



Universidad de Concepción

Dirección de Postgrado

Facultad de Ciencias Veterinarias- Programa de Magíster en Tecnología y Seguridad de Alimentos de Origen Animal

Antecedentes de cómo es afectada la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos por el cambio climático y la globalización

Tesis para optar al grado de Magister en Tecnología y Seguridad de Alimentos de Origen Animal

SERGIO RADUÁN DONOSO ERCH

CHILLÁN-CHILE

2015

Profesor Guía: Paula Gadicke L'Huissier
Departamento de Patología y Medicina Preventiva
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad de Concepción

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo		Página
I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	2
III.	DESARROLLO.....	5
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	38
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°		Página
1.	Agentes microbiológicos que podrían verse afectados por el cambio climático (modificado de Tirado <i>et al.</i> , 2010).....	12
2.	Movimientos de carnes a nivel mundial (modificado de Foreign Agriculture Service, 2014).....	20
3.	Parásitos aislados localmente e importados presentes en productos frescos (Robertson <i>et al.</i> , 2014).....	24
4.	Brotes alimenticios por salmonela asociados al consumo de especies y hierbas (modificado de Zweifel y Stephan, 2012).....	25
5.	Medidas de control para evitar contaminación de alimentos (Robertson <i>et al.</i> , 2014).....	36



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°		Página
1.	Esquema de desarrollo del trabajo de investigación bibliográfica: Antecedentes de cómo es afectada la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos por el cambio climático y la globalización.....	4
2.	Consecuencias del cambio climático en la salud humana (Modificado de Marques <i>et al.</i> , 2010).....	9
3.	Incremento de la temperatura media de la superficie terrestre por décadas (modificado de FAO, 2015).....	9
4.	Variación de temperatura y números de casos de enfermedades transmitidas por los alimentos y agua en el Líbano (modificado de El-Fadel <i>et al.</i> , 2012).....	14
5.	Crecimiento de la población mundial entre los años 1950 al 2000, con proyección al 2050 (ONU, 2014).....	38



I. RESUMEN

ANTECEDENTES DE CÓMO ES AFECTADA LA EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ZONOSIS TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA GLOBALIZACIÓN

BACKGROUND AS TO HOW THE EPIDEMIOLOGY OF ZONOSIS TRANSMITTED BY FOODS IS AFFECTED BY CLIMATE CHANGE AND GLOBALIZATION

El crecimiento de la población mundial en las últimas décadas ha generado una mayor demanda de alimentos, que permitan sustentarla, mediante alimentos que sean seguros para el consumo de las personas. No solo el aumento en la población mundial son fenómenos que están afectando a nuestro planeta, sino que además, se han incorporado el cambio climático y los procesos de globalización, los cuales en conjunto han afectado la epidemiología de las enfermedades zoonóticas transmitidas por los alimentos.

Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de determinar los efectos del cambio climático y de los procesos de globalización, en la epidemiología de las enfermedades transmitidas por los alimentos, en donde los animales tengan un papel preponderante. Para ello se revisó la literatura científica disponible tanto en bibliotecas de la Universidad de Concepción, como también a través de gestores de búsqueda como Scindirect, Pubmed y Scielo entre otros, privilegiando información de la última década.

Se evidencia que el cambio climático y los procesos de globalización han afectado la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos, sin embargo, los mayores efectos se han generado por la globalización, en donde el cambio de hábitos de las personas, el aumento en el transporte de pasajeros y movimiento de animales; la mayor disponibilidad de alimentos y aumento en el comercio internacional de alimentos, ingredientes y materias primas, han generado mayor diseminación de agentes patógenos a través de los alimentos. En el caso del cambio climático, las modificaciones de las temperaturas y el aumento en la frecuencia de fenómenos climáticos extremos como grandes sequías e inundaciones, han afectado a los patógenos que se pueden transmitir por los alimentos, tanto en su patogenicidad como en su resistencia, lo que ha generado la desaparición y aparición de nuevos patógenos en los alimentos.

Sin embargo, como el cambio climático y los procesos de globalización son constantes y dinámicos, se necesita mayor investigación y colaboración entre las organizaciones mundiales relacionadas con los alimentos, con la sanidad humana y animal, que permitan determinar el efecto que estos fenómenos tienen en la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos, y que a su vez generen información actualizada de la situación de los patógenos transmitidos a través de los alimentos.

Se deben fortalecer los sistemas de control de alimentos, las buenas prácticas tanto ganaderas como de elaboración de alimentos; las técnicas de diagnóstico y de inspección, la legislación nacional e internacional y principalmente la educación de esta creciente población mundial, demandante de alimentos de buena calidad tanto nutricional como microbiológica.

Palabras clave: zoonosis, enfermedades transmitidas por alimentos, globalización, cambio climático.

II. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El planeta está permanentemente sufriendo cambios que están afectando al clima, el comercio, los hábitos y los movimientos de las personas y las comunicaciones. Estos cambios repercuten directamente en la población humana y animal que habita el planeta. La población está pasando de la territorialidad a la extraterritorialidad, de la seguridad a la inseguridad y de la inmovilidad a la movilidad en un proceso dicotómico que ha estado y seguirá alterando la vida en el planeta.

El gran crecimiento de la población mundial ha generado una creciente demanda por alimentos con la finalidad de satisfacer las necesidades de toda la población. Estos alimentos deben y tienen que ser seguros para la población. Esto implica que su consumo no debe generar ningún tipo de patología ya sea de origen bacteriano, viral, parasitario, toxicológico, fúngico y priónico. Es decir, se debe tener un alimento inocuo para el consumo, y que a la vez debe estar disponible para toda la población, lo que se denomina seguridad alimentaria.

La globalización es el resultado de la innovación humana y del progreso tecnológico, corresponde a un proceso dinámico de tipo cultural, social, y económico, a gran escala, que se traduce en la creciente comunicación e interdependencia entre diversas regiones y países del mundo, generándose uniones en las culturas, sociedades y mercados. Esto ha traído un sinnúmero de consecuencias tanto positivas como negativas. Entre las positivas destacan el crecimiento económico, los avances sociales y el mejoramiento en la calidad de vida. Entre los aspectos negativos destacan el aumento en la contaminación, desigualdad, marginación, monopolios, inmigración y pobreza.

La alimentación, no ha quedado al margen de los procesos de globalización, pues ha permitido disponer de una gran cantidad de productos nuevos, que se han ido incorporando a la dieta de las personas. Sin embargo, ha traído también como consecuencias el ingreso de nuevos agentes patógenos que se han vehiculizado por los alimentos, y que pueden representar un serio riesgo para la población que los consume, generando cuadros de enfermedades transmitidas por los alimentos (Cohen *et al.*, 2009; Tirado *et al.*, 2009).

A esto se ha sumado el cambio climático, en donde el calentamiento global ha producido modificaciones en los patrones de comportamiento de diversos agentes patógenos, lo que ha afectado tanto su patogenicidad como su virulencia, generando cambios en las enfermedades que ellos producen y en los tratamientos utilizados (Polley, 2011).

También es necesario destacar, los cambios que se han ido generando en la población mundial, la que se encuentra más expuesta a los agentes patógenos priónicos, virales, bacterianos y micóticos, con consecuencias sobre la salud humana, produciendo cuadros de deficiencias inmunológicas que junto a los contaminantes presentes en el ambiente, provocan un aumento en la susceptibilidad de la población a agentes patógenos vehiculizados por los alimentos (Friedman *et al.*, 2004).

Desde los años 50 se han generado algunas investigaciones en donde se intenta determinar las consecuencias que ambos procesos: cambio climático y globalización han tenido sobre la población humana, en especial sobre las modificaciones generadas en las enfermedades zoonóticas que se transmiten a través de los alimentos.

Los resultados de estas primeras investigaciones evidencian preliminarmente que el riesgo de contraer enfermedades zoonóticas a través de los alimentos ha aumentado, con graves consecuencias para la salud humana, para la economía de un país y para la sociedad, sin embargo, concluyen además, que se necesita mayor cantidad de recursos y de estudios, entre ellos: recopilación y análisis de datos que permitan definir fehacientemente los efectos generados por estos cambios, en un periodo de tiempo más extenso.

El desarrollo en las comunicaciones, la creación de grupos de investigación y la colaboración con organismos internacionales relacionados con la salud humana, salud animal y alimentación, permiten a la fecha disponer de una amplia gama de investigaciones y publicaciones que tratan de evidenciar las consecuencias de estos cambios en las enfermedades alimentarias.

Es debido a estos antecedentes que se propuso la realización de esta revisión bibliográfica que permita reunir información actualizada sobre los efectos en la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos generados por el cambio climático y la globalización.

Objetivos

Objetivo general

Discutir los antecedentes de la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos, por efecto del cambio climático y de los procesos de globalización.

Objetivos específicos

- Reconocer los efectos del cambio climático sobre la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos.
- Reconocer los efectos que los procesos de globalización tienen sobre la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos.
- Identificar las medidas destinadas a disminuir los efectos del cambio climático y de la globalización sobre la epidemiología de las enfermedades zoonóticas transmitidas por los alimentos.

Materiales y método

Materiales

Se utilizaron las fuentes bibliográficas contenidas en la Biblioteca de la Universidad de Concepción, Campus Chillán, además, de diversos gestores de búsqueda bibliográficas en internet entre los que destacan Pubmed, ScienceDirect, SciELO, medline, además de, las bases de datos de la Organización Mundial de la Salud (WHO) y de la Oficina Internacional de Epizootias (OIE).

Métodos

Se utilizaron palabras clave de búsqueda: zoonosis, alimentos, globalización, cambio climático.

De todas las publicaciones encontradas se seleccionaron aquellas en idioma español e inglés, de preferencia de los últimos 10 años, consideradas relevantes en la realización de la presente revisión bibliográfica.

El trabajo se desarrolló siguiendo el orden que se indica en el esquema presente en la Figura 1.

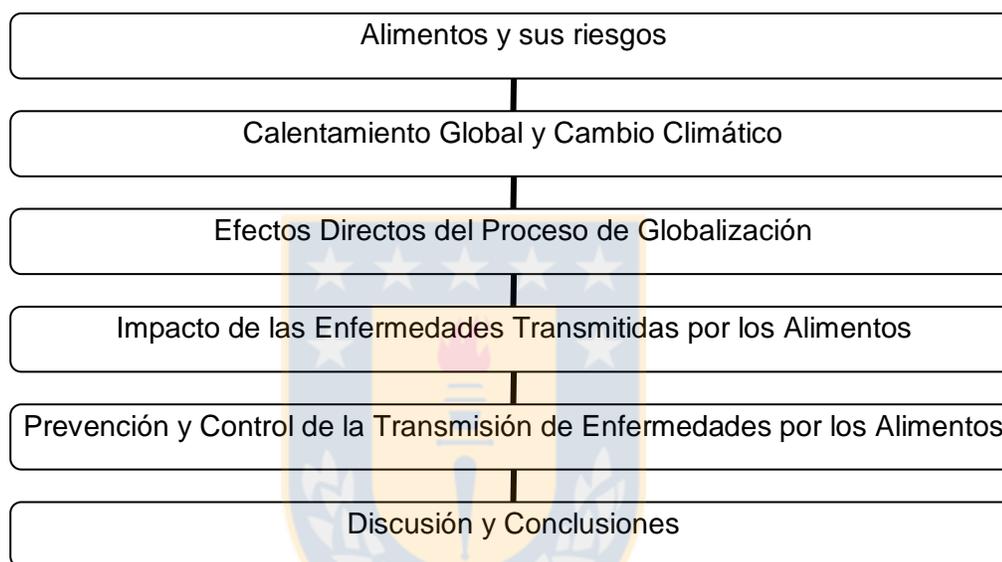


Figura 1. Esquema de desarrollo del trabajo de investigación bibliográfica: Antecedentes de cómo es afectada la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos por el cambio climático y la globalización.

III. DESARROLLO

III. 1. Alimentos y sus Riesgos

La cadena de producción y manufactura de alimentos (en adelante cadena alimentaria) a nivel mundial ha experimentado cambios rápidos e importantes en los últimos 50 años, siendo en el día de hoy compleja e internacional (OMS, 2007).

Según el *Codex Alimentarius*, se entiende por alimento a “toda sustancia, elaborada, semielaborada o bruta, que se destina al consumo humano, incluyendo las bebidas, el chicle y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la fabricación, preparación o tratamiento de los alimentos, no incluye cosméticos, tabaco ni las sustancias utilizadas solamente como medicamentos” (<http://www.fao.org/docrep/w5975s/w5975s08.htm>).

Este alimento debe asegurar o dar la garantía de que no causará daño de ningún tipo al consumidor, cuando este sea preparado o ingerido, de acuerdo con el uso a que se destine, lo que se define como inocuidad alimentaria (FAO, 2010) y que todas las personas tengan en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana, concepto correspondiente a seguridad alimentaria (FAO, 2010).

La prioridad hoy en día está dada por la seguridad alimentaria, la cual es esencial en nuestro tiempo, existiendo muchos factores que la pueden afectar. Dentro de estos factores están: los procesos de globalización, el cambio climático, el desarrollo socioeconómico y tecnológico de las personas, la urbanización y los cambios en el uso de los suelos agrícolas. Estos pueden provocar cambios en la naturaleza, facilitando la aparición de nuevos peligros en la producción y manejo de los alimentos (Tirado *et al.*, 2009). Estos peligros pueden surgir en cualquier etapa de producción de un alimento, desde la producción de los insumos hasta el producto final, en donde los procesos de globalización y cambio climático pueden tener impactos directos en los diversos patógenos que influyen sobre la seguridad alimentaria (Cohen *et al.*, 2009).

Por lo anteriormente mencionado, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), creada en el año 1924, ha identificado como una de sus primeras prioridades el velar por la seguridad e inocuidad de los alimentos (Thibier y Vallat, 2014).

Aunque en conjunto la inocuidad de los alimentos ha mejorado, los avances son variables y muchos países sufren con frecuencia brotes de enfermedades transmitidas a través de alimentos, contaminados por microorganismos, sustancias químicas y toxinas (OMS, 2007). El comercio transfronterizo de alimentos contaminados eleva las probabilidades de propagación de las enfermedades. A ello se añade que la aparición de enfermedades transmitidas por alimentos suscita gran inquietud, como ocurrió con la identificación de la nueva variante de la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (vCJD) asociada a la encefalopatía espongiiforme bovina (EEB) (OMS, 2007).

Las enfermedades transmitidas por los alimentos pueden ocurrir como brotes o como caso aislados, generando altos costos, incluso de miles de millones de dólares, por la pérdida de vidas, reducción de la calidad de vida o pérdida en días de trabajo (Todd, 2014). A esto se le suma la pérdida de alimentos y los costos que deben de sobrellevar las industrias que los producen, tanto a pequeña como a gran escala (Sockett, 2014).

El número de enfermedades transmitidas por los alimentos ha cambiado bruscamente en el tiempo. En la medida que algunos agentes patógenos han sido controlados (como los agentes causales de la fiebre tifoidea, tuberculosis y brucelosis), otros han ido apareciendo (como por ejemplo *Campylobacter*, *Giardia* y *Vibrios*), generando nuevos riesgos para la población humana (Tauxe, 2002).

Factores de Riesgo

En la presentación de las enfermedades transmitidas por los alimentos, se muestran diversos factores de riesgo que participan en el surgimiento de estas, entre los cuales se encuentran el nivel socioeconómico de la población o de un grupo familiar, problemas de desnutrición, deficiencias de nutrientes y el nivel inmunitario de las personas (Jahan, 2012).

Hospedador

Se han definido diversos factores de riesgo para las enfermedades transmitidas por los alimentos relacionados con el hospedador, entre ellos destacan principalmente los cambios en los hábitos alimenticios, viajes al extranjero y las malas prácticas utilizadas en la preparación de los alimentos (Friedman *et al.*, 2004).

Ambiente

Un importante papel es desempeñado en las enfermedades transmitidas por los alimentos los factores de riesgo ambientales, la hotelería, la fabricación de los alimentos y la industria alimentaria (Jahan, 2012).

Varios autores han demostrado que los restaurantes tienen un rol importante como fuente de transmisión de enfermedades por los alimentos, asociado a contaminación cruzada (Jones y Angulo, 2006).

Como característica asociada al ambiente, un nivel socioeconómico bajo, impide a las personas o familias, el acceso a alimentos de alta calidad tanto nutricional como microbiológica, lo que resulta en la adquisición de alimentos de menor calidad, los cuales son comprados en mercados que no aseguran la calidad de éstos (Jahan, 2012).

Patógenos Alimentarios

Existe una amplia variedad de agentes patógenos causantes de enfermedades transmitidas por los alimentos: parásitos, bacterias y virus; de ellos aproximadamente el 67% de las enfermedades transmitidas por los alimentos, tienen como agente etiológico a los virus, entre los que destacan: norovirus, rotavirus, virus de la hepatitis A y E; y astrovirus (Atreya, 2004).

Pires *et al.* (2012), elaboró una clasificación de los alimentos portadores de enfermedades de transmisión alimentaria en: alimentos simples y alimentos complejos, realizando un análisis entre los años 1993 y 2010 en relación a la situación en América Latina y el Caribe, reportando 6313 brotes en 20 países, siendo en la década del 1990 la carne, la leche, el agua y los vegetales, los principales alimentos comprometidos en las enfermedades de transmisión alimentaria, mientras que los huevos, los vegetales, granos y protos lo fueron en la década del 2000.

Microorganismos en los alimentos

Los microorganismos son capaces de contaminar los alimentos y también el agua, entre los cuales se encuentran bacterias como el grupo de las bacterias; virus y parásitos. No solamente se ven involucrados los patógenos, sino que también sus toxinas, por lo tanto cuando se habla de “enfermedades transmitidas por los alimentos” es hablar de muchas enfermedades y muchos agentes patógenos (Tauxe, 2002).

Existen enfermedades que en años pasados han sido prevalentes como la fiebre tifoidea, la tuberculosis y la brucelosis entre otras, que han ido desapareciendo en la medida que los procesos de industrialización avanzan, como los procesos asociados a la leche (pasteurización) y el control de las diversas enfermedades que afectan a los animales (Tauxe, 2002). En el caso de la triquinosis, su prevalencia disminuyó en los años setenta, debido a la práctica de cocer la carne de cerdo antes de consumirla y de evitar la crianza de cerdos en basurales (Schantz, 1983).

El número de patógenos ha ido cambiando con el paso del tiempo, en la medida que algunos patógenos son controlados, otros han aparecido, ya sea por mutaciones o por el cambio de nichos alimentarios. Como resultado, la frecuencia de infecciones específicas puede cambiar, generando modificaciones en las diferentes poblaciones de bacterias contaminantes de los alimentos (Tauxe, 2002).

De la amplia gama de patógenos que pueden causar contaminación de los alimentos y transmitirse a las personas, destacan las enfermedades zoonóticas transmisibles por los alimentos.

Zoonosis

El término zoonosis deriva del griego *zoon* (animales) y *noson* (enfermedades), correspondiendo a las enfermedades e infecciones que se transmiten naturalmente entre los animales vertebrados y el hombre, como fue definido por la Organización Mundial de la Salud en el año 1951 (Dabanch, 2003; Grunkemeyer, 2011). Existen alrededor de 1415 agentes infecciosos que son reconocidos ser patógenos para los humanos y de estos el 61% son considerados como zoonóticos (Grunkemeyer, 2011).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007), Cuperlovic *et al.* (2005), FAO (2008a), y Broglia y Kapel (2011), mencionan la existencia de múltiples factores por los cuales se ha apreciado un aumento de enfermedades zoonóticas, incluso en aquellas que se creían controladas, y que están contribuyendo en el incremento de las tasas de presentación de las enfermedades transmitidas por alimentos. Entre estos factores están:

- Cambios en las prácticas agrícolas y en los sistemas de producción animal, por ejemplo, la intensificación en la producción de vegetales y de animales para producir alimentos más baratos, en mayor cantidad y en diferentes presentaciones; para poder responder a las necesidades de los consumidores.
- Cambios tecnológicos en el comercio, manipulación y procesamiento de los alimentos.
- Calentamiento global y cambio climático: la generación de cambios medioambientales se traducen en desequilibrios de ecosistemas y la creación de nuevos nichos ecológicos en donde el ingreso del hombre en zonas naturales o la introducción de

especies exóticas, ha favorecido la distribución de hospederos trayendo nuevos vectores hacia las regiones templadas.

- Mayor proporción de individuos inmunológicamente comprometidos, ya sea como consecuencia de la creciente población de edad avanzada o la generación de grupos altamente susceptibles con enfermedades o tratamientos inmunosupresores.
- El rápido crecimiento de la población, la cual se concentra en las áreas urbanas.
- Cambios en los hábitos sociales, en el uso de espacios colectivos, los que permiten la difusión de enfermedades en guarderías, asilos y centros comerciales.
- Aparición de nuevos agentes infecciosos y cambios genéticos (mutaciones) en otros.
- Reorientación de políticas de salud en desmedro de las enfermedades infecciosas.
- Resistencia de los diversos agentes patógenos a las drogas utilizadas para su control.
- Mercados cada vez más globales en verduras, frutas, carnes, alimentos étnicos, e incluso animales de granja, algunos de los cuales se originan en países que carecen de procedimientos apropiados de seguridad alimentaria
- Cambios en los hábitos alimenticios, como el consumo de alimentos crudos o ligeramente cocidos, y la demanda de alimentos exóticos, tales como carne de animales silvestres.
- Escaso desarrollo económico de algunas regiones, lo que lleva a una disminución en el consumo de alimentos de alto valor proteico (carne y pescado), afectando el estado nutricional de su población.
- Cambios en la logística y de las condiciones de transporte, que permiten a los agentes patógenos sobrevivir en los productos alimenticios y llegar al consumidor en una forma viable.
- Una población humana cada vez más migratoria, portadora de una fauna parasitaria que la lleva hacia todo el mundo.
- Cambios sociales y políticos, que conducen a una desorganización en los programas de controles médico veterinario de los alimentos y en los modos de producción.

III. 2. Calentamiento Global y Cambio Climático

El cambio climático es una preocupación mundial actual y que, a pesar de generar controversia acerca de la magnitud de sus efectos, estaría afectando los sistemas de producción de alimentos y la cadena de suministros (IPCC, 2013; IPCC, 2014). El cambio climático tiene impacto no sólo en la producción agrícola y la seguridad alimentaria (Fischer *et al.*, 2005; Gregory *et al.*, 2005), sino también en la incidencia y prevalencia de las enfermedades transmitidas por los alimentos (Miraglia *et al.*, 2009; Tirado *et al.*, 2010).

En la Figura 2 se muestran las posibles consecuencias del cambio climático en la salud humana.



Figura 2. Consecuencias del cambio climático en la salud humana (Modificado de Marques *et al.*, 2010).

El calentamiento global se refiere a la tendencia al incremento que durante los últimos 150 años ha mostrado la temperatura global del planeta. A este fenómeno se le atribuye como causa el efecto de la contaminación humana, en particular la quema de combustibles fósiles (como el carbón y el petróleo), a la tala de bosques (Caballero *et al.*, 2007) y también a la emisión de gases invernaderos como metano y óxido nitroso producidos por la ganadería y la agricultura (Place y Mitloehner, 2010). A nivel global, la temperatura ha subido 0,8°C desde el año 1850 (Berkeley Earth Projec, citado en FAO, 2015) como se observa en la Figura 3.

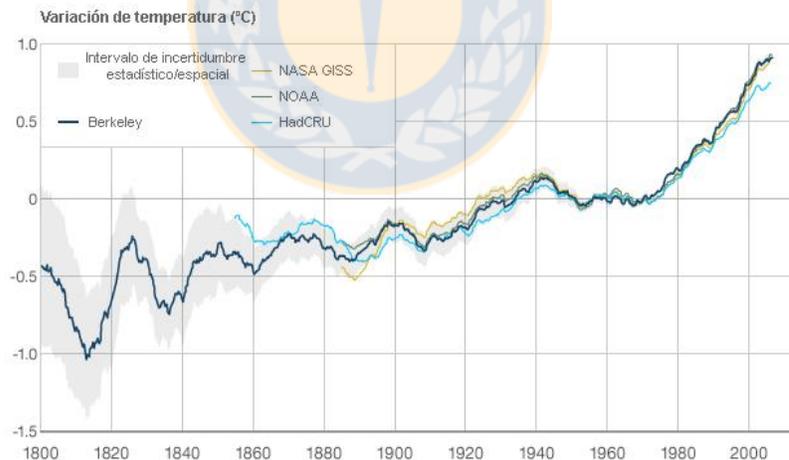


Figura 3. Incremento de la temperatura media de la superficie terrestre por décadas (modificado de FAO, 2015).

El cambio climático, engloba al concepto anterior, pero además, incluye a todas las variaciones del clima que han ocurrido durante la historia del planeta (aproximadamente 4.000 millones de años) y que están asociadas a factores como cambios en la actividad solar, en la circulación oceánica, en la actividad volcánica o geológica, en la composición de la atmósfera, etc. (Caballero *et al.*, 2007).

Estos cambios están afectando los patrones de ocurrencia e importancia de muchas de las enfermedades presentes en las personas, en los animales domésticos y en los animales salvajes (Polley, 2011). Como estos cambios ambientales son un proceso continuo y las actividades humanas los están acelerando, se espera que su influencia aumente sobre las enfermedades infecciosas (Polley, 2011).

El cambio climático ha afectado las condiciones de vida de la mayoría de las especies que habitan la tierra (Uyttendaele *et al.*, 2015). Como producto, estos cambios han afectado el medioambiente, las aguas, los alimentos y la salud (Uyttendaele *et al.*, 2015), modificándose los ciclos de vida, los mecanismos de transmisión y la patogenicidad (Gamble *et al.*, 2008), de muchos agentes infecciosos, incluyendo los que causan enfermedades en los seres humanos, en los sistemas agrícolas, en los animales silvestres y en las plantas (Altizer *et al.*, 2013).

Como consecuencia del calentamiento global y del cambio climático, se han observado modificaciones en la temperatura, las precipitaciones, la humedad relativa y la frecuencia de la radiación ultravioleta. Incluso se espera un incremento de estos valores asociados con las emisiones de gases que producen el efecto invernadero, como el dióxido de carbono (IPPC, 2013). Desde las observaciones realizadas en el año 1654 a la fecha se ha evidenciado un incremento en la temperatura (Camuffo y Bertolin, 2012), como también desde el año 1950 un aumento en las precipitaciones (Cann *et al.*, 2013, IPCC, 2013). En algunas regiones, como en el caso del Mediterráneo, desde el año 1970, las sequías se han vuelto más frecuentes e intensas (Hartmann *et al.*, 2013). Sobre la base a las investigaciones realizadas, se espera a futuro un clima con temperaturas más altas y extremas (Collins *et al.*, 2013), aceptando que todos estos cambios van a afectar la biología y ecología de los patógenos (Marques *et al.*, 2010) y la distribución de las enfermedades infecciosas (Altizer *et al.*, 2013).

Algunas de las condiciones que se desarrollarán van a ser favorables para que algunos patógenos puedan expandirse, mientras que para otros va a resultar en su desaparición (Uyttendaele *et al.*, 2015).

Durante el desarrollo de los últimos 10 años, el cambio climático ha causado profundos y complejos cambios en la prevalencia o en la gravedad de algunas enfermedades infecciosas (Altizer *et al.*, 2013). El poder predecir qué ocurrirá a futuro con el desarrollo y la gravedad de las enfermedades infecciosas, es un problema que ha generado mucha controversia y que necesita ser investigado profundamente a nivel tanto global como local.

Hay muchos factores relacionados con el clima que pueden afectar la seguridad alimentaria, como cambios en los patrones de temperatura y de precipitaciones, aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos o el calentamiento y la acidificación de los océanos (Tirado *et al.*, 2010).

El aumento en las temperaturas y los cambios en los patrones de lluvia tienen impacto directo en la persistencia y patrones de aparición de agentes infecciosos como bacterias, virus, parásitos y hongos; y en los patrones de las enfermedades transmitidas por los alimentos que ellos causan (Tirado *et al.*, 2010). Estos cambios además impactan la ecología y crecimiento bacteriano, los procesos fisiológicos animales y vegetales, y la susceptibilidad de los hospedadores; lo que puede dar lugar a la emergencia, reemergencia, redistribución y cambios en la incidencia e intensidad de las enfermedades

de animales y vegetales, lo cual podría afectar a las enfermedades transmitidas por los alimentos (FAO, 2008b).

En el caso de Chile, se espera que el régimen de precipitaciones muestre una tendencia secular decreciente, generando en el sector norte y centro de Chile una disminución en la precipitaciones, en los recursos hídricos y en la humedad ambiental (Santibáñez *et al.*, 2008), lo que afectaría directamente la sobrevivencia de los patógenos.

El aumento en las temperaturas hacia el sur de Chile, generaría un desplazamiento de algunos agentes zoonóticos, debido a que las condiciones ambientales serían más favorables para su desarrollo y conservación. En Chile el aumento en 1 a 4 grados de temperatura de las aguas, por efecto de la corriente de El Niño (también llamada Oscilación del Sur), llevaría a cambios en las condiciones pluviométricas, aumentando el régimen de precipitaciones, lo cual tendría efectos directos sobre las plantas, animales y agentes patógenos (Santibáñez *et al.*, 2008).

Los fenómenos meteorológicos extremos, como inundaciones y sequías pueden provocar la contaminación de los suelos, de las tierras agrícolas, del agua y de los alimentos con patógenos, productos químicos y otras sustancias peligrosas, procedentes de las aguas residuales tanto agrícolas como industriales (Tirado *et al.*, 2010).

El calentamiento, la acidificación y los cambios en la salinidad de los océanos y de las precipitaciones, afectan las propiedades bioquímicas del agua, su microflora, la fisiología de los peces, la persistencia y patrones de ocurrencia de vibrios patógenos y la aparición de algas nocivas contaminantes de las aguas y de los animales marinos (Tirado *et al.*, 2010; Uyttendaele *et al.*, 2015).

Además de los efectos directos sobre la presentación de las enfermedades, el cambio climático puede afectar la producción de cultivos y la sanidad vegetal, la producción y sanidad animal, la fabricación y procesamiento de alimentos y los alimentos disponibles para los consumidores (Tirado *et al.*, 2010, Broglia y Kapel, 2011). Estos a su vez impactan en la salud pública, con consecuencias económicas, sociales y medioambientales (Tirado *et al.*, 2010; Uyttendaele *et al.*, 2015). En la Tabla 1 se indican los agentes microbiológicos que pueden verse afectados por el cambio climático.

El cambio climático puede afectar a los tres elementos de la triada epidemiológica (hospedador, agente y medio ambiente); generando modificaciones en las fuentes y modos de transmisión; en el crecimiento y supervivencia de los agentes patógenos en el medio ambiente y en la matriz alimentaria (FAO, 2008b).

Según la ECDC (2007), las enfermedades transmitidas por alimentos son potencialmente afectadas por el cambio climático.

Tabla 1. Agentes microbiológicos que podrían verse afectados por el cambio climático (modificado de Tirado *et al.*, 2010).

Agente	Hospedador	Mecanismo de transmisión
<i>Salmonella</i>	Aves y cerdos	Fecal/oral
<i>Campylobacter</i>	Aves	Fecal/oral
<i>Vibrio</i> spp.	Mariscos, pescados	Fecal/oral
<i>Escherichia. coli</i> O157	Bovinos y rumiantes	Fecal/oral
Anthrax, <i>Clostridium</i>	Ganado, aves silvestres	Ingestión de esporas
<i>Yersinia</i>	Aves y cerdos	Oral
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ganado	Oral
<i>Leptospira</i>	Animales de granja	Oral
Virus de la fiebre del Valle del Rift	Ganado	Oral
Virus hepatitis E	Animales salvajes y domésticos	Oral
<i>Taenia saginata</i> (<i>Cysticercus bovis</i>)	Ganado	Fecal/oral
<i>Toxoplasma gondii</i>	Cerdos, ovejas	Oral
<i>Cryptosporidium</i>	Bovinos, ovinos	Fecal/oral
<i>Giardia</i>	Ganado	Fecal/oral

A continuación se detallan algunas de estas enfermedades y los antecedentes de cómo son afectadas por el cambio climático.

Salmonelosis

Un estudio en Europa mostró que sobre los 5°C los casos de salmonelosis aumentaron 5,1% por cada grado de aumento de la temperatura ambiental semanal (Kovats *et al.*, 2005), Hubo una relación entre el aumento de la salmonelosis humana y temperaturas elevadas durante la semana anterior a la aparición de la enfermedad, lo que sugiere que una inadecuada temperatura de almacenamiento y manejo de los alimentos, pueden ser factores importantes en la transmisión. En Irlanda se prevé un aumento de alrededor del 2% en la incidencia de salmonelosis en las próximas décadas asociados al calentamiento global (Cullen, 2009).

Pires *et al.* (2012), mencionan en su investigación, que desde 1993 al 2010 se presentaron un total de 6313 brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos en

América Latina y el Caribe. De ellos, 946 fueron ocasionados por *Salmonella*, siendo en este periodo Cuba, el país que presentó mayor cantidad de brotes (761), seguido por Chile con 139 brotes. En ambos casos la principal causa se debió al consumo de huevos.

Según Kovats *et al.* (2005) las infecciones por *Salmonella enteritidis* parecen ser más sensibles a los efectos de la temperatura del medio ambiente, en comparación con *Salmonella typhimurium*, lo cual está de acuerdo con los resultados de un modelo de evaluación de riesgos microbiológicos realizado por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (FAO/WHO, 2002) para los huevos.

Campilobacteriosis

Los estudios sobre el efecto del tiempo y el cambio climático sobre la presencia de la campilobacteriosis en 15 países europeos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda, han mostrado que el rol de los parámetros relacionados con el clima como el aumento de la temperatura no está claro (Kovats *et al.*, 2005). A pesar de que existe una aparente relación entre el aumento de la temperatura y los cuadros de campilobacteriosis en las personas, los estudios han demostrado que este efecto se manifiesta entre 5 y 10°C (Tam *et al.*, 2006).

Existen variadas vías de transmisión de la campilobacteriosis como lo son el suministro de agua, la actividad de las aves y el contacto con las deposiciones de las aves, los que se pueden ver afectados por el clima en la transmisión a las personas (Kovats *et al.*, 2005).

Vibriosis

El aumento en las temperaturas, en el nivel del mar, en la intensidad de las precipitaciones, en las concentraciones de sal en él, pueden tener un impacto en los patógenos acuáticos, entre ellos el *Vibrio* (FAO, 2008a).

El calentamiento en los océanos y los cambios en la salinidad del agua han demostrado tener un impacto en los microorganismos acuáticos como *Vibrio vulnificus* y *Vibrio parahaemolyticus* en la costa estadounidense del Golfo de México, siendo estos vibrios transmitidos al hombre por el consumo de moluscos (Drake *et al.*, 2007). En los últimos 15 años se ha apreciado un incremento significativo de casos por *Vibrio parahaemolyticus*, pasando de brotes esporádicos a grandes brotes atribuidos al consumo de ostras recolectadas en aguas con mayor temperatura (Drake *et al.*, 2007). Estos cambios epidemiológicos evidenciados por *Vibrio parahaemolyticus* son importantes; sin embargo, no se ha podido establecer una relación definitiva con el cambio climático (Tirado *et al.*, 2010). Paz *et al.* (2007), con relación a un brote de *Vibrio vulnificus* en trabajadores de un mercado de pescado en Israel, plantea la hipótesis de que los cambios en la temperatura de los sectores de cultivos de peces continentales promueven el crecimiento de *Vibrio vulnificus*, lo que lleva a un mayor riesgo de infección en los seres humanos al manipular o consumir peces recolectados desde esas aguas.

Vibrio cholerae es el mejor modelo para entender el potencial de los cambios inducidos por el clima en la transmisión de este patógeno, ya que la enfermedad es endémica sólo en ciertas regiones del mundo: zonas tropicales y subtropicales. Este endemismo se postula que es debido a una serie de interacciones entre factores ambientales y biológicos (Lipp *et al.*, 2002). Esto concuerda con un estudio realizado por Hashizume *et al.* (2009), quienes demostraron que la variación en el número de pacientes con cólera en

Bangladesh podría explicarse en parte por el aumento en las temperaturas de las aguas y en las precipitaciones.

Otros agentes

Otros agentes bacterianos responsables de enfermedades transmitidas por los alimentos, también pueden verse afectados por el cambio climático. Es un hecho que muchos patógenos bacterianos, pueden crecer a temperatura ambiente y que el crecimiento se ve favorecido por el aumento de las temperaturas, lo que significa que los aumentos en la temperatura ambiental también pueden acelerar el ritmo de crecimiento de patógenos a lo largo de la producción de los alimentos hasta el consumo (FAO, 2008b).

El-Fadel *et al.* (2012) analizaron la relación entre la variación de la temperatura y su impacto en las enfermedades transmitidas por los alimentos. Para ello revisaron los datos mensuales de casos de enfermedades transmitidas por los alimentos como brucelosis, cólera, disentería, intoxicación alimentaria, hidatidosis, helmintiasis, fiebre tifoidea y hepatitis viral A, entre los años 2001 y 2011, con los obtenidos desde la base de registros de hospitalización del Ministerio de Salud Pública, comparándolos con las variaciones de temperatura del agua en el Líbano. Sus resultados indicaron un aumento en la presencia de estas enfermedades hacia la mitad del año (mes de junio), lo cual coincide con la temporada de mayor calor y escasez de agua en el Líbano. En la Figura 4 se observa la variación del número de casos de enfermedades transmitidas por alimentos y agua ocasionados por variación de temperatura en el Líbano.

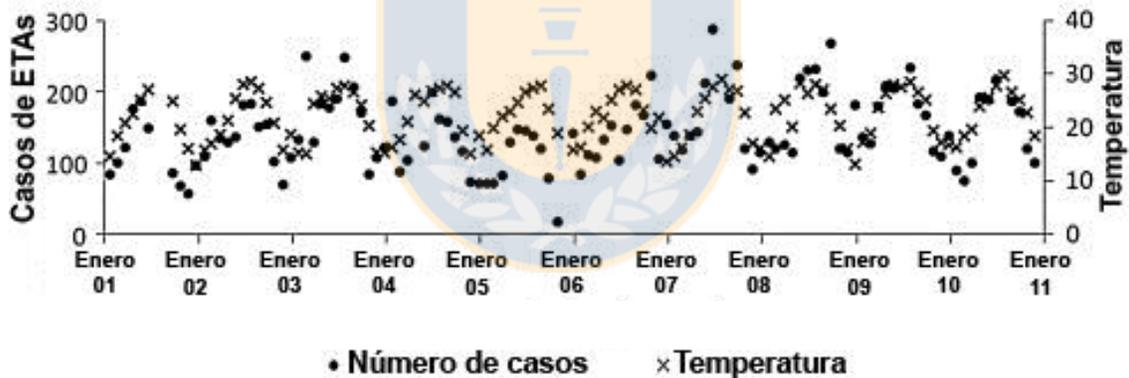


Figura 4. Variación de temperatura y números de casos de enfermedades transmitidas por los alimentos y agua en el Líbano (modificado de El-Fadel *et al.*, 2012).

Virus

Los virus no crecen directamente en los alimentos, y se ha demostrado que muchos de los virus que causan cuadros de gastroenteritis en las personas no tienen una relación con la temperatura ambiente que haya sido demostrada (Bambrick *et al.*, 2008); sin embargo, los episodios de norovirus en humanos se han asociado a temperaturas frías de las aguas, pero también a factores como la baja inmunidad de la población y a la aparición de nuevas variantes genéticas como es el caso de Europa en donde por acción

de los factores anteriormente mencionados se produjo la emergencia de un genogrupo tipo 2 con 4 variantes antigénicas (Lopman *et al.*, 2009).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO, 2008) han definido tres principales vías de contaminación de los alimentos por virus: las deposiciones y las aguas residuales humanas; las personas que manipulan alimentos infectados y los animales. Es por ello que los alimentos que más frecuentemente se asocian a las virosis son las frutas y verduras frescas, los moluscos crudos y los alimentos rápidos contaminados por los manipuladores. Todas estas vías pueden estar influenciadas por cambios en el clima, por ejemplo, la ocurrencia de condiciones meteorológicas extremas como inundaciones pueden tener como consecuencia el desborde de lugares de almacenamiento de aguas residuales humanas no tratadas, lo que resulta en una mayor probabilidad de contaminación de alimentos como productos frescos y moluscos por virus entéricos. Además, según la FAO/WHO (2008), la supervivencia y los mecanismos de transferencia de varios virus entéricos depende de parámetros ambientales tales como la temperatura y la humedad relativa.

Parasitosis y cambio climático

A diferencia de los procesos de globalización, según Poulin y Mouritsen (2006) no hay una relación causal entre el cambio climático y la emergencia de enfermedades parasitarias transmitidas por los alimentos. Sin embargo, Weaver *et al.* (2010) postulan que el cambio climático sí altera la cantidad de patógenos (helmintos) generando altas cargas de huevos en el suelo, lo que puede contaminar las aguas y los alimentos.

Protozoos

Estudios realizados en Estados Unidos de América (USA) y en Europa evidencian que los cambios climáticos como lluvias intensas afectan la incidencia de transmisión de cuadros parasitarios por los alimentos y por el agua como es el caso de la criptosporidiosis y giardiasis (ECDC, 2007), donde luego el agua contaminada puede infectar verduras frescas.

Trematodos

Según Poulin y Mouritsen (2006), el calentamiento global y el aumento de las temperaturas pueden afectar el ciclo de transmisión de los trematodos, pues se estima que anualmente más de 40 millones de personas se ven afectadas a nivel mundial (WHO, 2002). Más del 50% de la carga mundial de trematodos se encuentra en el sureste de Asia y del Pacífico (WHO, 2002). Estos son transmitidos por el consumo de productos crudos o mal cocidos como peces de agua dulce, cangrejos y plantas. Se han identificado cerca de 70 especies de trematodos que infectan a las personas y que han sido transmitidos por los alimentos, como Fasciola, Fasciolopsis, Opistorchis y Paragonimus (Poulin y Mouritsen, 2006). Todos los trematodos utilizan moluscos en su ciclo de vida, por lo que su transmisión está directamente influenciada por la temperatura, pequeños aumentos en la temperatura del aire y del agua pronosticados por muchos modelos climáticos, no sólo influirán en la distribución geográfica de los trematodos sino también

en la proliferación de sus etapas infectivas en muchos ecosistemas (Poulin y Mouritsen, 2006).

Tripanosomiasis

La transmisión de la tripanosomiasis por los alimentos se ha estudiado desde mediados del siglo 20 (Pereira *et al.*, 2012). Aumento en las temperaturas permiten desarrollar ciclos de vida más cortos y generar mayor densidad de población del parásito. Las altas temperaturas también pueden acelerar el desarrollo del *Trypanosoma cruzi* en el vector. Pereira *et al.* (2012), describen brotes de tripanosomiasis de origen alimentario en el año 2005 en Brasil asociado a la ingestión de jugo de caña de azúcar contaminado.

Otras zoonosis

El cambio climático es considerado como uno de los múltiples factores que han impulsado la aparición y propagación de enfermedades en los animales y en los alimentos (Tirado *et al.*, 2010). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008a), otros factores están relacionados con los cambios en los ecosistemas, como lo son en su diversidad, en su funcionamiento y en la capacidad de recuperación. Además, menciona otros aspectos como los cambios que se están generando en la industria ganadera en las prácticas de cría y de reproducción, en el comercio entre los países de ganado y de productos animales. Tirado *et al.* (2010), consideran que estos factores no son independientes el uno del otro y que los fenómenos asociados con la modificación de clima a nivel mundial los relaciona con cada uno de ellos.

El riesgo de que una zoonosis llegue a ser emergente puede aumentar con el cambio climático, pues éstos afectan no sólo la sobrevivencia de los diversos agentes patógenos en su ambiente, sino también los ecosistemas y las rutas de migración de los que pueden ser sus vectores (European Comission, 2013). Zoonosis como la fiebre del Valle del Rift, Leishmaniosis, Borreliosis son ejemplos de enfermedades cuya distribución estará fuertemente influenciada por el cambio climático, debido a cambios en el área de distribución geográfica, en la actividad estacional (temperaturas y patrones de precipitaciones) y en el tamaño de las poblaciones de vectores los que podrían extenderse a otras regiones (European Comission, 2013).

El cambio climático puede afectar indirectamente el comportamiento de las enfermedades transmisibles por los alimentos, haciendo que los animales sean más susceptibles a las enfermedades, aumentando el número de vectores e impactando en las prácticas ganaderas (Tirado *et al.*, 20120).

Animales

Según la European Comission (2013), el cambio climático afecta directamente las condiciones de vida de los animales, estaciones con intensas sequías, calor, frío y humedad excesiva, predisponen al ganado a desarrollar enfermedades bacterianas, parasitarias, y trastornos nutricionales como efecto indirecto, asociado a la disponibilidad de alimentos (Skuce *et al.*, 2013). Los animales acuáticos como los peces y mariscos, responden directamente a los cambios climáticos, es así como cambios en su entorno sean cambios en las temperaturas, en la salinidad y en las concentraciones de oxígeno de

las aguas, generan una mayor susceptibilidad a las enfermedades, especialmente en los sistemas intensivos de cultivo (Jiménez *et al.*, 2014).

Vectores en las enfermedades transmitidas por los alimentos

Las variaciones de las precipitaciones y de las temperaturas, generan cambios ecológicos que alteran el número, la variabilidad, estacionalidad y la incidencia de los vectores transmisores de enfermedades zoonóticas (CDC, 2008). Según FAO (2008a), los cambios afectarían a los vectores y roedores, lo que puede dar lugar a nuevas modalidades de transmisión de enfermedades y de cambios en las especies hospedadoras. Se estima que las regiones de clima templado serán las más vulnerables al ingreso de enfermedades virales transmitidas por vectores exóticos (FAO, 2008a)

Prácticas Ganaderas

La variación de las temperaturas y de las precipitaciones generará diversas alteraciones según la región del planeta (Tirado *et al.*, 2010). En algunas áreas del planeta se generarán movimientos de animales en búsqueda de zonas donde puedan evitar la exposición al calor y al estrés, generando una mayor oportunidad para la transmisión de enfermedades (Tirado *et al.*, 2010); de la misma forma el incremento de las temperaturas aumentará el crecimiento de praderas en algunas zonas, permitiendo que el ganado esté más expuesto a animales silvestres y a los vectores (FAO, 2008b).

Al aumentar el número de animales en una región, inducido por el cambio climático, aumentaría la transmisión de enfermedades entre éstos, generando una mayor carga de patógenos en las deposiciones y por consiguiente una mayor probabilidad de contaminación del animal (Tirado *et al.*, 2010). Esto a su vez generará una mayor la cantidad de medicamentos utilizados en los animales y un aumento en los niveles de medicamentos en la carne y en los niveles de resistencia de los patógenos a los medicamentos (FAO, 2008b), con graves consecuencias para la salud humana y el comercio internacional.

III. 3. Globalización

La globalización es la difusión y el intercambio de personas, animales, bienes, recursos, ideas, materias físicas y cultura. Este es un fenómeno causado por el hombre, el cual dista de las dispersiones o movimientos naturales. A menudo considerado como un fenómeno moderno, la globalización es la historia de los viajes, exploraciones y descubrimientos que llevaron a las personas a los diferentes continentes, lo que resulta en el comercio mundial y el intercambio. Los avances en el transporte y en las comunicaciones han intensificado el ritmo de la globalización para cada mercancía imaginable como nunca antes había sucedido (Robertson *et al.*, 2014).

La globalización abre nuevos mercados y transforma los patrones de consumo de alimentos, lo que resulta en un cambio cultural rápido y masivo (Mesino, 2009). La globalización también facilita la propagación de enfermedades infecciosas, y esto puede tener enormes consecuencias negativas con respecto a la seguridad alimentaria. Entre estas consecuencias, la propagación de agentes patógenos, incluidos los parásitos transmitidos por los alimentos, se espera que crezcan debido a una gama más amplia de patógenos disponibles (Gummow, 2010). Además de los efectos sobre la salud, la globalización de los parásitos transmitidos por los alimentos también puede tener graves

consecuencias económicas (Robertson *et al.*, 2014). Sin embargo, los procesos de globalización pueden servir para generar uniones y recursos que permitan combatir los patógenos alimentarios. Esto se puede lograr a través de la formación de equipos de investigación multidisciplinarios, que permitan combinar y dar a conocer las investigaciones como el International Trichinella Center. Además, permitirá la implementación de medidas de vigilancia, de control y de diagnóstico de los patógenos transmitidos por los alimentos por parte de las autoridades sanitarias de los países.

Efectos Directos del Proceso de Globalización

Movimiento de Animales

Ganado

Durante siglos en el planeta, se ha transportado ganado desde unas regiones a otras, acompañados de sus respectivas enfermedades (Robertson *et al.*, 2014), muchas de las especies de ganado se han introducido y establecido en países extranjeros, al igual que algunas de sus enfermedades (Jabbar *et al.*, 2014) Una de los mejores ejemplos que se describen es el de la *Fasciola hepatica*, el cual sin duda está relacionado con el transporte de herbívoros, en donde la colonización de otros continentes por conquistadores europeos, junto con la introducción de ganado proveniente de Europa y de equinos, además de la adaptación a las especies nativa, ha dado como resultado el establecimiento casi global de *Fasciola hepatica* (Mas-Coma *et al.*, 2009).

En el caso de *Trichinella spiralis*, la distribución mundial y la transmisión de este asociado a alimentos de origen porcino, ha sido causada por la propagación de las ratas que durante siglos han viajado junto con los seres humanos (Gottstein *et al.*, 2009)

El movimiento de ganado a nivel mundial genera miles de millones de dólares en ganancias, sin embargo, sigue afectando la epidemiología de los parásitos transmitidos por los alimentos, lo que ha generado que algunos países coloquen medidas restrictivas relacionadas con la importación de ganado. Por ejemplo entre los años 1997 a 2007 se produjo un gran aumento en las exportaciones de cerdos en muchos países (Robertson *et al.*, 2014), pudiendo a su vez aumentar también la alta carga de enfermedad que representan para los humanos, entre estas se encuentran parásitos como *Taenia solium*, *Trichinella spiralis*, y *Toxoplasma gondii*, y por lo tanto la comercialización de carne de cerdo puede estar asociado con la propagación de estos parásitos, sobre todo si la inspección de carne es precaria (Galán-Puchades y Fuentes, 2014; Robertson *et al.*, 2014), sin embargo, según Pozio, 2014, los cerdos de crianza de traspatio serían los principales responsables de la transmisión de enfermedades a los humanos, debido a que en la producción intensiva los ciclos parasitarios no se completan debido a los manejos en este tipo de producción.

Meiry *et al.* (2013), mencionan que la incidencia de cuadros de cisticercosis bovina aumentaron de un 4% al 38% al momento de iniciarse la importación de ganado bovino vivo a Israel. En el año 2007, se detectaron múltiples quistes hepáticos de *Echinococcus granulosus* en bovinos que fueron sacrificados en los Países Bajos, importados desde Rumania, país donde la equinococosis es endémica (Aalten *et al.*, 2008). Al tratarse de parásitos zoonóticos, ambos casos pueden tener como consecuencia el aumento en el riesgo de parasitosis en humanos.

Además de los clásicos parásitos transmitidos por la carne, los animales de granja también puede transmitir parásitos zoonóticos, como *Cryptosporidium parvum* y *Giardia duodenalis* (Abeywardena *et al.*, 2015). La aparición en el mundo de estos protozoos sugiere que la globalización de los animales puede tener impacto en la propagación de estos parásitos (Robertson *et al.*, 2014).

Animales de compañía

Existen numerosas razones que han permitido el transporte internacional de animales de compañía, según Robertson *et al.* (2014) destacan los viajes de vacaciones, la reubicación de familias, las competencias y los espectáculos; además hay movimiento de animales asociados a misiones militares o humanitarias a otras regiones del mundo. En el Reino Unido, el transporte de perros aumentó de 14000 en el año 2000 a más de 82000 perros en el año 2006 (Menn *et al.*, 2010). También es necesario destacar a los animales de compañía exóticos, los cuales son capturados o criados y enviados a todo el mundo para ser vendidos como mascotas ya sea de forma legal o ilegal a través de contrabando. Todos estos movimientos de mascotas y de animales de compañía representan un riesgo de introducción de agentes patógenos que puedan ser transmitidos por los alimentos, como por ejemplo *Echinococcus multilocularis*, *Echinococcus granulosus* y la toxocaríasis (Macpherson, 2013). Otros ejemplos de parásitos zoonóticos que pueden ingresar a un país a través de animales de compañía incluyen a trematodos transmitidos por los peces como *Opisthorchis*, *Linguatula* y *Strongyloides stercoralis* (Robertson *et al.*, 2014).

Peces vivos

La industria acuícola, en los últimos años ha tenido un enorme crecimiento, pasando de 30 millones de toneladas en la década de los años 1990 a más de 80 millones de toneladas en el año 2012 (FAO, 2014), lo que ha implicado el transporte de peces y mariscos vivos entre países. Esto ha contribuido a la propagación de enfermedades que no solamente afectan a los peces, sino que además, de traducirse en grandes pérdidas económicas para la industria acuícola, también conllevan la propagación de enfermedades zoonóticas. Un ejemplo es dado por la introducción de la trucha arco iris en los lagos de Chile y de Argentina, los cuales quedaron expuestos a huevos de *Diphyllbothrium latum* debido a la contaminación de las aguas de los lagos por deposiciones de personas infectadas (Chai *et al.*, 2005)

Fauna

Los animales de vida silvestre son importantes reservorios de patógenos emergentes (Jones *et al.*, 2008). El movimiento de animales de vida silvestre entre los países se debe a varias causas entre ellas transporte de animales para alimentación, para cotos de caza y también como reintroducción de especies localmente extintas, para parques zoológicos o simplemente como mascotas (Robertson *et al.*, 2014). Es bien conocido el rol de la fauna silvestre en algunos parásitos transmitidos por los alimentos como es el caso de *Trichinella spiralis*, en donde se han reportado brotes por el consumo de carne de jabalí, osos y morsas (Pozio y Zarlenga, 2013; Robertson *et al.*, 2014).

En USA, entre los años 2000 y 2009 se comercializaron de forma legal cerca de 1480 millones de animales salvajes, la gran mayoría proveniente del sudeste asiático (Smith *et al.*, 2007). La importación ilegal de animales silvestres puede ser mayor aun, entre los años 1996 y 2008, fueron incautados cerca de 192.000 animales vivos, que puede ser una vía potencial de especies invasoras y supone un riesgo de enfermedades zoonóticas (Rosen y Smith, 2010). Uno de los agentes zoonóticos más extendidos en la vida silvestre es *Echinococcus* en los cánidos. El trematodo *Alaria alata* es un patógeno emergente en la carne de jabalí en Europa y es considerado potencialmente zoonótico, con la posibilidad de contaminar productos frescos (Pavlin *et al.*, 2009). En USA, *Alaria alata* se ha transmitido a los humanos a través de la ingestión de carne de rana mal cocinada, pudiendo ocasionar en las personas cuadros clínicos graves, incluso la muerte (Murphy *et al.*, 2012).

Comercio de Alimentos

Las estadísticas sobre la importación y exportación de productos alimenticios a nivel mundial no solo ha mostrado un aumento en la cantidad, sino que también en la diversidad de los alimentos comercializados (http://faostat3.fao.org/browse/T*/S), evidenciado por las importaciones y exportaciones en los diversos países a nivel mundial, por ejemplo Inglaterra importa la mayor cantidad de productos derivados del cerdo, Canadá es el principal importador de frambuesas y fresas, mientras que Alemania importa lechugas y melocotones (http://faostat3.fao.org/browse/T*/S).

En relación con las exportaciones, USA es uno de los mayores países exportadores de productos cárnicos provenientes del cerdo, reflejando la tendencia al aumento en el movimiento de carnes no solo de cerdos sino también de bovinos y aves (Foreing Agricultura Service, 2014). En la Tabla 2 se muestran los movimientos de carnes a nivel global.

Tabla 2. Movimientos de carnes a nivel mundial (modificado de Foreing Agricultura Service, 2014)

Especie	Producción (Millones de toneladas)	Exportación (Millones de toneladas)
Bovino	59,6	9,7
Cerdo	110,6	6,9
Ave	86,0	10,5
Total	256,2	27,1

Se calcula que cerca del 72% de las aves y el 55% de los cerdos son mantenidos y criados en sistemas de producción intensivo, perteneciente a empresas multinacionales. En el caso de los peces, los principales países exportadores son del continente asiático (Galloway *et al.*, 2007; Doyle y Erickson, 2008).

La gran cantidad de países exportadores e importadores de productos alimenticios evidencia diferencias en materia de formas de producción, de saneamiento, de higiene, de buenas prácticas agrícolas y en la aparición de agentes patógenos transmitidos por los alimentos, esto ha generado la creación de medidas reguladoras, tanto en los países exportadores como importadores, con la finalidad de evitar el rechazo de partidas de alimentos contaminados (Doyle y Erickson, 2008).

Es debido a esto que la trazabilidad alimentaria ha tomado importancia, principalmente en los alimentos compuestos, en aquellos que tienen largas cadenas de producción y en los procesos de producción en donde las diversas etapas son llevadas a cabo en diferentes países (Robertson *et al.*, 2014).

Carne

Son variados los patógenos que pueden ser transmitidos por la carne. Muchos de ellos están relacionados con el consumo de carne infectada con formas parasitarias de *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Trichinella spiralis*, *Toxoplasma gondii*, y *Sarcocystis spp* (Robertson y Chalmers, 2013). Sarcocistosis, toxoplasmosis, triquinosis y las teniasis, están asociada al consumo de carne poco cocida o cruda, que contiene en su interior etapas infectantes de los parásitos. La triquinosis se asocia principalmente a problemas por el faenamiento local de cerdos y no por el comercio internacional de carne (Pozio, 2014). Para prevenir la presencia de sarcocistosis y las teniasis en la carne es esencial una buena inspección en plantas faenadoras, en la búsqueda de quistes macroscópicos, sin embargo, la sensibilidad de estos métodos no impide totalmente el ingreso de estos parásitos en la cadena alimenticia (Dorny *et al.*, 2009)

La infección por *Trichinella spiralis* es considerada grave. Desde el año 1986 hasta el año 2010, se registraron 65818 casos de triquinosis en humanos con la muerte de 42 personas (Murrell y Pozio, 2011). Brotes simultáneos de triquinosis en Alemania ejemplifican el problema de la globalización de los productos cárnicos. La carne de caballo se ha convertido en una fuente importante de infección para *Trichinella*, como lo ejemplifican dos brotes ocurridos en Francia en donde se infectaron 1073 personas resultado en 5 víctimas fatales (Ancelle *et al.*, 1990) lo que generó la aplicación de medidas para el diagnóstico de la enfermedad en caballos. El consumo de carne de caballo en Francia sigue siendo alto, pero debido a la disminución de la producción francesa, han debido importar carne de caballo desde USA, Canadá, Argentina, Bélgica y Brasil (Heydemann y Fropier, 2006) o la importación directa de caballos vivos desde Polonia y España (Heydemann y Fropier, 2006) lo que genera un potencial riesgo.

La toxoplasmosis representa otro problema. Se estima que el 33% de la población mundial se encuentra infectada con *Toxoplasma gondii* (Hill y Dubey, 2013). Se ha considerado que el consumo de carne infectada con quistes tisulares y poco cocida es la principal fuente de infección (Cook *et al.*, 2000). La presencia de esta enfermedad a nivel mundial en los seres humanos y en la mayoría de los animales de abasto podría hacer innecesaria la inspección. Halos *et al.* (2010) no encontraron diferencias entre la carne de oveja importada y la de procedencia local en Francia, pero sí de carne fresca (carne refrigerada) procedentes de otros países, en donde la carne de caballo importada desde Canadá y Brasil fue implicada en brotes de toxoplasmosis en personas en Francia (Pomares *et al.*, 2011).

El rol de las aves de corral en la difusión mundial de parásitos es probablemente de menor importancia debido que la carne de ave se transporta congelada y que es consumida cocida por parte de las personas (Robertson *et al.*, 2014).

Las tendencias actuales de consumo de carne de fauna exótica, ha significado que la carne de caza, se está incorporando cada vez más en restaurantes exclusivos, tanto de Europa como de Estados Unidos de América (USA), pero también la carne de caza ha sido importada para satisfacer las necesidades de las comunidades de inmigrantes de diversos países, generando esto un riesgo alimenticio (Robertson *et al.*, 2014). Las importaciones de carne desde África representan un problema de tipo sanitario por la exposición de la población a nuevos patógenos, pero además, es una amenaza para la fauna que está sometida a la caza (Robertson *et al.*, 2014). Ejemplos se dan en el caso de *Alaria alata*, cuya presencia ha sido reportada en Francia en carne de jabalí procedente de Hungría (Riehn *et al.*, 2010). Se describe la presencia del parásito *Spirometra mansoni spargana* en ancas de rana provenientes Indonesia y que han sido importado a los Países Bajos (Zhang *et al.*, 2012).

Carne de pescado

La contaminación de los alimentos con parásitos procedentes de los pescados y que ha generado infecciones en personas es reciente, sin embargo, este fenómeno ha ido creciendo debido al aumento en el consumo de pescado, en la expansión de la industria acuícola, en las tendencias a consumir alimentos crudos o ligeramente cocidos y en el escaso desarrollo que ha tenido la utilización de la cadena de frío para el transporte de los peces a nivel mundial (Chai *et al.*, 2005; Nawa *et al.*, 2005). Diversas son las especies de parásitos asociados al consumo de carne de pescado, Maestre y Toral (2004) mencionan a *Anisakis simplex*, *Pseudoterranova dicepiens*, *Capillaria philippinensis* y *Diphyllobothrium latum* como las más comunes. La difilobotriosis se asocia especialmente al consumo de pescado de especies salmónidas. Se han reportado en Brasil diversos brotes por *Diphyllobothrium latum* desde el año 2005 asociados al consumo de salmón crudo proveniente del sur de Chile (Cabello, 2007). Otras difilobotriasis se han descrito en Europa desde el año 2005, las cuales se asociaron al consumo de carne de pescado importado o consumido en el extranjero por turistas, pero rara vez a partir de pescado obtenido localmente, siendo la especie de pez predominante el salmón y las especies de difilobotrios *Diphyllobothrium nihonkaiense* y *Diphyllobothrium dendriticum* (de Marval *et al.*, 2010).

En el caso de los anisakidos, estos parásitos han sido motivo de un gran número de notificaciones en el Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos, pero los brotes no se han asociado a la importación de pescado sino más bien a peces locales, lo que demuestra la ubicuidad de estos parásitos (FAO, 2014).

A pesar de existir un gran número de trematodos intestinales y hepáticos en los peces, está bastante restringida la propagación de estas infecciones, principalmente debido a que pescados infectados con estos parásitos se consumen más de forma local, que su exportación; sin embargo, esto podría estar dado por problemas en el diagnóstico de la infección (Yossepowitch *et al.*, 2004).

Frutas y verduras

El comercio mundial de frutas y de verduras se ha visto potenciado por los efectos de la geografía, eventos políticos, históricos, el aumento en la población mundial y el cambio climático, es así que las exportaciones de frutas y verduras a nivel mundial aumentaron en un 11.7% durante los años 1977-1981 a un 15.1 durante los años 1987-1991 (Huang, 2004).

La Unión Europea, USA y Japón son los mayores importadores de frutas, mientras que México y China son los mayores exportadores. Los países del hemisferio Sur y los países exportadores de bananas son de gran importancia en el comercio mundial de frutas y de verduras (Huang, 2004).

Los principales agentes infecciosos transmitidas por las frutas y verduras corresponden a las parasitosis, las cuales se encuentran en los productos frescos, lo cual ha dado lugar a brotes de origen alimentario, por ejemplo, en Finlandia 12 niños adquirieron *Ascaris* después de haber consumido verduras compradas en un mercado local (Räisänen *et al.*, 1985), un brote de ciclosporiasis se presentó por el consumo de vegetales crudos en 73 pasajeros de un crucero que repuso comida procedente de un área endémica de ciclosporiasis del sudeste asiático (Gibbs *et al.*, 2013).

Robertson *et al.* (2014) en su estudio, realiza una selección de parásitos aislados localmente e importados presentes en productos frescos, los que se muestran en la Tabla 3.

Las dosis infecciosas de estos parásitos son bajas, el consumo fresco, crudo y el lavado no elimina completamente todos los parásitos, por lo que se puede generar transmisión de enfermedades (Robertson *et al.*, 2014). El cambio en las condiciones ambientales ha generado procesos de mayor resistencia de los parásitos presentes en los productos frescos, los que se pueden mantener viables por más tiempo (Robertson *et al.*, 2014), *Trichinella spiralis* posee una cápsula de tejido fibroso lo que le permite sobrevivir mayor cantidad de tiempo en la carne de animales en descomposición (Pozio y Zarlenga, 2013).

El potencial de introducción de parásitos ha aumentado por la moda de consumir productos agrícolas alternativos, orgánicos y exóticos. El consumo de jugos frescos contaminados con el insecto vector del *Trypanosoma cruzi* ha dado lugar a brotes de la enfermedad (Pereira *et al.*, 2012), debido a esto el consumo de productos como jugos no pasteurizados de Acai (Nóbrega *et al.*, 2009), jugos de guayaba, de caña de azúcar y jugo de la baya de palma, podrían ser agentes transmisores de la enfermedad (Toso *et al.*, 2011).

Tabla 3. Parásitos aislados localmente e importados, presentes en productos frescos (Robertson *et al.*, 2014).

Localización	Producto	Parásitos detectados
Brasil	Vegetales varios	Strongyloides, Ascaris, Giardia
Brasil	Lechugas, berros	Huevos de nematodos
Camboya	Espinaca de agua	Huevos o larvas de nematodos: Ascaris , Trichuris y anquilostomas quistes de protozoarios u ooquistes: Giardia , Cryptosporidium y Cyclospora
Canadá	Ensaladas precortadas y vegetales de hojas verdes	Giardia, Cryptosporidium y Cyclospora
Egipto	Lechuga, rúcula, perejil, puerro y cebolla de verdeo	Toxocara, Ascaris, Hymenolepis nana, Giardia, Cryptosporidium y Cyclospora
México	Zanahorias, rábanos, patatas, champiñones, cilantro, batatas y espinaca	Toxocara, Ascaris, Giardia, Entamoeba histolytica
Noruega	Lechuga, eneldo, brotes de soja, brotes de rábano, y fresas	Giardia, Cryptosporidium
Perú	Albahaca, repollo, apio, cilantro, cebolla verde, chile verde, hierbas, puerros, lechugas, perejil	Cryptosporidium, Cyclospora
Polonia	Col de Pekín, col, col roja, apio y puerro fresa, el puerro, la cebolla, la zanahoria, calabacín	Cryptosporidium, ascaris, Trichuris, toxocara
Arabia Saudita	Cebolla verde, rábano, berro, lechuga y puerro	Ascaris, blastocystis hominis
España	Col china, lechuga Lollo Rosso y lechuga romana	Cryptosporidium y Giardia
Vietnam	Hierbas y aguas	Cyclospora

Espicias y hierbas

Las especias y hierbas se utilizan en la elaboración de alimentos con la finalidad de mejorar el sabor, en donde la globalización ha hecho que estos productos se encuentren disponibles durante todo el año en un gran número de países, generando brotes alimenticios con una amplia distribución geográfica (Zweifel y Stephan, 2012).

Los patógenos contaminantes de especias y hierbas corresponden a aquellos que poseen una mayor resistencia a las condiciones de desecación (McKee, 1995).

Si las especies y hierbas están contaminadas, estas a su vez pueden contaminar los alimentos en los cuales son utilizadas. Se han descrito cuadros de contaminación de especias y hierbas con Salmonella. Esta contaminación puede ocurrir en todas las etapas, incluyendo cultivo, cosecha, procesamiento, almacenamiento, empaque y venta (McKee, 1995), por lo que el uso de especias y de hierbas no tratadas o no sometidas a un proceso térmico, puede implicar que la salmonella sea introducida en la cadena alimentaria y representar un problema para los consumidores (Zweifel y Stephan, 2012).

En la Tabla 4 se mencionan los principales brotes alimenticios por salmonela asociados al consumo de especias y de hierbas.

Tabla 4. Brotes alimenticios por salmonela asociados al consumo de especias y hierbas (modificado de Zweifel y Stephan, 2012).

Año	Salmonella	Número de casos	País afectado	Alimento	Referencia
1993	<i>S.saintpaul</i> ; <i>S.rubislaw</i> <i>S.javiana</i>	más de 1000	Alemania	Paprika y pimentón en polvo	Lehmacher <i>et al.</i> , 1995
1999	<i>S. thompson</i>	76	California (EEUU)	Cilantro fresco	Campbell <i>et al.</i> , 2001
2002-2003	<i>S. agona</i>	42	Alemania	Te de hierbas con anís	Koch <i>et al.</i> , 2005
2006	<i>S. anatum</i>	Más de 200	Dinamarca	Albahaca fresca	Pakalniskien <i>e et al.</i> , 2009
2007	<i>S. entfenberg</i>	51	Reino Unido, Dinamarca, Países Bajos, EEUU	Albahaca fresca	Pezzoli <i>et al.</i> , 2008
2009	<i>S. rissen</i>	87	5 estados de USA	Pimiento blanco	Kenelly, 2010
2009-2010	<i>S. montevideo</i>	272	USA	Pimienta negra y roja	CDC, 2011

Aumento en el transporte de pasajeros

En el año 2010, se estima que alrededor de 214 millones de personas (3% de la población mundial) vivía fuera de su país de origen, debido a varios factores entre los que se citan: turismo, distribución desigual de recursos, de oportunidades y de servicios; inestabilidades políticas, guerra y desastres naturales, los cuales han llevado a la migración de un alto número personas en poco tiempo. Esta migración de personas ha resultado también en el movimiento de agentes patógenos transmitidos por los alimentos a diversas regiones del mundo (Robertson *et al.*, 2014).

Por ejemplo entre diciembre del año 2012 y enero del año 2013, más de 255000 ciudadanos sirios huyeron de su país. En un período de 2 años, se estima que este conflicto ha desplazado a aproximadamente 5 millones de personas, 1 millón de los cuales están registrados como refugiados en los países vecinos (www.unfpa.org/pds/migration.html).

Entre los patógenos alimentarios que más fácilmente se diseminan entre las personas están los parásitos, muchos de los cuales se encuentran entre refugiados de distintas procedencias como *Taenia saginata* (África), *Fasciolopsis buski* (Asia), *Opisthorchis viverrini* y *Clonorchis sinensis* (sudeste asiático), *Taenia solium* (Asia del Sur), *T. solium* y *Opisthorchis guayaquilensis* (América del Sur), *Echinococcus granulosus* (Oriente Medio), y *Diphyllobotrium* spp. y *Felineus opisthorchis* en Europa del Este (Robertson *et al.*, 2014). En los refugiados que emigran a América del Norte, la prevalencia de al menos un parásito intestinal patógeno osciló entre el 8% y el 86% (CDC, 2013). Esta variabilidad es un reflejo del país de origen, el acceso a servicios de saneamiento y la higiene, la demografía y el estatus socioeconómico. Por ejemplo, las tasas de infección parasitaria en refugiados camboyanos en Nueva York varió de 31% a 86% (CDC, 2013).

Son varios los factores que permiten que patógenos como los parásitos infecten a otras personas o animales, o incluso que ingresen a la cadena alimenticia y que se puedan establecer en otros países. Entre estos factores Robertson *et al.* (2014) destaca el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades, el biotopo, el clima, los ciclos de vida y la epidemiología de los parásitos, las posibilidades de su posterior transmisión, la presencia de hospedadores intermediarios, en algunos casos necesarios en el ciclo de vida de algunos parásitos y la supervivencia de ellos frente a condiciones adversas.

Eventos de migración de trabajadores a otras regiones como fuerza de trabajo, se han documentado a través de investigaciones epidemiológicas y de laboratorio, evidenciando movimiento de parásitos transmitidos por los alimentos (Beutlich *et al.*, 2014).

Casos que ejemplifican lo anteriormente mencionado son el de cuatro judíos que en USA, en la ciudad de Nueva York fueron diagnosticados como casos de cisticercosis por *Taenia solium*, en circunstancias que ellos nunca habían consumido carne de cerdo a sabiendas y que además, no tenían los factores de riesgo para adquirir la patología. Después de realizadas las investigaciones epidemiológicas, se encontró que en los hogares de los judíos trabajaban personas provenientes de otros países, dos de los cuales fueron positivos para la infección por tenia: uno de ellos estaba con una infección confirmada, mientras que el otro era positivo serológicamente (Schantz *et al.*, 1992, citado por Robertson *et al.*, 2014).

Los viajeros de negocios y turistas también tienen la posibilidad de adquirir y diseminar infecciones parasitarias transmitidas por los alimentos; la mayoría de los viajeros no son conscientes del riesgo de infección asociada con el consumo de platos étnicos exóticos (Nawa *et al.*, 2005). Sin embargo, las infecciones con parásitos transmitidos por los alimentos también pueden ser adquiridas por el consumo de alimentos que son relativamente normales y comunes. Por ejemplo, se informó de la infección por *Gnathostoma* en un turista francés de regresar de México (Del Giudice *et al.*, 2001) y en un peruano durante su visita a Suiza, pero que presumiblemente adquirió la infección en Perú (por lo tanto ambos casos adquirieron sus infecciones por el consumo de platos de pescado crudo en América del Sur) (Chappuis *et al.*, 2001); se informó en un

estadounidense que durante 7 años estuvo viajando por Egipto, India, China y Japón la infección por áscaris (Teneza-Mora *et al.*, 2006); la infección por *Angiostrongylus cantonensis* fue diagnosticada en una mujer que había pasado los últimos 5 años navegando alrededor de la cuenca del pacífico, viajando entre las islas del archipiélago de Tonga, en donde había consumido vegetales (lechugas) frescas (Lo y Gluckman, 2001).

Una mujer francesa de 29 años de edad, al regresar de Gabón estaba infectada con *Paragonimus*, la paciente confesó haber consumido una vez al día durante tres días una comida hecha con cangrejos de agua dulce mal cocidos (Malavy *et al.*, 2006). Un cuadro de neurocisticercosis se informó en un italiano al regresar de El Salvador, Colombia y Guatemala en donde consumió vísceras de cerdo sin cocinar (Chatel *et al.*, 1999). Nueve turistas israelíes que regresaron desde América del Sur y desde el sudoeste asiático manifestaron sintomatología asociada a *Taenia solium*, la cual luego fue diagnosticada por pruebas serológicas (Leshem *et al.*, 2011). Turistas europeos que consumieron pescado crudo provenientes de diversos lagos de Bolsena y Bracciano fueron infectados con *Opisthorchis felineus* (Pozio *et al.*, 2013).

Se han reportado infecciones por protozoos como *Cryptosporidium* y *Giardia* en turistas que regresan de países en vías de desarrollo, aunque para muchas de estas infecciones de transmisión directa, la transmisión por el ciclo agua-mano-boca puede ser tan probable como la transmisión a través de los alimentos (Robertson *et al.*, 2014). En Estocolmo, en un estudio realizado durante un periodo de 10 años, se concluye que el aumento en los viajes y en la inmigración procedente de países no europeos se tradujo en 392 pacientes con amibiasis clínica (Pehrson, 1983).

Se ha estimado a nivel mundial, que al menos 107 especies de parásitos transmitidos por los alimentos causan enfermedades en los seres humanos (Orlandi *et al.*, 2002). Debido a la globalización, los médicos se enfrentan a enfermedades parasitarias comunes que normalmente se encuentran en el extranjero. La falta de conciencia de estas enfermedades parasitarias, la incapacidad para reconocer los síntomas, y las deficiencias en las herramientas de diagnóstico complican el diagnóstico y da lugar a retrasos en el tratamiento.

Cambios en los hábitos de las personas

La globalización implica también la movilización de costumbres y de ideas. Los hábitos alimenticios de las diversas culturas presentes en el planeta, que incluye ingredientes, tipos de comidas y preparaciones han sido reconocidas como facetas del comportamiento humano que pueden desempeñar un papel importante en la emergencia o reemergencia de enfermedades de transmisión alimentaria (Macpherson, 2005). Las personas al viajar llevan sus alimentos y sus tradiciones y a través de la comunicación estos hábitos alimenticios se han extendido por el planeta, un ejemplo son los programas de cocina vistos en la televisión, los cuales además de ser populares, invitan a introducir nuevos ingredientes o alimentos en la preparación de las comidas (Robertson *et al.*, 2014).

La emergencia o reemergencia de enfermedades es a menudo consecuencia de los cambios sociales y tecnológicos y que se manifiestan de una forma inesperada e impredecible. De este modo, durante las últimas décadas se han generado cambios en las preferencias y en los hábitos de las personas, con un creciente mercado para productos nuevos, productos étnicos listos para consumir, frescos y saludables (Broglia y

Kapel, 2011). En el pasado el consumo de carne cruda o poco cocida se asociaba a ciertas culturas y prácticas específicas, lo que se ha ido masificando por la globalización y la modificación de los hábitos alimentarios cosmopolitas (Slifko *et al.*, 2000).

Además de la disponibilidad de alimentos, las costumbres, las tradiciones, las creencias culturales y religiosas tienen un impacto significativo en la selección y preparación de los alimentos y por lo tanto en el potencial de exposición a agentes parasitarios transmitidos por los alimentos (Broglia y Kapel, 2011).

A lo largo de la historia, las diferentes sociedades han mostrado grandes variaciones en la dieta. Sin embargo, durante el siglo 20, el alto nivel de bienestar en algunos países, el profundo aumento en el comercio mundial y la mejora de los medios de comunicación han facilitado cambios importantes en la variedad de la dieta local y preparación de alimentos. Al mismo tiempo, el crecimiento de la población humana y el aumento de los ingresos han impulsado el aumento de la demanda de alimentos de origen animal y alimentos exóticos (Broglia y Kapel, 2011).

Algunas modas alimentarias emergentes y tendencias pueden favorecer la transmisión de patógenos a través de los alimentos. Un número creciente de consumidores está buscando productos exóticos (por ejemplo, carne de cocodrilo en Escandinavia), o los productos de temporada durante todo el año, que ahora están fácilmente disponibles en nuestras mesas debido al comercio mundial (por ejemplo, las fresas durante el invierno) (Macpherson, 2005).

La comunicación ha tenido un importante rol en el aumento de la exposición a los alimentos llamados "exóticos" y su creciente popularidad ha ampliado hábitos alimenticios nacionales. Durante la década de 1950, un supermercado podía tener cerca de 300 alimentos disponibles, mientras que hoy este número aumentó a más de 3.000 con productos originarios de diferentes partes del mundo (Macpherson, 2005). Incluso en algunas regiones de bajos ingresos, la transición a los nuevos sistemas de producción de alimentos (por ejemplo, el rápido crecimiento de la producción porcina en África, la acuicultura en Asia) puede favorecer la transmisión de parásitos transmitidos por los alimentos (Broglia y Kapel, 2011), así como el consumo de carne de cerdo cruda o poco cocida, o en productos fermentados o curados como una práctica cultural se relaciona con la triquinosis en humanos (Thompson y Polley, 2014).

Algunos hábitos alimenticios pueden aumentar la exposición de los consumidores a infecciones por parásitos a través del consumo de pescado. En Asia se debe prestar atención en el consumo de platos étnicos locales preparados a partir de peces de agua dulce o de agua salada, que a menudo se consumen crudos, como el sashimi (Nawa *et al.*, 2005). El consumo de sushi y de sashimi ya no es exclusivo de Asia. Es así como cada año hay aproximadamente 2000 nuevos casos de anisakiasis en Japón, 500 en Europa y 50 en USA, como resultado del consumo de pescado crudo (Chai *et al.*, 2005). En España, la prevalencia de anisakiosis en Madrid, donde la costumbre de consumir pescado crudo está muy extendida, es 25 veces mayor que en los residentes de otras regiones como Galicia, donde varía la forma de consumir pescado, principalmente cocinado (Puente *et al.*, 2008).

Un problema importante relacionado con los hábitos alimentarios y anisakiasis es que en los últimos años se ha reconocido que la infección puede ser seguida por una respuesta alérgica a los alimentos. Cuadros de urticaria y de síndrome anafiláctico asociados con la

infección gastrointestinal por *Anasakis simplex* fueron descritos primero en Japón (Kasuya *et al.*, 1990).

En países de América latina, como México, Perú y Chile el consumo de "ceviche", un plato preparado sobre la base a pescado crudo, fresco, marinado en jugo de limón o lima y condimentado con ají (Laffon-Leal *et al.*, 2000), y en Brasil el consumo de pescado ahumado (Mercado *et al.*, 2001) son fuentes de infecciones alimentarias.

Algunas culturas no consumen carnes catalogadas como "ajenas", pero existen excepciones. Se produjo un brote de triquinosis en el Ártico en donde un grupo de turistas franceses consumieron carne de oso poco cocinada, mientras que los habitantes del sector consumieron la carne del mismo oso bien cocinada y no se vieron afectados por la enfermedad (Houzé *et al.*, 2009). La manipulación o la ingestión de carnes mal cocidas provenientes de regiones donde la enfermedad de Chagas es endémica también podría resultar en una infección transmitida por los alimentos (Toso *et al.*, 2011).

Esto no solo ha sucedido con los productos cárnicos, el consumo de verduras crudas y frescas no es parte de la dieta normal en algunas regiones del mundo, como en Ghana, donde la introducción de ensaladas en restaurantes, cantinas y cafeterías de comida rápida ha expuesto a la población al riesgo de consumir agentes infecciosos como huevos de helmintos, quistes protozoarios y ooquistes (Amoah *et al.*, 2007).

III. 4. Impacto de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos

Impacto en la salud pública

El impacto generado por las enfermedades transmitidas por los alimentos es alto. Sin embargo, la magnitud de las enfermedades y los casos de muertes asociadas a ellas no se reflejan con precisión en los datos generados por los países desarrollados y en vías de desarrollo (Hoffman *et al.*, 2005).

Con la finalidad de obtener datos actualizados, la Organización Mundial de la Salud, ha generado la iniciativa de estimar la carga mundial de las enfermedades transmitidas por los alimentos (Kuchenmüller *et al.*, 2009).

Se estima que a nivel mundial, alrededor de 2 millones de personas han muerto debido a enfermedades entéricas asociadas a cuadros de diarrea. De estas, el 70% han sido transmitidas por los alimentos. En el caso de algunos países industrializados, se estima que hasta un 30% de la población sufre de enfermedades transmitidas por los alimentos (WHO, 2011).

Se estima que en el año 2011, por efectos de las enfermedades transmitidas por los alimentos, enfermaron 48 millones de personas, de las cuales 128.000 fueron hospitalizadas y de ellas 3000 murieron a causa de enfermedades transmitidas por los alimentos (CDC, 2011). En el caso de Canadá, se estima que una persona sufre alrededor de 1,3 episodios de cuadros entéricos por año (Fleury *et al.*, 2008). En Nueva Zelanda, se calcula una tasa de 3,241 por cada 100.000 habitantes, correspondiente a 119.320 episodios de enfermedades transmitidas por los alimentos, por cada año (Scott *et al.*, 2000).

Uno de los problemas de poder estimar el real costo de las enfermedades transmitidas por los alimentos, corresponde al bajo número de casos reportados. En el caso de EEUU, sólo el 68% de los brotes de enfermedades causadas por alimentos fueron notificadas a los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (Jones *et al.*, 2004), incluso durante la misma presentación de un brote de enfermedades transmitidas por alimentos, sólo una pequeña parte del número total de casos fue reportado (Jones *et al.*, 2004).

Un importante rol en las enfermedades transmitidas por los alimentos está dado por las infecciones emergentes. Kuchenmüller *et al.* (2009), estiman que durante los últimos 60 años, el 30% de todas las infecciones han sido causadas por patógenos emergentes.

Impacto en la economía

El desarrollo de una enfermedad transmitida por los alimentos tiene un costo económico que puede ser igual o mayor que otras enfermedades. Sin embargo, el costo económico por los gastos o pérdidas en salud no ha sido estudiado ampliamente. Los estudios disponibles son escasos y entregan información incompletas o sus estimaciones se basan sólo en supuestos (Buzby y Roberts, 2009).

El costo económico por año de las enfermedades transmitidas por los alimentos se calcula multiplicando los costos por cada caso con la cantidad de casos previstos por estimaciones anteriores. En EEUU se estimó que el año 1999 se gastaron mil millones de dólares en seguridad alimentaria y cerca de 300 millones de dólares adicionales por cada uno de los estados, estimándose un total de 152 mil millones de dólares gastados en enfermedades transmitidas por los alimentos (Scharff, 2012).

En el caso de Suecia, se estimó que durante el año 2000, las enfermedades de transmisión por los alimentos tuvieron un costo para el país de 123 millones de dólares (Lindqvist *et al.*, 2001). En Nueva Zelanda, los costos médicos se calcularon en 2,1 millones de dólares (Scott *et al.*, 2000); los costos totales se calcularon en 162 millones de dólares, los que incluyen los desembolsos del gobierno, los costos en la industria y los costos por enfermedad asociados a los tratamientos médicos y pérdida de la productividad (New Zealand Food Safety Authority, 2010).

Desafíos a futuro

Con la finalidad de poder disminuir el efecto que el cambio climático y los procesos de globalización tienen sobre las zoonosis transmitidas por los alimentos, se hace necesario trabajar en los siguientes aspectos que se detallan a continuación.

1. Mejoramiento de la comunicación

La seguridad alimentaria está garantizada a través de la implementación de medidas de control adecuadas en cada paso de la cadena alimentaria, es decir desde la obtención de las materias primas en la granja hasta el momento de ser consumida por las personas. Para garantizar que los consumidores desempeñen un papel importante en la seguridad alimentaria, deben estar conscientes de todos los peligros que están asociados con los

alimentos y de todas las medidas de control pertinentes y de los riesgos relacionados con un medio ambiente en constante cambio.

2. La interdisciplinariedad

La inocuidad de los alimentos es un tema complejo, pues implica diferentes procesos desde la obtención de la materia prima hasta la preparación final del alimento en el hogar. Solamente equipos de trabajos interdisciplinarios son capaces de abordar los desafíos de la seguridad alimentaria y las relaciones que se establecen entre el cambio climático, los animales y la higiene alimentaria.

3. Aplicación de buenas prácticas en la cadena de producción de alimentos

Las buenas prácticas se deben de aplicar en todo momento, comenzado con las buenas prácticas de higiene y de manufactura (BPM) tanto en la industria como en el hogar; buenas prácticas agrícolas (BPA), y de crianza de ganado (BPG); y buenas prácticas veterinarias y acuícolas, con la finalidad de hacer frente a los retos que plantea el cambio climático y los procesos de globalización (Tirado *et al.*, 2010; Robertson *et al.*, 2014).

Con la nueva información disponible sobre el impacto del cambio climático y de la globalización, sobre los riesgos en la seguridad alimentaria, los gobiernos, las asociaciones de industriales y las de consumo, tendrán un papel relevante en la revisión y actualización de los lineamientos actuales. En los países en desarrollo, el desafío sigue siendo la elaboración de políticas que permitan a las pequeñas y medianas empresas superar sus limitaciones, incentivando la utilización de las buenas prácticas (FAO/WHO, 2006).

4. Incorporación de nuevas tecnologías

La incorporación de nuevas tecnologías y conocimientos científicos tiene un papel importante al permitir comprender y enfrentar de mejor manera cada uno de los riesgos que el cambio climático genera sobre la seguridad alimentaria.

Las nuevas tecnologías pueden ser aplicadas directamente en los sectores agrícolas y alimentarios, como por ejemplo: desarrollo agrícola en zonas afectadas por sequías, inundaciones o suelos altamente salinos, mediante la utilización de variantes de cultivos modificados genéticamente; utilización de nuevos métodos en biología molecular que permitan la caracterización de comunidades microbianas y de sus interacciones; utilización de nanotecnologías que permitan la rápida detección de patógenos y de contaminantes de los alimentos; y de nuevos dispositivos de filtración, que permitan la eliminación de una gran variedad de contaminantes, tanto químicos como microbiológicos, en el agua, en el suelo y finalmente en los alimentos (FAO, 2008a).

La comunicación y la cooperación internacional son necesarias para que los países en vías en desarrollo puedan adquirir las nuevas tecnologías y se mantengan actualizados con la finalidad de hacer el mejor uso de estas.

5. Vigilancia

Un componente fundamental en la salud humana y animal es la vigilancia. Esta es esencial, no solamente para permitir la identificación temprana de las enfermedades

emergentes, reemergentes y sus tendencias, sino también en la planificación de recursos y en la medición del impacto que las estrategias de control tienen (Tirado *et al.*, 2010).

La vigilancia debe tener un enfoque global, con la colaboración entre diversos profesionales del medio humano, animal y ambiental. La existencia de un Reglamento Sanitario Internacional es un ejemplo de coordinación de gestión en el caso de una emergencia de salud pública de nivel internacional, que permite a los países detectar, evaluar, notificar y actuar frente a las amenazas que se presenten en salud pública.

En la actualidad existen programas de vigilancia implementados en varios países, pero ante eventos relacionados con el cambio climático y de la globalización, necesitan ser revisados y modificados para hacer frente a los nuevos escenarios que se avecinan (Tirado *et al.*, 2010).

Las empresas de alimentos tienen un importante papel en el análisis de los datos, con la finalidad de poder predecir, identificar y priorizar las potenciales amenazas en la seguridad de los alimentos y de asesorar sobre las medidas de intervención necesarias de aplicar para proteger la salud de las personas y preservar la seguridad de los alimentos.

6. Evaluación de riesgos

El evaluar los riesgos, entrega bases científicas para el desarrollo y la implementación de medidas de seguridad alimentaria y su orientación. Los procesos de globalización y de cambio climático pueden llevar a riesgos en la seguridad alimentaria.

Según expertos de las FAO/WHO (2008), se deben de realizar evaluaciones de riesgo de los aditivos alimentarios, de los contaminantes de los alimentos, de los residuos de plaguicidas, de los residuos de los medicamentos de uso veterinario y de los peligros microbiológicos.

7. Investigación

La capacidad de utilizar las ciencias para poder encontrar nuevas soluciones a los desafíos que el cambio climático y la globalización es un pilar fundamental. En países en vías de desarrollo, existe la necesidad de generar una planificación más cuidadosa para fomentar el desarrollo de las competencias para poder hacer frente a los problemas; se deben de fomentar los vínculos entre las instituciones gubernamentales, universidades y el sector privado que potencien la investigación (Tirado *et al.*, 2010)

8. Implementación de modelos predictivos

En la actualidad no hay proyecciones basados en los diversos escenarios que los procesos de globalización y cambio climático tendrán sobre los sistemas de seguridad alimentaria.

Se están desarrollando modelos predictivos en las áreas marítimas que permitan predecir el desarrollo de algas nocivas que puedan ser aplicados a otras áreas (Anderson *et al.*, 2015).

Estos modelos predictivos pueden ser utilizados por diversos sectores para predecir la probabilidad que el cambio climático global genere efectos sobre los sistemas ecológicos, sobre los animales y sobre los riesgos alimentarios y fitosanitarios (FAO, 2008a).

El uso de modelos matemáticos en ecología microbiana es un campo emergente, y aunque aún no se aplica a los efectos del cambio climático, se trata de una nueva dirección prometedora para cuestiones de seguridad alimentaria (FAO, 2008a).

El poder tener sistemas predictivos confiables dependen de la cantidad y calidad de los datos disponibles, por lo que la colaboración internacional es esencial para asegurar la recolección de datos y el desarrollo de nuevos modelos, el problema es que los impactos generados por el cambio climático son complejos y se manifiestan lentamente (Tirado *et al.*, 2010).

9. Incertidumbre

La incertidumbre es la predicción del comportamiento de los riesgos transmitidos por los alimentos (Tirado *et al.*, 2009), estas incertidumbres son abundantes en los sistemas bien caracterizados y se complican cuando se considera el cambio climático, debido a que existen muchos factores relacionados con el medio ambiente, con los recursos naturales, con la biodiversidad, con la agricultura, con la pesca, el comercio mundial, el desarrollo económico, social, tecnológico, demográfico, etc. (Cohen *et al.*, 2009).

Además, existen factores humanos como: la adaptación fisiológica, la inmunidad, la educación y el comportamiento los cuales también influyen en la exposición de los individuos y de las poblaciones a los peligros relacionados con el clima y sus efectos posteriores.

Los modelos predictivos son relevantes para estar preparados frente a los impactos que el cambio climático genera sobre la seguridad alimentaria en determinadas circunstancias, como la estacionalidad de las enfermedades transmitidas por los alimentos. Sin embargo, el gran número de incógnitas en este campo requiere una clara consideración de la incertidumbre. Cuando se involucran procesos sociales en conjunto con procesos físicos, es más difícil generar modelos predictivos (Tirado *et al.*, 2010).

Si no existieran datos confiables y predicciones precisas, la incertidumbre puede ser caracterizada por el uso de métodos apropiados que ayuden en el proceso de la toma de decisiones. En este contexto, la incertidumbre puede ser gestionada mediante el establecimiento de decisiones sólidas, que den resultados satisfactorios en la modificación de las estrategias de control en respuesta a los cambios futuros en el clima a nivel mundial.

10. Alerta precoz y respuesta ante las emergencias

Es esencial para poder reducir el riesgo que en las personas plantea el cambio climático, generar sistemas de alerta precoz y de respuesta ante las emergencias que se puedan producir como en los desastres naturales. Esto requiere de la comunicación y colaboración de todos los entes relacionados con la seguridad alimentaria, tanto a nivel nacional como internacional (Tirado *et al.*, 2010).

Las políticas que permitan enfrentar las emergencias es también un punto esencial, los países deben de revisar y/o elaborar planes de emergencia en seguridad alimentaria, así

como también la revisión y/o actualización de todos los planes contra desastres que permitan garantizar la seguridad alimentaria ante la presencia de eventos naturales como ejemplo.

11. Seguridad alimentaria

El cambio climático, sus factores y sus consecuencias en todas sus dimensiones son una fuente de preocupación mundial para los países y organizaciones internacionales.

Hay necesidad de cooperación regional e internacional en las diversas áreas de investigación y de intercambio de datos y de información, relacionada con la seguridad alimentaria, con los seguimientos de enfermedades, con la vigilancia y el rol de las redes internacionales en facilitar la investigación (Tirado *et al.*, 2010; Uyttendaele *et al.*, 2015).

El cambio climático y la globalización proponen nuevos riesgos para la seguridad alimentaria, en donde la comunidad internacional necesita asesoramiento por parte de los gobiernos, de las universidades y de las agencias de investigación para poder tomar decisiones seguras en materia de seguridad alimentaria (Tirado *et al.*, 2010; Uyttendaele *et al.*, 2015).

III. 5. Prevención y Control de la Transmisión de Enfermedades por los Alimentos

El conocimiento epidemiológico de las enfermedades de transmisión alimentaria es de vital importancia para diseñar estrategias y/o políticas de estado que permitan disminuir el impacto que las zoonosis alimentarias tienen en la población.

En este sentido, es necesario generar sistemas de recolección de datos, que permitan disponer de informes actualizados sobre la situación de las enfermedades de transmisión alimentaria en cualquier momento (Uyttendaele *et al.*, 2015).

Por otro lado, también es necesario mejorar la vigilancia epidemiológica para generar una detección temprana de las enfermedades transmisibles por los alimentos y por el agua; además de la vigilancia de las zoonosis y otras enfermedades de los animales que pudiesen llevar a la contaminación de los alimentos (Tirado *et al.*, 2010).

Debido a esto se debe realizar un rápido proceso de investigación en el caso de brotes de enfermedades, para visualizar el impacto de ellas y la relación con los procesos del cambio climático y de la globalización (Tirado *et al.*, 2010). Además, los sistemas de salud pública humana y veterinaria deben ser capaces de actuar eficazmente, movilizándose y respondiendo rápidamente frente a las enfermedades transmitidas por los alimentos, enfermedades infecciosas y zoonosis emergentes.

Algunos métodos de detección de la contaminación de los alimentos, utilizan indicadores microbiológicos, los cuales sirven para detectar la presencia de patógenos asociados a la contaminación fecal, sin embargo, ninguno de estos métodos son ideales y muy pocos se han evaluado profundamente, lo que hace difícil monitorear el real impacto del cambio climático sobre la transmisión de agentes patógenos transmitidos por los alimentos (Tirado *et al.*, 2010).

Esto implica una clara necesidad de aunar esfuerzos en investigación, para desarrollar métodos de detección rápidos, eficaces y sensibles que permitan detectar patógenos en matrices de alimentos en tiempo real. Un método ideal sería aquel que entregara resultados en pocas horas y que fuese fácil, económico, adaptable a las condiciones de terreno y que entregara resultados confiables (Tirado *et al.*, 2010).

También se hace necesario mejorar la coordinación entre los estamentos encargados de velar por la salud pública, la salud animal, la salud ambiental y los servicios de seguridad de los alimentos. El fortalecimiento de la comunicación y la cooperación entre los profesiones de estas áreas es eficaz en la medida que se puedan predecir, reconocer y mitigar el impacto del cambio climático y de los procesos de globalización, sobre las enfermedades infecciosas, incluyendo las enfermedades transmitidas por los alimentos, en este contexto se está promoviendo a nivel internacional el tema “Un mundo, una salud” (Tirado *et al.*, 2010).

A pesar de los efectos de la globalización, las metodologías convencionales para prevenir las enfermedades transmitidas por los alimentos siguen siendo válidas, es vital generar educación en los consumidores, en los productores y manipuladores de alimentos, en particular respecto de la higiene, de las normas de preparación y en cómo evitar a contaminación cruzada, para evitar la transmisión a través del alimento de patógenos (Robertson *et al.*, 2014).

En el caso de los productos frescos, un punto crítico de control reconocido es la calidad del agua, la cual puede contaminar los alimentos que están en contacto con ella como lo que sucede con la contaminación de las lechugas con *Escherichia coli* contenida en el agua (Jensen *et al.*, 2015).

La presencia de patógenos en los alimentos se ha reducido a través de la desinfección del agua potable, de los tratamientos de las aguas residuales, de los procesos de pasteurización, de congelación, de enlatado y del uso de antimicrobianos (Robertson *et al.*, 2014).

Las medidas de control también han ido cambiando con el tiempo. Antes, las medidas apuntaban a evitar la transmisión de patógenos a través de los alimentos. Así, en el pasado la prevención de la contaminación de los alimentos para consumo humano con deposiciones de animales era el eje central. En el futuro la prevención se abordará principalmente en evitar la contaminación de los alimentos, y en cuidar lo que comen y beben los animales destinados a consumo humano (Robertson *et al.*, 2014).

Los sistemas de control y de vigilancia actuales difícilmente contribuirán en eliminar todas las amenazas que plantea la globalización. Orlandi *et al.* (2002), definen al menos 107 especies de parásitos que pueden ser transmitidos a través de los alimentos, en donde el mayor desafío será la identificación de los casos que se presentan con menor frecuencia lo que puede indicar problemas en el diagnóstico.

A nivel de industrias de alimentos, los sistemas HCCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) son claves en el control de las enfermedades transmitidas por los alimentos, los cuales incluyen la implementación de 7 medidas estrictas para evitar la contaminación durante todo el proceso de producción de alimentos. En la Tabla 5 se indican las medidas de control para evitar la contaminación de los alimentos.

Tabla 5. Medidas de control para evitar la contaminación de alimentos (Robertson *et al.*, 2014).

Principio del HCCP	Objetivos	Cambios relacionados al proceso de globalización
Análisis de riesgo	Identificar cuáles son los riesgos en seguridad alimentaria y como se pueden prevenir	Desconocimiento de todos los agentes transmisibles por los alimentos
Identificación de puntos críticos de control	Definir en qué puntos de la cadena alimentaria se pueden aplicar controles que resulta en la prevención, eliminación o reducción de los riesgos a un nivel aceptable	Inexistencia de puntos críticos de control en países donde se elaboran alimentos o ingredientes
Límites críticos en el control de puntos críticos	Definir cuáles son los niveles de peligro aceptables en los alimentos y como estos niveles se determinan y se identifican	Diferencias entre los niveles de tolerancia aceptados por los diferentes países tanto exportadores como importadores de alimentos
Monitoreo de los puntos críticos de control	Definir cuál es la frecuencia y método para cada procedimiento de control	Los métodos deben ser las normas internacionales de tal manera que todos los países utilizan los mismos métodos
Acciones correctivas	Definir qué acciones correctivas deben aplicarse si se supera un límite crítico	Las acciones correctivas pueden ser inducidas por otros países
Validación y verificación	Identificar si el sistema HCCP funciona correcta y adecuadamente	Un sistema internacional puede ser difícil de controlar
Mantenimiento de registros	Mantener registros actualizados de los planes HACCP; de la documentación de: la supervisión y de las actividades de verificación y gestión.	

Los países exportadores o importadores de productos cárnicos poseen diferentes normas para la crianza de sus animales. En algunos países es obligatoria la inspección de carne de cerdo y de bovino para detectar por ejemplo fases larvianas de *Trichinella spiralis* o Cisticercosis, mientras que en otros puede ser voluntario o no es necesaria o no se ejecuta, o los animales no son faenados en mataderos o no existen inspectores suficientemente capacitados, como lo sucedido en Serbia entre los años 2001-2002 en donde 280 personas fueron diagnosticadas con triquinosis después de consumir carne de cerdo que había sido inspeccionada (Djordjevic *et al.*, 2005). Las pruebas de detección

de cisticercosis son de baja sensibilidad, por lo que carne infectada puede entrar en la cadena alimenticia sin ser detectada (Dorny y Praet, 2007).

No es exigible en ningún país durante la inspección de carne, la detección de toxoplasmosis, en gran parte debido a la ubicuidad de este parásito y a la falta de métodos de detección simples y sensibles a nivel de mataderos, esto ha hecho que la presencia de *Toxoplasma gondii* en los productos cárnicos sea desconocida en gran parte del mundo (Robertson *et al.*, 2014).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) entregan lineamientos con la finalidad de disminuir las posibles amenazas para la salud de las personas y de los animales generadas por el movimiento de animales, sin embargo, la complejidad y el alcance de los movimientos de los animales han dado lugar a infecciones que se siguen extendiendo a nivel mundial, como consecuencia directa del proceso de globalización (Robertson y Chalmers, 2013).

La inmunización de animales destinados a consumo humano se evidencia como una alternativa viable, en el presente esta alternativa es limitada por la falta de vacunas en el caso de las parasitosis. Se ha demostrado la efectividad de la vacunación en ovejas contra la hidatidosis (Lightowers *et al.*, 2000), además, se realizó una vacunación exitosa en cerdos criados en forma natural contra la cisticercosis porcina mediante la utilización de una vacuna de antígeno recombinante (Jayashi *et al.*, 2012).

En el caso de las parasitosis transmitidas por los alimentos, la ausencia de herramientas de diagnóstico que permitan detectar e identificar parásitos que están en la cadena alimentaria es una deficiencia importante. Los diagnósticos de rutina se basan en la inspección macroscópica y microscópica y requieren personal calificado, sin embargo las nuevas técnicas de diagnóstico molecular pueden mejorar la sensibilidad y especificidad de los diagnósticos, y reducir el tiempo en la detección de las parasitosis transmitidas por los alimentos (Robertson *et al.*, 2014).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

IV. 1 Discusión

La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo revisar los posibles efectos que tienen en la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos, los cambios que se están generando en el planeta, como el cambio climático y los procesos de globalización.

Los modelos predictivos aseguran que los efectos del cambio climático seguirán ocurriendo en el futuro, incluso con eventos climáticos más extremos, afectando a todo el planeta. El desarrollo económico de los países y los recursos disponibles serán claves en la forma de enfrentar las consecuencias que el cambio climático generará. Los países con mayor desarrollo económico tendrán la posibilidad de enfrentar de mejor manera estos cambios, generando medidas tendientes a mitigar las consecuencias del cambio climático sobre la epidemiología de las enfermedades zoonóticas transmitidas por los alimentos, a diferencia de los países en vías de desarrollo o tercermundistas, quienes por la escasez de recursos no podrán enfrentar de manera eficaz los desafíos que estos cambios les deparan, por lo que se espera que las consecuencias del cambio climático sobre la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos tenga mayores efectos en la población de estos, con la generación de una mayor cantidad de brotes o episodios asociados al consumo de alimentos.

En el año 2005, la población mundial alcanzó la cifra de 6.500 millones de personas, con un incremento anual de 76 millones, lo cual sitúa la cifra de personas en 9500 millones en 2070 (Naciones Unidas, 2014), en donde esta mayor cantidad de personas demandará mayor cantidad de alimentos. En la Figura 5 se grafica el crecimiento de la población mundial y su proyección a futuro.

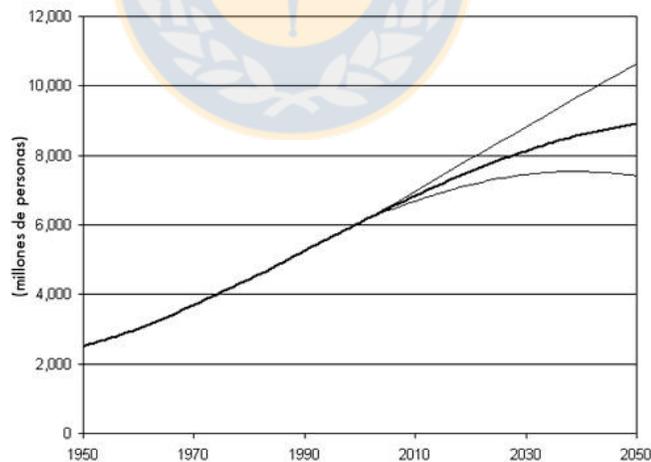


Figura 5. Crecimiento de la población mundial entre los años 1950 al 2000, con proyección al 2050 (Naciones Unidas, 2014).

Por otro lado el alza de la temperatura a nivel planetario es de 0,8°C desde 1850 (FAO, 2015). Esta alza favorecería el desarrollo de cambios en la epidemiología de las enfermedades zoonóticas transmitidas por los alimentos, lo cual junto al aumento en la

población mundial generarán escenarios en donde existirá un mayor riesgo asociado a contraer enfermedades transmitidas por los alimentos.

Los países del Hemisferio Norte, concentran la mayor parte de la población del planeta, lo que representa un mayor riesgo frente a la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos, los cuales afectarían la cadena de producción y de almacenamiento de alimentos. Esto implica una mayor posibilidad de contaminación de alimentos por patógenos provenientes de animales, generando un alto número de personas que se verán involucradas en la aparición de enfermedades vehiculizadas por los alimentos.

En relación al proceso de globalización, el desarrollo económico, asociado al movimiento de personas es mayor en el hemisferio norte, la moda de viajar a lugares más remotos, en donde las condiciones ambientales, como de elaboración de alimentos son más precarias, como en algunos destinos turísticos de África, generará un mayor riesgo de contraer zoonosis transmitidas por los alimentos.

Los antecedentes recopilados indican que los mayores efectos sobre la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos provienen de proceso de globalización. Esto se debe a que la globalización involucra muchos frentes, incluyendo el flujo de información, los movimientos de las personas, los patrones de comercio, el flujo de capitales, los sistemas de regulación y de difusión cultural, los cuales han sucedido de manera rápida , involucrando a todos los países del planeta.

En consecuencia, es necesario determinar los potenciales efectos de estos cambios, que permitan generar información que sirva de ayuda a todos los actores relacionados en la producción de alimentos, en sus distintas etapas o procesos de la producción. Asimismo, ayudar a conocer los efectos directos de los cambios anteriormente mencionados, en los patógenos zoonóticos que se pueden transmitir por los alimentos, ya sea para disminuir o eliminar el riesgo que éstos pudiesen generar sobre los alimentos y en forma especial sobre la salud de la población que los consume.

No solo los países importadores de alimentos deben generar medidas precautorias, sino también los países elaboradores/exportadores de alimentos, los cuales deben asegurar un alimento libre de patógenos, cuyo consumo pudiesen generar daño en las personas que los ingieren.

Es por esto que se formulan acciones con la finalidad de reducir estos riesgos, en donde la comunicación juega un papel importante, ya que permite que los consumidores finales de los alimentos conozcan los riesgos asociados a los diversos orígenes de los alimentos, lo que les permita generar las acciones necesarias, como por ejemplo: lugares de adquisición y preparación de los alimentos, para disminuir el riesgo de contraer algún patógeno zoonótico a través de éste.

No solo los consumidores se verán favorecidos con la información disponible, también los productores de alimentos, los cuales tendrán acceso a documentación, sobre las buenas prácticas de elaboración de alimentos, buenas prácticas ganaderas y puntos críticos de control entre otros, sino que además, de la posibilidad de incorporar nuevas tecnologías en la producción, lo que les ayudará a generar un alimento seguro e inocuo para la población.

Sin embargo, esto no es posible desarrollarlo en base a un grupo disminuido de personas, sino que es necesario integrar diversas disciplinas, que aborden cada uno de los elementos que el cambio climático y globalización están y van a seguir generando sobre los agentes zoonóticos que pudiesen transmitirse a través de los alimentos.

Si bien es cierto que la apertura de mercados, la desaparición de las barreras comerciales entre países y la facilidad de desplazamiento de personas de un lugar a otro del planeta, han generado beneficios, no se pueden desconocer los riesgos que estos generan en la transmisión de enfermedades desde una región a otra, es ahí donde las diversas organizaciones tanto nacionales como internacionales, relacionadas con la producción de alimentos, con la sanidad animal y con la salud humana, deben velar de forma constante para identificar los riesgos y el impacto que las zoonosis transmitidas por los alimentos tienen sobre la población y generar las medidas de control y de prevención tendientes a disminuir o si fuese posible, eliminar los riesgos que los alimentos pueden generar sobre la población.

Actualmente existen organizaciones mundiales y equipos de investigación, los cuales están generando directrices tendientes a minimizar las consecuencias que los cambios anteriormente mencionados tienen sobre la producción de alimentos. Chile no ha quedado al margen, el Ministerio de Salud de Chile y el Servicio Agrícola y Ganadero, están gestionando, desarrollando e implementando medidas en todos los niveles de la cadena de producción de alimentos que aseguren la inocuidad y seguridad alimentaria a la población.

Debido a que los procesos relacionados con el cambio climático y globalización, son continuos y dinámicos, las investigaciones se deben seguir llevando a cabo, analizando las medidas que se han aplicado tendientes a reducir el impacto de estos cambios sobre la cadena de producción de alimentos, y a generar modelos predictivos que permitan actuar de forma proactiva, enfrentando los desafíos que estos procesos tendrán, ya que existe incertidumbre en como a futuro los cambios mencionados afectarán la epidemiología de las enfermedades transmitidas por los alimentos.

IV. 2. Conclusiones

1. Los procesos de globalización y el cambio climático pueden afectar la epidemiología de las zoonosis transmitidas por los alimentos, siendo la globalización la que ha tenido mayor influencia en relación al cambio climático.
2. El cambio climático puede afectar la incidencia de las enfermedades zoonóticas transmitidas por los alimentos a través de su efecto sobre los patógenos, hospedadores y ambiente. Estos cambios pueden afectar las rutas migratorias de animales silvestres, generando la aparición de ciertos patógenos y la desaparición de otros en determinadas zonas, afectando el equilibrio ecológico de las poblaciones, modificando la presentación de las zoonosis transmitidas por los alimentos. Sin embargo, el efecto del cambio climático no está aun claramente definido, faltando más estudios por realizar.
3. Los fenómenos climáticos extremos, como las sequías, generan menor disponibilidad de agua, lo que llevará a una mayor congregación de animales y favorecerá la

circulación persistente de los patógenos, aumentando el riesgo de transmisión de enfermedades a través de los alimentos.

4. Dentro del proceso de globalización, el comercio internacional y el movimiento de personas son puntos clave en el transporte de patógenos a través de los alimentos. Actualmente se comercializan y envían a distintos países una mayor variedad y cantidad de artículos. El viaje de personas a lugares distantes, genera un intercambio cultural, de costumbres y tradiciones, lo que representa un mayor riesgo de contraer enfermedades a través de los alimentos.
5. El movimiento de animales, tanto de ganadería, silvestres, exóticos y mascotas ya sea de forma legal o de contrabando, han significado la diseminación de enfermedades de una región del planeta a otra y la posibilidad de ser transmitida a través de los alimentos.
6. Las zoonosis transmitidas por los alimentos, en los países subdesarrollados y tercermundistas se verán más afectados por efecto de los cambios producidos en el planeta.
7. Con la finalidad de mitigar los efectos del cambio climático y de la globalización sobre las enfermedades zoonóticas transmitidas por los alimentos, las organizaciones mundiales relacionadas con los alimentos y la sanidad humana y animal deben proporcionar pautas consolidadas que permitan reducir los riesgos de transmisión de patógenos a través de los alimentos y generar bases de datos a nivel mundial, que proporcionen información disponible de forma libre, periódica y actualizada de la situación de los patógenos transmitidos a través de los alimentos.
8. Es necesario fortalecer los elementos de sistemas de control de los alimentos: coordinación y gestión; legislación, vigilancia, supervisión de los servicios de laboratorio y de inspección; educación, información y comunicación. Además, se deben definir nuevas políticas de control para alimentos de origen animal que asegure la inocuidad alimentaria de los productos tanto que ingresan como de los que salen de un país.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aalten M., L. Züchner, E. Bruinier, M. Holzhauer, W. Wouda, F. Borgsteede, H. Sprong, J. van der Giessen. 2008. Reintroduction of *E. granulosus* by import of cows in the Netherlands. *Tijdschr. Diergeneeskd.* 133: 898–902.
2. Abeywardena H., A.R. Jex, R.B. Gasser. 2015. A Perspective on *Cryptosporidium* and *Giardia*, with an Emphasis on Bovines and Recent Epidemiological Findings. *Adv Parasitol.* 88: 243-301. doi:10.1016/bs.apar.2015.02.001.
3. Altizer S., R.S. Ostfeld, P.T. Johnson, S. Kutz, CD. Harvell. 2013. Climate change and infectious diseases: from evidence to a predictive framework. *Science.* 341: 514-519. doi: 10.1126/science.1239401.
4. Amoah P., P. Drechsel, M. Henseler, R.C. Abaidoo. 2007. Irrigated urban vegetable production in Ghana: microbiological contamination in farms and markets and associated consumer risk groups. *J. Water Health.* 5: 455–466.
5. Ancelle T., G. Renaud, J. Dupouy-Camet, G. Foulon. 1990. Evaluation of the medical and social cost of 2 trichinosis outbreaks in France in 1985. *Rev. Epidemiol. Sante Publique.* 38: 179–186.
6. Anderson C.R., S.K. Moore, M.C. Tomlinson, J. Silke, C.K. Cusack. 2015. Living with Harmful Algal Blooms in a Changing World: Strategies for Modeling and Mitigating Their Effects in Coastal Marine Ecosystems. pp: 495-561. In: JT Ellis and DJ Sherman (Eds). *Coastal and Marine Hazards, Risks and Disasters Series.* Elsevier, USA <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-396483-0.00017-0>.
7. Atreya C.D. 2004. Major foodborne illness causing viruses and current status of vaccines against the diseases. *Foodborne Pathog Dis.* 1: 89-96.
8. Bambrick, H., D. K., Woodruff, R. Hanigan, I., A. McMichael. 2008. Garnaut Climate Change Review. The impacts of climate change on three health outcomes: Temperature-related mortality and hospitalisations, salmonellosis and other bacterial gastroenteritis, and population at risk from dengue. Available: [http://www.garnautreview.org.au/CA25734E0016A131/WebObj/03-AThreehealthoutcomes/\\$File/03-A%20Three%20health%20outcomes.pdf](http://www.garnautreview.org.au/CA25734E0016A131/WebObj/03-AThreehealthoutcomes/$File/03-A%20Three%20health%20outcomes.pdf) [accessed 10 april 2015].
9. Beutlich J., J. A. Hammerl, B. Appel, K. Nöckler, R. Helmuth, K. Jöst, M.L. Ludwig, C. Hanke, D. Bechtold, A. Mayer-Scholl. 2014. Characterization of illegal food items and identification of foodborne pathogens brought into the European Union via two major German airports. *Int. J. Food Microbiol.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.10.017>.
10. Broglia A., C. Kapel. 2011. Changing dietary habits in a changing world: Emerging drivers for the transmission of foodborne parasitic zoonoses. *Veterinary Parasitology.* 182: 2-13.
11. Buzby J.C., T. Roberts. 2009. The Economics of Enteric Infections: Human Foodborne Disease Costs. *Gastroenterology.* 136: 1851-1862.

12. Caballero M., S. Lozano, B. Ortega. 2007. Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*. México, 8 (10): 1067-6079.
13. Cabello, F.C. 2007. Salmon aquaculture and transmission of the fish tapeworm. *Emerg. Infect. Dis.* 13: 169-171.
14. Camuffo D., C. Bertolin. 2012. The earliest temperature observations in the world: the Medici Network (1654–1670). *Climatic Change*. 111 (2): 335-363.
15. Cann K.F., D.R. Thomas, R.L. Salmon, A.P. Wyn-Jones, D. Kay. 2013. Extreme water-related weather events and waterborne disease. *Epidemiol Infect.* 141(4): 671-86. doi: 10.1017/S0950268812001653.
16. Centers for Disease Control and Prevention. 2013. Intestinal parasite guidelines for domestic medical examination for newly arrived refugees. U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases. Division of Global Migration and Quarantine. November 6, 2013.
17. CDC. 2008. Congressional testimony. Select committee on energy independence and global warming United States house of representatives climate change and public health. Statement of Howard Frumkin.
18. CDC. 2011. Estimates of Foodborne illness in the United States. Retrieved June 26, 2011, from: <http://www.cdc.gov/foodborneburden/index.html>.
19. Chai J-Y., K. D. Murrell, A. J. Lymbery. 2005. Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *International Journal for Parasitology* 35: 1233–1254.
20. Chappuis F., T. Farinelli, L. Loutan. 2001. Ivermectin treatment of a traveler who returned from Peru with cutaneous gnathostomiasis. *Clin. Infect. Dis.* 33: 17-19.
21. Chatel G., M. Gulletta, C. Scolari, E. Bombana, I. El-Hamad, A. Matteelli, G. Carosi. 1999. Neurocysticercosis in an Italian traveler to Latin America. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 60: 255–256.
22. Cohen M.J, C. Tirado, N-L. Aberman, B. Thompson. 2009. Impact of climate change and bioenergy on nutrition. Food Policy Research Institute. <http://www.fao.org/3/a-ai799e.pdf>.
23. Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichefet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver and M. Wehner, 2013: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

24. Cook A.J., R.E. Gilbert, W. Buffolano, J. Zufferey, E. Petersen, P.A. Jenum, W. Foulon, A.E. Semprini, D.T. Dunn. 2000. Sources of Toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. *Br. Med. J.* 321: 142–147
25. Cullen, E. 2009. The impact of climate change on the future incidence of specified foodborne diseases in Ireland. In Conference of the international society of environmental epidemiologists, Dublin, Ireland.
26. Cuperlovic K., M. Djordjevic, S. Pavlovic. 2005. Re-emergence of trichinellosis in southeastern Europe due to political and economic changes. *Veterinary Parasitology.* 132 (1-2): 159-166.
27. Dabanch J. 2003. Zoonosis. *Rev Chil Infect.* 20 (1): 47-51.
28. De Marval F., B. Gottstein, M. Weber, B. Wicht. 2010. Imported diphyllbothriasis in Switzerland: molecular methods to define a clinical case of *Diphyllbothrium* infection as *Diphyllbothrium dendriticum*. *Euro Surveill.* 18(3): 20355.
29. Del Giudice P., P. Dellamonica, J. Durant, V. Rahelinirina, M.P. Grobusch, K. Janitschke, A. Dahan-Guedj, Y. Le Fichoux. 2001. A case of gnathostomiasis in a European traveller returning from Mexico. *Br. J. Dermatol.* 145: 487-489.
30. Djordjevic M., K. Cuperlovic, M. Savic, S. Pavlovic. 2005. The need for implementation of International Commission on Trichinellosis recommendations, quality assurance standards, and proficiency sample programs in meat inspection for trichinellosis in Serbia. *Vet. Parasitol.* 132: 185-188.
31. Dorny P., N. Praet, N. Deckers, S. Gabriel. 2009. Emerging food-borne parasites. *Veterinary Parasitology.* 163: 196-206.
32. Dorny, P., N. Praet. 2007. *Taenia saginata* in Europe. *Vet. Parasitol.* 149: 22–24.
33. Doyle, M.P., M.C. Erickson. 2008. Imported Foods. *Microbiological Issues and Challenges*, ASM Press. USA.
34. Drake, S. L., A. DePaola; L. Jaykus. 2007. An overview of *Vibrio vulnificus* and *Vibrio parahaemolyticus*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 6: 120-144.
35. ECDC. 2007. Environmental change and infectious disease workshop. Meeting report. Stockholm, 29–30 March 2007.
36. El-Fadel M., S. Ghanimeh, R. Maroun, I. Alameddine. 2012. Climate change and temperature rise: Implications on food- and water-borne diseases. *Science of The Total Environment.* 437(15): 15–21.
37. European Commission. 2013. SWD(2013) 136 final. Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health. Commission Staff Working Document.
38. FAO. 2008a. Expert meeting on climate-related transboundary pests and diseases including relevant aquatic species, food and agriculture organization of the United Nations, 25–27 February 2008, Options for decision makers. <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/presentations/diseases/OptionsEM3.pdf>.

39. FAO. 2008b. Expert meeting on bioenergy policy, markets and trade and food security and global perspectives on fuel and food security FAO Headquarters, Rome, 18–20 February 2008, options for decision makers. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/presentations/EM56/OptionsEM56.pdf
40. FAO. 2010. Políticas de Seguridad e Inocuidad y Calidad Alimentaria en America Latina y el Caribe. Foro Regional "Políticas de Seguridad e Inocuidad y Calidad Alimentaria: Casos exitosos de integración". FAO/RLC, Santiago de Chile, 10 y 11 de junio.
41. FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. <http://www.fao.org/3/a-i3720e/index.html>.
42. FAO 2015. Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade. Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
43. FAO/WHO. 2002. Risk assessments of salmonella in eggs and broiler chickens. Microbiological risk assessment series 2. Rome, Italy.
44. FAO/WHO. 2008. Viruses in food: Scientific advice to support risk management activities. Meeting report. microbiological risk assessment series 13.
45. Fischer G., M. Shah, F. N. Tubiello, H. van Velhuizen. 2005. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360: 2067-2083. doi:10.1098/rstb.2005.1744
46. Fleury M.D., J. Stratton, C. Tinga, D.F. Charron, J. Aramini. 2008. A descriptive analysis of hospitalization due to acute gastrointestinal illness in Canada, 1995-2004. *Can J Public Health.* 99(6): 489-493.
47. Foreign Agriculture Service. 2014. Livestock and Poultry: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture.
48. Friedman C.R., R.M. Hoekstra, M. Samuel, R. Marcus, J. Bender, B. Shiferaw, S. Reddy, S.D. Ahuja, D.L. Helfrick, F. Hardnett, M. Carter, B. Anderson, R.V. Tauxe. 2004. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection in the United States: A case-control study in FoodNet sites. *Clin Infect Dis.* 15(38): 285-296.
49. Galán-Puchades M.T., M.V. Fuentes. 2014. Parasitic porkborne hazards, globalisation, and meat inspection. *Food Control.* 46: 546–547.
50. Galloway J.N., M. Burke, G.E. Bradford, R. Naylor, W. Falcon, A.K. Chapagain, J.C. Gaskell, E. McCullough, H.A. Mooney, K.L. Oleson, H. Steinfeld, T. Wassenaar, V. Smil. 2007. International trade in meat: the tip of the pork chop. *Ambio.* 36:622-629.
51. Gamble, J.L., K.L. Ebi, F.G. Sussman, T.J. Wilbanks, C. Reid, J.V. Thomas, C.P. Weaver, M. Harris, and R. Freed, 2008: Executive Summary. In: Analyses of the effects of global change on human health and welfare and human systems. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. [Gamble, J.L. (ed.), K.L. Ebi, F.G. Sussman, T.J. Wilbanks, (Authors)]. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, p. 1-11.

52. Gibbs R.A., R. Nanyonjo, N.M. Pingault, B.G. Combs, T. Mazzucchelli, P. Armstrong, G. Tarling, G.K. Dowse. 2013. An outbreak of Cyclospora infection on a cruise ship. *Epidemiol. Infect.* 141: 508-516.
53. Gottstein B., E. Pozio, K. Nöckler. 2009. Epidemiology, diagnosis, treatment, and control of trichinellosis. *Clin. Microbiol. Rev.* 22: 127-145.
54. Gregory P.J., J.S.I Ingram, M. Brklacich. 2005. Climate change and food security. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360: 2139-2148. doi:10.1098/rstb.2005.1745.
55. Grunkemeyer V.L. 2011. Zoonoses, Public Health, and the Backyard Poultry Flock. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice.* 14(3): 477-490.
56. Gummow B. 2010. Challenges posed by new and re-emerging infectious diseases in livestock production, wildlife and humans. *Livestock Science.* 130(1-3): 41-46.
57. Halos L., A. Thébault, D. Aubert, M. Thomas, C. Perret, R. Geers, A. Alliot, S. Escotte-Binet, D. Ajzenberg, M.L. Dardé, B. Durand, P. Boireau, I. Villena. 2010. An innovative survey underlining the significant level of contamination by *Toxoplasma gondii* of ovine meat consumed in France. *Int. J. Parasitol.* 40: 193-200.
58. Hartmann, D.L., A.M.G. Klein Tank, M. Rusticucci, L. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F. Dentener, E. Dlugokencky, D. Easterling, A. Kaplan, B. Soden, P. Thorne, M. Wild and P.M. Zhai, 2013: Observations: Atmosphere and Surface Supplementary Material. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Available from www.climatechange2013.org and www.ipcc.ch.
59. Hashizume, M., Wagatsuma, Y., Faruque, A. S. G., Taiichi Hayashi, H., Armstrong, B. 2009. Climatic components of seasonal variation in cholera incidence. In Conference of the international society of environmental epidemiologists, Dublin, Ireland.
60. Heydemann, P. and Fropier, N. 2006. Horsemeat in France. Technical Data. Economics. DIP ECO 03. Les Haras Nationaux. (http://www.haras-nationaux.fr/uploads/tx_vm19docsbase/DIP_ECO_03_HORSEMEAT_01.pdf).
61. Hill, D.E. and Dubey, J.P. 2013. *Toxoplasma gondii* prevalence in farm animals in the United States. *Int. J. Parasitol.* 43: 07-113.
62. Hoffman R.E., J. Greenblatt, B.T. Matyas, D.J. Sharp, E. Esteban, K. Hodge, A. Liang. 2005. Capacity of State and Territorial Health Agencies to Prevent Foodborne Illness. *Emerg Infect Dis.* 11: 11-16. doi: 10.3201/eid1101.040334.
63. Houzé S. T. Ancelle, R. Matra, C. Boceno, Y. Carlier, A.A. Gajadhar, J. Dupouy-Camet. 2009. Trichinellosis acquired in Nunavut, Canada in September 2009: meat from grizzly bear suspected. *Euro Surveill.* 14 (44): 19383.
64. Huang, S.W. 2004. An overview of global trade patterns in fruits and vegetables. *Global Trade Patterns in Fruit and Vegetables.* WRS-04-06, USDA.

65. IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
66. IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.
67. Jabbar A., J. Cotter, J. Lyon, A.V. Koehler, R.B. Gasser, B. Besier B. 2014. Unexpected occurrence of *Haemonchus placei* in cattle in southern Western Australia. *Infect Genet Evol.* 21:252-258. doi: 10.1016/j.meegid.2013.10.025.
68. Jahan S. 2012. *Epidemiology of Foodborne Illness, Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*, Dr. Benjamin Valdez (Ed.), ISBN: 978-953-307-916-5, InTech, DOI: 10.5772/31038. Available from: <http://www.intechopen.com/books/scientific-health-and-social-aspects-of-the-food-industry/epidemiology-of-foodborne-illness>.
69. Jayashi C.M., C.T. Kyngdon, C.G. Gauci, A.E. Gonzalez, M.W. Lightowers. 2012. Successful immunization of naturally reared pigs against porcine cysticercosis with a recombinant oncosphere antigen vaccine. *Vet. Parasitol.* 188: 261-267.
70. Jensen D.A., L.M. Friedrich, L.J. Harris, M.D. Danyluk, D.W. Schaffner. 2015. Cross contamination of *Escherichia coli* O157:H7 between lettuce and wash water during home-scale washing. *Food Microbiol.* 46: 428-433. doi: 10.1016/j.fm.2014.08.025.
71. Jiménez Cisneros, B.E., T. Oki, N.W. Arnell, G. Benito, J.G. Cogley, P. Döll, T. Jiang, and S.S. Mwakalila, 2014: Freshwater resources. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 229-269.
72. Jones K.E., N.G. Patel, M. A. Levy, A. Storeygard, D. Balk, J. L. Gittleman, P. Daszak. 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451: 990–993.
73. Jones T.F., F.J. Angulo. 2006. Eating in restaurants: a risk factor for foodborne disease? *Clin Infect Dis.* 43(10): 1324-1328.
74. Jones T.F. B. Imhoff, M. Samuel, P. Mshar, K.G. McCombs, M. Hawkins, V. Deneen, M. Cambridge, S.J. Olsen. 2004. Limitations to successful investigation and reporting of foodborne outbreaks: an analysis of foodborne disease outbreaks in FoodNet catchment areas, 1998-1999. *Clin Infect Dis.* 38(3): 297-302.

75. Kasuya S., H. Hamano, S. Izumi. 1990. Mackerel-induced urticaria and Anisakis. *Lancet*. 335 (8690): 665.
76. Kovats R.S., S.J. Edwards, D. Charron, J. Cowden, R.M. D'Souza, K.L. Ebi, C. Gauci, P. Gerner-Smidt, S. Hajat, S. Hales, G. Hernández Pezzi, B. Kriz, K. Kutsar, P. McKeown, K. Mellou, B. Menne, S. O'Brien, W. van Pelt, H. Schmid. 2005. Climate variability and campylobacter infection: An international study. *International Journal of Biometeorology*. 49: 207-214.
77. Kuchenmüller T., S. Hird, C. Stein, P. Kramarz, A. Nanda, AH. Havelaar. 2009 Estimating the Global Burden of Foodborne Diseases - a collaborative effort. *Euro Surveill*. 14(18):pii=19195. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19195>.
78. Laffon-Leal S.M., V.M. Vidal-Martínez, G. Arjona-Torres. 2000. 'Cebiche'--a potential source of human anisakiasis in Mexico?. *J Helminthol*. 74(2):151-154. doi:10.1017/S0022149X00000202.
79. Leshem E., I. Kliers, M. Bakon, M. Gomori, R. Karplus, E. Schwartz. 2011. Neurocysticercosis in travelers: a nation-wide study in Israel. *J. Travel Med*. 18: 191-197.
80. Lightowlers M.W., A. Flisser, C.G. Gauci, D.D. Heath, O. Jensen, R. Rolfe. 2000. Vaccination against cysticercosis and hydatid disease. *Parasitol Today*. 16(5): 191-196.
81. Lindqvist R., Y. Andersson, J. Lindbäck, M. Wegscheider, Y. Eriksson, L. Tideström, A. Lagerqvist-Widh, K.O. Hedlund, S. Löfdahl, L. Svensson, A. Norinder. 2001. A one-year study of foodborne illnesses in the municipality of Uppsala, Sweden. *Emerg Infect Dis*. 7(3): 588-592.
82. Lipp, E. K., A. Hau, R. Colwell. 2002. Effects of global climate on infectious disease: The cholera model. *Clinical Microbiology Reviews*. 15: 757-770.
83. Lo R.V. and S.J. Gluckman. 2001. Eosinophilic meningitis due to *Angiostrongylus cantonensis* in a returned traveler: case report and review of the literature. *Clin. Infect. Dis*. 33: 112-115.
84. Lopman, B., B. Armstrong, C. Atchison, J.J. Gray. 2009. Host, weather and virological factors drive norovirus epidemiology: Time-series analysis of laboratory surveillance data in England and Wales. *PLoS ONE*. 4(8): 6671. doi:10.1371/journal.pone.0006671.
85. Macpherson C. 2005. Human behaviour and the epidemiology of parasitic zoonoses. *International Journal for Parasitology* 35: 1319-1331.
86. Macpherson C.N. 2013. The epidemiology and public health importance of toxocariasis: a zoonosis of global importance. *Int J Parasitol*. 43(12-13): 999-1008. doi: 10.1016/j.ijpara.2013.07.004.
87. Maestre Vera J.R. y J. R. Toral Revuelta. 2004. Parasitosis intestinal por nematodos asociada al consumo de pescado contaminado. *Rev Clin Esp*. 204(5): 264-265.

88. Malavy D., K.H. Ezzedine, M.C. Receveur, T. Pistone, P. Mercié, M. Longy-Boursier. 2006. Extra-pulmonary paragonimiasis with unusual arthritis and cutaneous features among a tourist returning from Gabon. *Travel Med. Infect. Dis.* 4: 340-342.
89. Marques A., M. L. Nunes, S.K. Moore, M.S. Stromb. 2010. Climate change and seafood safety: Human health implications. *Food Research International.* 43 (7): 1766-1779.
90. Mas-Coma S., M.A. Valero, M.D. Bargues. 2009. Fasciola, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. *Adv. Parasitol.* 69: 41-146.
91. McKee L.H. 1995. Microbial contamination of spices and herbs: A review. *LWT - Food Science and Technology.* 28 (1): 1-11.
92. Meiry M., G. Brenner, A. Markovitcs, E. Klement. 2013. A change in the epidemiology of bovine cysticercosis in Israel between 1973 and 2008 due to import of live cattle. *Transbound. Emerg. Dis.* 60: 298-302.
93. Menn B., S. Lorentz, T.J. Naucke. 2010. Imported and travelling dogs as carriers of canine vector-borne pathogens in Germany. *Parasit. Vectors.* 8: 3-34.
94. Mercado R., P.Torres, V.Muñoz, W. Apt. 2001. Human Infection by *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Anisakidae) in Chile: Report of Seven Cases. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 96(5): 653-655. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762001000500010>.
95. Mesino L. 2009. La globalización económica y sus implicaciones socio-culturales en América Latina. *Revista de Ciencias Sociales.* 15(1).
96. Miraglia M. H.J. Marvin, G.A. Kleter, P. Battilani, C. Brera, E. Coni, F. Cubadda, L. Croci, B. De Santis, S. Dekkers, L. Filippi, R.W. Hutjes, M.Y. Noordam, M. Pisante, G. Piva, A. Prandini, L. Toti, G.J. van den Born, A. Vespermann. 2009. Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *Food Chem Toxicol.* 47(5): 1009-1021. doi: 10.1016/j.fct.2009.02.005.
97. Murrell, K.D. and E. Pozio. 2011. Worldwide occurrence and impact of human trichinellosis, 1986-2009. *Emerg. Infect. Dis.* 17: 2194-2202.
98. Murphy T.M., J. O'Connell, M. Berzano, C. Dold, J.D. Keegan, A. McCann, D. Murphy, N.M. Holden. 2012. The prevalence and distribution of *Alaria alata*, a potential zoonotic parasite, in foxes in Ireland. *Parasitol. Res.* 111: 283-290.
99. Naciones Unidas. 2014. La situación demográfica en el mundo, 2014. Informe conciso. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Población. Nueva York. USA.
100. Nawa Y., C. Hatz and J. Blum. 2005. Sushi Delights and Parasites: The Risk of Fishborne and Foodborne Parasitic Zoonoses in Asia. *Clinical Infectious Diseases.* 41:1297-303.

101. New Zealand Food Safety Authority. 2010. The economic cost of foodborne disease in New Zealand. <http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/economic-cost-foodborne-disease/foodborne-disease.pdf>.
102. Nóbrega A.A., M.H. Garcia, E. Tatto, M. T. Obara, E. Costa, J. Sobel, W. N. Araujo. 2009. Oral Transmission of Chagas Disease by Consumption of Açaí Palm Fruit, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*. 15(4): 653-655.
103. Organización Mundial de la Salud. 2007. Informe sobre la salud en el mundo 2007 - protección de la salud pública mundial en el siglo XXI: un porvenir más seguro. http://www.who.int/whr/2007/07_report_es.pdf?ua=1
104. Orlandi P.A., T. Dan-My Chu, J.W. Bier and G.J. Jackson. 2002. Parasites and the food supply. *Food Technol.* 56: 72-81.
105. Pavlin B.I., L.M. Schloegel, and P. Daszak. 2009. Risk of importing zoonotic diseases through wildlife trade, United States. *Emerg. Infect. Dis.* 15: 1721-1726.
106. Paz S., N. Bisharat, E. Paz, O. Kidar, D. Cohen, D. 2007. Climate change and the emergence of *Vibrio vulnificus* disease in Israel. *Environmental Research*, 103: 390-396.
107. Pehrson, P.O. 1983. Amoebiasis in a non-endemic country. *Epidemiology, presenting symptoms and diagnostic methods.* *Scand. J. Infect. Dis.* 15: 207-214.
108. Pereira K.S., R.L. Barbosa, L.A.C. Passos, F.S. de Aguiar, H. Rogez, B. Alarcón de Noya, O.N. González. 2012. *Trypanosoma cruzi*. pp: 189-216. in: H.V. Smith, L.J. Robertson (Eds.) *Foodborne Protozoan Parasites*. Nova Publishers. USA.
109. Pires S.M., A.R. Vieira, E. Perez, D. Lo Fo Wong, T. Hald. 2012. Attributing human foodborne illness to food sources and water in Latin America and the Caribbean using data from outbreak investigations. *International Journal of Food Microbiology* 152:129-138.
110. Place S.E., and F.M. Mitloehner. 2010. Contemporary Environmental Issues: A Review of the Dairy Industry's Role in Climate Change and Air Quality and the Potential of Mitigation through Improved Production Efficiency. *J. Dairy Sci.* 93(8): 3407-3416. DOI: 10.3169/jds.2009-2719.
111. Polley L. 2011. Parasite Zoonoses. *Encyclopedia of Environmental Health*. 2011, Pp: 325-345.
112. Pomares C., D. Ajzenberg, L. Bornard, G. Bernardin, L. Housseine, M.L. Darde, P. Marty. 2011. Toxoplasmosis and horse meat, France. *Emerg. Infect. Dis.* 17: 1327-1328.
113. Poulin, R., K.N. Mouritsen. 2006. Climate change, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. *Journal of Helminthology*. 80: 183-191.
114. Pozio E., O. Armignacco, F. Ferri, M.A. Gomez Morales. 2013. *Opisthorchis felinus*, an emerging infection in Italy and its implication for the European Union. *Acta Trop.* 126: 54-62.

115. Pozio E., D.S. Zarlenga. 2013. New pieces of the Trichinella puzzle. *International Journal for Parasitology*. 43(12–13): 983-997.
116. Pozio E. 2014. Searching for Trichinella: not all pigs are created equal. *Trends Parasitol.* 30(1): 4-11. doi: 10.1016/j.pt.2013.11.00.
117. Puente P., A.M. Anadón, M. Rodero, F. Romarís, F.M. Ubeira, C. Cuéllar. 2008. Anisakis simplex: the high prevalence in Madrid (Spain) and its relation with fish consumption. *Exp. Parasitol.* 118: 271-274.
118. Räisänen S., L. Ruuskanen, S. Nyman. 1985. Epidemic ascariasis – evidence of transmission by imported vegetables. *Scand. J. Prim. Health Care.* 3: 189-191.
119. Riehn K., A. Hamedy, K. Grosse, L. Zeitler, E. Lücker. 2010. A novel detection method for *Alaria alata* mesocercariae in meat. *Parasitol. Res.* 107: 213-220.
120. Robertson L.J., H. Sprong, Y.R. Ortega, J.W.B. van der Giessen and R. Fayer. 2014. Impacts of globalisation on foodborne parasites. *Trends in Parasitology.* 30(1): 37-52.
121. Robertson, L.J. and R.M. Chalmers. 2013. Foodborne cryptosporidiosis: is there really more in Nordic countries? *Trends Parasitol.* 29: 3-9.
122. Rosen, G.E. and K.F. Smith. 2010. Summarizing the evidence on the international trade in illegal wildlife. *Ecohealth* 7: 24-32.
123. Santibáñez F., P. Santibáñez y L. Solis. 2008. Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de Cambio Climático. Centro de Agricultura y Medio Ambiente. Universidad de Chile.
124. Schantz P.M. 1983. Trichinosis in the United States. 1947-1981. *Food Technology.* 37: 83-86.
125. Scharff R.L. 2012. Economic Burden from Health Losses Due to Foodborne Illness in the United States. *Journal of Food Protection.* 75 (1): 123-131. doi:10.4315/0362-028X.JFP-11-058.
126. Scott W.G., H.M. Scott, R.J. Lake, M.G. Baker. 2000. Economic cost to New Zealand of foodborne infectious disease. *N Z Med J.* 113(1113): 281-284.
127. Skuce P.J., E. R. Morgan, J. van Dijk and M. Mitchell. 2013. Animal health aspects of adaptation to climate change: beating the heat and parasites in a warming Europe. *Animal.* 7 (2): 333-345. doi: 10.1017/S175173111300075X.
128. Slifko T.R., H.V. Smith, J.B. Rose. 2000. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. *International Journal for Parasitology* 30: 1379-1393.
129. Smith H.V., S.M. Caccio, N. Cook, R.A.B. Nichols, A. Tait. 2007. Cryptosporidium and Giardia as foodborne zoonoses. *Veterinary Parasitology.* 149: 29-40.
130. Sockett P. 2014. Prevalence of foodborne diseases in North America. *Encyclopedia of Food Safety, Vol 1.*

131. Tam C.C., L.C. Rodrigues, S.J. O'Brien, S. Hajat. 2006. Temperature dependence of reported *Campylobacter* infection in England, 1989-1999. *Epidemiol Infect.* 134(1): 119-125.
132. Tanriverdi S., A. Grinberg, R.M. Chalmers, P.R. Hunter, Z. Petrovic, D.E. Akiyoshi, E. London, L. Zhang, S. Tzipori, J.K. Tumwine, G. Widmer. 2008. Inferences about the global population structures of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 74: 7227-7234.
133. Tauxe R.V. 2002. Emerging foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology* 78: 31-41.
130. Teneza-Mora N.C., E.A. Lavery, H.M. Chun. 2006. Partial small bowel obstruction in a traveler. *Clin. Infect. Dis.* 43: 256-258.
134. Thibier M., B. Vallat. 2013. Institutions Involved in Food Safety: World Organisation for Animal Health (OIE). *Encyclopedia of Food Safety.* 4: 365-368.
135. Thompson RCA, L. Polley. *Parasitology and One Health.* 2014. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife.* 3(3): 1-2. doi:10.1016/j.ijppaw.2014.09.002.
136. Tirado M.C., R. Clarke, L.A. Jaykus, A. McQuatters-Gollop, J.M. Frank. 2010. Climate change and food safety: A review. *Food Research International* 43: 1745-1765.
137. Tirado, M. C., Cohen, M. J., Aberman, N. L., Thompson, B. 2009. Impacts on nutrition of climate change and bioenergy: Adaptation strategies. In J. Clapp & M. Cohen (Eds.), *The global food crisis: Governance challenges and opportunities.* Canada: Wilfred Laurier University Press.
138. Todd E. 2014. Overview of biological hazards and foodborne diseases. *Encyclopedia of Food Safety.* 1: 221-242.
139. Toso A., F. Vial, N. Galanti. 2011. Oral transmission of Chagas' disease. *Rev. Med. Chil.* 139: 258-266.
140. Uyttendaele M., C.Liub, N. Hofstra. 2015. Special issue on the impacts of climate change on food safety. *Food Research International.* 68: 1-6.
141. Yossepowitch O., T. Gotesman, M. Assous, E. Marva, R. Zimlichman, M. Dan. 2004. Opisthorchiasis from imported raw fish. *Emerg. Infect. Dis.* 10: 2122-2126.
142. Weaver, H. J., J.M.Hawdon, E.P. Hoberg. 2010. Soil-transmitted helminthiases: implications of climate change and human behavior. *Trends in Parasitology.* 26: 574-581.
143. WHO. 2002. Joint Who/Fao Workshop On Foodborne Trematode Infections In Asia. World Health Organization Regional Office For The Western Pacific, Ha Noi, Viet Nam, 26-28 November 2002.

144. World Health Organization [WHO]. 2011. Initiative to estimate the Global Burden of Foodborne Diseases. Retrieved June 26, 2011, from http://www.who.int/foodsafety/foodborne_disease/ferg/en/index1.html.
145. Zhang X.P., S.F. Jiang, G.B. Hong, Y.H. Fu, Y.Y. He, X.J. Ma, Z.Y. Wang, Y.G. Zhang, Q. Zhu, X.B. Ma. 2012. Investigation on food contamination with parasites in Shanghai market. *Zhongguo Xue Xi Chong Bing Fang Zhi Za Zhi*. 24: 404-409.
146. Zweifel C., R. Stephan. 2012. Spices and herbs as source of Salmonella-related foodborne diseases. *Food Research International* 45: 765-769.

