



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**“ACTUALIZACIÓN DE PROCESOS INFECCIOSOS EN HUMANOS EN CHILE A
PARTIR DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO
DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA**

**AUTORA: MACARENA ANDREA MARTÍNEZ REYES
PROFESOR GUIA: PROFESOR TM. Mg. CARLOS PADILLA ESPINOZA**

**TALCA-CHILE
2022**

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2023

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mis padres Jorge y Minerva, que siempre estuvieron apoyandome en cada decisión de esta etapa de mi vida y siempre estuvieron ahí en cada dificultad que se me presentaba.

I. ÍNDICE DE CONTENIDOS

III. RESUMEN.....	6
IV. INTRODUCCIÓN.....	7
V. OBJETIVOS.....	9
VI. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	10
VII. MARCO TEÓRICO	
CAPITULO 1: IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS Y CONTAMINACIÓN DURANTE SU PROCESAMIENTO.....	11
CAPITULO 2: ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS (ETA).....	14
2.1 ¿Qué son las enfermedades transmitidas por alimentos?.....	14
2.2 ETA en otros países.....	17
CAPITULO 3: BROTE DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS (ETA).....	20
CAPITULO 4: LAS PRINCIPALES MICOTOXINAS EN LOS ALIMENTOS.....	22
4.1 Aflatoxinas.....	25
4.2 Ocratoxina A.....	27
4.3 Patulina.....	28
4.4 Micotoxinas producidas por Hongo <i>Fusarium</i>	29
4.5 Medidas de reducción y control de micotoxinas.....	31
CAPITULO 5: PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS.....	34
VII. CONCLUSIÓN.....	36
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	37

II. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1: Alertas alimentarias de bacterias entre los años 2010-2021.....	15
Figura 1: Números de enfermedades de 4 tipos más comunes de transmisión por grupo etario en Taiwán.	17
Figura 2: Principales patógenos que causan enfermedades transmitidas por alimentos en Estados Unidos.....	18
Figura 3: Distribución de brotes de ETA, semana 1-51 de 2019 y Mediana 2014 – 2018.....	21
Tabla 2: Principales micotoxinas y sus límites en los alimentos, según FDA de EE.UU y UE...	23
Tabla 3: Toxicidad de las principales micotoxinas presentes en los alimentos.....	30
Figura 4: Estrategias biológicas.....	32

III. RESUMEN

Durante los años los microorganismos han ganado una gran importancia frente a la capacidad que tienen para poder contaminar alimentos a lo largo de todo lo llamado “cadena alimentaria”; y así producir un aumento en las enfermedades transmitidas a través de los alimentos (ETA) en humanos o también conocidas como intoxicaciones alimentarias. La responsabilidad de los humanos es la clave para poder bajar las infecciones de este tipo, en ellos está el trabajo de realizar una buena manipulación de alimentos, una higiene personal, manipular en superficies limpias para evitar una contaminación cruzada entre los diferentes alimentos.

Hace unos años las micotoxinas, unos metabolitos que son tóxicos producidos por los hongos o llamados mohos, han tenido un gran aumento en cuanto a su importancia médica, debido a que son capaces de desarrollarse en diferentes alimentos, dependiendo la especie, y causar una serie de enfermedades en el ser humano incluyendo el Cáncer y enfermedades Neurodegenerativas.

Por eso es de suma importancia que a la hora de alimentarse o cocinar realicen una adecuada y correcta inocuidad alimentaria, que en simples palabras consiste en mantener limpias nuestras manos, los utensilios de cocina y la superficie de trabajo antes y después de la manipulación de los alimentos, y lo más importante mantener alimentos crudos separados del resto de los alimentos.

Palabras claves: Microorganismos, ETA, brotes, micotoxinas, inocuidad.

IV. INTRODUCCIÓN

A lo largo del proceso de producción alimentaria, hay diversos microorganismos que contaminan los alimentos debido a una serie de factores que contribuyen a ello, durante la recolección, manipulación o almacenamiento de estos van generando una serie de mecanismos en donde el alimento pierde la calidad que debería tener para ser consumido, y es ahí donde una pequeña parte de ellos provocan graves daños y que al ser consumidos por seres humanos causan enfermedades. (1)

La contaminación por diferentes patógenos bacterianos en los últimos años ha ido en evolución y de acuerdo al Portal RIAL de la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA) cada vez son más las notificaciones de alertas sanitarias que llegan por contaminaciones alimentarias, particularmente pertenecientes a los géneros bacterianos de *Campylobacter jejuni*, *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Norovirus*, *Salmonella* y *Yersinia enterocolitica*, entre otros, los cuales son encontrados en diversas matrices alimentarias, como carnes crudas, productos del mar, productos enlatados, en donde van a generar principalmente cuadros de diarrea, náuseas y vómitos. (2)

Las enfermedades transmitidas a través de los alimentos (ETA) e intoxicaciones alimentarias es cualquier enfermedad que se haya contraído a través del deterioro de los alimentos durante el procesamiento de estos (3). Se pueden clasificar en infecciones o intoxicaciones mediadas por toxina, en donde la infección transmitida por los alimentos es causada por el consumo de alimentos contaminados con microorganismo patógenos, como *Salmonella* spp. En cambio, en

una enfermedad mediada por toxinas es causada al ingerir los alimentos en donde los productos tóxicos de estos microorganismos están presentes en una cantidad que afecten la salud de la persona que está consumiendo el alimento contaminado.(4)

Para que exista una ETA el patógeno se debe encontrar en una cantidad que le permita causar una infección o de producir sus propias toxinas. También el alimento debe tener un ambiente propicio, temperatura adecuada durante un tiempo suficiente para que el agente o patógeno se desarrolle y produzca sus toxinas. Y por último se debe ingerir una porción suficiente del alimento contaminado para que el individuo se pueda contaminar sobrepasando su barrera de susceptibilidad. (4)

Dada la importancia de los alimentos se hace relevante conocer que microorganismos son los que actualmente contaminan alimentos de consumo humano. De este modo el presente trabajo tiene como objetivos actualizar la información respecto de los procesos infecciosos a partir de los productos alimentarios, así como también la presencia de nuevas especies.

V. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Recopilar la información en Chile de los últimos 5 años respecto de los microorganismos más concurrentes en las enfermedades transmitidas a través de los alimentos.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Describir los procesos de contaminación de los principales alimentos que se consumen en Chile con microorganismos patógenos para el ser humano.
- 2.2 Revisar la presencia de microorganismos clásicos como contaminantes en diversos alimentos.
- 2.3 Analizar la tasa de infecciones producidas por los microorganismos y sus productos en Chile.

VI. METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta revisión bibliográfica se indagó en información disponible acerca de los diferentes procesos que ocurren a lo largo del procesamiento de los alimentos, la existencia de los diferentes patógenos que se transmiten a través de los alimentos y las diferentes enfermedades o intoxicaciones que producen.

Para esto se realizó una búsqueda según los siguientes términos:

Alimentación, Procesos de contaminación, Monitoreo ambiental, Contaminaciones alimentarias, Inocuidad alimentaria, Centro de inocuidad alimentaria, Toxinas, enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), Seguridad alimentaria, entre otros.

Para llevar a cabo este trabajo se considera los estudios publicados entre los años 2015 en adelante, para poder brindar información actualizada, y también se recopiló y consultó en diferentes revistas científicas relacionadas con el campo de los alimentos, las cuales entregan datos e informaciones de calidad para el contenido de esta revisión. Fundamentalmente fueron consultadas bases de datos, entre las cuales están *PubMed*, *Scielo*, *Web of Science*, *Scopus*, entre otras.

VII. MARCO TEÓRICO

CAPITULO 1: IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS Y CONTAMINACIÓN DURANTE SU PROCESAMIENTO

La Organización Mundial de la Salud (OMS), describe la salud cuando todo ser vivo goza del bienestar tanto físico, mental y social. Por lo tanto, el estilo de vida, hábitos, costumbres y alimentación que posee cada persona es importante para la salud de cada una de ellas. Es por esto que la alimentación saludable es sumamente importante, puesto que el tema de la alimentación se considera un factor biológico básico para subsistir. (5)

Los alimentos que consumen las personas durante el día tienen una estrecha relación con la microbiota intestinal (MI) que se desarrolla en el ser humano desde el nacimiento, debido a que la MI está condicionada a los hábitos de vida de cada una de las personas, incluyendo principalmente las conductas alimentarias adquiridas por cada una de ellas a lo largo de su vida. Por eso el tema de la alimentación debiera ser un tema de materia importante para cada una de las personas, debido a que mantiene en equilibrio la microbiota para la conservación de una adecuada calidad de vida y salud. (6)

El alimento es una de las fuentes ideales para que un microorganismo pueda crecer, debido a que las características fisiológicas intrínsecas que poseen permiten que estos microorganismos que estando en un ambiente propicio puedan proliferen y desarrollarse (7).

Aquí también entra un rol importante a la hora de preservar un alimento, factores físico-químicos como la temperatura, humedad y el tiempo en que se encuentre cuyo alimento (7). Todos estos factores son lo importante para mantener el control y así poder evitar la contaminación de los alimentos.

Pero para mantener un control de esto es importante hablar sobre la “Inocuidad Alimentaria” que de acuerdo a la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA) la define como la seguridad que tienen los alimentos para que no causen daño al ser consumidos por seres vivos. Esto tiene implicancia también en la responsabilidad de cada uno de los consumidores. Es importante incentivar a las industrias y a los mismos consumidores a asumir la responsabilidad de cumplir las normas que garantizan a la población la disponibilidad de alimentos sanos, inocuos y nutritivos. (8)

Y de acuerdo a esto la OMS desarrolló 5 medidas claves para mantener la inocuidad alimentaria.

1. Mantener la limpieza de manos y de las superficies donde se cocine para evitar la contaminación.
2. Separar los alimentos crudos de los cocidos.
3. Cocinar completamente los alimentos para eliminar los microorganismos.
4. Mantener los alimentos a temperatura seguras para que las bacterias no proliferen.
5. Usar agua y materias primas seguras. (8)

Cuando se habla de contaminación alimentaria hay que tener en cuenta que se está refiriendo a la contaminación tanto química, física y biológica (9), pero en esta revisión bibliográfica se relaciona específicamente con la contaminación biológica, la cual es causada por microorganismos patógenos, y ellos son lo que producen la mayor cantidad de casos de enfermedades en los humanos.

Uno de los procesos importantes es la cadena de producción de alimentos, en cualquiera de sus etapas, ya sea en la recolección, procesamiento, almacenamiento o distribución, puede ocurrir una contaminación. Por otra parte, a la hora de procesar un alimento juega un papel importante el manipulador, debido que es la etapa en donde se lava, clasifica, tritura, entre otras actividades, y el manipulador es el encargado de esta actividad, asumiendo que la calidad microbiológica del agua que se pueda utilizar no debe estar contaminada (10). También, otro punto importante son las superficies en donde se trabajan, un ejemplo muy cotidiano es la manipulación de carnes rojas crudas junto a verduras, en donde al manipularlos en la misma superficie puede ocurrir una contaminación cruzada, debido a que las carnes crudas pueden venir contaminadas de *Salmonella spp*, *Listeria*, entre otras.

Por otro lado, al momento de almacenar alimentos, hay que tener en cuenta la temperatura en que se encuentra para que no exista una temperatura óptima para que haya un crecimiento de microorganismos. También que tan húmedo esta, debido que hay algunas bacterias que, en ambientes húmedos, son su ambiente propicio para poder crecer de una forma más exponencial.

CAPITULO 2: ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS (ETA)

2.1 ¿Qué son las enfermedades transmitidas por alimentos?

Ante todo, una enfermedad alimentaria causa la inflamación de los tejidos intestinales, tras la ingesta de estos alimentos o líquidos que están contaminados por agentes infecciosos específicos en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor en nivel individual o en grupos de población, como bacterias, toxinas o virus. Esto se genera por una infección o por una intoxicación por toxinas(11).

Una infección alimentaria es una ETA producida por la ingesta de alimento o incluso líquidos que estén contaminados con agentes infecciosos que una vez consumidos son capaces de multiplicarse e invadir la pared intestinal y producir diferentes síntomas. En cambio, una intoxicación alimentaria es una ETA generada por la ingesta de toxinas las cuales se producen por animales o del metabolismo de los microorganismo y que llegan a los diferentes alimentos de forma incidental al momento de la producción de estos. (12)

Las enfermedades transmitidas por los alimentos ocasionadas principalmente por microorganismos bacterianos son un problema de salud pública creciente en todo el mundo. Se cree que más del 30% de las personas padecen enfermedades transmitidas por la ingesta alimentaria (13). Según estudios realizados por el Centro para el control y prevención de enfermedades (CDC) cada año más de 48 millones de personas contraen una ETA, de ellas 128.000 son derivadas a centros hospitalarios y 3.000 fallecen a causa de estas enfermedades. (14)

En el Portal RIAL de la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA), en donde se proporciona una red de información y alertas alimentarias en la diferentes regiones de Chile, nos entrega información de las bacterias antes mencionadas, en el cual la que posee una mayor cantidad de alertas alimentarias a lo largo del país es la bacteria *Escherichia coli* con aproximadamente 12 alertas alimentarias en carnes de vacuno, en un rango de 10 años atrás. En segundo lugar, se releva a *Listeria monocytogenes* con 11 alertas alimentarias principalmente en productos cárneos y de pesca, como se puede observar en la Tabla 1. (15)

Tabla 1: Alertas alimentarias de bacterias entre los años 2010-2021. Fuente: Elaboración propia Martínez, M (2021)

BACTERIA	ALERTA	CATEGORIA DEL ALIMENTO	PRODUCTO
<i>Escherichia coli</i>	12 alertas	Productos cárneos	Carne de vacuno
<i>Listeria Monocytogenes</i>	11 alertas	Producto cárneos y de pesca	Salmón, Chorizo, Mortadela, Jamón serrano, etc.
<i>Salmonella spp.</i>	3 alertas	Productos de la pesca	Salmón, Jibia
<i>Recuento de aerobios mesófilos</i>	2 alertas	Productos elaborados a partir de cereales	Cereales mixtos
<i>Bacillus cereus</i>	1 alerta	Alimento de uso infantil	Leche en polvo
<i>Cronobacter spp.</i>	1 alerta	Productos lácteos	Leche

<i>Staphylococcus spp.</i>	1 alerta	Productos de la pesca	Langostinos
----------------------------	----------	--------------------------	-------------

En Chile en la temporada de verano, cuando las temperaturas están elevadas, hay un aumento de estas enfermedades transmitidas por alimentos, en donde se diagnostican más de mil casos cada año (11) Por lo general, estos alimentos por un mal manejo de conservación pierden la cadena de frío causando esta infecciones.

En nuestro país la ETA más frecuente en los últimos años es la Salmonelosis, originada por la enterobacteria *Salmonella*, siendo un 75% de las ETA notificadas en el país. Particularmente esta enfermedades se contrae por consumir mayonesa o salsas preparadas con huevos crudos, por lácteos sin pasteurizar o por verduras y alimentos lavados con aguas contaminadas por deposiciones. Para poder infectarse por *Salmonella* se necesita gran cantidad de estas bacterias, debido y gracias a la ayuda que nos brinda el ácido estomacal que es capaz de destruir esta bacteria (16). Generalmente a la personas infectadas les causa un cuadro de diarrea debido a la inflamación del intestino, comenzando 1 a 2 días luego de haber ingerido las bacterias en algún alimento contaminado, seguido de náuseas, vómitos, fiebre.

Otra de la enfermedades transmitidas a través de los alimentos, la segunda ETA más frecuente que sufren nuestro país es provocada por *Vibrio parahaemolyticus*, la cual es producida por la ingesta de mariscos, moluscos crudos, asociados principalmente por consumir ostras, causando un cuadro de diarrea, dolor abdominal, vómitos, dolor de cabeza, entre otros síntomas. Y la tercera ETA, las más conocida por la población chilena es la producida por la bacteria *Escherichia coli* causando un cuadro parecido a la *Salmonella*, incluyendo deposiciones con sangre y vómitos explosivos (11)

2.2 ETA en otros países

Como se ha visto, las enfermedades transmitidas por los alimentos son un problema a nivel mundial. Según estudios realizados por el Grupo de referencia de epidemiología de la carga de enfermedades transmitidas por los alimentos (FERG) de la OMS, el patógeno con una mayor tasa de mortalidad en Taiwán es *Salmonella* no tifoidea, la cual genera una gran cantidad de hospitalizaciones y de muerte por año, afectando más a la población de niños menores de 5 años, como podemos observar en la Figura 1 (17)

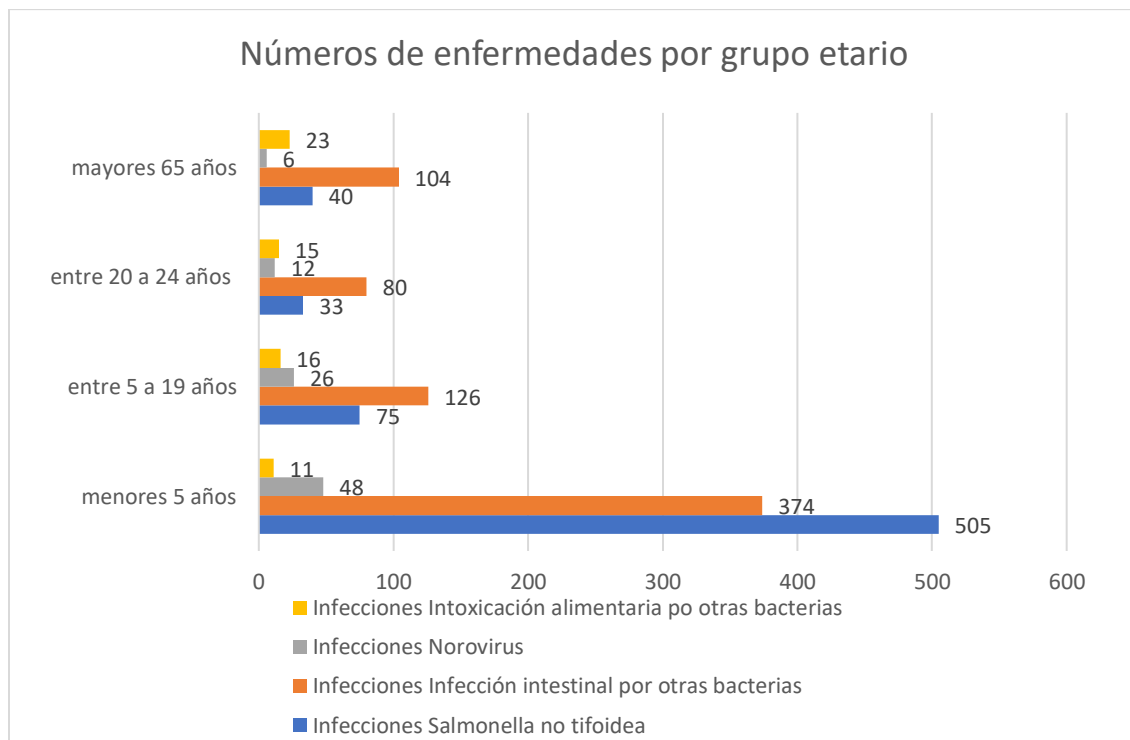


Figura 1: Números de enfermedades de 4 tipos más comunes de transmisión por grupo etario en Taiwán entre los años 2012-2015. Tomado y Adaptado de Lai YH (2020) (17)

Por otra parte, en Estados Unidos hay una gran cantidad de enfermedades transmitidas por los alimentos, se estima que aproximadamente 9,4 millones de enfermedades hay cada año. Siendo el Norovirus la causa más común de brotes, seguido por *Salmonella*, según el Sistema de Vigilancia de Brotes de enfermedades Transmitidas por Alimentos (FDOSS) (18)

En EE.UU la principal causa de las enfermedades transmitidas por los alimentos son los virus, con un 59%, seguido con un 39% de los casos son por bacterias y con un 0,25% causadas por parásitos. Pero dentro de los patógenos que más causaron enfermedades está en Norovirus con un 58%, *Salmonella* con un 11%, *Clostridium perfringens* con un 10% y por último la bacteria *Campylobacter* spp. con un 9% de los casos. (19)

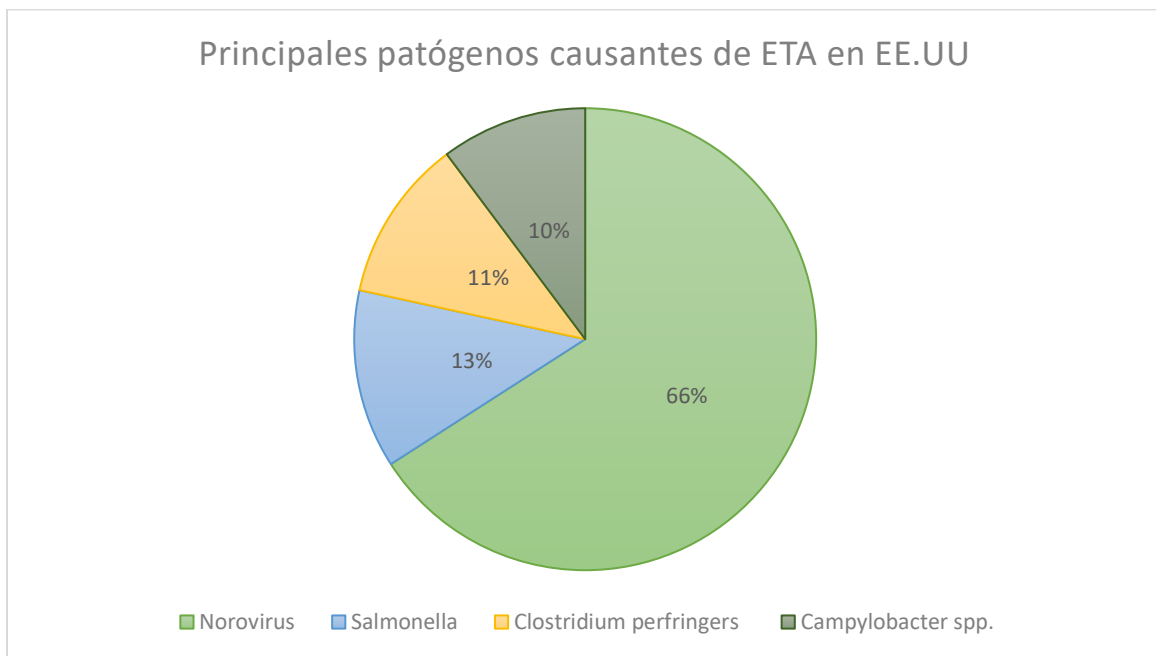


Figura 2: Principales patógenos que causan enfermedades transmitidas por alimentos en Estados Unidos. Fuente: Elaboración propia Martínez, M (2021)

La enfermedad causada por norovirus genera gastroenteritis, provocando diarrea, vómitos y dolores estomacales, y es de las causas más frecuente de gastroenteritis aguda en EE.UU, provocando aproximadamente 19 a 21 millones de casos. Es un virus altamente contagiosos debido a que tiene una alta propagación a través de los alimentos o de superficies contaminadas, debido a que puede permanecer un largo tiempo en superficies u objetos, generalmente en lugares cerrados, como es el caso de los jardines infantiles, hogares de ancianos e incluso hospitales. (20)

Y, por último, dentro de los países que enfrenta un gran problema por controlar las enfermedades transmitidas por los alimentos es Brasil, que según estadísticas epidemiológicas realizadas por el Departamento de Vigilancia Sanitaria del Ministerio de Salud de Brasil hubieron más de 10 mil brotes de ETA entre los años 2000 al 2015, donde la principal causa es por *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, con una tasa de mortalidad de un 0,05%. Siendo el patógeno más prevalente *Salmonella*. (21)

CAPITULO 3: BROTE DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS (ETA)

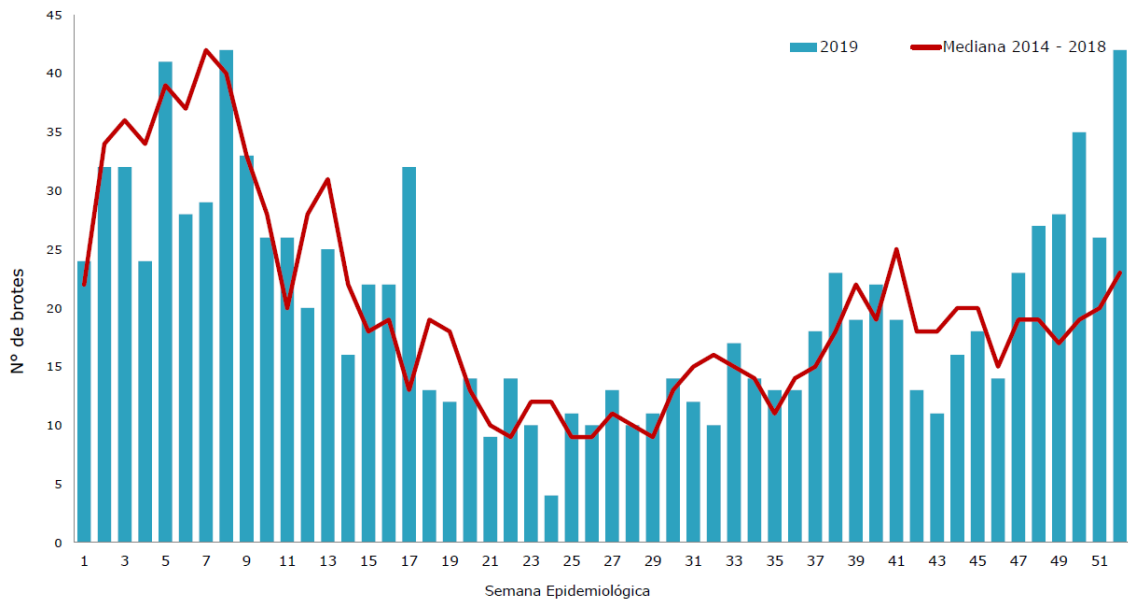
Hoy en día el concepto brote está muy en boga de todos los chilenos debido a la pandemia que se ha estado viviendo en los últimos 2 años. Pero es importante primero saber bien a que se refiere este concepto, el cual se origina cuando hay 2 o más casos de la misma enfermedad que se relacionan epidemiológicamente (22), es decir, hay un aumento considerado de los casos, donde las personas que contraen la enfermedad presentan sintomatología similar, luego de haber consumido el alimento contaminado.

La subsecretaria de Salud Pública define que un Brote de ETA debe cumplir con al menos uno de los criterios que son, magnitud mayor o igual a 10 casos; con casos hospitalizados o fallecidos; sospecha de un agente presente en el agua de consumo, brote institucional en establecimientos educacionales, para adultos mayores, recintos penitenciarios, etc.; brotes de importancia mediática o priorizado por autoridades. (23)

Los brotes de ETA se han vuelto un gran problema a nivel mundial, debido a la globalización de los mercados y a que cada año las industrias productoras de alimentos quieren generar mayor cantidad de alimentos nocivos. Según estadísticas realizadas por la OMS, cada año se registran aproximadamente 600 millones de casos, donde 420 millones son muertes producto de una enfermedad transmitida por alimentos. (24)

De acuerdo al último Boletín Epidemiológico de ETA realizado en el año 2019 por el Ministerio de Salud, se notificaron 1.129 brotes de ETA en Chile, donde el 93% de esos fueron casos confirmados, siendo los hombres los más afectados, ente el grupo etario de 15 – 44 años. El estudio se realizó por semanas, donde el mayor número de casos fue en las semanas 8 a la 52, como

podemos ver en la Figura 3, cuando empieza la época de verano y donde hay un aumento considerable de las ETA, por la mala conservación de los alimentos, ya sea la cadena de frío o un almacenamiento a temperatura ambiente. (25)



* Datos provisorios enero - diciembre de 2019
 Fuente: Base de datos RAKIN-ETA, DEIS - Ministerio de Salud de Chile.

Figura 3: Distribución de brotes de ETA, semana 1-51 de 2019 y Mediana 2014 – 2018.
 Tomado de Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud, 2019 (17)

En Chile existe la Vigilancia Epidemiológica permanente de los brotes de ETA, la cual norma el reglamento sobre la notificaciones de ETA obligatorias e inmediatas. Se creó esta vigilancia para poder identificar la distribución o los determinantes ambientales y debido a que las ETA presentan una alta morbilidad en la población menores de 5 años, embarazadas, adultos mayores e incluso personas inmunodeprimidas. También porque se genera una gran sobrecarga en todos los establecimientos de salud por el alza de ETA. (24)

CAPITULO 4: LAS PRINCIPALES MICOTOXINAS EN LOS ALIMENTOS

Primero que todo es importante saber que es una micotoxina, son metabolitos tóxicos producidos por los hongos, principalmente por los hongos filamentosos o mohos de forma natural (26) bajo ciertas condiciones de temperatura, pH y humedad, requiriendo de 20 a 25°C, de 4 a 8 y 80 a 90% respectivamente (27). Este tipo de hongo es capaz de crecer en diferentes alimentos, como los cereales, frutos secos, frutas desecadas e incluso especias. (28)

Según estudios se han identificado más de 500 micotoxinas, donde las más importantes y las que se encuentran regularmente en los alimentos son aflatoxinas, ocratoxina, tricotecenos y fumonisinas, las generan un gran problema de seguridad alimentaria y preocupación mundial. (28)

Como se ha mencionado anteriormente, la contaminación puede ocurrir durante el procesamiento, empaque, distribución y almacenamiento de los productos alimentarios, pero en el caso de las micotoxinas también puede ocurrir antes de la cosecha, durante el crecimiento, debido a que se almacenan de forma incorrecta dejando un ambiente con una temperatura y humedad propicia para el crecimiento de los mohos y produciendo sus micotoxinas (26). La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos y Unión Europea (FDA) en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) establece límites reglamentarios para los niveles de las micotoxinas más importantes presentes en los alimentos, con sus respectivos productores, los cuales podemos observar en la siguiente Tabla 2. (29)

Tabla 2: Principales micotoxinas y sus límites en los alimentos, según FDA de EE.UU y UE.

Tomado y Adaptado de Alshannaq A (2017) (26)

Micotoxina	Especie de hongos	Producto alimenticio	FDA de EE.UU (µg/kg)	UE (CE 2006) (µg/kg)
Aflatoxinas B1, B2, G1, G2	<i>Aspergillus flavus</i>	Maíz, trigo, arroz, maní, sorgo, pistacho, almendra, nueces, higos, semillas de algodón, especias	20 en total	2-12 para B1 4-15 para el total
Aflatoxina M1	Metabolito de aflatoxina B1	Productos lácteos	0,5	0,05 en leche 0,025 en fórmulas en lactantes y leche infantil
Ocratoxina A	<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Penicillium verrucosum</i> <i>Aspergillus carbonarius</i>	Cereales, frutos secos, vino, uvas, café, cacao, queso	20-30	2 – 10
Patulina	<i>Penicillium expansum</i>	Manzanas, Jugo de manzana	50	10 - 50
Fumonisin B1, B2, B3	<i>Fusarium verticillioides</i> <i>Fusarium proliferatum</i>	Productos de maíz, espárragos	2000 – 4000	200 – 1000

Zearalenona	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Fusarium culmorum</i>	Productos de Cereales, trigo, cebada	No establecido	20 – 100
Deoxinivalenol	<i>Fusarium graminearum</i> <i>Fusarium culmorum</i>	Productos de Cereales	1000	200 – 50

Al igual que los microorganismos, las micotoxinas también son capaces de llegar a la comida y platos de los humanos, especialmente en la carne, huevos o leche donde el animal ingirió otros alimentos que estaban contaminados (30). Hasta ahora se han identificado varias micotoxinas, pero dentro de las más frecuentes en cuando a problemas para la salud de los humanos se encuentran las Aflatoxinas, la Ocratoxina, la Patulina, las Fumonisinias, la Zearalenona, y Deoxinivalenol (28).

4.1 Aflatoxinas

Dentro de este grupo las Aflatoxinas, se consideran las más tóxicas, producidas principalmente por el hongo *Aspergillus flavus* presente en alimentos secos, como frutos secos, especias, granos de cacao, maíz, arroz, entre otros (31). Como podemos ver en la Tabla 2 hay diferentes cepas de Aflatoxinas, pero la que presenta un mayor impacto en la salud humana es la Aflatoxina B1 (AFB1), ha sido clasificada como cancerígena con un alto riesgo de producir Carcinoma hepatocelular (CHC) según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (26). La toxicidad generada por AFB1 recae en la interacción que hay entre su radical epóxido con las proteínas, generando además inhibición de proteínas e inmunosupresión en el organismo de la persona infectada (32).

La intoxicación por AFB1, conocida como Aflatoxicosis se puede presentar de dos formas, aguda y crónica, donde la primera se asocia principalmente al órgano hígado produciendo hepatotoxicidad, con un cuadro de ictericia, insuficiencia cardíaca e incluso puede llevar a la muerte. En cambio, en la forma crónica se relaciona más a la generación de algún cáncer e inmunosupresión (33).

En cuanto a la Aflatoxina M1 es el principal metabolito en animales y seres humanos de la Aflatoxina B1. Este metabolito se puede encontrar en la leche de los animales que fueron alimentados con productos contaminados por AFB1 (31).

También se ha demostrado que las aflatoxinas tienen la facultad de generar efectos genotóxicos, pudiéndose unir al DNA generando mutaciones en él, que pueden terminar en algún cáncer. Pero no siempre es así, debido a que no todas las sustancias genotóxicas son capaces de ser cancerígenas. (34)

Por último, en cuanto al límite permitido el cual lo podemos observar en la Tabla 2, la Unión Europea estableció que la cantidad de Aflatoxina que debe tener un alimento es de **4 a 15 microgramos (µg) por kilogramo (kg) de alimento**. En cambio, en la FDA de EE.UU lo estableció con un total de **20 µg por kg** de producto (26).

4.2 Ocratoxina A

La Ocratoxina A (OTA) es la toxina más importante del grupo de las Ocratoxinas, producidas principalmente por *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium verrucosum*. Esta toxina aparte de contaminar productos agrícolas también es capaz de contaminar productos como la carne y leche, y por eso esta toxina es posible encontrarla en la leche para consumo humano (35).

La cualidad que caracteriza más a la OTA es la capacidad de contaminar los granos de café y el vino, este último es considerado como la segunda fuente dietética más importante que tiene la OTA, debido a que la presencia de OTA en el vino puede causar muchos daños en la salud de los bebedores más frecuentes (36). Al ser consumida este tipo de micotoxina es absorbida rápidamente en el tracto digestivo y puede ser transportada a través de la sangre, llegando a los riñones, hígado, musculo o grasa, lugares donde se va a depositar y va a poder ejercer sus propiedades de nefrotoxicidad, hepatotoxicidad, genotoxicidad, cancerígena y mutagénica, tanto en humanos como en animales (37, 38).

En cuanto a sus límites permitidos por alimentos, presentes en la Tabla 2, la Unión Europea estableció que un rango aceptable es de **2 a 10 µg por kilogramo** de producto o alimento (26).

4.3 Patulina

Dentro de la últimas micotoxinas del grupo producidas por *Aspergillus* o *Penicillium* se encuentra la Patulina cuyas fuentes dietéticas contaminantes están las manzanas y el jugo de las manzanas que están en estado de descomposición (28). Esta toxina se ha encontrado en el pudrimiento de las frutas, pero también se ha encontrado en la fruta “aparentemente” sana, pero por dentro si contiene la micotoxina (40).

A diferencia de las otras micotoxinas producidas por hongo *Aspergillus* o *Penicillium* esta tiene la particularidad de tener un efecto neurotóxico, atacando directamente al sistema nervioso. También presenta efecto sobre el sistema inmune siendo inmuntóxico, sobre el sistema gastrointestinal produciendo náuseas, vómitos, ulceración e incluso hemorragia (40).

Como podemos ver en la Tabla 2, el nivel máximo de Patulina que establece la Unión Europea son **50 microgramos (μg) por cada kilogramo (kg) de alimento para los jugos de fruta, 25 μg por kg para productos más sólidos de manzanas y 10 μg por kg en alimentos que van a ser consumidos por niños o lactantes (26, 41).**

4.4 Micotoxinas producidas por Hongo *Fusarium*

Dentro del grupo de las micotoxinas producidas por el hongo *Fusarium* se encuentran las Fumosinas B1 y B2; Zearalenona y Deoxinivalenol, un hongo que posee la mayor capacidad genética de sintetizar diferentes micotoxinas en un temperatura entre lo 18 a 30°C y en una humedad de alrededor del 88% (42).

Las Fumonisinias son las más toxicas dentro del grupo, de ellas existen 15 tipos que se agrupan en 4 categorias, pero de esas las más conocidas y estudiadas son la Fumonisina B1 y B2, siendo la primera la más tóxica de las dos, equivalente a un 70% del total de todo el grupo de las Fumonisinias (43).

Estudios han demostrado que este tipo de micotoxina presenta la característica de ser cancerígena asociado específicamente a cáncer esofágico, neurotóxica, nefrotóxica y hepatotóxica (44).

En la siguiente Tabla 3 podemos ver cada micotóxina anteriormente mencionada con sus principales efectos tóxicos que producen en la personas al consumir productos y alimentos contaminados con ellas.

Tabla 3: Toxicidad de las principales micotoxinas presentes en los alimentos. Tomado y Adaptado de ELIKA (2018) (34)

HONGO PRODUCTOR	MICOTOXINAS	EFECTOS TÓXICOS EN LAS PERSONAS
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxinas B1, M1, G1, B2 y G2	Mutagénicas, teratogénicas, genotóxicas, inmunotóxicas, carcinogénicas (excepto AFM1) <u>Grado de toxicidad</u> B1>M1>G1>B2>G2
<i>Aspergillus ochraceus</i> y <i>Penicillium verrucosum</i>	Ocratoxina A	Nefrotóxica, inmunotóxicas, teratogénica, neurotóxica, mutagénica. Posiblemente carcinogénicas.
<i>Penicillium, Aspergillus</i>	Patulina	Trastornos gastrointestinales, Genotóxica
<i>Fusarium verticilloides</i> y <i>F. proliferatum</i>	Fumonisinias B1, B2	Inmunotóxicas, nefrotóxicas, hepatotóxica. Posiblemente carcinogénicas.
<i>Fusarium graminearum</i>	Zearalenona	Estrogénica, inmunotóxicas in vitro. No clasificable como carcinogénica.
<i>Fusarium graminearum</i> y <i>F. culmorum</i>	Deoxinivalenol	Trastornos gastrointestinales, teratogénica, inmunotóxicas, genotóxica <i>in vitro</i> . No clasificable como carcinogénica.

4.5 Medidas de reducción y control de micotoxinas

En el paso de los años la presencia de micotoxinas es un tema preocupante en todo el mundo que ha ido en creciente (45), por eso es importante buscar tratamientos y estrategias que sean adecuadas para diferentes propósitos, para así poder garantizar una correcta descontaminación de los productos afectados. Durante los últimos años se ha probado tratamientos tanto físicos, químicos, relacionados con las condiciones ambientales en cuanto a la temperatura y a la actividad del agua, inhibiendo la expresión de algunos genes relacionados con la síntesis de algunas micotoxinas (46). También se han probado métodos biológicos, pero el último ha tenido mejores resultados en cuanto a la especificidad y eficiencia en la seguridad alimentaria (47).

Estos agentes biológicos para el tratamiento de las micotoxinas se usan previo a la cosecha y post cosecha, como podemos observar en la siguiente figura 4. En el primero es donde se previene y evita la aparición de estos metabolitos tóxicos, en donde se puede realizar usando dos métodos, en cambio, en la post cosecha es donde se disminuye la contaminación de los diferentes productos (48).

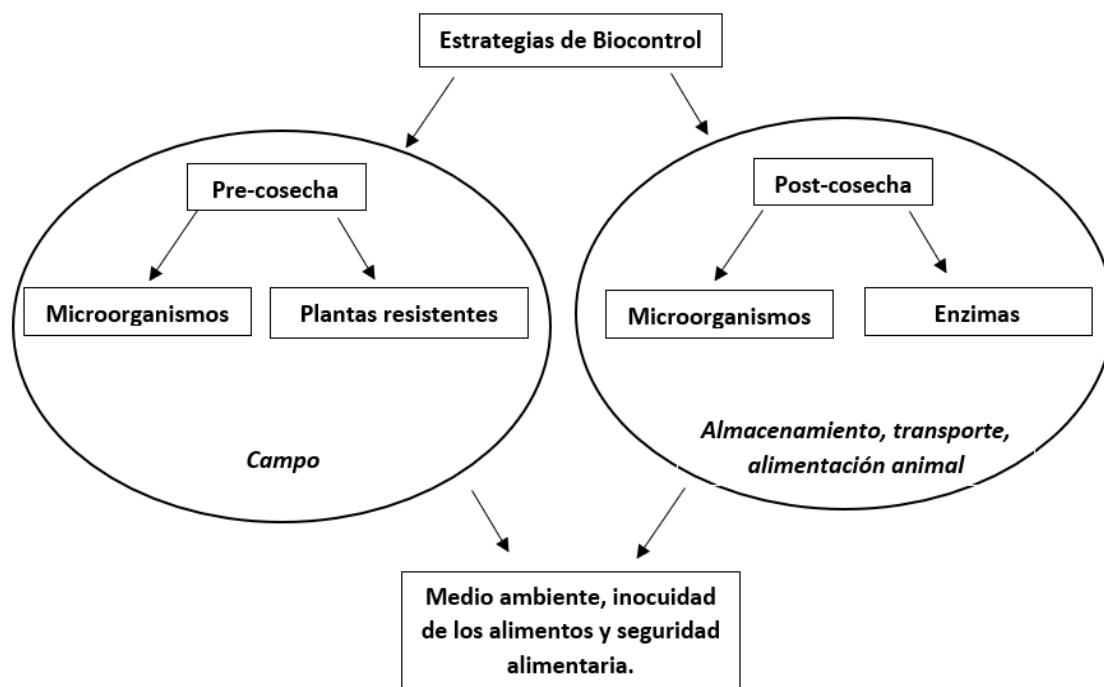


Figura 4: Estrategias biológicas. Tomado y Adaptado de Nešić K (2021) (48)

Aunque sea un poco inevitable el desarrollo de las micotoxinas, es importante prevenirla realizando una precosecha y post cosecha de la mejor forma posible (49).

Previo a la cosecha mediante el uso de microorganismos o también se les llama antagonistas microbianos, se erradica el crecimiento de hongos toxigénicos aplicándolos en la fase de floración. Dentro de los más utilizados son las bacterias *Bacillus*, *Pseudomonas* y bacterias del género *Trichoderma* (50 , 51).

En cambio, el uso de microorganismo en la post cosecha, no solo se utilizan para poder reducir o disminuir componentes tóxicos que pudiesen tener los productos, sino que también son

capaces de generar productos libres de micotoxinas, debido a la competencia que se genera entre las toxinas y los microorganismo ya sea bacterias, hongos, levaduras, por su habitud y sobre todo por los nutrientes que necesitan para poder seguir desarrollándose y creciendo, impactando directamente en el crecimiento de varias micotoxinas (52).

Una de las grandes ventajas que tiene el método de biocontrol o los agentes biológicos, es que siendo tan simples tienen la gran capacidad de poder multiplicarse en los diferentes alimentos por un tiempo largo. Y no tienen ningún riesgo de generar esporas alergénicas que son tan perjudiciales y dañinas tanto para los seres humanos y como par ale medio ambiente. (53, 54).

CAPITULO 5: PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS.

Mencionado anteriormente, las enfermedades transmitidas por los alimentos presentan un carácter tóxico, que son capaces de generar enfermedades de larga duración, como son el Cáncer producido principalmente por la inhibición de la síntesis de proteínas provocada por las diferentes micotoxinas (55); también las enfermedades neurodegenerativas como Parkinson o Alzheimer; también las enfermedades gastrointestinales (la diarrea), las cuales son las más conocidas; y por último enfermedad emética características de vómitos y náuseas (56).

Por eso es importante mantener un control de los alimentos que son consumidos por los seres humanos, tratando de prevenir cualquier tipo de contaminación.

Dentro de las recomendaciones para poder prevenir este tipo de enfermedades se encuentra el uso y consumo de agua potable que proporciona una serie de minerales que ayudan al organismo del ser humano. Aconsejan que, si no hay disponibilidad de agua para consumo humano, sea hervida al menos por 1 minuto o agregándole 20 gotas de cloro de uso doméstico para desinfectarla (57).

También es importante evitar cualquier contaminación cruzada, realizando un correcto lavado de manos, utensilios, desinfectar superficies de trabajo antes y después de preparar cada

alimento. Evitar siempre el contacto de productos crudos como cualquier tipo de carne, pescado con el resto de los productos alimentarios (57, 58).

Además, los alimentos se deben cocinar completamente y conservar los alimentos, ya sea enlatándolos, congelándolos, refrigerándolos, secándolos e incluso irradiando los alimentos para evitar su deterioro para así no tener el ambiente propicio que necesitan los microorganismos patógenos para poder desarrollarse y crecer (58).

Una de las cosas más importantes para poder controlar las enfermedades transmitidas por los alimentos es educar a la población sobre la cultura de la seguridad alimentaria. La cultura de la inocuidad alimentaria involucra no solo el sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos, sino que también incluye la conciencia de las responsabilidades, percepción del riesgo y comunicación (59).

Según el ex presidente de la Asociación Internacional para la Protección de Alimentos, Frank Yiannas en su libro describe que para poder tener una correcta inocuidad alimentaria se requiere ir más allá de los enfoques tradicionales, mejorar la comprensión de la cultura y las dimensiones humanas de la seguridad alimentaria, en simples palabras se debe cambiar la forma en que las personas hacen las cosas (60).

VIII. CONCLUSIÓN

Las enfermedades transmitidas por los alimentos son un problema a nivel mundial, pero las más preocupantes son las ETA originadas a través de microorganismos bacterianos.

En los últimos años las toxinas han tenido un gran alza en cuanto a su incidencia en los alimentos de consumo humano, y con ello aumentan las ganas de poder investigarlas aún más.

Por eso es trascendental poder disminuir el riesgo a la producción de estas distintas toxinas, debido a que la aparición de ellas en los alimentos conlleva a un daño en los consumidores tanto humanos como en los animales. Para eso se deben tomar ciertas medidas como aplicar prácticas de una buena higiene, almacenar los productos de manera correcta.

Si bien la seguridad alimentaria no es un proceso simple, debido a que involucra una serie de conceptos, es relevante poder educar y capacitar a la población ya que las ETA siguen siendo una de las fuentes más importantes en cuanto a enfermedades humanas. Y es importante incentivar a las empresas y consumidores de cumplir con las normas que van a garantizar una disponibilidad de alimentos sanos e inocuos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Huis in 't Veld JH. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *Int J Food Microbiol.* 1996 Nov; 33(1):1-18. Doi: 10.1016/0168-1605(96)01139-7. PMID: 8913806.
2. FDA. (online) *Los 14 patógenos principales transmitidos por los alimentos de Seguridad alimentaria para futuras mamás.* (2018, septiembre 27). [Consultado el 1 de 2022] Disponible en: <https://www.fda.gov/food/people-risk-foodborne-illness/los-14-patogenos-principales-transmitidos-por-los-alimentos-de-seguridad-alimentaria-para-futuras>
3. Rentokil. (online). *Enfermedades transmitidas a través de alimentos.* [Consultado el 1 de 2022] Disponible en: <https://www.rentokil.com/es/seguridad-alimentaria/enfermedades-transmitidas-por-comida/>
4. Sánchez JD. OPS/OMS | Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) . (online). Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. 2015. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10836:2015-enfermedades-transmitidas-por-alimentos-eta&Itemid=41432&lang=es
5. Hurtado Soler A. LA SALUD. (online) Uv.es. 2013. [Consultado el 7 de Junio, 2021] Disponible en: <https://www.uv.es/hort/alimentacion/alimentacion.html>
6. Troncoso C. Alimentación, nutrición y microbiota: ¿qué ocurre con las personas mayores? *An. Fac. Cienc. Méd. (Asunción)* (online). 2021 Abril [Consultado el 8 de Junio, 2021]; 54(1): 125-132. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1816-
7. Rosas M. Contaminaciones alimentarias (online). Elsevier.es. 2007 [Consultado el 15 Julio 2021]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-contaminaciones-alimentarias-13107676>

8. MINSAL. Inocuidad de Alimentos (online) Ministerio de Salud – Gobierno de Chile. 2015 [Consultado el 13 Junio, 2021]. Disponibilidad en: <https://www.minsal.cl/inocuidad-de-alimentos/>
9. Rosas M. Contaminaciones alimentarias (online). Elsevier.es. 2007 [Consultado el 15 Julio 2021]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-contaminaciones-alimentarias-13107676>
10. CDC. Cómo se contaminan los alimentos (online). Centros para el control y la prevención de enfermedades. 2017 [Consultado el 15 Julio 2021]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/production-chain-es.html>
11. Más de mil chilenos al año sufren intoxicaciones por alimentos a partir de estas fechas: la más frecuente es la salmonelosis (online). La tercera. 2020 [Consultado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/mas-de-mil-chilenos-al-ano-sufren-intoxicaciones-por-alimentos-a-partir-de-estas-fechas-la-mas-frecuente-es-la-salmonelosis/C6HVLR6KSNHTTN2KN4TX5DCNEQ/>
12. Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos (online). Organización Panamericana de la Salud. [Consultado el 8 de abril de 2022]. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es#:~:text=Infecciones%20alimentarias%3A%20son%20las%20ETA,puede%20alcanzar%20otros%20aparatos%20o
13. Lobos O, Barrera A, Padilla C. Microorganisms of the intestinal microbiota of *Oncorhynchus mykiss* produce antagonistic substances against bacteria contaminating food and causing disease in humans. *Italian Journal of Food Safety* (online) 2017;6(2). [Consultado el 15 Julio 2021] Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4081/ijfs.2017.6240>
14. Microbios y enfermedades transmitidos por los alimentos (online). Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. 16 de julio 2021 [Consultado el 4 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/foodborne-germs-es.html>

15. Gobierno de Chile. ACHIPIA » Resultados Portal RIAL (online). Achipia.gob.cl. [Consultado el 16 Julio 2021]. Disponible en: <https://www.achipia.gob.cl/portal-rial/busquedas-rial/resultados-rial/?desde=2010&hasta=2021&lugar=Chile&paisregion&tipoevento=Alerta&tipopeligro=Biol%C3%B3gico&peligro&categoriaalimento&tipoyalimento=Consumo%20Humano&producto>
16. Bush LM. Infecciones por Salmonella (online). Manual MSD. 2020 [Consultado el 4 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-cl/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-gramnegativas/infecciones-por-salmonella>
17. Lai YH, Chung YA, Wu YC, Fang CT, Chen PJ. Disease burden from foodborne illnesses in Taiwan, 2012-2015. *J Formos Med Assoc.* 2020 Sep;119(9):1372-1381. doi: 10.1016/j.jfma.2020.03.013. Epub 2020 Apr 5. PMID: 32268967.
18. Dewey-Mattia D, Manikonda K, Hall AJ, Wise ME, Crowe SJ. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks — United States, 2009–2015. *MMWR Surveillance Summaries* (online) 2018;67(10):1–1. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss6710a1>
19. Scallan E, Hoekstra RM, Angulo FJ, Tauxe RV, Widdowson M-A, Roy SL, et al.. Foodborne Illness Acquired in the United States—Major Pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 2011;17(1):7–15.
20. Clinic M. Infección por norovirus (online). MAYO CLINIC. 2020 [Consultado el 19 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/norovirus/symptoms-causes/syc-20355296>
21. Lentz, Silvia Adriana Mayer et al. Bacillus cereus como el principal agente causante de brotes de enfermedades alimentarias en el Sur de Brasil: datos de 11 años. *Cadernos de Saúde Pública* (online). 2018, v. 34, n. 4 [Consultado 23 Abril 2022] , e00057417. Disponible en: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00057417>>. Epub 29 Mar 2018. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00057417>.
22. Peláez Sánchez Otto, Más Bermejo Pedro. Brotes, epidemias, eventos y otros términos epidemiológicos de uso cotidiano. *Rev Cubana Salud Pública* . (online). 2020 Jun [Consultado 2022 Abr 23] ; 46(2): e2358. Disponible en:

- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662020000200003&lng=es. Epub 01-Jun-2020.
23. Oyarzún JB. CIRCULAR DE INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA Y CONTROL AMBIENTAL DE BROTES DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LOS ALIMENTOS (online). Disponible en: <http://info.seremisaludatacama.cl/documents/epidemiologia/Normas/Circulares%20y%20Normas/ETA/Circular-Brote-ETA-Copia-autorizada.pdf>
 24. MINSAL. Brotes de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA) . (online). Departamento de Epidemiología. [citado el 19 de abril de 2022]. Disponible en: <http://epi.minsal.cl/eta/>
 25. MINSAL. BROTE DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS (ETA) SE 1-52 AÑO 2019 . (online). 2019. Disponible en: http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/02/BET_ETA_2019.pdf
 26. Alshannaq A, Yu J-H. Occurrence, Toxicity, and Analysis of Major Mycotoxins in Food. *International Journal of Environmental Research and Public Health* (online) 2017;14(6):632. Available from: <https://dx.doi.org/10.3390/ijerph14060632>
 27. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. *Medical microbiology*. 6th ed. St. Louis: Mosby ; 2009.
 28. OMS. Micotoxinas (online). Organización Mundial de la Salud. 9 de mayo de 2018 [Consultado el 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins#:~:text=Se%20han%20identificado%20varios%20cientos,y%20el%20nivalenol%20y%20desoxinivalenol>
 29. Bennett JW, Klich M. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews* 2003;16(3):497–516.
 30. Kaushik, G. Efecto del procesamiento sobre el contenido de micotoxinas en los granos. *Crítico Rev. ciencia de los alimentos. Nutrición* 2015,55, 1672–1683
 31. EFSA. Aflatoxinas en los alimentos [Internet]. European Food Safety Authority. 2019 [citado el 20 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/aflatoxins-food>

32. Williams JH, Phillips TD, Jolly PE, Stiles JK, Jolly CM, Aggarwal D. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(5):1106-22.
33. Yard EE, Daniel JH, Lewis LS, Rybak ME, Paliakov EM, Kim AA, et al. Human aflatoxin exposure in Kenya, 2007: a cross-sectional study. *Food Addit Contam Part Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2013;30(7):1322-31.
34. ELIKA. LAS MICOTOXINAS EN ALIMENTOS [Internet]. 2018 may. Disponible en: <https://seguridadalimentaria.elika.eus/wp-content/uploads/2018/05/Articulo-micotoxinas-alimentos-2018.pdf>
35. Stoev, SD Inocuidad de los alimentos y peligro creciente de aparición de micotoxinas en alimentos y piensos. *Crítico Rev. ciencia de los alimentos. Nutrición* **2013**,53, 887–901.
36. Comisión Europea. Reglamento (CE) nº 123/2005 de la Comisión, de 26 de enero de 2005, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 466/2001 en lo que respecta a la Ocratoxina A. *Apagado. J.Eur. Unión* **2005**,25, 3–5.
37. De Fátima E, Borges JG, Cirillo MÁ, Prado G, Paiva LC, Batista LR. Ochratoxigenic fungi associated with green coffee beans (*Coffea arabica* L.) in conventional and organic cultivation in Brazil. *Braz J Microbiol Publ Braz Soc Microbiol.* 2013;44(2):377-84.
38. Mantle, PG Evaluación de riesgos e importancia de las Ocratoxina. En t. *Biodeterioro. Biodegradación* **2002**,50, 143–146.
39. Baert, K.; Devlieghere, F.; Flyps, H.; Oosterlinck, M.; Ahmed, MM; Rajkovic, A.; Verlinden, B.; Nicolaï, B.; Debever, J.; De Meulenaer, B. Influencia de las condiciones de almacenamiento de las manzanas en el crecimiento y la producción de patulina por *Penicillium expansión* En t. *J. Food Microbiol.* **2007**,119, 170–181.
40. Lagadec D. LA PATULINA [Internet]. 2014 [citado el 25 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://sagardoarenlurraldea.eus/es/blog/la-patulina-ficha-tecnica-de-la-agencia-regional-de-la-proteccion-de-los-vegetales-de-normandia-autores-m-roussel-m-lemarchand-m-benard-y-j-dreyfus-en-septiembre-del-2007/>
41. Micotoxinas superan los límites máximos establecidos en zumos de manzana [Internet]. *Higiene Ambiental.* 18/Jun/2013 [citado el 20 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://higieneambiental.com/higiene-alimentaria/micotoxinas-superan-los-limites-maximos-establecidos-en-zumos-de-manzana#:~:text=Los%20niveles%20m%C3%A1ximos%20de%20patulina,y%20ni%C3%B1os%20de%20corta%20edad.>

42. Gimeno A, Martins ML. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. 3 edición. 2011.
43. Torres L, López L. Fumonisin intake and human health. *Salud Pública México*. 2010;52(5):461-7
44. Theumer M, Mary V, Arias S, Rubinstein H. Toxicity mechanism of fumonisin B1 in animals and plant cells. *revista bioscience*. 2012; 2(1):32-44.
45. Nešić, K. Micotoxinas: impacto climático y pasos para la prevención basados en la predicción. *Acta Vet.* **2018** , 68 , 1–15.
46. Gilberto, MK; Medina, A.; Mack, BM; Lebar, MD; Rodrã Guez, A.; Bhatnagar, D.; Magán, N.; Obrian, G.; Payne, G. El dióxido de carbono media la respuesta a la temperatura y los niveles de actividad del agua en *Aspergillus flavus* durante la infección de los granos de maíz. *Toxinas* **2018** , 10 , 5.
47. Horki, P.; Skalickova, S.; Caslavova, I.; Deering, AJ; Nevrkla, P.; Slama, P.; Troyano, V.; Skladanka, J. Efecto del tratamiento fungicida y las condiciones de almacenamiento sobre el contenido de micotoxinas seleccionadas en la cebada. *Kvasny Prumysl* **2018** , 64 , 212–216.
48. Nešić K, Habschied K, Mastanjević K. Possibilities for the Biological Control of Mycotoxins in Food and Feed. *Toxins* [Internet]. 2021;13:198. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/toxins13030198>
49. Agriopoulou, S.; Stamatelopoulou, E.; Varzakas, T. Avances en Estrategias de Ocurrencia, Importancia y Control de Micotoxinas: Prevención y Desintoxicación en Alimentos. *Alimentos* **2020** , 9 , 137.
50. Jouany, J. Métodos para prevenir, descontaminar y minimizar la toxicidad de las micotoxinas en los alimentos. *Animación Alimento. ciencia Tecnología* **2007** , 137 , 342–362.

51. Bhattacharjee, R.; Dey, U. Una descripción general de los bioplaguicidas fúngicos y bacterianos para controlar los patógenos/enfermedades de las plantas. *Afr. J. Microbiol. Res.* **2014** , 8 , 1749–1762.
52. Afshar, P.; Shokrzadeh, M.; Raeisi, SN; Ghorbani-HasanSaraei, A.; Nasiraii, LR Estrategias de biodesintoxicación de aflatoxinas basadas en bacterias probióticas. *Toxicón* **2020** , 178 , 50–58.
53. Chanchalchaovivat, A.; Ruenwongsa, P.; Panijpan, B. Detección e identificación de cepas de levadura de frutas y verduras: Potencial para el control biológico de la antracnosis del chile poscosecha (*Colletotrichum capsici*). *Biol. Control* **2007** , 42 , 326–335.
54. Nunes, CA Control biológico de enfermedades poscosecha de frutas. *EUR. J. Plant Pathol.* **2012** , 133 , 181–196.
55. Julio, K.; Seong-Hwan, P.; Hun, DK; Kim, D.; Moon, Y. Interferencia con puntos de control inducidos por aflatoxina B₁ mutagénica a través de la acción antagónica de la ocratoxina A en células de cáncer intestinal: una explicación molecular sobre el riesgo potencial de diafonía entre carcinógenos. *Oncotarget* **2016** , 7 , 39627–39639.
56. Dommel, MK; Frenzel, E.; Strasser, B.; Blochinger, C.; Scherer, S.; Ehling-Schulz, M. Identificación del principal promotor que dirige la biosíntesis de cereulida en emético *Bacillus cereus* y su aplicación para el monitoreo en tiempo real de la expresión del gen *ces* en los alimentos. *inmunol. Letón.* **2010** , 56 , 12–32}
57. Gonzalo. RECOMENDACIONES PARA PREVENIR LAS ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN POR ALIMENTOS [Internet]. Hospital digital. 26 de Febrero de 2019 [citado el 18 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.hospitaldigital.gob.cl/tips-para-tu-salud/recomendaciones-para-prevenir-las-enfermedades-de-transmision-por-alimentos>
58. *Nutrition Reviews* , volumen 68, número 5, 1 de mayo de 2010, páginas 257–269, <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00286.x>
59. G. Armstrong, Towards an integrated hygiene and food safety management systems: the Hygieneomic approach, *International Journal of Food Microbiology*, 50 (1999), pp. 19-24

60. F. Yiannas, Cultura de inocuidad alimentaria: creación de un sistema de gestión de inocuidad alimentaria basado en el comportamiento. Ciencia Springer , Nueva York (2009)