto, también la preocupación por su inocuidad. En el caso de México es importante poner atención a los crecientes requerimientos para la inocuidad de los alimentos, sobre todo en frutas y hortalizas frescas.

#### I.4 La importancia de México en el comercio exterior agropecuario con los Estados Unidos

México es el principal proveedor de frutas y hortalizas frescas de los Estados Unidos; en 2007 proveyó el 58.4% del valor total de las importaciones norteamericanas de hortalizas y el 27.0% del total de frutas. Ocupa el tercer lugar, después de Canadá y China, como proveedor de frutas y hortalizas procesadas y, en 2007, suplió el 12% de las importaciones estadounidenses de este rubro (Department of Commerce, 2007).

En particular, en 2007 las exportaciones mexicanas de tomate a los Estados Unidos, representaron 78.7% del valor total de las compras que de este producto efectuó Norteamérica a todo el mundo; con las coles y las lechugas, el caso es similar: las primeras representaron 77% del total importado por Norteamérica y las lechugas alcanzaron un significativo 61.5%.

El sector hortofrutícola tiene una especial relevancia por varios factores: en México se utiliza una gran cantidad de mano de obra, de la que una proporción creciente proviene de zonas marginadas e indígenas; es también, uno de los sectores más competitivos de la agricultura mexicana y posee una gran densidad económica. En 2006, la superficie cosechada de frutas y hortalizas representó 9.3% del total cosechado y significó, a su vez, 37.0% del total del valor de la producción agrícola.

México es también un importante proveedor de ganado bovino en pie a los Estados Unidos; en 2007 ocupó el segundo lugar, después de Canadá, proveyendo el 25.0% del valor importado por Estados Unidos.

Por otro lado, la creciente integración económica de los países implica que el consumidor tiene ahora poder para escoger lo que más le guste, de acuerdo con sus ingresos y preferencias, entre productos domésticos o importados, por ejemplo. El productor decide qué producir, en función de la demanda de los consumidores, y debe competir no sólo cuando exporta, sino también en la mesa del consumidor de su país.

Las barreras relacionadas con la inocuidad y la fitosanidad son, entre otras, de las pocas que permanecen, ya que su injerencia en la salud pública de los países es fundamental. Sus mayores problemas radican en la incertidumbre científica de la que se rodean; a diferencia de las barreras arancelarias y de cuotas, estas nuevas barreras requieren de una gran coordinación regulatoria entre los países ya que de otra manera pueden fácilmente convertirse en barreras artificiales al comercio internacional (NAAMIC, 2006; Knutson y Ochoa, 2007).

## I.5 La Iniciativa Global de Inocuidad de los Alimentos

En abril de 2000, un grupo de ejecutivos de las cadenas internacionales de tiendas minoristas identificaron la necesidad de mejorar la inocuidad de los alimentos; las prioridades establecidas fueron: asegurar la protección del consumidor y fortalecer su confianza, establecer requisitos para los esquemas de inocuidad y mejorar la eficiencia en costos, a través de toda la cadena de suministros. Con base en estos antecedentes, ese mismo año se estableció la Iniciativa Global de Inocuidad de los Alimentos, auspiciada por el Comité Internacional d'Entreprises à Sucursales (CIES)-Foro de Negocios de Alimentos.

La iniciativa monitorea los estándares mundiales relacionados con la inocuidad (The Global Standards Project) a fin de avanzar en la convergencia de estándares, para ello ha elaborado un documento guía contra el que pueden compararse diferentes estándares. Los requisitos de comparación o *benchmarking* incluyen tres elementos clave: sistemas de manejo de la inocuidad, buenas prácticas agrícolas, de manufactura y distribución, y HACCP.

A la fecha, siete de los más grandes minoristas del mundo (Carrefour, Tesco, Metro, Migros, Ahold, Wal-Mart y Delhaize), al cobijo de esta iniciativa y para evitar duplicación en la certificación de su cadena de suministros han aceptado cinco estándares comunes: BRC Global Food Standard, Dutch HACCP Code, EFSIS Standard, Internacional Food Standard (IFS), y SQF 2000.

En octubre de 2007, la Asociación de Mercadeo de Frutas y Hortalizas (PMA, por sus siglas en inglés), la Asociación de Mercadeo de Frutas y Hortalizas de Canadá (CPMA, por sus siglas en inglés) y la Unión de Asociaciones de Hortalizas y Frutas Frescas (UFPA, por sus siglas en inglés), anunciaron planes para formar una iniciativa de trazabilidad de las frutas y hortalizas que permita la adopción de las mejores prácticas consistentes de rastreo a través de toda la cadena, desde el campo hasta el plato del consumidor.

## I.6 Declaración de Beijing sobre inocuidad de los alimentos

Esta declaración fue adoptada, de manera consensuada, por el Foro Internacional de Alto Nivel sobre Inocuidad de los Alimentos organizado por la OMS en 2007. La declaración establece que el acceso a una alimentación nutricionalmente adecuada y sana es un derecho de cada persona y reconoce, entre otros aspectos, que el cuidado de la inocuidad de los alimentos es una función fundamental de la salud pública para proteger a los consumidores, y que si los riesgos sanitarios no se controlan pueden ser importantes causas de enfermedad y muerte prematura, así como de pérdidas de productividad y graves cargas económicas. Se señala, también, que los sistemas integrados de inocuidad son los más apropiados para minimizar los riesgos potenciales que pudieran presentarse. La declaración asienta que las medidas que se tomen, deben estar basadas en pruebas científicas sólidas y en los principios de la evaluación del riesgo, para que no se constituyan en barreras artificiales al comercio internacional; asimismo, insta a todos los países a que establezcan autoridades competentes en materia de inocuidad de los alimentos como órganos de salud pública independientes y de confianza dentro de un marco legislativo completo que abarque desde la producción hasta el consumo. La de-

claración señala que las reglas que adopten los países para el control de la sanidad de los alimentos deben estar armonizadas con las de la CCA (OMS, 2007b).

### I.7 Acuerdo de cooperación científica entre EFSA y FDA en el área de la inocuidad de los alimentos

En julio de 2007, EFSA y FDA firmaron el primer acuerdo entre los Estados Unidos y la Unión Europea en el área de la evaluación de riesgos ligados a la inocuidad de los alimentos. Es el primer entendimiento formal internacional de cooperación que EFSA ha firmado y el primer paso oficial de cooperación entre ambas entidades. Esta asociación es resultado del reconocimiento de que la problemática de la inocuidad traspasa fronteras nacionales y que la cadena alimentaria es ahora de verdad global.

El acuerdo facilitará el intercambio de información científica confidencial y de cualquier otra índole que sea relevante a la inocuidad, como la relativa a las metodologías para asegurar que los alimentos sean inocuos y no dañen la salud del consumidor.

En el siguiente capítulo se abordan los peligros que pueden comprometer la inocuidad de los alimentos para el consumo humano.

## **CAPÍTULO II.**

### **Clasificación de los peligros**

#### II.1 Peligros microbiológicos

Entre los principales peligros biológicos que se reconocen se encuentran las bacterias patógenas al hombre, organismos productores de toxinas, protozoarios parásitos, virus y priones. Según el “Bad Bug Book”, editado en 1998 por la Food and Drug Administration (FDA, por sus siglas en inglés) y el Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN, por sus siglas en inglés), las bacterias patógenas al ser humano más importantes son: *Salmonella spp.*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* y *Yersinia pseudotuberculosis*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae O1*, *Vibrio cholerae no-O1*, *Vibrio parahaemolyticus* y otros vibrios, *Vibrio vulnificus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Aeromonas hydrophila* y otras especies, *Plesiomonas shigelloides*, *Shigella spp.* y otros entéricos. También el grupo de *Escherichia coli*: *E. coli* - enterotoxigénico, *E. coli* - enteropatógeno, *E. coli* O157:H7 enterohemorrágico, *E. coli* - enteroinvasivo (ver también Anexo C de FIRA, 2000; Keller, 1998, cap. 2; y Torres, 1999).

En los últimos años ha estado recibiendo especial atención la bacteria *Enterobacter (Conobacter) sakasaki*, un patógeno que puede estar presente en los preparados en polvo para lactantes (niños menores de un año). En 2004, la FAO y la OMS convocaron, de manera conjunta, una reunión de expertos sobre esta bacteria, a petición del Comité del Codex sobre Higiene de los Alimentos (FAO/OMS, 2004). Estas organizaciones publicaron en 2007 un manual para minimizar los riesgos microbiológicos en la preparación de las fórmulas en polvo para lactantes (WHO, 2007).

Entre los protozoarios parásitos y nemátodos se incluyen: *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora cayetanensis*, *Anisakis sp.* y relacionados, *Diphyllobothrium spp.*, *Nanophyetus spp.*, *Eustrongylides sp.*, *Acanthamoeba* y otras amibas, *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*.

En el grupo de los virus se encuentran los de la *Hepatitis A*, *Hepatitis E*, *Rotavirus*, grupo *Norwalk*, entre otros.

En el caso de la ganadería, son importantes: *Mycobacterium bovis*, *Brucella melitensis*, el virus altamente patógeno de la gripe aviar y el prion o proteína infecciosa que causa la encefalitis espongiiforme bovina (enfermedad de las “vacas locas”), entre otros.

A continuación se describen algunos de estos patógenos (Michigan State University, 2000):

*E. coli* O157:H7: fue identificado por primera vez en 1983. Produce grandes cantidades de potentes toxinas que dañan las paredes del intestino, causando dolor abdominal severo y diarrea, que inicialmente es acuosa y luego se vuelve sanguinolenta. Los alimentos más susceptibles de ser contaminados por esta bacteria son: carne molida, hortalizas frescas (lechugas, espinacas, germinados), jugos de frutas y leche sin pasteurizar. Se aloja en el in-

testino de los humanos y de los animales, y se transmite por contaminación fecal de los alimentos o del agua. Se le considera un adulterante y si se encuentra en los alimentos, éstos deben ser retirados del consumo humano.

*Salmonella*: es la bacteria que con mayor frecuencia se reporta como causa de enfermedad transmitida por alimentos. En los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura (USDA, por sus siglas en inglés) requiere que todas las plantas procesadoras de carne hagan pruebas para detectar la presencia de este patógeno. Sus síntomas son: gastroenteritis aguda, diarrea y vómito. Los principales alimentos que pueden ser contaminados son: carne cruda de aves, hortalizas frescas, jugo de frutas, leche cruda, huevos (*Salmonella enteritidis*), frutas (melones), helados de crema y chocolate. La bacteria se encuentra en el tracto intestinal de animales y humanos. Más de 2500 serotipos han sido identificados y uno de ellos, *Salmonella typhimurium* DT104, es resistente a los antibióticos. En el estudio realizado por USDA/ERS (2000) sobre los costos anuales de las enfermedades transmitidas por alimentos contaminados, *Salmonella* es la responsable del 35% de los costos y 45% de las muertes; resultó la bacteria más costosa.

Se estima que cada año, ocurren en los Estados Unidos 1.4 millones de casos de infecciones por salmonela no tifoidal, de los cuales 1.3 millones tienen su origen en la ingesta de alimentos contaminados.

En el período 2004-2005 ocurrieron en España 717 brotes relacionados con el consumo de huevos y sus derivados. De éstos, 624 (el 87%) fueron causados por *Salmonella* (diariodigitalagrario.net, 5 de junio de 2007).

*Listeria*: fue descubierta en 1926. De sus especies la que se considera más peligrosa es *L. Monocytogenes*; produce fiebre, dolor de cabeza, náuseas y hasta el coma. Los alimentos con más alto riesgo de ser contaminados son: leche cruda, hortalizas frescas, carne procesada, quesos suaves, helados de crema y ensaladas. Se le considera un adulterante, y los alimentos en que se encuentre deben ser retirados del consumo humano. Después de *Salmonella*, *Listeria* es la bacteria que más muertes causa en los Estados Unidos. El 33% de los costos y el 41% de las muertes fueron atribuidos a este patógeno (USDA/ERS, 2000).

*Campylobacter*: esta bacteria, reconocida en 1963, es la principal causa de diarrea en los Estados Unidos. Los alimentos relacionados con ella son: carne cruda de pollo y pavo, leche sin pasteurizar y carnes procesadas de aves.

*Clostridium botulinum*: produce la enfermedad conocida como botulismo, sus síntomas se relacionan con visión borrosa y parálisis de los músculos respiratorios. Se encuentra en el suelo y en el tracto intestinal, y sus toxinas causan un daño directo y severo a la salud humana.

*Staphylococcus aureus*: la toxina que produce este patógeno, que se aloja en la piel de los humanos, causa náuseas severas, calambres y vómitos.

### *II.1.1 Los brotes de E. coli 0157:H7 en los Estados Unidos*

La opinión pública norteamericana fue sacudida en 2006 con el brote de *E. coli* 0157:H7; la bacteria estaba presente en espinacas empacadas que afectaron a 26 estados, principalmente Wisconsin, Ohio y Utah. Para enero de 2007 se habían confirmado 205 casos y tres muertes debidas al brote. De las 103 personas hospitalizadas, 30 desarrollaron el síndrome urémico hemolítico. El origen del brote pudo estar asociado al estiércol bovino, a las heces de puercos silvestres, al suelo y al agua contaminada de los ríos (FDA/CDHS, 2007).

Con anterioridad, ya habían ocurrido brotes de *E. coli* 0157:H7 en hortalizas originarias de la región de las espinacas, asociadas a la contaminación que se registró en 2006. Según la carta que el CFSAN, en 2005, dirige a todos los involucrados en la cadena de la lechuga, desde 1995 a la fecha se han registrado 18 brotes de *E. coli* enterohemorrágico relacionados con lechuga y sólo uno con espinacas. En total, se habían reportado 409 casos de enfermedad y dos muertes antes del brote de las espinacas, en septiembre de 2006.

Según Käferstein (2003), en el mundo ocurren alrededor de 1.5 mil millones de diarreas por año en niños menores de 5 años, de las que 1.8 millones provocan la muerte del menor. El 70% de estos episodios se originan por el consumo de alimentos contaminados con patógenos al hombre; en especial *E. coli*, patógeno que representa el 25% de los casos, seguido de *Campylobacter jejuni* y *Shigella spp.*

### *II.1.2 Los virus*

En los últimos años, los virus se han convertido en una causa cada vez más importante de enfermedades transmitidas a través de los alimentos. Destacan los norovirus, el virus de la hepatitis A y otros virus entéricos. Los alimentos relacionados son los que exhiben un procesamiento mínimo, como los moluscos bivalvos y los vegetales frescos.

Es tal la preocupación por estos virus que la FAO y la OMS convocaron, en mayo de 2007, a una reunión conjunta de expertos (JEMRA,<sup>4</sup> por sus siglas en inglés). La finalidad fue elaborar recomendaciones científicas para apoyar las actividades de manejo del riesgo de los virus presentes en los alimentos.

### *II.1.3 La tuberculosis bovina*

La tuberculosis bovina es una enfermedad infecto-contagiosa crónica, causada por bacterias del género *Mycobacterium*; el agente causal es el *Mycobacterium bovis*, que afecta, además del bovino, a varias especies animales, como caprinos, ovinos, cerdos, perros, gatos, monos y al hombre, por lo tanto es una enfermedad zoonótica. Otras micobacterias, como *M. tuberculosis* (humano) y *M. avium* (aviar), también pueden infectar al bovino.

---

<sup>4</sup> Las Reuniones Conjuntas FAO/OMS sobre Evaluación de Riesgos Microbiológicos (JEMRA) se comenzaron a celebrar en 2000 en respuesta a la petición de la Comisión del Codex Alimentarius y de los Estados miembros de la FAO y la OMS y a la creciente necesidad de asesoramiento científico basado en el riesgo sobre las cuestiones relativas a la inocuidad microbiológica de los alimentos.

La enfermedad es un problema para México, no sólo por su impacto económico en la producción y en la salud humana sino también por las restricciones que su presencia en el ganado, sobre todo bovino, genera en el comercio, tanto en el interno como en el externo.

En México, gran parte del ganado de engorda proviene de zonas no acreditadas y fluye hacia zonas acreditadas para su engorda. Según López (2006), las restricciones a la movilización de ganado bovino, como resultado de la presencia de tuberculosis en México, limita hasta en 69% el abasto a los corrales de engorda del país.

Por ejemplo, en mayo de 2005 los Estados Unidos cerraron la frontera al ganado procedente de Durango, a raíz de la movilización indebida de ganado de una zona sin reconocimiento zoonosanitario, como era el caso de La Laguna, hacia una zona con reconocimiento. A petición del USDA, la SAGARPA, a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), impuso diversas medidas para remediar la situación: la prohibición del movimiento de becerros de región "B" a región "A", la realización de pruebas de laboratorio, la aplicación de cuarentenas para ganado infectado y replantear los límites de la región "A" ([www.sagarpa.gob.mx/cgcs/newsletter/2005](http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/newsletter/2005)), Informe Especial para Líderes de Opinión).

Estas medidas no son sencillas de ejecutar porque algunos sectores pueden resultar perjudicados y en algunos casos es difícil para las autoridades compensarlos. Puede suceder que las áreas bajo restricción no queden claramente definidas. Esta problemática se ilustra con la disputa entre una empresa privada y la Unión Ganadera Regional de Coahuila, México (UGRC): al impedírsele la movilización de ganado de un rancho ubicado en una zona no acreditada a una zona que sí lo estaba, la empresa promovió un amparo. Cuando éste le fue otorgado, llevó a cabo las movilizaciones de ganado que antes le habían sido negadas. La UGRC protestó de inmediato, arguyendo que dichos traslados de ganado ponían en riesgo las exportaciones de 140,000 cabezas y podrían afectar de manera negativa el estatus zoonosanitario de las regiones acreditadas del estado (ver Carta Abierta de la UGRC al Secretario de la SAGARPA, en Coahuila Ganadero, Órgano Informativo de la UGRC, julio de 2006)

Las repercusiones económicas de las restricciones impuestas por SENASICA para la movilización se manifestaron, según los productores, en la caída de los precios por la sobre oferta de ganado. La Unión Ganadera Regional del Centro de Veracruz informó que los precios se desplomaron de 23 a 18 pesos por kilogramo, y lo mismo sucedió en el estado de Chiapas ([http://www.engormix.com/s\\_news](http://www.engormix.com/s_news)). Además de los efectos negativos sobre los ingresos de los productores, la disminución de precios en las zonas afectadas pudiera propiciar la compra de ganado barato para llevarlo a las zonas acreditadas, poniendo en riesgo el estatus sanitario de éstas.

Ya en 2004 el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS, por sus siglas en inglés) del USDA adicionó a su restricción de importación de becerros y becerras castradas Holstein provenientes de México, sus cruza. El argumento fue que la alta incidencia de tuberculosis bovina en dicha raza estaba también presente en sus cruza procedentes de México (Federal Register, 2004).

Según el Informe sobre la Vigilancia de la Tuberculosis en el Ganado Norteamericano (Orloski, 2007), en el año fiscal 2005 se detectaron 40 casos de tuberculosis (*M. bovis*) en los rastros de Estados Unidos; de los 35 casos identificados, 32 involucraron becerros mexicanos o contagio a través de ellos. En 2006 se encontraron 28 casos, de los que 27 ocurrieron en ganado que supuestamente era de engorda, sin embargo, uno de los becerros había sido utilizado en rodeos. Del total, 21 casos son de origen mexicano y 20 de ellos fueron identificados por el arete oficial mexicano que los animales portaban al momento de ser sacrificados.

El informe señala que el contagio del pie de cría en los Estados Unidos, por ganado infectado mexicano, ha sido documentado desde 1990, en diversas ocasiones. El documento enfatiza que estos incidentes demuestran el daño potencial que el ganado de larga vida, importado para rodeos, puede causar si proviene de zonas infectadas de México; puede llegar a infectar, incluso, a las personas que asisten a los rodeos. El ganado importado para engorda vive alrededor de un año, mientras que el de rodeo dura hasta cinco o seis años, además, durante este tiempo el ganado de rodeo viaja por todo el país, propagando enfermedades si está infectado.

El control de estos casos y sus consecuencias económicas son importantes. En el año fiscal 2006 el costo total de las indemnizaciones por despoblamiento a productores en los Estados Unidos ascendió a 10.75 millones de dólares. Este costo incluyó el despoblamiento de ganado expuesto, debido a un becerro de origen mexicano que se encontraba en engorda en Texas y a ganado que entró en contacto con un becerro mexicano de rodeo en Kansas (Dutcher, 2007).

Con el fin de crear una zona de amortiguamiento para la tuberculosis, los Estados Unidos removieron los diez establecimientos de producción de leche ubicados en El Paso, Texas, en la frontera con México (Dutcher, 2007).

La SAGARPA y el SENASICA han realizado esfuerzos para dar solución a este problema: trabajan en el fortalecimiento de las campañas zoonosanitarias de control y eventual erradicación de la tuberculosis bovina. La campaña incluye las siguientes estrategias (Gutiérrez, 2007):

1. Difusión y promoción de la campaña.
2. Capacitación de personal.
3. Diagnóstico de campo (probar al 100 % de los hatos).
4. Aplicación de cuarentenas en hatos infectados.
5. Eliminación e indemnización de reactores.
6. Inspección en rastros para confirmar y detectar nuevos casos.
7. Control de la movilización.
8. Reconocimiento y protección de regiones de baja prevalencia.
9. Certificación de hatos libres de la enfermedad.

## 10. Seguimiento epidemiológico.

A pesar de que los Estados Unidos reconocen que ha habido un decremento importante en la incidencia de tuberculosis en el ganado importado de México en los últimos años, consideran que todavía se siguen introduciendo animales infectados que representan un riesgo de contaminación para el ganado norteamericano.

En el reporte del Comité Binacional México EUA para la Erradicación de la Tuberculosis bovina y Brucelosis, se señalan algunas de las dificultades para la erradicación de la tuberculosis en México, entre las que se incluyen: la dificultad para las zonas no acreditadas en estados con zonas de categoría acreditado modificado, para avanzar si existe la presencia de explotaciones lecheras; la dificultad para las zonas con categoría acreditado modificado, para alcanzar los niveles de prevalencia exigidos si en la zona existen granjas lecheras infectadas y la insuficiencia de fondos para las indemnizaciones que resulten del despoblamiento de hatos (Johnson, 2007).

En este mismo reporte se indica que los avances de México en la erradicación de la brucelosis son menores que los logrados en el combate a la tuberculosis; sin embargo, el estado de Sonora lo ha hecho bien al respecto y está aplicando para el estatus Clase A en brucelosis, y es, además, el único estado mexicano con categoría acreditado modificado avanzado en tuberculosis.

### *II.1.4 Las zoonosis, los agentes zoonóticos y la resistencia antimicrobial en la Unión Europea*

En 2004, atendiendo el mandato contenido en la Directiva 92/117/EEC, la Unión Europea llevó a cabo un estudio sobre 11 zoonosis y agentes zoonóticos más importantes: *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* productor de verotoxinas, tuberculosis debida a *Mycobacterium bovis*, *Brucella*, *Yersinia*, *Trichinella*, *Echinococcus*, *Toxoplasma* y rabias. Se recolectaron también datos sobre la resistencia antimicrobial de *Salmonella* y *Campylobacter* y *E. coli* (EFSA, 2006).

A continuación se describen los principales hallazgos del estudio: la infección humana más reportada fue la salmonelosis con 192,703 casos, la mayoría ligados al consumo de huevo contaminado, carne de cerdo y carne de pollo; le siguió, en orden de importancia, la campylobacteriosis, con 183,961 casos debidos principalmente al consumo de carne de pollo y agua contaminada; otras fuentes potenciales para contraer esta enfermedad, según el reporte, son la leche “bronca”, las hortalizas, el contacto directo con animales y los viajes al extranjero. Para *Yersinia*, se reportaron 10,381 casos y 4,143 para *E. coli*. Si en vez de la morbilidad se considera la mortalidad, *Listeria monocytogenes* es responsable de la mayor cantidad de decesos humanos, 107 personas por año, a pesar de que sólo se reportaron 1,267 casos de listeriosis.

La prevalencia de agentes bacterianos zoonóticos domina los resultados de la colección de datos: 395,455 casos en total, contra 2,349 de zoonosis parasíticas, 1,337 casos de brucelosis y 86 de tuberculosis.

El reporte le da dimensiones de un salud pública a la emergente resistencia de *Salmonella spp.* y *Campylobacter spp.* al agente antimicrobial fluoroquinolona. A fin de disminuir la incidencia de brotes se recomienda aplicar de manera efectiva las buenas prácticas de producción e higiene, así como instalar el *sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control* (HACCP, por sus siglas en inglés).

A raíz de este informe, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) inició una evaluación cuantitativa del riesgo microbiológico de *Salmonella* en cerdos (EFSA 2007a). En los Estados Unidos, la contaminación de la carne de cerdo por *Salmonella* es también una preocupación creciente para la industria.

Según los resultados de la encuesta más reciente sobre *Salmonella* en pollos de engorda, llevada a cabo en la Unión Europea en 2005-2006, la prevalencia varió significativamente entre los distintos Estados miembros: se encontraron niveles desde 0% hasta 62%, y en 40% de las parvadas positivas se detectó *Salmonella enteritidis* y *typhimurium*, responsables de la mayoría de los casos de salmonelosis en el hombre (EFSA, 2007b).

En el caso de las gallinas de postura, se detectó *Salmonella*, en promedio, en el 30.8% de las granjas de la Unión Europea, y la prevalencia observada fue de 0 a 79.5%. En promedio, 20.4% de las granjas marcó positivo para *S. enteritidis* / *S. typhimurium*. El rango observado de prevalencia, de estos serovares, en las granjas de los diferentes Estados miembros estuvo comprendido entre 0 y 62.5% (EFSA, 2007c).

El 1 de agosto de 2006, la Comisión Europea aprobó dos reglamentos dirigidos a luchar contra la existencia de salmonela en huevos y aves: el primero (Reglamento CE 1168/2006) fija la disminución porcentual de casos de infección de salmonela en gallinas de postura; ésta deberá darse en los diferentes Estados miembros a lo largo de los próximos años. Los países miembros tienen la obligación de presentar, a principios del 2007, sus planes nacionales de control de salmonela; el objetivo del segundo reglamento (Reglamento CE 1177/2006) es fijar las normas y métodos aplicables para el control de la salmonela en aves, destacando entre dichas normas la vacunación obligatoria a partir de 2008, en gallinas de postura en los Estados miembros con índices de salmonela superiores al 10%.

El estudio más reciente, llevado a cabo en la Unión Europea sobre *Salmonella* en pavos, mostró que el 13.6% de las parvadas para cría y reproducción estaban infectadas con esta bacteria y el 30.7% de las parvadas para engorda exhibió prevalencia positiva de *Salmonella* (The EFSA Journal, 2008a).

En 2007, la Comisión Europea requirió al Panel sobre Peligros Biológicos (BIOHAZ) de EFSA una opinión científica sobre la evaluación del riesgo microbiológico en los alimentos para animales de consumo humano (Question No EFSA-Q-2007-045).

Entre las principales conclusiones y recomendaciones del Panel se encuentran las siguientes: *Salmonella* es el mayor peligro para la contaminación microbiana del alimento para animales; *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157 y *Clostridium spp.* son otros peligros aunque menos importantes; y que la resistencia antimicrobiana puede transmitirse vía el alimento animal. Se enfatiza que la aplicación de los principios de HACCP y de las buenas prácticas de higiene y manufactura en toda la cadena de producción de alimentos

para animales redundaría en grandes beneficios para la salud humana. Aunque los tipos más comunes de *Salmonella* que dañan a las personas nunca se encuentran en el alimento animal, pero algunos tipos de la bacteria presentes en éste se encuentran también en los humanos (The EFSA Journal 2008b).

#### *II.1.5 Las salmonelas y el ganado bovino en los Estados Unidos*

Las vacas lecheras pueden ser reservorios importantes de esta bacteria patógena; se estima que del 27 al 31% de los rebaños lecheros de Estados Unidos están colonizados por *Salmonella*.

Una de las investigaciones más extensas que se han realizado con el fin de evaluar la asociación entre las características del hato lechero y la prevalencia de vertimiento fecal de *Salmonella* se llevó a cabo en los Estados Unidos: en ésta se analizaron muestras de estiércol de 129 granjas lecheras de Minnesota, Wisconsin, Michigan y Nueva York. Las variables principales retenidas en el modelo utilizado que mejor explicaron la prevalencia de la bacteria fueron: la ausencia de aislamiento de las vacas lactantes, almacenamiento del alimento en lugares abiertos, ausencia del uso de monensina en los becerros destetados, utilización del estiércol en forma líquida, acceso de las vacas a agua superficial y pastoreo en terrenos a los que les fue aplicado estiércol en forma sólida o líquida y no fueron arados durante la misma estación. No se encontró asociación entre el tamaño del hato y la prevalencia de *Salmonella* (Fossler *et al.*, 2005) Los autores del estudio consideran que estos hallazgos pueden ser la base para la elaboración del manual de buenas prácticas de producción de leche en las granjas.

Sin embargo, un estudio llevado a cabo en 105 granjas lecheras, en Ohio, EE.UU., concluye como muy probable que un gran tamaño de hato y el manejo intensivo de éste propicien un ambiente favorable para el vertimiento fecal de *Salmonella* (Huston *et al.*, 2002).

En una investigación realizada en un lote de engorda en North Dakota, EE.UU., con el fin de monitorear la prevalencia de vertimiento fecal de *Salmonella* durante el periodo de finalización, para evaluar los patrones de resistencia antimicrobiana, se concluyó que todos los aislamientos resultaron susceptibles a ceftiofur y resistentes a espectinomycina, sulfathiazol, tiamulin, florfenicol, ampicilina, penicilina, chlortetracyclina, oxytetracyclina, y clindamycina. Los aislamientos identificados, sin excepción, fueron del serotipo *Typhimurium* serovar Copenhagen, un tipo que comúnmente se aísla en las infecciones de *Salmonella* en humanos. Con la investigación se revelaron cinco patrones de resistencia múltiple (Khaita *et al.*, 2007).

#### *II.1.6 La CCA y la resistencia antimicrobiana*

Tomando en cuenta el crecimiento de la resistencia y de que ésta es un problema multifactorial, es necesario abordarla desde un enfoque multidisciplinario y multiinstitucional. El Comité Ejecutivo de la Comisión del Codex Alimentarius, en su reunión 53 llevada a cabo en 2001, recomendó que la FAO, la OMS y la OIE debieran atacar de manera conjunta la pro-

blemática del uso no humano de los antimicrobiales y de su resistencia. En 2006 la Comisión del Codex Alimentarius, en su Sesión 29, creó el Grupo de Acción Intergubernamental *ad hoc* sobre Resistencia Antimicrobial.

El objetivo principal del grupo es desarrollar lineamientos basados en la ciencia, que consideren plenamente los principios de análisis de riesgo de ésta. El trabajo del grupo se asentará, también, en el trabajo y los estándares de otras organizaciones internacionales como la FAO, la OMS y la OIE. Las guías deberán evaluar los riesgos a la salud humana asociados a la presencia de antimicrobiales en los alimentos para humanos y animales. Dentro de éstos se deben incluir la acuicultura y la transmisión de organismos y genes resistentes a los antimicrobiales a través de los alimentos. Finalmente, se buscará desarrollar medidas apropiadas para el manejo y reducción de estos riesgos.

En la primera reunión del grupo, celebrada a finales de 2007, se acordó solicitar a la Comisión del Codex Alimentarius la adición a los objetivos originales el siguiente párrafo: “El Grupo de Acción intentará poner en perspectiva el riesgo del incremento de la resistencia antimicrobial en los seres humanos y animales generada por diferentes usos de antimicrobiales como los veterinarios, protección vegetal o procesamiento de alimentos” (CAC, 2007).

La OMS afirma que este crecimiento de la resistencia es favorecido por el uso continuo de dosis bajas de antimicrobiales como promotores del crecimiento. Varios países de Europa han prohibido el uso de antimicrobiales para incentivar el crecimiento del ganado.

## II.2 Peligros químicos

En los alimentos, los peligros químicos están relacionados con la presencia de toxinas naturales, aditivos, residuos de pesticidas y de medicamentos veterinarios, hormonas, contaminantes ambientales (metales pesados: plomo, mercurio, cadmio, arsénico), contaminantes químicos provenientes de los materiales de empaque y alergénicos.

### II.2.1 Las micotoxinas

Según Pitt (1996), las micotoxinas son “metabolitos fúngicos cuya ingestión, inhalación o absorción cutánea reduce la actividad, hace enfermar o causa la muerte de animales (sin excluir las aves) y personas” (citado en FAO, 2004a). Se desarrollan en el campo, almacén y transporte. Algunas de ellas, como las aflatoxinas, la ocratoxina A y la patulina, han llegado a ser motivo de gran preocupación para las autoridades de salud pública y, por lo tanto, del comercio internacional de productos en riesgo potencial de ser contaminados: granos y algunas leguminosas que también se ven afectadas de manera negativa.

En el Cuadro 1, donde se muestran las micotoxinas más importantes, se aprecia cómo el maíz es susceptible de ser contaminado por casi todas los hongos productores de toxinas dañinas a la salud humana y animal.

**Cuadro 1. Principales micotoxinas, agentes causales y especies ganaderas afectadas**

Micotoxina	Agente causal	Productos afectados	Especies afectadas
Aflatoxinas	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>	Maíz, cacahuete, semillas de algodón, sorgo.	Porcinos, ganado lechero y de carne, aves de corral, truchas, perros.
Zearalenona	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. tricinctum</i>	Maíz, trigo.	Ganado porcino, lechero.
Fumonisina	<i>Fusarium verticillioides</i> , <i>F. proloferatum</i> , y otras especies de <i>Fusarium</i>	Maíz, trigo, cebada, avena.	Caballos, porcinos.
Vomitoxina (deoxinivalenol, DON)	<i>Fusarium graminearum</i>	Maíz, sorgo, trigo.	Porcinos, aves de corral, truchas, perros, gatos.
Ocratoxina	<i>A. ochraceus</i> , <i>Penicillium viridicatum</i>	Granos de cereales, frijoles secos, cacahuates, café.	Aves de corral, ganado porcino y lechero
T-2	<i>Fusarium graminearum</i>	Maíz, sorgo, trigo.	Aves de corral, porcinos.

Fuente: Elaboración con datos de Oil-Dri Corporation of America (2007).

*Aflatoxinas*: son las micotoxinas más peligrosas para la salud, especialmente por su potencial carcinogénico para el hígado humano. La aflatoxina B1 es la considerada como la de mayor riesgo, seguida por la aflatoxina M1 y por la ocratoxina A (OTA) La aflatoxina M1 es un derivado metabólico de la aflatoxina B1, proviene del metabolismo de algunos animales que fueron alimentados con granos contaminados y es excretada en la leche y en la orina. La FAO (2004a) ha publicado una recopilación de la reglamentación mundial relativa a las micotoxinas.

*Patulina*: es un metabolito secundario, producido por diversos hongos como *Penicillium*, *Aspergillus* y *Byssochlamys* de las que *Penicillium expansum* es probablemente la especie más común. A pesar de que la patulina puede producirse en cualquier fruto con hongos, granos y otros alimentos, las fuentes más importantes de contaminación son las manzanas y sus derivados. La patulina tiene propiedades antibióticas y es mutagénica (Majerus, 2002).

La preocupación por la contaminación por patulina, sobre todo por el consumo de jugo de manzana en grupos vulnerables, especialmente en niños de corta edad, llevó a la Unión Europea (UE), en agosto de 2003, a emitir una recomendación a través de la Comisión de las Comunidades Europeas, relativa a la prevención y a la reducción de la contami-

nación por patulina del zumo de manzana y los ingredientes de zumo, presentes en otras bebidas (Diario Oficial de la Unión Europea, 12 de agosto de 2003).

En dicho documento se recomienda a los Estados miembros, entre otros aspectos, que tomen las medidas necesarias para que el «Código de prácticas para la prevención y la reducción de la contaminación por patulina del zumo de manzana y los ingredientes de zumo de manzana en otras bebidas», tal como se recoge en el anexo de la presente Recomendación, sean aplicadas por todos los operadores de la industria de elaboración de manzanas y que tomen todas las medidas que posibiliten lograr niveles inferiores a los 50 µg/kg para el zumo de manzana, con el fin de alcanzar el objetivo de un nivel de 25 µg/kg de patulina.

Es tan seria la preocupación por la contaminación de la patulina que la UE elaboró un código específico de prácticas para minimizar el peligro que representa esta micotoxina a la salud humana. El Código de Prácticas aborda una serie de recomendaciones para reducir la contaminación y se basa en las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de fabricación (BPF).

Algunas de las buenas prácticas agrícolas contenidas en el código recomiendan podar, extraer y destruir toda la madera enferma y la fruta momificada; controlar plagas y enfermedades que causen directamente la pudrición de la fruta o dejen puntos de entrada a los mohos productores de patulina, como por ejemplo el cancro, el chancro del manzano y del peral (*Botrytis spp.* y *Nectria spp.*), el gusano de la pera y la manzana, el piral barrenador de los frutos en formación (*Pammene rhediella*), la falena invernal, el piral de los árboles frutales (*Archips podana*), *Blastobasis*, la hoplocampa y la hoplocampa de las acederas (*Ametastegia glabrata*). Las buenas prácticas recomiendan también vigilar los niveles de calcio y fósforo en la fruta para mejorar su estructura celular y reducir su susceptibilidad a la pudrición.

En relación con las buenas prácticas de fabricación o manufactura se recomienda en dicho código que la fruta almacenada se transporte desde el almacén refrigerado a la fábrica en el menor tiempo posible (lo ideal sería que transcurrieran menos de 24 horas hasta el momento del prensado, salvo en caso de almacenamiento refrigerado). Preferiblemente, el zumo (jugo) se enfriará a una temperatura inferior a los 5° C y se mantendrá a esta temperatura hasta que se concentre, envase o pasteurice.

Una de las recomendaciones finales insiste en que los procesadores de jugo instalen un sistema de gestión basado en HACCP para la reducción de la patulina en el zumo (jugo) de manzana tras la recolección.

Con respecto a la utilización, en general, de HACCP, consultar: Méndez (2000); Murano (1998); y USDA/FSIS (2000). Y para la prevención y control de micotoxinas, ver FAO (2003).

Es importante hacer notar cómo un problema de salud humana se traduce en una manera diferente de hacer agricultura, a través de la adopción de buenas prácticas agrícolas, que son diferentes a las anteriores, a cuando el problema no existía o no era percibido como tal.

La preocupación por la contaminación de los alimentos animales y humanos por las micotoxinas sigue vigente, sobre todo en la UE.

En particular, la peligrosidad de la presencia de la Ocratoxina A (OTA) en alimentos ha sido revisada en diferentes ocasiones, tanto por El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos sobre Aditivos Alimentarios (JECFA) como por el Comité Científico para los Alimentos (SCF, por sus siglas en inglés) de la UE. El SCF concluyó, en 1994, que OTA es un agente nefrotóxico potente, un carcinógeno y que posee propiedades genotóxicas.

Como producto de la revisión más reciente de OTA, llevada a cabo por el Panel Científico sobre Contaminantes en la Cadena Alimentaria (CONTAM) de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés), se concluyó que OTA es producida por diferentes especies de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*, y que puede contaminar los alimentos (cereales, leguminosas, café, vino, jugo de uva, frutas secas y especias) antes de la cosecha, pero principalmente durante el almacenamiento. Varios estudios en humanos han asociado a OTA con una enfermedad endémica de los riñones en los Balcanes; es nefrotóxica en todas las especies animales probadas y ejerce efectos inmunotóxicos, neurotóxicos y teratogénicos a dosis altas; OTA, además, se acumula principalmente en los riñones y, tomando en consideración los datos toxicológicos, el panel estableció la ingesta semanal tolerable en 120 ng/kg de peso corporal (The EFSA Journal, 2006).

En el caso del café, la presencia de OTA fue reportada en 1970, pero recién en 1990 se convirtió en una preocupación para la salud pública. En el año 2000 se puso en marcha el programa “*Mejora de la calidad del café mediante la prevención de la formación de mohos*”. A la iniciativa se adhirieron la FAO, la Organización Internacional del Café (OIC) y el Fondo Común de Productos Básicos (FCPB). Como resultado del programa, se elaboraron las “*Directrices para prevenir la formación de moho en el café*”, que pueden ser consideradas como un manual de buenas prácticas agrícolas. Las directrices están enfocadas a la reducción de la contaminación de OTA, preocupación primaria de la inocuidad en la producción de café verde, y tienen por objeto dotar a las autoridades cafeteras de un recurso técnico para la elaboración de directrices o códigos de prácticas nacionales, encaminados a hacer disminuir la contaminación del café por la Ocratoxina A (FAO/OIC/FCPB, 2006).

El 13 de agosto de 2006 se publicaron en el Diario Oficial de Unión Europea las recomendaciones surgidas de la revisión que la Comisión de las Comunidades Europeas llevó a cabo sobre los nuevos valores indicativos de la presencia, en los alimentos, de algunas de las micotoxinas. Se recomienda a los Estados miembros aumentar la vigilancia de la presencia de deoxinivalenol, zearalenona, ocratoxina A, las fumonisinas B1 y B2 y las toxinas T-2 y HT-2 en los cereales y los productos a base de cereales destinados a la alimentación animal y los piensos compuestos, y también que los Estados miembros se aseguren de que los operadores de empresas de piensos apliquen HACCP.

Como resultado de discusiones en Codex Alimentarius, en donde se ha propuesto elevar los niveles máximos para el total de aflatoxinas presentes en almendras, avellanas y pistaches sin procesar, la UE consultó (Question N° EFSA-Q-2006-174) al CONTAM so-

bre los riesgos potenciales para la salud de los consumidores, si se elevan de 4 µg/kg a 8 o 10 µg/kg el total de aflatoxinas (suma de aflatoxinas B1, B2, G1 y G2).

El CONTAM concluyó que la elevación de los límites máximos para el total de aflatoxinas tendría efectos menores sobre los estimados de la exposición de la dieta, riesgo de cáncer y los márgenes de exposición calculados. Concluyó también que la exposición a las aflatoxinas, provenientes de todas las fuentes, debería ser tan baja como fuera razonablemente posible (*ALARA, as low as reasonably achievable*) porque son cancerígenas y genotóxicas. Los datos indicaron que la reducción en la ingesta total de aflatoxinas podría ser lograda a través de la reducción del número de alimentos altamente contaminados que llegaran al mercado, y disminuyendo la ingesta de otras fuentes alimenticias, diferentes a las nueces (The EFSA Journal, 2007).

El reporte hace notar también las repercusiones importantes que la instalación de estas medidas protectoras de la salud de los consumidores tiene sobre los flujos comerciales. Los datos disponibles mostraron que al menos para los pistaches la elevación del límite máximo de presencia de aflatoxinas incrementaría en 6% la entrada de estas nueces a la UE. En 2006, Europa había establecido condiciones especiales a determinados productos alimenticios importados de terceros países, debido a los riesgos de contaminación con aflatoxinas, en especial a: las nueces con cáscara, de Brasil; cacahuets, incluso tostados, de China y Egipto; los pistaches, de Irán y Turquía; los higos secos, las avellanas, las pastas de higos y de avellanas, la harina y la sémola, de Turquía (Diario Oficial de la Unión Europea, DOUE, L 199, 21 de julio de 2006). Puede apreciarse cómo una medida de protección a la salud se convierte en una barrera artificial al comercio cuando es excesiva.

Un caso similar ocurrió en el año 2000 con la evaluación de los límites máximos de la aflatoxina M1 en leche. El JECFA, a petición del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (CCFAC, por sus siglas en inglés), examinó la exposición a la aflatoxina M1 y comparó los límites máximos, contenidos en la legislación europea, 0,05 µg/kg, con los norteamericanos, 0,5 µg/kg, y llevó a cabo una evaluación cuantitativa de los riesgos para la salud humana, correspondientes a cada uno de estos niveles máximos. El JECFA concluyó que aun con escenarios de casos peores los riesgos proyectados para el cáncer de hígado, atribuibles al uso de niveles máximos propuestos para la aflatoxina M1, de 0,05, y 0,5 µg/kg de leche, son muy pequeños y que no existe un beneficio significativo para la salud cuando el límite de 0,5 µg/kg se reduce a 0,05 µg/kg (CCFAC, 2000).

En un estudio del Banco Mundial (Otsuki *et al.*, 2001), los autores analizaron el impacto que tuvo en los flujos comerciales la disminución de los niveles máximos de micotoxinas en diversos productos. El impacto se acentuó a raíz del cambio en la legislación europea en 1997, que afectó a 15 países europeos y nueve africanos. Como principal conclusión, el nuevo estándar europeo, más estricto que la norma internacional, tiene repercusiones negativas sobre las exportaciones africanas de cereales, frutas secas y nueces a Europa.

Sólo para los Estados Unidos se calculan pérdidas anuales de 5,000 millones de dólares por la contaminación de granos con micotoxinas (Oil-Dri, 2007).

En un estudio llevado a cabo en Nayarit, México, para analizar la presencia de micotoxinas en café verde, se encontró, en 67% de las muestras, contaminación por ocratoxina A, con un promedio de 30,1 µg/kg (Robledo *et al.*, 2001).

En otra investigación (Rosiles y Bautista, 2006), llevada a cabo en dos zonas de México, a fin de demostrar la diferencia del contenido de aflatoxinas en alimento fresco y en alimento almacenado para vacas lecheras e identificar el contenido de aflatoxina M1 en la leche y la repercusión que esto implica en el riesgo de los consumidores, se encontró que en el caso de los hatos que reciben alimento henificado o almacenado la cantidad e aflatoxina B1 es más alta que en los hatos que reciben alimento fresco, como la alfalfa o el ballico recién cortado, y que las concentraciones de aflatoxina M1 fueron más altas en la leche de la zona de Lagos que en la de Puebla, inclusive algunas estaban por arriba de la Norma de la Unión Europea (50 ppt), pero no por encima de la de México (500 ppt).

### *II.2.2 El clenbuterol*

Esta sustancia, que de manera ilegal se usa como un aditivo en el alimento de los animales en engorda, es un promotor del crecimiento del tipo beta agonista<sup>5</sup> y produce carne con menos grasa. Los residuos presentes en la carne, y sobre todo en el hígado de los animales a los que les fue suministrado, afectan el funcionamiento de los pulmones y el corazón de las personas que consumen la carne o las vísceras. Los síntomas más comunes son: palpitaciones, nerviosismo, temblores en dedos, dolor de cabeza, aumento de transpiración, insomnio, espasmos musculares, aumento de presión sanguínea, náuseas y vómito. En concentraciones más elevadas, se acentúan estos efectos y se presentan taquicardia y palpitaciones y, en algunos casos, dependiendo de la salud y/o la susceptibilidad de los individuos, se evidencian problemas mayores en las vías coronarias. Los síntomas aparecen en un lapso de 30 minutos a 6 horas después de haber ingerido los hígados contaminados con clenbuterol ([www.cencon.com.mx](http://www.cencon.com.mx)).

Por sus efectos nocivos para la salud humana, el clenbuterol ha sido prohibido desde finales de los 80 en los Estados Unidos, Canadá y Europa (Directiva 81 /602/EEC, del Consejo de la Unión Europea, 31 de julio de 1981 y Directiva 96/22/CE del Consejo, 29 de abril de 1996) como aditivo en la alimentación de animales en engorda. En México se prohibió a partir de 1999 con la publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999 (SAGAR, 2000).

En los considerandos de la norma mexicana se asienta que la contaminación de los alimentos para animales por agentes químicos, microbiológicos o biológicos, puede representar riesgo sanitario o zoonosológico y que estos peligros para la salud humana y animal pueden minimizarse a través de la promoción de Buenas Prácticas de Manufactura y de la adopción de Buenas Prácticas de Alimentación de los animales en las explotaciones pecuarias. Asimismo, se considera que debido a los riesgos zoonosológicos y de salud pública que

---

<sup>5</sup> Compuesto químico del grupo de los beta-adrenérgicos, que confiere a cualquier producto, dilución o mezcla el carácter farmacéutico específico de los mismos, con efectos de promoción de la masa muscular, reductor de la cantidad de grasa corporal y efectos sobre el aparato respiratorio (NOM-EM-ZOO-2002, Diario Oficial de la Federación, 1 de marzo de 2002).

representa el uso de algunos ingredientes activos, como es el caso del clenbuterol en los productos alimenticios destinados para consumo en animales, es indispensable aplicar medidas restrictivas de manera inmediata.

De manera particular, el Artículo 4.11 de la norma establece la prohibición del uso de los siguientes ingredientes activos y/o aditivos alimenticios en la formulación de productos alimenticios destinados para consumo por animales: Cloranfenicol, en su modalidad de preventivo o terapéutico; Cristal violeta como fungicida en materias primas y producto terminado; cumarina, en saborizantes artificiales; pigmentantes sintéticos del grupo de los sudanes; y el Clenbuterol.

A raíz de que varias personas resultaron enfermas como consecuencia del consumo de carne contaminada con clenbuterol en varios estados de la república mexicana, la SAGARPA emitió una norma mexicana de emergencia, en marzo de 2002, con vigencia de seis meses (Diario Oficial de la Federación, 2002). En los antecedentes de la norma la SAGARPA afirma que ha identificado un uso cada vez más frecuente de beta-agonistas en la alimentación de los animales, que no cuentan con la autorización respectiva, tal es el caso del clenbuterol, prohibido en su utilización como ingrediente activo y aditivo alimenticio en la formulación de productos alimenticios destinados para el consumo en animales.

Los ingredientes activos sujetos a la prohibición se enlistan en el Artículo 4.1: Bromobuterol, Carbuterol, Cimaterol, Cimbuterol, Clenbuterol, Fenoterol, Isoproterenol, Mabuteroide, Mapenterol, Orciprenaline, Pirbuterol, Ractopamina, Salbutamol, Terbutaline y Zilpaterol.

La vigencia de esta norma de emergencia tuvo que prolongarse seis meses, de septiembre de 2002 a marzo de 2003, debido a “ que actualmente se continúan utilizando y ha resultado cada vez más frecuente el uso de algunos beta-agonistas como el clenbuterol, proporcionado como aditivo alimenticio en la formulación de alimentos destinados al ganado, sobre todo en bovinos, a fin de obtener un simulado aumento de peso tanto del animal en pie como de la canal” y “que debido a que subsiste el riesgo zoonosológico y de salud pública es necesario prorrogar por seis meses más la vigencia de la NOM-EM\_015-ZOO-2002” (SAGARPA, 2002).

En 2005, La Quincuagésima Cuarta Legislatura del Estado de Querétaro consideró también necesario reformar el Código Penal, para hacer frente al problema del uso ilegal del clenbuterol en ese estado.

La legislatura expidió la Ley que crea el Capítulo VI, del Título Primero, Sección Tercera, Libro Segundo y adiciona el Artículo 221 bis a del Código Penal, en donde se asienta que a quien comercie con productos o sustancias biológicas, químicas o farmacéuticas no aptas para la alimentación de animales de consumo humano, las introduzca al territorio del estado, las elabore, las almacene, las traslade, las manipule, las distribuya o utilice con fines de ser empleadas para consumo animal, se le impondrá de dos a diez años de prisión y multa de hasta quinientos salarios mínimos, y cuando se trate de servidores públicos, que sirviéndose de su cargo o comisión permitan el comercio y demás actos señalados en el

párrafo anterior, la sanción se aumentará hasta en una mitad más, imponiéndose además su destitución e inhabilitación para ocupar cargos públicos hasta por 10 años.

El impacto negativo en la sociedad mexicana, por los casos de intoxicaciones debidas al clenbuterol y las repercusiones económicas, también negativas en el mercado de la carne en general, contribuyó a la promulgación de una nueva Ley Federal de Sanidad Animal (Diario Oficial de la Federación, 2007a).

En esta ley se incluyen, como objetivos, nuevas áreas, como la procuración del bienestar animal, la regulación de las buenas prácticas pecuarias<sup>6</sup> y la utilización del sistema HACCP de minimización de riesgos.

En el Capítulo IV, Artículos 172, 173 y 174 se enuncian los delitos, penas y multas correspondientes para las personas que utilicen sustancias prohibidas en la engorda de ganado. Las penas pueden ser de 4 a 8 años de cárcel y de quinientos a tres mil salarios mínimos.

El Artículo 93 establece que la SAGARPA publicará, en el Diario Oficial de la Federación, el listado de las sustancias o productos cuyo uso o consumo en animales estén prohibidos.

### *II.2.3 Residuos de pesticidas*

La preocupación por el uso inadecuado de pesticidas en el sector agropecuario se refiere no sólo a la inocuidad alimentaria y al consecuente daño a la salud humana o a la salud animal, sino también a su efecto negativo sobre el ambiente.

Los efectos sobre la salud dependen del tipo de plaguicida; por ejemplo, los organofosforados y carbamatos dañan el sistema nervioso, otros compuestos son cancerígenos y algunos afectan el sistema endocrino.

Existen alrededor de 70, 000 productos químicos potencialmente sujetos de control y vigilancia. La venta de pesticidas representó, en 2004, alrededor de 26 mil millones de dólares y se proyecta un aumento de hasta 28 mil millones de dólares en 2009. Las principales empresas que participan en esta industria son: BayerCropScience, Syngenta, Basf Agricultural Products, Dow AgroSciences, DuPont Crop Protection y Monsanto (Freedonia Group, 2006a).

La región de América del Norte consume el 36% del valor total de los plaguicidas; Asia del Pacífico, 28%; Europa Occidental, 18%; y el resto del mundo, 18%. Los principales países utilizadores de plaguicidas son, en orden de importancia: Estados Unidos, Francia, Japón, Brasil y China. En 2001, Estados Unidos representó el 35% de la utilización mundial de todos los pesticidas; destacándose el uso de herbicidas, en 45%, e insecticidas en 36% del total mundial (EPA, 2004). Es decir, Estados Unidos aplica más de 450,000 millones de toneladas de plaguicidas cada año en sus diferentes usos.

---

<sup>6</sup> Conjunto de procedimientos actividades, condiciones y controles que se aplican en las unidades de producción de animales y en los establecimientos Tipo Inspección Federal, con objeto de disminuir los peligros asociados a agentes físicos, químicos o biológicos, así como los riesgos zoonosarios en los bienes de origen animal para consumo animal.

Algunos de los pesticidas que se utilizan o fueron utilizados en la agricultura son muy peligrosos; pueden hacer daño en el corto, mediano y largo plazo. Poseen el potencial para viajar largas distancias por agua y aire, contaminando regiones muy distantes de donde fueron originalmente aplicados. Por ejemplo, diversos mamíferos, peces y aves, de cuyo consumo dependen las comunidades indígenas del Ártico, exhiben contaminación por lindano, pesticida no utilizado en esas zonas.

Debido a esta peligrosidad, las Naciones Unidas (ONU) han promulgado tres grandes tratados internacionales relacionados con los impactos negativos de pesticidas específicos sobre la salud y el ambiente.

### **II.2.3.1 La Convención sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia**

Este programa de cooperación internacional se hizo necesario cuando se comprobó, de manera científica, que las sustancias contaminantes podían viajar grandes distancias a través de las fronteras de los países antes de hacer daño. Entró en vigor en 1983 y ha contribuido de forma importante a la generación de una legislación ambiental internacional. Es, además, un buen ejemplo de lo que se puede lograr en el control de la contaminación mediante la cooperación entre los distintos gobiernos ([http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap\\_h1.htm](http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.htm)).

La convención ha sido ampliada con ocho protocolos específicos:

- 1984. Financiamiento de largo plazo del Programa Cooperativo para el Monitoreo y Evaluación de la Transmisión de Largo Alcance de los Contaminantes Atmosféricos.
- 1985. Protocolo para la reducción de las emisiones de azufre o sus flujos transfronterizos en al menos 30%.
- 1988. Control de los óxidos de nitrógeno o sus flujos transfronterizos.
- 1991. Control de emisiones de compuestos volátiles orgánicos y sus flujos transfronterizos.
- 1994. Protocolo para una mayor reducción de las emisiones de azufre.
- 1998. Protocolo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- 1998. Metales pesados
- 1999. Para abatir la acidificación, eutroficación y el nivel de ozono respirable.

El Protocolo de Aarhus sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes se concentra en 16 compuestos peligrosos; once de ellos son pesticidas y ocho contienen sustancias que fueron prohibidas de inmediato: aldrín, diendrín, endrin, clordano, mirex, toxafeno y hexabromobifenil. Además, el protocolo restringe severamente el uso de DDT, hexaclorobencenos (HCB, incluido el lindano) y bifenilos policlorinados (PCB) También obliga a las partes a reducir, por debajo de los niveles de 1990, las emisiones de dioxinas, furanos, hidrocarburos policíclicos aromáticos y HCB.

### II.2.3.2 La Convención de Rotterdam

Establecida en marzo de 1998 por la FAO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), esta Convención aborda el consentimiento fundamentado previo (PIC, por sus siglas en inglés) aplicable a ciertos productos químicos peligrosos que son objeto de comercio internacional (FAO, 2005).

En el Texto de la Convención se asienta que el imponente aumento de la producción y el comercio de sustancias químicas durante los tres últimos decenios han creado preocupación entre el público y los círculos oficiales en relación con los posibles riesgos que entrañan los productos químicos peligrosos y los plaguicidas. Los países que no cuentan con una infraestructura capaz de vigilar la importación y utilización de estos productos químicos se encuentran en una situación especialmente vulnerable.

En el Artículo 1 del Texto se establecen los objetivos de la Convención:

...promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

Según el Artículo 3.1, “el convenio aplica a los productos químicos prohibidos o rigurosamente restringidos; y a las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas incluidas en el Anexo III del Texto”

Las formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas, incluidas las que requieren el procedimiento PIC, son:

1. Formulaciones de polvo seco con una mezcla de: 7% o más de benomilo, 10% o más de carbofurano y 15% o más de tiram;
2. Monocrotofos (formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 600 g/l de ingrediente activo);
3. Methamidofos (formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 600 g/l de ingrediente activo);
4. Fosfamidon (formulaciones líquidas solubles de la sustancia que sobrepasen los 1000 g/l de ingrediente activo);
5. Metilparatión (concentrados emulsificables, CE, con 19,5% o más ingrediente activo y polvos que contengan 1,5% o más de ingrediente activo); y
6. Paratión (se incluyen todas las formulaciones: aerosoles, polvos secos –PS–, concentrado emulsificable –CE–, gránulos –GR–, y polvos humedecibles –PH–, excepto las suspensiones en cápsula –SC–.

En adición se encuentran listados, en el Anexo III, 24 plaguicidas más:

Toxafeno, Lindano, Monocotrofos, Paratión, Compuestos de mercurio, Pentaclorafenol, Hexaclorobenzeno (HCB), Heptacloro, HCH (mezcla de isómeros), Fluoracetamida, Óxido de etileno, Dicloruro de etileno, 1,2-dibromoetano (EDB), Dinoseb y sus sales y ésteres, Dieldrín, Aldrín, DDT, Clorobenzilato, Clordimeformo, Clordano, Captafil, Binapacril, 2,4,5-T y Dinitro-orto-cresol(DNOC).

La Convención estableció el principio según el cual ninguno de los productos regulados por ella puede ser exportado a otro país sin el consentimiento previo fundamentado, es decir, con conocimiento de causa, del país importador.

### **II.2.3.3 El Convenio de Estocolmo**

Fue firmado el 23 de mayo de 2001 en Estocolmo, Suecia, y se centra en la reducción y la eliminación de 12 contaminantes orgánicos persistentes, nombrados por el PNUMA como “la docena sucia”. El objetivo del convenio es proteger la salud humana y el ambiente de estos contaminantes. Se basa en el enfoque precautorio, contenido en el Artículo 15<sup>7</sup> de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (PNUMA, 1992).

Estos contaminantes tienen propiedades tóxicas, son resistentes a la degradación, se acumulan en los tejidos grasos y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias, a través de las fronteras internacionales para, finalmente, ser depositados lejos del lugar de su liberación, donde se acumulan en ecosistemas terrestres y acuáticos ([http://www.pops.int/documents/convtext/convtext\\_sp.pdf](http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_sp.pdf)).

De los 12 compuestos sujetos del Convenio, ocho son plaguicidas (aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, mirex y toxafeno), dos son subproductos que se generan en los procesos de producción (dioxinas y furanos) y el resto son de uso industrial.

En febrero de 2003, México ratificó el Convenio de Estocolmo y en junio de 2005, propuso que el lindano fuera añadido al Anexo A de dicho convenio.

En particular, los diferentes países y regiones han emprendido acciones conjuntas o individuales para minimizar los riesgos a la salud humana, animal y al ambiente que genera el uso de los plaguicidas, sobre todo los más peligrosos. A continuación se describen algunos de estos esfuerzos.

### **II.2.3.4 El Plan de acción regional de América del Norte (PARAN) sobre lindano y otros isómeros del hexaclorociclohexano (HCH)**

El 30 de noviembre de 2006, la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) anunció la firma del PARAN, es decir, de la estrategia conjunta de los países socios del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), con el objetivo de “adoptar medidas conjuntas y de cooperación entre los tres países miembro para reducir la exposición

---

<sup>7</sup> Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

humana y del medio ambiente al lindano y otros isómeros del HCH". El PARAN y la CCA surgen a partir del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) entre los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México. Este Acuerdo es paralelo al TLCAN y entró en vigor en 1994.

Según el Artículo 3.2 del PARAN, el plan de acción incluye las consideraciones contenidas en las principales convenciones y protocolos relacionados con la problemática de los plaguicidas:

- El *Programa 21: Plan de acción mundial para el siglo XXI*, adoptado en 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo; en particular, el capítulo 19 sobre el manejo adecuado de sustancias químicas y el enfoque precautorio planteado en el Principio 15 del Programa 21 y adoptado en la Declaración de Río;
- el *Protocolo de Aarhus sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes*, de la Convención sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Grandes Distancias, negociado con el auspicio de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa;
- el *Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo* (PIC, por sus siglas en inglés);
- la *Estrategia de Canadá y Estados Unidos para la Eliminación Virtual de las Sustancias Tóxicas en los Grandes Lagos*;
- el *Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN)*, y
- el *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes*.

En México está permitido el uso de lindano para el tratamiento de semillas de avena, cebada, frijol, maíz, sorgo y trigo, previo a la siembra. Para 2002, los únicos usos agrícolas registrados para el lindano, en los Estados Unidos, eran los correspondientes al tratamiento de semillas de cebada, maíz, avena, centeno, sorgo y trigo. Este registro se halla ahora en proceso de cancelación voluntaria.

En los Estados Unidos y Canadá está prohibido su uso veterinario en el ganado de leche y de carne. A partir del 1 de enero de 2005, el lindano dejó de estar registrado en Canadá para usos agrícolas y veterinarios de control de plagas, sin embargo, su uso está aprobado en el tratamiento de piojos y sarna, incluso sin el requisito de una receta médica para su venta. En México está autorizado el uso del lindano con fines de control ectoparasitario en el ganado (para el combate de garrapatas, pulgas, larvas de la mosca común, etc.)

Además de las acciones regionales conjuntas a desarrollar, los países se comprometieron a llevar a cabo acciones individuales.

Canadá, además de las acciones primarias en lo que respecta al uso farmacéutico del lindano, emprenderá medidas de apoyo en manejo de residuos, investigación científica, difusión y educación. También trabajará conjuntamente con México y los Estados Unidos en iniciativas regionales para reducir drásticamente o eliminar el uso del lindano y otros isómeros del HCH.

En el caso de México, desde antes del 2005 las dependencias gubernamentales ya se encontraban en proceso de revisión de los términos precisos para un plan de acción nacional, así como de las posibles fechas límite para la eliminación gradual del lindano. La siguiente acción ya estaba incorporándose: poner límite a las importaciones de uso farmacéutico del lindano durante 2005. La definición de esta acción se puede definir de la siguiente manera –por la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la Secretaría de Salud y la industria farmacéutica–: dar plazos para llevar a cabo una eliminación gradual. Desde enero de 2005, no se autoriza ninguna importación de lindano para usos agrícolas y veterinarios.

En los Estados Unidos, a fin de reducir aún más la exposición al lindano y a otros isómeros del HCH, y a efecto de cumplir con las metas y objetivos del PARAN, se están emprendiendo acciones al respecto: FDA trabajará de manera proactiva con las compañías farmacéuticas para facilitar el desarrollo de alternativas al lindano en el tratamiento de piojos y sarna; la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) ha recibido solicitudes para la cancelación voluntaria de todos los registros restantes de plaguicidas con contenido de lindano, y planea aprobarlas. La EPA reevaluó también el registro continuo de usos para el tratamiento de semillas y determinó que los usos restantes del lindano en plaguicidas no cumplen con los requisitos para la renovación de su registro. EPA planea, además, aprobar las solicitudes de cancelación voluntaria de los registrohábientes. Una vez concluido el proceso, la agencia propondrá revocar los niveles de tolerancia o límites en vigor para los residuos de lindano en grasa animal.

#### **II.2.3.5 La Ley para la Protección de la Calidad de los Alimentos en los Estados Unidos**

La Ley para la Protección de la Calidad de los Alimentos (FQPA, por sus siglas en inglés) entró en vigor en 1996 con la aprobación unánime de las dos cámaras del congreso estadounidense. Es la ley más integral sobre inocuidad y pesticidas que se haya promulgado en décadas; su finalidad es comprobar que los plaguicidas cumplan con los nuevos estándares de inocuidad y seguridad; la EPA tenía que revisar y reevaluar, en 10 años, los límites máximos de residuos permitidos o tolerancias para todos los pesticidas que se aplicaran en alimentos (<http://www.epa.gov/pesticides/regulating/laws/fqpa/>).

La FQPA establecía un solo estándar basado en consideraciones de salud para los residuos de pesticidas en los alimentos frescos y procesados. Proveía de herramientas para la protección de todos los consumidores, especialmente de los niños (en este caso se consideraba un factor adicional de seguridad) y creaba un ambiente favorable para el desarrollo y adopción de plaguicidas más seguros.

Los criterios para considerar que un compuesto es más seguro o presentaba menos riesgos son: bajo impacto en la salud humana; menor toxicidad para los organismos no sujetos directos de la aplicación (pájaros, peces y plantas), menor potencial para contaminar el agua subterránea; menores tasas de uso; y menor potencial para crear resistencia y compatibilidad con el manejo integrado de plagas (<http://www.epa.gov/pesticides/health/reducing.htm>)

Como consecuencia de estos nuevos estándares, la EPA canceló, en agosto de 1999, el uso del paratión metílico en los alimentos más consumidos por los niños (manzanas, duraznos, peras, uvas, nectarinas, ciruelas, cerezas, zanahorias, ciertos tipos de chícharos y frijoles, y tomates) y restringió la aplicación de otros organofosforados. La EPA también modificó el etiquetado del paratión a fin de mejorar la protección de los trabajadores (<http://www.epa.gov/pesticides/food>).

A fines del año fiscal 2006, la EPA había reevaluado prácticamente las 9 mil 721 tolerancias, y en el proceso de elegibilidad para renovar los registros 4 mil 300 pesticidas fueron suprimidos.

En 2006, la EPA estableció nuevas regulaciones que prohíben la dosificación intencional, con fines de investigación, de pesticidas a niños, mujeres embarazadas y mujeres lactantes (<http://www.epa.gov/oppfead1/guidance/human-test.htm>).

Canadá inició también, en junio de 1999, un proceso de reevaluación de 27 insecticidas organofosforados. A fin de optimizar recursos y avanzar en el proceso de armonización de las normas sobre pesticidas entre los dos países, la Agencia Regulatoria Canadiense para el Manejo de las Plagas (PMRA, por sus siglas en inglés) emprendió un uso extenso de las revisiones que estaba haciendo la EPA norteamericana sobre insecticidas organofosforados e incorporó los nuevos enfoques adoptados por esa agencia, a raíz de la entrada en vigor de la FQPA.

Las Comunidades Europeas dieron comienzo a una reevaluación de los pesticidas en la agricultura con la promulgación de la Directiva 91/414/CEE del consejo, el 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios (Diario oficial de las Comunidades Europeas, 1991).

La Directiva, según el Artículo 1, “tiene por objeto la autorización, comercialización, uso y control dentro de la Comunidad de los productos fitosanitarios”. En el Artículo 3 se especifica que la “Directiva aplica a la autorización para la comercialización de pesticidas que contengan o estén compuestos por organismos genéticamente modificados”.

En el Artículo 5 se establecen las condiciones para la incorporación de un ingrediente, en el Anexo I, de sustancias activas autorizadas, que son muy similares a las utilizadas por la EPA.

Cuando se expidió la Directiva, en 1991, había 850 sustancias autorizadas en los estados miembros. El enfoque adoptado por la Unión Europea exigía que los fabricantes de pesticidas defendieran sus productos frente a la autoridad designada de su país y ante la Autoridad Europea de la Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) Los fabricantes debían probar que los plaguicidas reunían los nuevos estándares de seguridad e inocuidad requeridos. Los productos fueron retirados debido a que sus fabricantes no los defendieron, por diferentes razones.

En 2003 se retiraron del mercado 450 sustancias, que representaron una disminución de más del 50% de las disponibles en el mercado en 1993. La Comisión Europea terminará la revisión a finales de 2008 para concluir así el proceso de armonización de sustancias activas permitidas en los pesticidas en la Unión Europea.

En México, la regulación de los plaguicidas está a cargo de la Comisión Intersecretarial Para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). La comisión se creó en octubre de 1987 y entró en vigor en diciembre de 1988 (Diario Oficial de la Federación, 1987). En el Artículo 3 de su Reglamento Interior se enlistan las materias objeto de la coordinación.

En cumplimiento con el Artículo 16.IV del Reglamento Interior, la CICOPLAFEST publica el Catálogo de Plaguicidas que contiene: los productos registrados y sus usos autorizados y sus características principales, así como las indicaciones para su uso e información sobre los riesgos que estos implican y sobre el tratamiento a seguir en caso de intoxicación. Contiene también la lista de los plaguicidas prohibidos y restringidos.

El catálogo de plaguicidas es un documento oficial elaborado por las secretarías que integran la comisión. Los únicos plaguicidas, cuya importación, comercialización y uso están permitidos en México, son los que han sido registrados por la CICOPLAFEST.

#### **II.2.3.6 El Programa de Estados Unidos sobre Datos de Pesticidas (PDP)**

Es un programa nacional que incluye una base de datos de residuos de pesticidas en alimentos, fue establecido en 1991 y desde entonces es administrado por el USDA, a través del Servicio de Mercadeo Agrícola (AMS, por sus siglas en inglés). El PDP se encarga de la colección, captura y elaboración de reportes sobre la presencia de residuos de pesticidas en los productos agrícolas. El programa concentra sus esfuerzos en proveer los mejores datos sobre residuos de pesticidas en alimentos consumidos por niños, con la finalidad de apoyar la instrumentación de la FQPA y por recomendación de la Academia Nacional de Ciencias (National Academy of Sciences, 1993).

Los resultados de este programa son importantes para el comercio internacional desde el punto de vista de la inocuidad, ya que compara la producción estadounidense contra las importaciones.

En 2005, el PDP analizó 14 mil 749 muestras, de las cuales 10 mil 154 fueron frutas y hortalizas. Se buscaron residuos de insecticidas, herbicidas, fungicidas y reguladores de crecimiento. Del total de muestras, el 14.0% fue de productos importados; por ejemplo, 42.4% de las muestras de calabaza de invierno provenían de México (USDA/AMS, 2006).

En promedio, 73.0 % de las frutas y hortalizas frescas y 61% de las procesadas, resultaron con residuos detectables. Si se excluye el agua para beber y la embotellada, sólo el 0.2% de las 13 mil 621 muestras analizadas, en 2005, excedieron la tolerancia.

El reporte del PDP asienta “que las diferencias en la detección de residuos entre la producción doméstica norteamericana y las importaciones fueron debidas principalmente al uso de los pesticidas en respuesta a las presiones de las plagas basada en las diferentes condiciones ambientales, climáticas y de cultivo”.

En el caso de la calabaza importada de México, las muestras norteamericanas tuvieron mayores porcentajes de detección que las originarias de México.

En septiembre de 2008 el USDA publicó un análisis de las causas de los rechazos por la FDA de alimentos importados a los Estados Unidos en el período 1998-2004. Entre sus principales hallazgos encontró que el grupo de las hortalizas constituyó el 20.6% del total de rechazos; productos de la pesca y mariscos, 20.1%; y frutas, 11.7%. Los patógenos explicaron el 10% del total rechazado y los residuos químicos peligrosos el 16% (Buzby *et al.*, 2008).

El 29% de los rechazos de hortalizas y el 22% en el caso de las frutas se debieron a la presencia de residuos de pesticidas peligrosos, y el 27% de los rechazos en los productos de la pesca obedeció a la contaminación microbiológica.

*Salmonella* y *Listeria* constituyeron las bacterias más importantes como causa de rechazo por patógenos. *Salmonella* con 63% de los rechazos y *Listeria*, con 24.8%.

### **II.2.3.7 Programa de Monitoreo y Control de Residuos Tóxicos y Contaminantes en Alimentos de Origen Animal en México**

Este programa, coordinado por el SENASICA, complementa y amplía el Programa de Control de Residuos tóxicos, Productos y Subproductos de Origen Animal, Procedentes de Unidades de Producción Pecuaria o de Plantas y Establecimientos Tipo Inspección Federal, establecido en 1984.

Con este nuevo programa se llevó a cabo, en 2006, la identificación de residuos tóxicos en carne de bovinos, porcinos, aves, equinos, miel, leche y huevo. Los compuestos rastreados fueron: antibióticos, sulfonamidas, plaguicidas organoclorados y organofosforados, antiparasitarios, promotores de crecimiento, metales pesados, micotoxinas y otros (SAGARPA, 2007). En general, todos los alimentos analizados aparecieron libres de sustancias tóxicas, con excepción de la presencia, en todos ellos, de metales pesados y micotoxinas, aunque con niveles por debajo de la tolerancia. No se detectó presencia de clembuterol o de estradiol 17 $\beta$ .

Los metales que tuvieron mayor presencia en las muestras de alimentos fueron: cadmio, cobre, arsénico, mercurio y plomo, en orden de importancia.

El *cadmio* apareció, en promedio, en casi el 100.0% de las muestras de carne bovina, porcina, aves, equinos, camarón y miel. Le siguió el *cobre*, con una presencia del 100% en las muestras de carne de equino y camarón, y de alrededor de 90% en bovinos, porcinos y aves. La presencia de *arsénico* varió de 25.6% en miel a 71.5% en las muestras de huevo y aves. El mercurio se detectó también en forma variable: en 38.0% de las muestras de miel hasta en 81.2% de las de camarón. El *plomo* fue el metal pesado con menor presencia: tuvo un promedio de 38.0% en miel y hasta 85.0% en camarón. En el 17.0% de las muestras de hígado de res la presencia de cobre estuvo por encima de la tolerancia.

En promedio, los alimentos con mayor presencia de metales fueron: camarón en 85.5% de las muestras; equinos, 76.7%; aves, 75.0%, bovino, 71.4%; y porcinos en 70.6%.

Con respecto a las aflatoxinas, 75% de las muestras de miel exhibió presencia de ellas, mientras que en el huevo se detectaron en 61.5% de las muestras analizadas.

En cuanto a los vegetales, la última reforma a la Ley Federal de Sanidad Vegetal modifica el Artículo 42 y adiciona el Artículo 42 bis, en donde se otorgan facultades a la SAGARPA para que establezca y desarrolle el *Programa Nacional de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en Vegetales* para determinar que los insumos fitosanitarios sean utilizados conforme a lo establecido, en los dictámenes técnicos de efectividad biológica otorgados (Diario Oficial de la Federación, 2007b).

#### *II.2.4 La disputa por el uso de las hormonas sintéticas para la engorda de ganado*

El caso de las hormonas es importante por varias razones; la más destacada se debe a que la utilización de las hormonas, como promotoras del crecimiento en la ganadería, generó uno de los debates más acendrados en el comercio internacional, entre la Unión Europea, Canadá y los Estados Unidos. Fue el primer caso tratado por el nuevo Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (*Acuerdo MSF*) de la OMC e ilustra de manera muy clara las dificultades para resolver problemas cuando existe una gran incertidumbre científica al respecto, combinada con otros intereses. Es también el primer caso de disputa comercial, en torno a una práctica de producción que se sustenta en el principio precautorio, de manera explícita.

Las hormonas son utilizadas para acelerar el crecimiento de los animales y producir canales con menos grasa y colesterol, se usan en varios de los países productores y exportadores de carne de bovino. En los Estados Unidos se utilizan en el 63% de todo el ganado y en 90% del ganado en corrales de engorda. En las explotaciones más grandes se utilizan en el 100% (Hanrahan, 2000). Seis son las sustancias más usadas: el estradiol-17  $\beta$ , la testosterona, progesterona, el acetato de trembolona, el zeranol y el acetato de melengestrol.

El estradiol-17 $\beta$  es una hormona esteroide sexual con efectos estrógenos (responsable de características femeninas); la testosterona es también una hormona esteroide sexual con efectos andrógenos (responsable de características masculinas) y la progesterona, al igual que las dos anteriores, es una hormona esteroide sexual con acción gestágena (responsable del mantenimiento de la gestación).

Las tres primeras sustancias, de las seis nombradas arriba, son naturales o endógenas, se producen durante toda la vida de cada individuo y se necesitan para el funcionamiento fisiológico y la maduración normales. Los niveles hormonales difieren según el tejido, la especie animal, el sexo y el individuo y varían de manera espectacular con la pubertad, la gestación y en caso de castración.

En los Estados Unidos, todas las hormonas endógenas promotoras del crecimiento, son fabricadas como *pellets* para ser colocados detrás de las orejas de los animales; al sacrificar al animal, la oreja se desecha.

FDA (2002) no exige período de retiro entre la aplicación de la hormona y el sacrificio de los animales porque afirma que los consumidores no enfrentan ningún riesgo para su salud al comer carne proveniente de animales tratados con estas hormonas; asienta que las cantidades que se utilizan son insignificantes, comparadas con las presentes en la carne de animales no tratados y con las que son producidas de manera natural por el organismo del consumidor.

Por el contrario, el acetato de trembolona, el zeranol y el acetato de melengestrol son hormonas sintéticas que no se metabolizan de manera tan rápida por los organismos que las reciben, como las naturales; la trembolona imita la acción de la testosterona, el zeranol imita los efectos del estradiol-17  $\beta$ , el melengestrol imita a la progesterona y se adiciona al alimento de los animales. La utilización de estas hormonas en la ganadería está sujeta a reglamentación estricta.

En la quincuagésima segunda reunión del JECFA, celebrada en 1999, se acordó fijar las ingestas diarias aceptables o admisibles (IDA) para las hormonas naturales, enmendando las conclusiones de la reunión 32, de este mismo comité. En esta reunión se señaló que tales sustancias no requerían del establecimiento de ingestas diarias ni límites máximos de residuos (LMR); éstos tampoco fueron especificados en la reunión 52, lo que significa que “los datos disponibles sobre la identidad y concentración de residuos del medicamento veterinario en los tejidos del animal indica un margen amplio de inocuidad para el consumo de residuos cuando la sustancia es utilizada de acuerdo con las buenas prácticas” (FAO/WHO, 1999). El comité concluyó que “la presencia de residuos hormonales en los productos animales no representa un peligro para la salud y por lo tanto no hay necesidad de especificar los límites máximos de residuos”. Sin embargo, para la trembolona y el zeranol se fijaron las IDA y los LMR.

A partir de 1981, la Unión Europea comienza a cuestionar el uso de las hormonas de crecimiento en la engorda de ganado, en especial la *Directiva 81/602 del Consejo de la Unión Europea Relativa a la Prohibición de Ciertas Sustancias con Acción Hormonal y Cualquier Sustancia con Acción tirostática*, basada en el hecho de que los residuos que dejan en la carne pueden ser peligrosos para los consumidores y pueden afectar la calidad de la carne. En el Artículo 2 de la Directiva se establece la obligación, para los Estados miembros, de prohibir, entre otras acciones, la administración al ganado, por cualquier medio, de sustancias con efecto tirostático o compuestos con acción estrogénica y androgénica. La acción para las hormonas cuestionadas fue pospuesta y el consejo aprobó, por unanimidad, una propuesta de la comisión para tomar lo más pronto posible una decisión sobre la administración de estradiol 17/ $\beta$ , progesterona, testosterona, trenbolona y zeranol para la engorda de ganado. En diciembre de 1985 la Comunidad Europea prohíbe el uso de hormonas naturales y sintéticas e impide la importación de animales y carne de animales a los que se les haya suministrado hormonas de crecimiento.

En 1987, los Estados Unidos solicitan, dentro del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio, OTC (OMC, 1980), la formación de un grupo de expertos para analizar la prohibición; sin embargo, no fue posible concretar la solicitud. En 1989, la prohibición sobre el uso de las hormonas en disputa se ejecuta, y Estados Unidos toma represalias comerciales; las diferencias no pudieron ser abordadas por las partes en conflicto en el marco del OTC. Esto ocurrió, recién en 1995, gracias a que entró en vigencia el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, MSF (OMC, 1994).

En 1996, los Estados Unidos solicitan a la Organización Mundial del Comercio (OMC) el establecimiento de un panel para discutir la prohibición europea, arguyendo que las medidas afectaban, de manera negativa, las importaciones de carne y de productos deri-

vados. Los Estados Unidos argumentaron que dichas medidas eran inconsistentes con las obligaciones de la CE dentro del Acuerdo General sobre Tarifas y Comercio de 1994 (GATT, por sus siglas en inglés), con el MSF, con el OTC y con el Acuerdo sobre Agricultura (OMC, 1996).

El 28 de junio de 1996 el Canadá solicitó la celebración de consultas con las Comunidades Europeas, de conformidad con: el Artículo 4 del Entendimiento Relativo a las Normas y Procedimientos por los que se Rige la Solución de Diferencias ("ESD"), el artículo 11 del Acuerdo MSF, el Artículo 14 del Acuerdo OTC, el Artículo 19 del Acuerdo sobre la Agricultura y el artículo XXII del GATT 1994, en relación con la Directiva del Consejo Europeo por la que se prohíbe la utilización de ciertas sustancias de efecto hormonal en el sector animal y otras medidas conexas que "... afectan desfavorablemente a la importación de ganado y carne" (WT/DS48/1). La reclamación canadiense era esencialmente igual en su argumentación a la estadounidense (WT/DS26), que había dado lugar con anterioridad al establecimiento de un Grupo Especial. Como terceros demandantes aparecieron Australia, Nueva Zelanda, Noruega y los Estados Unidos. Ante la insistencia del Canadá, el Órgano de Solución de Diferencias (OSD) de la OMC instaló, el 4 de noviembre de 1996, un nuevo Grupo Especial para analizar la demanda canadiense (Hoffman y Vander-cammen, 2004).

El grupo que revisó ambas demandas circuló sus reportes el 18 de agosto de 1997. El panel que analizó el caso norteamericano y el que revisó el canadiense alcanzaron las mismas conclusiones. El panel afirma que las Comunidades Europeas, al mantener medidas sanitarias que no se basan en una evaluación del riesgo, han actuado de forma incompatible con las prescripciones del Párrafo 1 del Artículo 5 del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias<sup>8</sup> y que han actuado de forma incompatible con las prescripciones del Párrafo 5 del Artículo 5 del mismo acuerdo.<sup>9</sup> El panel concluyó también que las Comunidades Europeas, al mantener medidas sanitarias que no están basadas en normas internacionales existentes sin que ello esté justificado al amparo del Párrafo 3 del Artículo 3 del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias,<sup>10</sup> han actuado de forma incompatible con las prescripciones del Párrafo 1 del Artículo 3 de dicho Acuerdo.

---

<sup>8</sup> Párrafo 1 Artículo 5: Los Miembros se asegurarán de que sus medidas sanitarias o fitosanitarias se basen en una evaluación, adecuada a las circunstancias, de los riesgos existentes para la vida y la salud de las personas y de los animales o para la preservación de los vegetales, teniendo en cuenta las técnicas de evaluación del riesgo elaboradas por las organizaciones internacionales competentes.

<sup>9</sup> Párrafo 5 Artículo 5: Con objeto de lograr coherencia en la aplicación del concepto de nivel adecuado de protección sanitaria o fitosanitaria contra los riesgos tanto para la vida y la salud de las personas como para las de los animales o la preservación de los vegetales, cada Miembro evitará distinciones arbitrarias o injustificables en los niveles que considere adecuados en diferentes situaciones, si tales distinciones tienen por resultado una discriminación o una restricción encubierta del comercio internacional. Los Miembros colaborarán en el Comité, de conformidad con los párrafos 1, 2 y 3 del artículo 12, para elaborar directrices que fomenten la aplicación práctica de la presente disposición. Al elaborar esas directrices el Comité tendrá en cuenta todos los factores pertinentes, con inclusión del carácter excepcional de los riesgos para la salud humana a los que las personas se exponen por su propia voluntad.

<sup>10</sup> Párrafo 3 Artículo 3: Los Miembros podrán establecer o mantener medidas sanitarias o fitosanitarias que representen un nivel de protección sanitaria o fitosanitaria más elevado que el que se lograría mediante medidas basadas en las normas, directrices o recomendaciones internacionales pertinentes, si existe una justificación científica o si ello es consecuencia del nivel de protección sanitaria o fitosanitaria que el Miembro de que se trate determine adecuado de conformidad con las dis-

Finalmente, el panel recomendó que el Órgano de Solución de Diferencias pida a las Comunidades Europeas que pongan sus medidas en conformidad con las obligaciones que les impone el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (OMC, 1997 a, b).

Las Comunidades Europeas, los Estados Unidos y Canadá apelaron algunos aspectos legales de interpretación de contenidos en los reportes del panel. El Parlamento Europeo (1997) reaccionó de manera enérgica ante el Reporte del Grupo Especial y explicitó algunas de las causas de las diferencias que impiden un acuerdo con respecto al uso de las hormonas en la engorda de ganado. El parlamento consideró inaceptable el informe preliminar arguyendo que en materia de salud humana y animal, el principio de precaución debe prevalecer sobre cualquier otra consideración. En especial, el parlamento critica de manera severa a la CCA:

recusa la utilización de las normas del Codex Alimentarius como criterios únicos de referencia para el arbitraje en el seno de la OMC, teniendo en cuenta, en particular, que los mismos ya están superados científicamente, así como el carácter no democrático y opaco de las normas de procedimiento de dicho Codex; destaca que los argumentos científicos que resultaron decisivos en el marco del grupo especial se basan en su mayor parte en datos presentados por las propias industrias.

En consecuencia, el Parlamento exige que se mantenga la prohibición de utilizar hormonas, así como la de importar carne tratada con hormonas.

Durante la configuración del reporte, las Comunidades Europeas habían alegado que las normas del Codex para las cinco hormonas se adoptaron por una mayoría de sólo 33 votos a favor, 29 votos en contra y 7 abstenciones (es decir, la minoría de los participantes), lo que resulta un voto muy exiguo a favor de la adopción de las normas. Enfatizaron que este margen tan pequeño de votos favorables mostraba de manera clara que el asunto de las hormonas ha sido, y continúa siendo, muy controvertido, desde el punto de vista científico y desde el punto de vista de las políticas regulatorias. Señalaron también que la manera en que se decidió no fue la usual; a propuesta de los Estados Unidos se votó de manera secreta, a pesar de ser contrario a lo habitual y establecido en el Codex: hacerlo por consenso cuando se trataba de límites máximos de residuos (OMC, 1997 b).

El 16 de enero de 1998, el Órgano de Apelación emitió su reporte (OMC, 1998) y el 13 de febrero, de ese mismo año, los Reportes de los Grupos Especiales y del Órgano de Apelaciones sobre la prohibición europea de las hormonas fueron adoptados por el Órgano de Solución de Diferencias de la OMC.

El Órgano de Apelación desechó la resolución general de interpretación formulada por el Grupo Especial en el sentido de que el *Acuerdo MSF* atribuye la carga de la prueba al Miembro que impone una medida sanitaria o fitosanitaria, y también revoca la conclu-

---

posiciones pertinentes de los párrafos 1 a 8 del Artículo 5. Ello, no obstante, las medidas que representen un nivel de protección sanitaria o fitosanitaria diferente del que se lograría mediante medidas basadas en normas, directrices o recomendaciones internacionales no habrán de ser incompatibles con ninguna otra disposición del presente Acuerdo.

sión del Grupo Especial de que cuando un Miembro impone una medida que no esté basada en normas internacionales, de conformidad con el Párrafo 1 del Artículo 3, corresponde a ese Miembro la carga de demostrar que esa medida sanitaria o fitosanitaria es compatible con el Párrafo 3 del Artículo 3 del *Acuerdo MSF* y confirmó las conclusiones del Grupo Especial de que el principio de cautela no puede prevalecer sobre el texto explícito de los Párrafos 1 y 2<sup>11</sup> del Artículo 5, y que dicho principio ha sido incorporado al Párrafo 7 del Artículo 5 del *Acuerdo MSF*,<sup>12</sup> entre otras disposiciones.

Las Comunidades Europeas manifestaron que implementarían estos acuerdos lo más pronto posible. Mientras tanto, continuaron revisando la información científica disponible sobre los posibles riesgos para la salud humana de los residuos hormonales en la carne. De esta manera hicieron frente a las observaciones de la OMC, en especial las del Órgano de Apelación, en el sentido de que el material científico usado por la UE fue muy general, y en particular no evaluaba los riesgos potenciales que provendrían del consumo de carne con residuos de las hormonas en debate.

En 1999 el Comité Científico de las Medidas Veterinarias, relacionadas con la Salud Pública concluyó que: el estradiol-17  $\beta$  debería ser considerado carcinógeno y que los datos actualmente disponibles no permiten hacer una estimación cuantitativa del riesgo. Para las otras cinco hormonas, determinó que la información disponible a la fecha no permitía, tampoco, llevar a cabo una evaluación cuantitativa del riesgo para los consumidores.

La Comisión Europea, tomando como base lo anterior, propuso la modificación de la Directiva 96/22/EC, relativa a la prohibición del uso de ciertas sustancias con acción hormonal. La nueva Directiva 2003/74/EC entró en vigor el 14 de octubre de 2003 e incluyó la siguiente lista de sustancias prohibidas para ser administradas en animales de explotación y en animales de acuicultura por cualquier medio: Lista A: tireostáticos, estilbenos, derivados de los estilbenos, sus sales y ésteres; Lista B: estradiol-17  $\beta$  o sus derivados de tipo éster, y  $\beta$ - agonistas; lista de sustancias prohibidas con carácter provisional: Sustancias que tengan un efecto estrogénico (salvo el -estradiol-17  $\beta$  y sus derivados de tipo éster), androgénico o gestágeno.

Una vez que esta directiva entró en efecto, la UE solicitó a la OMC que confirme la falta de razones para que los Estados Unidos y Canadá sigan aplicando sanciones a los países europeos que les exportan, ya que la nueva prohibición sobre el uso de las hormonas está basada en una evaluación científica e independiente, conducida durante 1999-2002 y, por lo tanto, las sanciones norteamericanas y canadienses son ilegales.

---

<sup>11</sup> Párrafos 1 y 2 Artículo 5: Al evaluar los riesgos, los Miembros tendrán en cuenta: los testimonios científicos existentes; los procesos y métodos de producción pertinentes; los métodos pertinentes de inspección, muestreo y prueba; la prevalencia de enfermedades o plagas concretas; la existencia de zonas libres de plagas o enfermedades; las condiciones ecológicas y ambientales pertinentes; y los regímenes de cuarentena y otros.

<sup>12</sup> Párrafo 7 Artículo 5: Cuando los testimonios científicos pertinentes sean insuficientes, un Miembro podrá adoptar provisionalmente medidas sanitarias o fitosanitarias sobre la base de la información pertinente de que disponga, con inclusión de la procedente de las organizaciones internacionales competentes y de las medidas sanitarias o fitosanitarias que apliquen otras partes contratantes. En tales circunstancias, los Miembros tratarán de obtener la información adicional necesaria para una evaluación más objetiva del riesgo y revisarán en consecuencia la medida sanitaria o fitosanitaria en un plazo razonable.

Las sanciones consisten en un incremento de las tarifas, de una lista seleccionada de productos europeos que ingresan a los Estados Unidos y Canadá. En el primer caso, la sanción asciende a 116.8 millones de dólares y en el caso canadiense, a 11.3 millones de dólares de Canadá.

### *II.2.5 Otros peligros químicos*

#### **II.2.5.1 Nitratos**

El contenido de nitratos y metales pesados en las hortalizas y frutas se ha convertido en una preocupación creciente de salud pública. Las Comunidades Europeas publicaron, en 2001, un reglamento para fijar los contenidos máximos de nitratos, aflatoxinas y metales pesados, entre otros, en hortalizas y frutas (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2001).

En los Considerandos del Reglamento se asienta que las hortalizas son la principal fuente de ingesta humana de nitratos; éstos pueden convertirse en nitritos y nitrosaminas y afectar de manera negativa la salud humana. Entonces se exhortó a los productores a adoptar buenas prácticas agrícolas, para garantizar que los contenidos de nitratos se mantengan en el nivel más bajo que sea razonablemente posible o alcanzable.

En particular, se fijaron límites máximos de nitratos para las espinacas frescas, en conserva o refrigeradas, y para la lechuga fresca, cultivada al aire libre o bajo invernadero. En el caso del plomo y el cadmio, el Reglamento estableció límites máximos de contenido en hortalizas, frutas y frutillas.

En 2006 la Comisión Europea requirió a EFSA/ CONTAM (Question No EFSA-Q-2006-071) una evaluación actualizada que le sirviera en el diseño de una estrategia para manejar cualquier riesgo a la salud humana por la exposición a los nitratos resultado del consumo de hortalizas. En respuesta a la solicitud sobre datos del contenido de nitratos en hortalizas, EFSA recibió casi 42,000 resultados analíticos de 20 países miembros y de Noruega. Después de revisar estos datos, el panel del CONTAM no encontró motivos para cambiar los límites de la ingesta diaria aceptable establecidos por el Comité Científico de Alimentos y confirmados en 2002 por el Comité Conjunto FAO/OMS de Expertos en Aditivos de los Alimentos.

Los límites máximos que habían sido establecidos fueron de 3.7 mg por kilogramo de peso corporal en el caso de los nitratos, equivalentes a una ingesta de 222 mg por día para un adulto de 60 kg de peso; y de 0.07 mg/kg de peso corporal en el caso de los nitritos (The EFSA Journal, 2008c).

Un problema de contaminación química en alimentos que ha atraído recientemente la atención de la FAO es la presencia de arsénico en el arroz en 12 países de Asia, especialmente en Bangladesh. Los acuíferos subterráneos de donde se extrae el agua para riego contienen grandes cantidades de arsénico y suponen un elevado riesgo para la inocuidad de los alimentos. La FAO y la Universidad de Cornell de los Estados Unidos están proponiendo, como solución, la siembra de arroz en lechos elevados del suelo unos 15 cm, en lugar de las parcelas tradicionales inundadas (FAO, 2007c).

### II.2.5.2 Alergénicos

Son peligrosas proteínas presentes, de manera natural, en diversos alimentos vegetales y animales. En personas sensibles, la ingestión de estos alimentos estimula el sistema inmunológico desencadenando reacciones excesivas y patológicas.

Desde hace tiempo los alergénicos han venido ganando importancia mundial como problemas de salud.

En los Estados Unidos, el 2 de agosto de 2004 el presidente George W. Bush firmó la nueva ley (*Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act*) sobre etiquetado de los alergénicos presentes en los alimentos. La ley entró en vigor el 1 de enero de 2006 y requiere que todos los fabricantes de alimentos manifiesten en la etiqueta si el producto contiene cualquiera de los ocho grandes alérgenos responsables del 90% de las reacciones: leche, huevos, cacahuates, nueces, pescados, crustáceos (jaibas, langostas), trigo y soya (FDA/CFSAN, 2004). Asimismo, la ley mandata a la FDA emitir directrices finales que permitan a los fabricantes de alimentos etiquetar sus productos como “libres de gluten” antes de 2008. El gluten es una proteína presente principalmente en el trigo, el centeno y la cebada.

Como antecedente para la firma de esta ley se mencionó que alrededor del 2% de los adultos y el 5% de los niños norteamericanos sufren reacciones alérgicas. Como antecedente también se asentó que las reacciones alérgicas causadas por los cacahuates pueden ser mortales; cada año, 150 personas mueren en los Estados Unidos por la ingestión de alimentos que contienen alergénicos. En la actualidad no hay cura para las alergias, sólo contamos con la prevención; las personas susceptibles deben evitar los alimentos que contienen alérgenos.

En 2003 se promulgó en Europa la nueva Directiva-2003/89/EC, que requiere de los fabricantes de alimentos enlistar en las etiquetas de los alimentos, a partir de noviembre de 2005, la presencia de 12 alergénicos potenciales:

1. Cereales con gluten y sus productos: trigo, espelta (*Triticum aestivum* var. *spelta*), kamut (*Triticum polonicum*), cebada, centeno, y avena.
2. Crustáceos y sus productos.
3. Huevos y sus productos.
4. Pescado y sus productos.
5. Cacahuates y sus productos.
6. Soya y sus productos.
7. Leche y productos lácteos (incluso lactosa).
8. Nueces y sus productos.
9. Apio y sus productos.
10. Mostaza y sus productos.
11. Ajonjolí y sus productos.

## 12. Dióxido de azufre y sulfitos en concentraciones de más de 10 mg/kg o 10 mg/litro.

Como resultado del creciente número de retiros por alérgenos no declarados en los alimentos preempacados, Canadá ha modificado la política establecida en 1994, relativa a los avisos de precaución en las etiquetas de los alimentos. La Agencia Canadiense para la Inspección de los Alimentos (CFIA, por sus siglas en inglés) y la Agencia Canadiense para la Salud (Health Canada) han hecho recomendaciones para modificar dichos avisos; en lugar de que digan “*este alimento puede contener trazas del alérgeno X*” se sugiere establezcan “*este alimento puede contener el alérgeno X*” o “*este alimento no es adecuado para el consumo por personas con alergia a X*”.

A pesar de que este etiquetado es voluntario en Canadá, la ley se aplica cuando los alérgenos no estén claramente identificados en los alimentos preempacados y representen un riesgo para la salud de los consumidores. Los avisos de precaución deben ser usados por los fabricantes domésticos e importadores cuando, a pesar de haber tomado todas las precauciones, la presencia de alérgenos es inevitable. Estos avisos no deben ser utilizados en lugar de las buenas prácticas de manufactura y de los requisitos legales. Cuando los alérgenos sean añadidos directa o indirectamente a los alimentos, deben ser declarados de manera precisa en la lista de ingredientes y no necesitan del aviso precautorio. El retiro de alimentos en Canadá durante 2007, debido a la presencia de alérgenos no declarados representó el 48% del total de retiros en ese año (<http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/invenq/inform/20070925e.shtml>).

Desde 1993 se ha venido discutiendo en el Comité del Codex sobre Etiquetado de Alimentos una lista de sustancias que provocan alergias y que siempre debieran estar manifestadas en los alimentos que las contengan. La lista final de estos alérgenos fue aceptada en 1998 (FAO/WHO, 1998).

El índice de retiros por la presencia de alergénicos no declarados en los Estados Unidos representó en 2007 el mayor porcentaje del total de retiros, 44.7 (figura 1). Entre las principales causas están la presencia, no declarada, de leche, nueces, anchoas, soya, huevo, cacahuates, trigo y sulfitos.

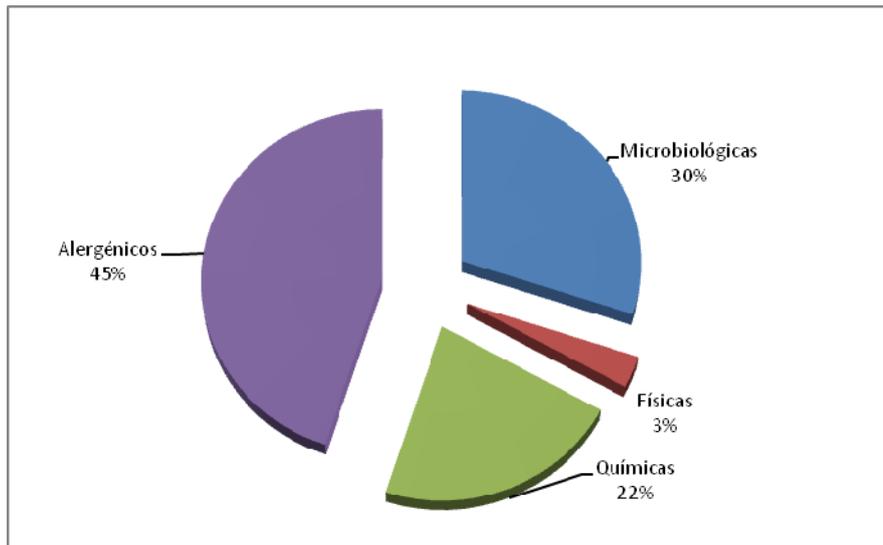
## II. 3 Peligros físicos

Estos peligros se refieren a la presencia indeseable, en los alimentos, de artículos o pedazos de vidrio, metal, plástico, piedras, hueso y madera, entre otros, que pueden causar daño físico al ser ingeridos junto con los alimentos. Estos contaminantes se generan a partir del uso indebido de objetos personales (anillos, aretes, pulseras, etc.), desprendimientos de la maquinaria y materiales diversos, utilizados durante la recolección y empaque del producto (tuercas, tornillos, grapas). Las causas también pueden ser el mal manejo del alimento cuando se prepara para el empaque (restos de huesos, piedras, o materia vegetal). Los retiros de alimentos o alertas por este motivo fueron mínimos en los Estados Unidos en 2007, 3.3% (figura 1), y estuvieron referidos a la presencia de pedazos de metal, vidrio y plástico, principalmente.

## II.4 Importancia relativa de los peligros

En la Figura 1 se muestra la distribución porcentual de las causas de los retiros de alimentos en los Estados Unidos durante 2007, en el ámbito de FDA.<sup>13</sup> De aproximadamente 304 retiros de alimentos y alertas en este ámbito, el 30.3% se debió a causas microbiológicas, que ocuparon el segundo lugar en retiros. Entre las bacterias patógenas al hombre, causantes de las alertas y retiros, se encuentran: *Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*, y *Clostridium*.

**Figura 1. Estados Unidos: causas de retiro de alimentos por FDA durante 2007**



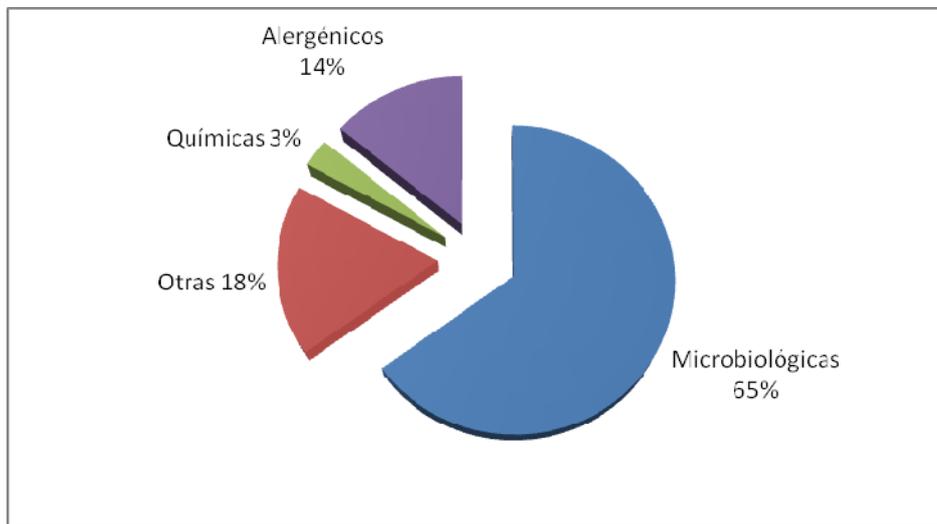
Fuente: Elaboración propia con datos de FDA (2007).

En el caso de los alimentos, competencia del USDA,<sup>14</sup> en el año 2007 se llevaron a cabo 57 retiros, de los cuales 37 fueron por causas microbiológicas y ocho debidos a presencia de alérgenos no declarados. Las causas microbiológicas del retiro estuvieron asociadas principalmente a la presencia de *Escherichia coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes* (Figura 2).

<sup>13</sup> Alimentos regulados por FDA: alimentos y aditivos de alimentos para humanos y animales, fórmulas para bebé, complementos e ingredientes dietéticos, alimentos para mascotas, bebidas, frutas y hortalizas, pescados y mariscos, productos lácteos y huevo, productos agrícolas crudos para uso como alimentos o componentes de alimentos, alimentos enlatados, animales vivos para consumo, productos de repostería, botanas y dulces.

<sup>14</sup> El USDA es responsable de la inocuidad de los productos derivados de la carne de res y de pollo, y del huevo.

**Figura 2. Estados Unidos: causas de retiro de alimentos por USDA durante 2007**



Fuente: Elaboración propia con datos de FDA (2007).

En 2008, en el caso de los Estados Unidos se agrega una nueva causa de retiros: la presencia de material de riesgo especificado (MRE). Al mes de julio, USDA/FSIS habían retirado del mercado aproximadamente 185 toneladas de cabezas de res, tanto frescas como congeladas, a las que no se les habían removido totalmente las amígdalas. Según las regulaciones del FSIS, estos órganos se incluyen como MRE y están prohibidos en el consumo a fin de minimizar la exposición potencial humana al agente infeccioso de la encefalitis espongiforme bovina (“vacas locas”).

Estas contaminaciones muestran que no sólo es costoso minimizar riesgos instalando sistemas de calidad, sino que también lo es, no hacerlo. En algunos de estos episodios se retiraron hasta 119 toneladas de alimentos riesgosos, implicando costos para el gobierno, fabricantes y, en ocasiones, costos difíciles de estimar ya que se relacionan con la pérdida de confianza del consumidor en los productos, amén de los costos asociados a las enfermedades contraídas o la muerte de personas.

En Canadá, de 39 retiros y alertas, ocurridos entre el 1 de marzo y el 17 de mayo de 2007, los alérgicos representaron 66.7% del total, seguidos de los retiros por causas microbiológicas, 23.0% (CFIA, 2007).

La Agencia Canadiense de la Salud Pública estima que en ese país ocurren al año entre 11 y 13 millones de casos de enfermedades relacionadas con alimentos contaminados. Muchos de estos casos pudieron haber sido evitados con un manejo y preparación adecuados (Health Canada, 2007).

## Bibliografía

- Arizona State University. 2007. *2007 U.S. Fruit & Vegetable Outlook*. National Food and Agricultural Policy Project Morrison School of Management and Agribusiness. <http://nfapp.poly.asu.edu/>
- Buzby, J.C.; L.J. Unnevehr; y D. Roberts. 2008. *Food Safety and Imports: An Analysis of FDA Food-Related Import Refusal Reports*, EIB-39, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Septiembre.
- CAC (Comisión del Codex Alimentarius). 2007. Report of the 1<sup>st</sup> Session of the Codex *ad hoc* Intergovernmental Task Force on Antimicrobial Resistance. Alinorm 08/31/42.
- CCFAC (Codex Committee on Food Additives and Contaminants). 2000. Informe de la 32<sup>a</sup> reunión del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (ALINORM 01/12).
- CFIA (Canadian Food Inspection Agency). 2007. <http://www.inspection.gc.ca/english/corpaffr/reocarapp/>
- Department of Commerce. 2007. *Trade Statistic Express*. <http://tse.export.gov/>
- Diario Oficial de la Federación. 1987. Reglamento Interior de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. 27 de octubre.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-015-2002, Especificaciones técnicas para el control del uso de beta – agonistas en los animales. 1 de marzo.
- Diario Oficial de la Federación. 2007a. Ley Federal de Sanidad Animal. 25 de julio, Segunda sección.
- Diario Oficial de la Federación. 2007b. Ley Federal de Sanidad Vegetal. 26 de julio.
- Diario Oficial de la Unión Europea. 2003. Recomendación de la Comisión relativa a la prevención y la reducción de la contaminación por patulina del zumo de manzana y los ingredientes de zumo de manzana en otras bebidas. 12 de agosto.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 2001. Reglamento (CE) No. 466/2001 de la Comisión por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. 8 de marzo.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 2006. Decisión (2006/504/CE) de la Comisión, de 12 de julio de 2006, sobre las condiciones especiales a que están sujetos determinados productos alimenticios importados de determinados terceros países debido a los riesgos de contaminación de estos productos con aflatoxinas. 21 de julio.
- Dutcher, M. 2007. Status of the state and federal cooperative bovine tuberculosis (tb) eradication. Program fiscal year 2006. USAHA. 2007. *Proceedings One Hundred and Tenth Annual Meeting of the United States Animal Health Association*. Minneapolis, Minnesota.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2006. Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards and of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on *Review of*

- the Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Antimicrobial Resistance in the European Union in 2004*, The EFSA Journal (2006) 403, 1-62.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2007a. *Quantitative microbiological risk assessment on Salmonella in slaughter and breeder pigs*. Call for proposals CFP/EFSA/BIOHAZ/2007/01 and guide for applicants.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2007b. Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in broiler flocks of *Gallus gallus*, Part A, *The EFSA Journal* (2007) 98, 1-85.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2007c. Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*, *The EFSA Journal* (2007) 97.
- EPA (Environment Protection Agency). 2004. Pesticides Industry Sales and Usage. 2000 and 2001 Market Estimates. Washington, DC.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2003. Manual sobre la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC/HACCP) en la prevención y control de micotoxinas. Estudio 73. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2004a. Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2004b. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico. Manual para multiplicadores. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2007c. Medidas correctivas del arsénico para la sostenibilidad de la agricultura, la seguridad alimentaria y la salud en Bangladesh.
- FAO (Food and Agriculture Organization)/OIC (Organización Internacional del Café/FCPB (Fondo Común de Productos Básicos). 2006. *Directrices para prevenir la formación de moho en el café*. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization)/OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. *Food safety risk analysis. A guide for national food safety authorities*. Food and Nutrition Paper 87. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization)/PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2005. Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. [www.pic.int](http://www.pic.int).
- FAO (Food and Agriculture Organization)/OMS (Organización Mundial de la Salud). 2004. *Enterobacter sakasaki* y otros microorganismos en los preparados en polvo para lactantes. Roma.
- FAO (Food and Agriculture Organization)/WHO (World Health Organization). 1999. *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Fifty-second meeting. Summary and Conclusions*. 2-11 February 1999. Roma.

- FAO (Food and Agriculture Organization)/WHO (World Health Organization). 1998. *Report of the Twenty-Sixth Session of the Codex Committee on Food Labelling*. Codex Alimentarius Commission. ALINORM 99/22. Ottawa, Canada.
- FDA (Food and Drug Administration)/CDHS (California Department of Health Services). 2007. *Investigation of an Escherichia coli 0157:H7 Outbreak Associated with Dole Pre-Packed Spinach*. 21 de marzo.
- FDA (Food and Drug Administration)/CFSSAN (Center for Food Safety and Applied Nutrition). 2004. *Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004*. (Title II of Public Law 108-282). 2 de agosto de 2004.
- FDA (Food and Drug Administration). 2002. *The Use of Steroids Hormones for Growth promotion in Food-Producing Animals*. Information for Consumers. Center for Veterinary Medicine.
- FDA (Food and Drug Administration)/CFSSAN (Center for Food Safety and Applied Nutrition). 1998. *Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook*. The “Bad Bug Book”. Washington, DC.
- Federal Register*. 2004. Vol. 69, No. 41 / Tuesday, March 2, 2004 / Rules and Regulations, Docket No. 00-112-2.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2000. *La iniciativa de inocuidad alimentaria. Contenido e Implicaciones para los Productores Mexicanos*. Boletín Informativo, núm 314, vol. XXXII. Abril. México.
- Fossler, C.P.; S.J. Wells; J.B. Kaneene; P.L. Ruegg. 2005. Herd-level factors associated with isolation of Salmonella in a multi-state study of conventional and organic dairy farms: II. Salmonella shedding in calves. *Preventive Veterinary Medicine*, volumen 70, números 3-4, 12, páginas 279-291.
- Freedonia Group. 2006a. *Food Safety Products*. US Industry Study with Forecasts to 2010 y 2015. Cleveland, OH.
- Freedonia Group. 2006b. *World Pesticides to 2009*. 2005. Reporte. Global Information, Inc. Cleveland, OH.
- Frenzen *et al.* 1999. *Salmonella* Costs Estimate Update using FoodNet Data. *Food Review*. Vol. 22, Issue 2. Mayo-agosto.
- González, H. y M. Calleja. 1998. *La exportación de frutas y hortalizas a Estados Unidos de Norteamérica*. Guía para productores. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- Gutiérrez, R. J. 2007. Current Status of the Bovine Tuberculosis Eradication program in Mexico. USAHA, 2007. *Proceedings One Hundred and Tenth Annual Meeting of the United States Animal Health Association*. Minneapolis, Minnesota.
- Hanrahan, C.E. 2000. *The European Union's ban on Hormone-Treated Meat*. Congressional Report Services (CRS) Report for Congress RS20142. Washington, DC.
- Health Canada*. 2007. web: [www.hc-sc.gc.ca](http://www.hc-sc.gc.ca)

- Hoffman, M.K. and G.V. Vandercammen. 2004. USDA/FAS. GAIN Report E24014. European Union Trade Policy Monitoring. *EU Discussion Paper on Veterinary Drugs and Maximum Residue Limits*.
- Huston, C. L., T.E. Wittum, B. C. Love, DVM, J. E. Keen. 2002. Prevalence of fecal shedding of Salmonella spp in dairy herds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1 de marzo, volumen 220, páginas 645-649.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1999. Inocuidad de los Alimentos en el Comercio Agropecuario Internacional. *Memorias del seminario "Inocuidad de Alimentos en el Comercio Agropecuario Internacional"*. Ciudad de México, 29-30 de septiembre.
- Johnson, B.G. 2007. Status Report of the U.S.-Mexico Bi-National Tuberculosis y Brucellosis Eradication Committee. USAHA. 2007. *Proceedings One Hundred and Tenth Annual Meeting of the United States Animal Health Association*. Minneapolis, Minnesota.
- Käfersten, F. K. 2003. Food Safety as a Public Health Issue for Developing Countries, en L. J. Unnevehr, *Food Safety in Food Security and Food Trade*. International Food Policy Research Institute. Washington, DC.
- Keller, J.J. and Associates, Inc. 1998. Employee's Guide to Food Safety. USA.
- Khaita, M.L.; R.B. Kegode; M.L.Bauer; P.S. Gibbs; G.P. Lardy; and D.K. Doetkott. 2007. Longitudinal Study of Salmonella Shedding and Antimicrobial Resistance Patterns in North Dakota Feedlot Cattle. *Journal of Food Protection*, Volumen 70, número 2, febrero, páginas 476-481(6).
- Kiely, T.; D. Donaldson y A. Grube. 2004. Pesticides Industry Sales and Usage 2000 y 2001 Market Estimates. Biological and Economic Analysis Division Office of Pesticide Programs Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Washington DC. Mayo.
- Knutson, R.D. and R. Ochoa. 2007. Status of agrifood regulatory coordination under the North American Free Trade Agreement. Studies and Perspectives. ECLAC, Washington.
- López, L.E. 2006. *La comercialización de la carne de bovino en el mercado internacional*. Presentación Power Point. DICEA/Universidad Autónoma Chapingo. 10 de febrero.
- Majerus, P. y K. Kaap. 2002. *Assessment of Dietary Intake of Patulin by the Population of EU Members States*. Reports on tasks for scientific cooperation. Directorate-General Health and Consumer Protection. Unión Europea.
- Méndez, G-H. 2000. *Manual de apoyo para entender e implementar el sistema HACCP*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
- Michigan State University (MSU). 2000. "Understanding Food Pathogens. A General Overview and Methods of Detection". An International Short Course in Food Safety. East Lansing, MI. Fotocopia.
- Murano, E. 1998. *Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control*. Centro de Seguridad de Alimentos. Universidad de Texas A&M. Fotocopia.

- NAAMIC (North American Agrifood Market Integration Consortium). 2006. Second Annual North American Agrifood Market Integration Workshop. Agrifood Regulatory and Policy Integration Under Stress. Texas A&M University, University of Guelph, and Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-México.
- National Academy of Sciences. 1993. *Pesticides in the Diets of Infants and Children*. <http://www.nap.edu>
- Oil-Dri Corporation of America. 2007. [www.oildri.com](http://www.oildri.com)
- Olaiz-Fernández, G. Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Avila M, Sepúlveda-Amor J. 2006. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006*. Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud.
- OMC (Organización Mundial del Comercio). 1997a. WT/DS48/R/CAN. Comunidades Europeas - *Medidas que afectan a la carne y los productos cárnicos (hormonas), Reclamación del Canadá*. Informe del Grupo Especial. 18 de agosto.
- OMC (Organización Mundial del Comercio). 1997b. WT/DS26/R/USA. Comunidades Europeas - *Medidas que afectan a la carne y los productos cárnicos (hormonas), Reclamación de los Estados Unidos*. Informe del Grupo Especial. 18 de agosto.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2007a. *Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos*. Departamento de Inocuidad de los Alimentos, Zoonosis y Enfermedades de Transmisión Alimentaria. Ginebra.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2007b. Foro Internacional de Alto Nivel sobre Inocuidad de los Alimentos “Mejora de la inocuidad de los alimentos en una comunidad mundial”. Beijing (República Popular de China), 26-27 de noviembre.
- Orloski, K. 2007. TB Surveillance in U.S. Livestock FY 2006. USAHA. 2007. *Proceedings One Hundred and Tenth Annual Meeting of the United States Animal Health Association*. Minneapolis, Minnesota.
- Otsuki, T., J. S. Wilson, y M. Sewadeh. 2001. *A Race to the Top? A Case Study of Food Safety Standards and African Exports*. Development Research Group (DECRG), World Bank. Washington, DC.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1992. *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/riodeclaration.htm>
- Robledo M. de L.; S. Marín; A. J. Ramos. 2001. Contaminación natural con micotoxinas en maíz forrajero y granos de café verde en el estado de Nayarit (México). *Rev Iberoam Micol* 2001; 18: 141-144.
- Rosiles M.R. y O.J.A. Bautista. 2006. “Concentración de aflatoxinas M1 y B1 en alimento y leche de vacas que reciben alimento fresco y henificado”. Bovinotecnia. *Boletín técnico virtual*, volumen 8, año 3, junio. FMVZ/UNAM.
- SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 2000. *Norma Oficial Mexicana NOM-061- ZOO-1999. Especificaciones zoonitarias de los productos alimenticios para consumo animal*. Diario Oficial de la Federación, miércoles 11 de octubre de 2000 (Primera Sección).

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)/SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2002. *Lineamientos para la Implementación voluntaria de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manejo en los procesos de producción y empaque de frutas y hortalizas para consumo humano en fresco*.  
[http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mx/portal/htmlinocuidad\\_agroalimentaria/inocuidad\\_agricola/lineamientos\\_BPA\\_BPM\\_frutas\\_hortalizas\\_230206.pdf](http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mx/portal/htmlinocuidad_agroalimentaria/inocuidad_agricola/lineamientos_BPA_BPM_frutas_hortalizas_230206.pdf)
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)/SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2007. *Programa Mexicano de Monitoreo y Control de Residuos Tóxicos y Contaminantes en Alimentos de Origen Animal 2007 y Resultados del 2006*. Marzo.
- Secretaría de Salud. 2006. *Macroeconomía y Salud. Invertir en salud para el desarrollo económico*. Comisión Mexicana sobre Macroeconomía y Salud. Fondo de Cultura Económica. México.
- Statistics Canada. 2007. Canada's National Statistical Agency.  
[http://www41.statcan.ca/0920/ceb0920\\_001\\_e.htm](http://www41.statcan.ca/0920/ceb0920_001_e.htm)
- The EFSA Journal (2006) 365, 1 - 56 [www.efsa.eu.int](http://www.efsa.eu.int) Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the Commission Related to Ochratoxin in Food, Question N° EFSA-Q-2005-154, adoptado el 4 de abril de 2006.
- The EFSA Journal (2007) 446, 1 – 127 [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu) Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a Request from the Commission Related to the Potential Increase of Consumer Health Risk by a Possible Increase of the Existing Maximum Levels for Aflatoxins in Almonds, Hazelnuts and Pistachios and Derived Products. Question N° EFSA-Q-2006-174, Adoptada el 25 de enero de 2007.
- The EFSA Journal (2008a) 134, 1-91 report of the Task Force on Zoonoses data collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in turkey flocks, in the EU, 2006-2007.
- The EFSA Journal 2008b. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from the Health and Consumer Protection, Directorate General, European Commission on Microbiological Risk Assessment in feedingstuffs for food-producing animals. Journal number 720, 1-84. Adoptada el 5 de junio de 2008.
- The EFSA Journal. 2008c. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission to perform a scientific risk assessment on nitrate in vegetables, Journal number, 689, 1-79.
- Torres, V. R. (editor). 1999. *Agentes patógenos transmitidos por alimentos*. Vol. 1. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- USDA (United States Department of Agriculture)/AMS (Agricultural Marketing Service). 2006. *Pesticide Data Program 15th Annual Summary, Calendar Year 2005*. Washington, DC. Noviembre. <http://www.ams.usda.gov/science/pdp/>

- USDA (United States Department of Agriculture)/ERS (Economic Research Service). 2000. *Economics of Foodborne Disease: Estimating the Benefits of Reducing Foodborne Disease*. Briefing Room.  
<http://www.ers.usda.gov/briefing/FoodborneDisease/features.htm>
- USDA (United States Department of Agriculture)/FSIS (Food Safety and Inspection Service). 2000. *Guía de Estudio Autodidacta para Comprender cómo Desarrollar un Plan de HACCP*. Washington, DC.
- USDA (United States Department of Agriculture)/ERS (Economic Research Service). 2008 Farm Bill. Title X: Horticulture and Organic Agriculture. Food Safety Education Initiative.
- WHO (World Health Organization). 2007. How to Prepare Powdered Infant Formula in Care Settings. Ginebra.
- Wilson, J.S. y T. Otsuki. 2001. *Global Trade and Food Safety: Winners and Losers in a Fragmented System*. Development Research Group (DECRG), World Bank. Washington, DC.
- WTO (World Trade Organization). 1996. WT/DS26/6 European Communities- Medidas que afectan a la carne y los productos cárnicos (hormonas). Solicitud de los Estados Unidos para el establecimiento de un panel. 25 de abril.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO  
CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, SOCIALES  
Y TECNOLÓGICAS DE LA AGROINDUSTRIA Y LA AGRICULTURA MUNDIAL  
(CIESTAAM)

**DIRECTORIO DE LA UACH**

Dr. Aureliano Peña Lomelí  
RECTOR  
Dr. Marcos Portillo Vázquez  
DIRECTOR GENERAL ACADÉMICO  
Dr. Héctor Lozoya Saldaña  
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
M.I. Martín Soto Escobar  
DIRECTOR GENERAL DE DIFUSIÓN CULTURAL Y SERVICIO  
Dr. Jesús Ma. Garza López  
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN  
M.C. Ignacio Miranda Velázquez  
DIRECTOR GENERAL DE PATRONATO UNIVERSITARIO  
Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas  
DIRECTOR DEL CIESTAAM

**INFORMACIÓN Y VENTAS:**

Universidad Autónoma Chapingo  
Área de Publicaciones del CIESTAAM  
Carretera México-Texcoco km 38.5, C.P. 56230 Chapingo, Edo. de México  
Teléfono: 01(595)952-1500 ext. 5483, Fax: 01(595)952-1613/952-1555  
E-mail: [ciestaam@correo.chapingo.mx](mailto:ciestaam@correo.chapingo.mx), <http://www.chapingo.mx/ciestaam/>

**Sistema de pago para envíos foráneos**

1. Enviar su orden de pedido indicando las publicaciones que desea adquirir.
2. Realizar un depósito en cualquier sucursal del Banco Santander-Serfin, S.A. a la cuenta CIESTAAM-UACH 65502075687, Suc. 5682, Texcoco, por la cantidad total del monto de su compra, más el costo del envío.
3. Hacer llegar –vía fax– copia de la ficha de depósito a la atención del Área de Distribución y Venta de Publicaciones del CIESTAAM.
4. A vuelta de correo, según el tipo de mensajería que elija, recibirá su pedido.

**ASPECTOS GENERALES DE LA INOCUIDAD AGROALIMENTARIA**

**Primera Parte**

Edición del Área de Publicaciones del CIESTAAM a cargo de Gloria Villa H.

Corrección de estilo: Salvador Bravo G.

Formación y diseño de interiores: Gloria Villa H.

Diseño de portada: Lucía Santos

Se terminó de imprimir el 30 de octubre de 2008.

Tiraje: 300 ejemplares

# Otras publicaciones del CIESTAAM

## Libros

- Los quesos mexicanos genuinos
- ¿Por qué estudiar las cuencas lecheras mexicanas?
- Innovación: Motor de la competitividad agroalimentaria. Políticas y estrategias para que en México ocurra
- Planeación de proyectos de gestión de la innovación
- Identificación de actores clave para la gestión de la innovación: el uso de redes sociales
- Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias
- Selección de actores a entrevistar para analizar la dinámica de innovación bajo el enfoque de redes
- Agrónomos. Maestros e investigadores del campo mexicano
- México orgánico
- La alegría de vivir: *Las luchas campesinas de Ramón Danzós Palomino*
- Agricultura orgánica de México
- Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México - 2005
- El desarrollo en la encrucijada: ¿sustentabilidad, para quién?
- La perversión del capital y el sentido del cambio
- Limón Persa. *Tendencias en el mercado mexicano.*

## Reportes de Investigación

- Más supermercados y menos Estado ¿Dónde quedan los pequeños productores de leche? Reporte 83
- Periodo de transición y políticas públicas: El caso de la liberalización del mercado de la leche en México en el marco del TLCAN. Reporte 82
- Nuevo instrumento de política agrícola para México: La ecocondicionalidad para un desarrollo sustentable. Reporte 81
- Situación del maíz y la tortilla. Reporte 80
- Análisis de tres evaluaciones oficiales de ASERCA del Programa de Pagos Directos (PROCAMPO) a la agricultura mexicana. Reporte 79
- Producción, comercialización e industrialización del xoconostle en la región de las Pirámides, estado de México. Reporte 78
- Riesgos económicos de la apertura a transgénicos en el mercado de maíz en México: una aproximación teórica. Reporte 77
- La situación del subsector forestal en México ante el TLCAN. Retos y oportunidades 10 años después. Reporte 76
- Las reformas de las políticas agrícolas de Estados Unidos, la Unión Europea y México.  
Una crítica a la OCDE y su biblia neoliberal. Reporte 75

## Folleto de divulgación

- Los sujetos tecnológicos y la región: El territorio tecnológico. Revista Ciencia, Tecnología, Sociedad, núm. 3
- Paradigmas tecnológicos, sujetos tecnológicos. Revista Ciencia, Tecnología, Sociedad, núm. 2
- Los modelos tecnológicos. Revista Ciencia, Tecnología, Sociedad, núm. 1

ISBN: 978-607-12-0019-8



9 786071 200198