



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**PROGRAMA DE POSGRADO EN ALIMENTOS DEL CENTRO DE LA
REPÚBLICA (PROPAC)**

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Evaluación del riesgo de la población de Querétaro a la exposición de
Salmonella spp. y *Shigella* spp. por consumo de hortalizas crudas

Tesis

Que como requisito para obtener el grado de Maestro en
Ciencia y Tecnología de Alimentos

PRESENTA:

Q.F.B ADRIANA CASTELÁN FARÍAS

DIRIGIDA POR:

DRA. SOFÍA MARÍA ARVIZU MEDRANO

QUERÉTARO, QRO., OCTUBRE DEL 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE QUÍMICA

PROGRAMA DE POSGRADO EN ALIMENTOS DEL CENTRO DE LA
REPÚBLICA (PROPAC)
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Evaluación del riesgo de la población de Querétaro a la exposición de *Salmonella* spp. y
Shigella spp. por consumo de hortalizas crudas

Tesis

Que como requisito para obtener el grado de Maestra en Ciencia y Tecnología de
Alimentos

PRESENTA:

Q.F.B ADRIANA CASTELÁN FARIÁS

DIRIGIDA POR:

DRA. SOFÍA MARÍA ARVIZU MEDRANO

SINODALES

Dra. Sofia M. Arvizu Medrano

Presidente

Firma

Dr. Eduardo Castaño Tostado

Secretario

Firma

Dra. Montserrat Hernández Iturriaga

Vocal

Firma

Dr. Fausto Tejeda Trujillo

Suplente

Firma

Dra. Nanci Edid Martinez Gonzáles

Suplente

Firma

Director de la Facultad

Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Octubre, 2014
México

RESUMEN

Aunque en México se desconoce la incidencia de brotes de origen alimentario por el consumo de vegetales crudos, algunos de ellos producidos en nuestro país han sido asociados con brotes en Estados Unidos. Este hecho sugiere que la población mexicana puede estar expuesta a agentes patógenos por el consumo de verduras crudas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el riesgo de exposición a *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. por consumo de brócoli, chile serrano, jitomate y lechuga en la población del Municipio de Querétaro. Con este fin, se: a) investigaron los hábitos de consumo de estos vegetales en el Municipio de Querétaro; b) determinó la concentración de patógenos en estos productos y c) estimó la probabilidad de la población de enfermar por su consumo. Se realizó un estudio de corte transversal con un muestreo aleatorio simple a través de 506 encuestas en el Municipio de Querétaro. Para la detección de patógenos, las muestras fueron preenriquecidas en caldo universal y sometidas a una prueba de PCR múltiple. Las muestras positivas se confirmaron mediante método de cultivo para cada uno de los microorganismos. Para la cuantificación del patógeno se utilizó la técnica de número más probable. Para la evaluación del riesgo se manejaron diferentes escenarios para cada alimento empleando el software FDA – iRISK 1.0 partiendo de datos de la literatura y los obtenidos de la evaluación de los hábitos de consumo de la población. El estudio de los hábitos de consumo mostró que las personas consumen principalmente chile, jitomate y lechuga tres o más veces a la semana, mientras que el brócoli se consume principalmente una vez a la semana. El tamaño de porción más frecuentemente consumido de brócoli y jitomate es 50 g, 10 g de chile y lechuga entre 25 – 50 g. Los lugares donde la población adquiere sus verduras son los mercados (53.6%) y supermercados (25.3%). El 88.3% de la población lava y desinfecta sus verduras utilizando principalmente productos de plata y cloro. El 60.5% de las personas se enferman una a dos veces al año y sólo el 40.6% de ellos van a atención médica. Se analizaron 500 muestras (125 de cada hortaliza) y no se detectó ninguno de los patógenos. El factor más relevante en el riesgo de enfermar fue el proceso al que son sometidas las hortalizas (lavado y desinfectado). Para el número de enfermedades fueron el proceso, severidad, la frecuencia y porción de consumo. El riesgo de enfermar es mayor para las hortalizas que se consumen crudas>lavadas>desinfectadas. Para las hortalizas en este estudio el riesgo es mayor para lechuga>jitomate>chile>brócoli.

Palabras clave: evaluación de riesgos, hábitos de consumo, hortalizas, *Salmonella*, *Shigella*.

SUMMARY

Although in Mexico is unknown the incidence of foodborne outbreaks by consumption of fresh produce, some of this foods produced in our country have been associated with outbreaks in United States. This fact suggests that the mexican population could be exposed to foodborne pathogens by the consumption of raw vegetables. The objective of this work was to evaluate the exposition risk to *Salmonella* spp. and *Shigella* spp. by consumption of broccoli, serrano chili, tomatoes and lettuce in Queretaro municipality population. For this purpose, we: a) investigated the consumption habits of these vegetables in Querétaro municipality b) determined the pathogens concentration in these products and c) the likelihood of people becoming ill from its consumption. A cross - sectional study with a simple random sampling through of 506 surveys in Querétaro municipality was performed. For pathogens detection, the samples were pre-enriched and analyzed by multiplex PCR procedure. Positive samples were confirmed by culture method for each one of the microorganisms. For pathogen's quantification the technique most probable number was used. For risk assessment the software FDA – iRISK 1.0 was used with different scenarios for each vegetable taking data from the literature and those obtained from the consumption habits survey of the population of Queretaro. The study of consumption habits showed that people mainly consume three or more times a week chili, tomato and lettuce, while broccoli is principally consumed once a week. The portion size more frequently consumed of broccoli and tomato is 50 gr, 10 gr for chili and for lettuce among 25 to 50 g. Population acquires their vegetables in markets (53.6%) and supermarkets (25.3%). The 88.3% of the population wash and disinfect the vegetables; using mostly products based of silver and chlorine. The 60.5% of people fall ill one or two times a year and only 40.6% of them go to the medical attention. After 500 samples analyzed (125 of each vegetable), no positive samples to pathogens were obtained. The most relevant factor on risk of illness is the process applied to vegetables (washed and disinfected). For the illness number were the process, severity, frequency and consumer portion. The risk of illness is greater for vegetables that are consumed raw>washed>disinfected. For vegetables in this study the risk is higher was for lettuce>tomato>chili>broccoli.

Key words: consumption habits, risk assessment, *Salmonella*, *Shigella*, vegetables.

DEDICATORIA

A mis padres, Amelia y Miguel.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la vida por haberme permitido vivir esta gran experiencia, por haberme puesto en el camino en el momento preciso para poder realizar una meta más.

A mi mamá por haberme dado la vida, porque siempre ha estado conmigo apoyándome en todo momento, viendo por mí, dándome lo mejor, cuidándome en las enfermedades y siempre pendiente de mis necesidades, pero sobre todo por su gran amor incondicional. Te amo mamá.

A mi papá, por estar conmigo siempre, viendo por mí, cuidándome en todo momento, por preocuparse siempre y más de lo normal. Por querer siempre lo mejor para mí y por haberme apoyado desde la primera vez que le dije que quería hacer mi maestría en otro lado y más por su gran amor de padre. Te amo papá.

A mis tíos, Patty y Enrique porque siempre han estado en cada etapa de mi vida, apoyándome siempre, dándome consejos, dándome ánimos para seguir adelante y por quererme tanto. Por los momentos compartidos que siempre llevaré en mi corazón. A mis primos Mariana y Abraham, por ser mis hermanitos, por todas esas travesuras de pequeños, viajes y momentos inolvidables. Los quiero mucho!!

A mi hermano Edgar, por siempre darme consejos, ver por mí y porque siempre ha sido un hermano ejemplar, que confía en mí, que me regaña o me hace ver las cosas cuando están mal. Gracias hermano por todo, te amo!!

A mis tíos, Edith y Antonio por haberme recibido en su casa y así poder cumplir esta meta.

A Miguel Ángel, por haberme apoyado desde el principio en esta decisión tan importante. Por aguantar a distancia, siempre apoyándome en todo momento, dándome palabras de aliento cuando ya no podía más. Por su paciencia, por su comprensión y su gran amor, que sin él, este camino hubiera difícil. Gracias amor por todo, Te amo!!!!

A la Dra. Sofí, por haberme aceptado y poder realizar este gran proyecto. Por todo su tiempo y dedicación, por sus consejos no sólo en cuestiones académicas, sino también personales. Por ser más que una maestra o directora de tesis, por ser una persona humana, pensando siempre en el bienestar de sus alumnos y viendo que tanto en el laboratorio y en la vida personal, tengamos las herramientas necesarias para poder desarrollarnos. Gracias por todo doctora.

Al Dr. Castaño, por enseñarme que no sólo en el laboratorio se hacen experimentos e investigación, sino también fuera de él. Por ayudarme a usar otras herramientas fuera del laboratorio que nos ayudan a complementar este trabajo.

A la Dra. Montse, por los conocimientos que compartió en clases y también para mi proyecto. Por enseñarme que debemos ser honestos en nuestra profesión para poder mejorar este país, y que en nosotros está el futuro y el cambio.

Al Dr. Fausto, porque gracias a usted descubrí que era a lo que quería dedicarme siempre, ame inocuidad de los alimentos y decidí seguir por este camino. Gracias por el apoyo que me brindó en la maestría, por estar al pendiente y por las observaciones a mi trabajo.

A la Dra. Nanci, por las aportaciones y comentarios que enriquecieron está tesis.

A Silvia, por ser mi amiga, compañera, confidente y apoyo. Por ser compañera en esta etapa que emprendimos hace dos años. Por permitirme ser su amiga, por compartir momentos inolvidables, por las alegrías y tristezas compartidas, por cuidar de mí y de mi angelito en el laboratorio. Gracias soulmate por todo, te llevaré siempre en mi corazón, y esto no es una despedida, porque sé que seguiremos siendo amigas. Te quiero mucho!!

A Carmen, Dulce, Ale, Angie y a la Sra. Martha por siempre ayudarnos en el laboratorio, por apoyarme en los experimentos y a preparar el material. Por compartir conmigo sus conocimientos y enseñarme. Por preocuparse y estar al pendiente no sólo del aspecto académico, sino también en el aspecto personal.

A CONACYT por el apoyo económico otorgado y a la UAQ por las instalaciones y facilidades para realizar el proyecto.

ÍNDICE GENERAL	Pág.
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
II.1 Productos hortícolas	3
II.1.1 Definición y clasificación	3
II.1.2 Importancia comercial	5
II.1.3 Peligros microbianos asociados al consumo de hortalizas	10
II.1.3.1 Contaminación microbiana durante la cadena productiva	11
II.1.3.2 Incidencia de bacterias patógenas en productos hortícolas	12
II.1.3.3 Brotes por bacterias patógenas asociadas al consumo de hortalizas	14
II.2 Microorganismos patógenos	16
II.2.1 <i>Salmonella</i> spp.	16
II.2.1.1 Características generales	16
II.2.1.2 Comportamiento de <i>Salmonella</i> en productos hortícolas	17
II.2.1.3 Mecanismo de patogenicidad	18
II.2.1.4 Enfermedad y síntomas	19
II.2.1.5 Brotes en productos hortícolas	21
II.2.2 <i>Shigella</i> spp.	21
II.2.2.1 Características generales	21
II.2.2.2 Comportamiento de <i>Shigella</i> en productos hortícolas	22
II.2.2.3 Mecanismo de patogenicidad	22

II.2.2.4 Enfermedad y síntomas	23
II.2.2.5 Brotes en productos hortícolas	23
II.3 Análisis de Riesgo	25
II.3.1 Administración de riesgos	26
II.3.2 Evaluación de riesgo	27
II.3.2.1 Identificación del peligro	28
II.3.2.2 Evaluación de la exposición	28
II.3.2.2.1 Estudio de corte transversal	30
II.3.2.2.2 Aplicación de la microbiología predictiva en el análisis de riesgos	31
II.3.2.3 Caracterización del peligro	32
II.3.2.4 Caracterización del riesgo	33
II.3.3 Comunicación del riesgo	34
III. OBJETIVOS	35
III.1 General	35
III.2 Específicos	35
IV. METODOLOGÍA	36
IV. Estrategia general	36
IV.2 Materiales	37
IV.2.1 Equipo	37
IV.2.2 Medios de cultivo	38
IV.2.3 Reactivos	38
IV.2.4 Material biológico	38
IV.3 Métodos	39
IV.3.1 Hábitos de consumo de hortalizas en la población	39
IV.3.1.1 Sitios de muestreo	39
IV.3.1.2 Determinación de la muestra poblacional	41
IV.3.1.3 Encuesta por muestreo	42
IV.3.1.4 Análisis Estadístico	42
IV.3.2 Detección cualitativa por PCR de patógenos en hortalizas	42

IV.3.2.1	Obtención de las muestras de hortalizas	42
IV.3.2.2	Preparación y conservación de las muestras	43
IV.3.2.3	Extracción de ADN	45
IV.3.2.4	Detección múltiple mediante PCR	46
IV.3.2.5	Confirmación por método tradicional	47
IV.3.3	Cuantificación de patógenos mediante NMP	47
IV.3.4	Evaluación de la exposición al peligro	48
IV.3.4.1	Caracterización del riesgo	49
V.	RESUTADOS Y DISCUSIÓN	50
V.1	Hábitos de consumo de hortalizas en la población	50
V.1.1	Datos generales	50
V.1.2	Hábitos de consumo y manejo de hortalizas en el hogar	52
V.1.3	Correlación de la frecuencia de consumo y tamaño de porción con respecto al nivel de estudios	55
V.1.3.1	Brócoli	55
V.1.3.2	Chile serrano	59
V.1.3.3	Jitomate	61
V.1.3.4	Lechuga	64
V.1.4	Correlación del lugar de compra de hortalizas respecto al nivel de estudios	68
V.2	Detección cualitativa y cuantificación de <i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i> en brócoli, chile, jitomate y lechuga	70
V.3	Evaluación de riesgos	72
V.3.1	Caracterización del riesgo	76
VI.	CONCLUSIONES	79
VII.	LITERATURA CITADA	81
	ANEXOS	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Pág.
1	Clasificación de las hortalizas según la parte de la planta a la que pertenecen.	4
2	Cultivos más representativos en México en 2013.	6
3	Producción de hortalizas destacadas en Querétaro en 2013.	7
4	Bacterias patógenas aisladas de hortalizas crudas.	13
5	Alimentos implicados en brotes y casos de enfermedad en EE.UU entre 2002 – 2011.	15
6	Brotes de <i>Salmonella</i> spp. y <i>Shigella</i> spp. por consumo de hortalizas en EE.UU.	15
7	Brotes por consumo de productos mexicanos entre 2011 - 2013.	16
8	Microorganismos y origen.	39
9	Delegaciones del Municipio de Querétaro.	40
10	Número de encuestas por delegación.	41
11	Mercados seleccionados para la obtención de muestras.	43
12	Iniciadores específicos, gen objetivo y tamaño del amplicón para <i>Salmonella</i> spp. y <i>Shigella</i> spp.	46
13	Condiciones para la amplificación múltiple por PCR <i>Salmonella</i> spp. y <i>Shigella</i> spp.	46
14	Medios de enriquecimiento y aislamiento para la confirmación por cultivo de los patógenos.	47
15	Datos específicos para la evaluación de riesgo de cada alimento.	48
16	Factores y niveles para la estimación del total de enfermedades y el riesgo de enfermar.	49
17	Características generales de la población en el estudio.	51
18	Características del manejo de hortalizas en el hogar.	53
19	Características de consumo por alimento.	54
20	Producto de acuerdo a la forma de compra y la variedad de las hortalizas.	54
21	Frecuencia de consumo de brócoli respecto al nivel de estudios.	57
22	Tamaño de porción de brócoli consumido respecto al nivel de estudios.	58
23	Frecuencia de consumo de chile serrano respecto al nivel de estudios.	60

24	Tamaño de porción de chile serrano consumido respecto al nivel de estudios.	61
25	Frecuencia de consumo de jitomate respecto al nivel de estudios.	63
26	Tamaño de porción de jitomate consumido respecto al nivel de estudios.	64
27	Frecuencia del consumo de lechuga respecto al nivel de estudios.	66
28	Tamaño porción de lechuga consumida respecto al nivel de estudios.	67
29	Lugares de compra de hortalizas respecto al nivel de estudios.	69
30	Factores que tienen (✓) o no efecto (X) en las respuestas para cada hortaliza.	74
31	Total de casos de enfermedad y riesgo de enfermar para cada hortaliza respecto a cada nivel de estudios.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Pág.
1	Exportaciones de grupos alimenticios en México en 2013.	8
2	Estrategia general de trabajo.	36
3	Mapa de las delegaciones del Municipio de Querétaro.	40
4	Esquema general de la detección y cuantificación de patógenos en hortalizas.	44

I. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas frescas son productos agrícolas que se venden en su estado natural o con un mínimo de procesamiento, son percibidas por los consumidores como saludables y nutritivas debido a que tienen baja concentración de grasas, proteínas, almidón y azúcar.

México se encuentra dentro de los principales países productores, ocupa el 4° lugar y el primero en el continente como exportador de hortalizas. El subsector hortícola aporta 16% del valor de la producción agrícola, siendo jitomate, chile serrano y cebolla los principales productos cosechados en el país.

En la última década el consumo de hortalizas se ha incrementado en todo el mundo debido a los grandes beneficios que aportan a la salud, además de las campañas de alimentación promovidas por la FAO y la OMS como “5 al día”, que buscan la seguridad nutricional y alimentaria; recomendando el consumo de frutas y hortalizas en la población. Sin embargo, este aumento en el consumo se ha acompañado de un mayor número de brotes de enfermedad vinculados a hortalizas crudas.

En México existen pocos estudios sobre la calidad microbiológica de frutas y hortalizas, y algunas evaluaciones sobre las prácticas que ocurren en la producción de estos alimentos. Estos estudios señalan que aún persisten prácticas durante el cultivo, cosecha y empaque que pueden comprometer su inocuidad. Algunos productos generados en nuestro país y exportados han sido responsables de brotes de enfermedad, causando pérdidas humanas y económicas al país, propiciando el cierre de fronteras para productos mexicanos.

El análisis de riesgos es una herramienta útil para la vigilancia de la inocuidad de los alimentos. La decisión deliberada de una persona de no ingerir un

alimento por parecerle sospechoso, implica un proceso de evaluación y análisis que da como resultado una estimación de las posibles consecuencias de comer o no dicho alimento. Los expertos en el análisis de riesgo consideran tres elementos: a) Evaluación de riesgos, b) Administración de riesgos y c) Comunicación de riesgos. En los últimos años se ha incrementado el interés en la evaluación de riesgos microbiológicos de verduras crudas, debido a los brotes severos de infecciones causadas por microorganismos patógenos; ya que ayuda a determinar la exposición a un determinado riesgo y la probabilidad de un efecto nocivo para la salud (en una persona o población específica).

Por todo lo anterior el objetivo de este trabajo fue evaluar el riesgo de la población del Municipio de Querétaro, México de exponerse a *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. por consumo de productos hortícolas crudos seleccionados (brócoli, chile serrano, jitomate y lechuga). Para ello es necesario utilizar diversas herramientas como: el estudio de corte transversal (aplicación de encuestas), la detección cualitativa (técnica molecular de PCR) y cuantificación de microorganismos patógenos presentes en las hortalizas de interés (métodos convencionales de cultivo) para posteriormente utilizar una herramienta (software) que nos permita estimar las enfermedades totales y el riesgo de la enfermedad en la población.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

II.1 Productos hortícolas

II.1.1 Definición y clasificación

Las hortalizas frescas son productos agrícolas que se venden al consumidor en su estado natural o con un mínimo de procesamiento (lavado, encerado, desinfectado, cortado, refrigerado o congelado) (NOM-EM-034-FITO-2000).

En los criterios para agruparlas se consideran las características comunes en cuanto a su forma, método de preparación, olor, sabor, etc. El componente principal de las hortalizas es el agua, ya que se caracterizan por tener baja concentración de grasas y proteínas. Comparadas con las frutas, las hortalizas contienen en general menos almidón y azúcar. Las sustancias que contribuyen a su sabor y aroma son: azúcar, sales minerales, compuestos volátiles de azufre, compuestos polifenólicos y ácidos orgánicos. En general, las hortalizas son menos ácidas que las frutas, siendo la de mayor acidez el tomate (pH=4) (Martínez *et al.*, 2004).

De acuerdo al órgano de la planta a la que pertenecen también se pueden clasificar, esta clasificación hace más fácil reconocerlas como lo describe Potter (1978) en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de las hortalizas según al órgano de la planta a la que pertenecen.

Clasificación	Ejemplos
Hortalizas de tierra	
1) Raíces	Camotes, zanahorias
2) Troncos modificados	
Cormos	Taro
Tubérculos	Papas
3) Brotes modificados	
Bulbos	Cebolla, ajo
Hortalizas de Hierbas	
1) Hojas	Col, espinacas, lechuga
2) Peciolos (tallos de hojas)	Apio, ruibarbo
3) Brotes de flores	Coliflor, alcachofas
4) Retoños, brotes (tallos tiernos)	Espárragos, tallos de bambú
Hortalizas frutales	
1) Legumbres	Chícharos, ejotes verdes
2) Cereales	Elotes
3) Frutas de emparrado	Pepinos, calabaza, chayote
4) Frutas de bayas (moras)	Tomate, berenjena
5) Frutas de árbol	Aguacate, fruta del árbol de pan

Potter, 1978

Las hortalizas son apreciadas en la alimentación no sólo por su color sino también por su textura, sabor y valor nutritivo. Éstas deben ser almacenadas, manejadas y preparadas, de tal manera que conserven estas propiedades. La calidad de las hortalizas está regulada por ciertas características fáciles de reconocer, deben verse claras, brillantes, no presentar puntos de pudrición, ni magulladuras o tejidos muertos, su textura debe ser turgente (Martínez *et al.*, 2004).

II.1.2 Importancia comercial

a) Producción mundial

En los últimos diez años, el comercio mundial hortícola se ha incrementado considerablemente, gracias al desarrollo de los sistemas de postcosecha, transporte y comunicaciones, que han permitido atender los requerimientos de la población mundial que quiere consumir alimentos sanos y nutritivos en todas las épocas del año. De acuerdo con los datos suministrados por la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en el año 2004 se tuvo una producción de más de 605 millones de toneladas de hortalizas, teniendo un crecimiento del 17.7% con respecto al año 2000 (Anónimo, 2005).

Para el año 2013, la producción mundial de hortalizas ha aumentado en un 9.4% con respecto al año anterior. En total lo producido ascendió a 1.7 millones de toneladas, frente a los 1.6 del 2012. Del total de la producción, 950 millones de toneladas corresponden a productos hortícolas (FAO, 2014).

b) Producción Nacional

La agricultura en México es más que un sector productivo importante. Más allá de su participación en el PIB nacional, las múltiples funciones de la agricultura en el desarrollo económico, social y ambiental determinan que su incidencia en el desarrollo sea mucho mayor (FAO, 2009).

México se ubica en el cuarto lugar a nivel mundial y el primero en el continente entre los principales productores y exportadores de hortalizas en el mundo (Financiera Rural, 2008). El subsector hortícola de México aporta 16% del valor de la producción agrícola (Ayala *et al.*, 2012). La agricultura es de las pocas actividades que mantienen una balanza comercial positiva dentro del sector rural por las ventajas que se tiene en relación con otros países (FAOSTAT 2012).

La producción agrícola obtenida en 2013 se reportó de 395, 508,061 millones de pesos (SIAP, 2014). Algunos de los cultivos más representativos en México son los que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Cultivos más representativos en México en 2013.

Cultivo	Producción (Ton)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Tomate rojo	2,694,358.19	5,584.08	15,045,508.72
Chile verde	2,294,399.97	6,372.23	14,620,448.58
Aguacate	1,467,837.35	12,303.94	18,060,177.05
Cebolla	1,270,059.51	3,999.48	5,079,581.07
Elote	756,838.39	2,267.87	1,716,409.59
Tomate verde	588,224.94	4,069.06	2,393,522.67
Brócoli	415,811.83	4,692.28	1,951,105.37
Calabacita	398,605.16	4,493.30	1,791,053.23
Lechuga	381,126.60	2,993.04	1,140,728.29
Zanahoria	347,540.06	2,588.55	899,625.26
Chayote	164,197.63	2,732.50	448,670.16
Calabaza	146,382.38	4,015.11	587,740.66
Berenjena	123,141.85	4,397.22	541,482.24
Ejote	81,932.99	6,361.76	521,238.38
Coliflor	65,261.03	3,829.25	249,901.02
Cilantro	64,768.09	3,992.27	258,572.00
Chícharo	57,480.34	6,707.78	385,565.48
Hortalizas	28,899.70	5,365.31	155,055.81
Apio	24,674.30	5,271.26	130,064.53
Espinaca	20,417.12	6,347.40	129,595.64
Betabel	15,640.68	4,577.46	71,594.52
Acelga	8,453.01	3,191.49	26,977.69
Perejil	4,289.01	5,837.86	25,038.62

Fuente: SIAP, 2014

c) Producción de hortalizas en Querétaro

En el Municipio de Querétaro la agricultura de hortalizas ha sido fundamental en la región, sobre todo hortalizas con irrigación.

Querétaro durante la última década tuvo un crecimiento sostenido en el volumen agrícola muy superior al que tuvo el país, dado que a nivel nacional alcanzó una tasa promedio anual de 2.8%, mientras que el estado lo hizo a un ritmo de 7.9%. El sector primario en Querétaro genera 2, 239,744 toneladas de productos; siendo el subsector agrícola el de mayor peso al producir 1, 778,507 toneladas actualmente y representa un valor de más de 1,658 millones de pesos. Los municipios más importantes en cuanto al subsector agrícola son: San Juan del Río, con 21.7%, Pedro Escobedo, 94.8% (principalmente producción de tomate rojo) y el Marqués con 35% (El economista, 2012).

El constante crecimiento económico del estado se ve reflejado en el desarrollo económico de sus tres rubros (primario, secundario y terciario). El sector primario obtuvo un crecimiento del 3.6% en el segundo trimestre del 2013 (agricultura) (SEDEA, 2013). En el Cuadro 3 se muestran las hortalizas más destacadas en el estado de Querétaro para el año 2013.

Cuadro 3. Producción de hortalizas destacadas en Querétaro en 2013.

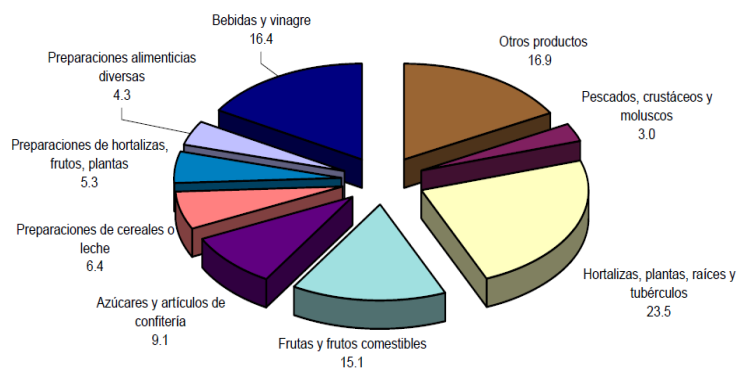
Cultivo	Producción (Ton)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Tomate rojo	43,244.30	7,598.52	328,592.87
Lechuga	26,064.50	2,670.06	69,593.72
Chile verde	17,932.00	6,210.81	111,372.26
Tomate verde	17,210.80	3,167.45	54,514.40
Zanahoria	16,349.00	2,065.10	33,762.28
Cebolla	10,872.00	4,446.21	48,339.16
Brócoli	4,897.00	4,857.04	23,784.95
Coliflor	3,233.50	5,585.32	18,060.13
Elote	3,069.00	3,784.54	11,614.76
Esparrago	2,772.00	33,766.77	93,601.50
Calabacita	920	3,897.45	3,585.65
Espinaca	484.8	3,340.41	1,619.43

Fuente: SIAP, 2014

d) Exportaciones

El subsector hortícola de exportación en México ha sido impactado por la forma en que han evolucionado los patrones de consumo en países desarrollados, principalmente Estados Unidos, donde la revaloración de la alimentación sana y estilos de vida de las familias pequeñas y de medianos ingresos ha orientado su hábito de consumo a fuentes de energía bajas en grasas y alto contenido en fibra, proporcionados por hortalizas frescas y procesadas (Borbón, 2001).

Las exportaciones de hortalizas mexicanas tienen una gran historia en el mercado internacional. La producción de hortalizas nació en los años 60 con vocación exportadora. Al interior de las exportaciones agroalimentarias, las hortalizas juegan un papel importante, pues a lo largo de los años han demostrado ser el soporte de las mismas al aportar en promedio el 50% de las exportaciones generadas por este sector. En 1993, el sector de agrícola aportaba el 49.2% del valor total de las exportaciones agroalimentarias y para el 2005 el 54% del mismo (Avendaño, 2008). Para la exportación de productos alimenticios en el 2013, las hortalizas ocuparon el primer lugar, con 23.5% de las exportaciones totales (INEGI, 2013).



Fuente: INEGI, 2013

Figura 1. Exportaciones de grupos alimenticios en México en 2013.

e) Consumo

Los sistemas agroalimentarios han experimentado profundos cambios en el último decenio (1992 – 2002) y, sin lugar a dudas, el consumidor ha sido la principal fuerza promotora del desarrollo en la oferta de alimentos. Dentro de los procesos de generación de valor de las hortalizas es necesario hacer una diferenciación entre los procesos que “acondicionan”, o hacen más conveniente el producto para facilitar el consumo y ahorrar tiempo (precortados, porciones individuales, listas para cocinar o listos para consumir) y los procesos que “transforman” el producto ofreciendo tiempos más prolongados de conservación y evitando la necesidad de refrigerarlos (principalmente enlatados).

Las hortalizas frescas pertenecen al grupo de los productos que más han evolucionado como resultado de los procesos de acondicionamiento (almacenamiento, encerado, transporte, etc.). La introducción de zanahorias pequeñas (*baby*) y de ensaladas listas para consumir ha aumentado enormemente su uso. Además las hortalizas son el resultado de un proceso de inversiones sucesivas para colocar los productos en forma, tiempo y lugar que se ajustan a la demanda del consumidor (transporte y empaque especializado, conservación, impuestos y seguros, promoción, márgenes de comercialización, etc.) (FAO, 2004).

En la dieta humana las hortalizas tienen un importante papel como fuente de nutrientes y en el adecuado funcionamiento del aparato digestivo. En la última década el consumo de hortalizas se ha incrementado en todo el mundo debido a los grandes beneficios que aportan a la salud, además de las campañas de alimentación promovidas por la FAO y la OMS como “5 al día”, buscan la Seguridad Nutricional y Alimentaria; recomendando el consumo de frutas y hortalizas en la población (FAO, 2006).

En México los hábitos de los consumidores de hortalizas son diversos y están influenciados por el poder adquisitivo y por las tradiciones locales. En los últimos años, el consumo de hortalizas ha aumentado a una tasa de crecimiento anual de 1.9% entre 1980 y 2008, dato que refleja que en México ha aumentado la importancia del consumo de este tipo de cultivos, a pesar de esto, México sólo consume 66.6 kilos de hortalizas por habitante al año (Ayala *et al.*, 2012).

Una encuesta sobre hábitos alimenticios elaborada por Consulta Mitofsky revela que los mexicanos consumen verduras solamente 3 días a la semana, mientras que la recomendación nutrimental es ingerir cinco raciones de verduras al día. La encuesta destaca que tres de cada 10 mexicanos se alimenta con productos adquiridos fuera de casa, además de darle poco interés a las propiedades nutrimentales (INSP, 2012).

II.1.3 Peligros microbianos asociados al consumo de hortalizas

El incremento en el consumo se ha acompañado de un mayor número de brotes de enfermedad vinculados al consumo hortalizas crudas contaminados con microorganismos patógenos (Lewis *et al.*, 2012; Sant´Ana *et al.*, 2012).

Las frutas y hortalizas son vehículos menos frecuentes de microorganismos patógenos que productos de origen animal. Sin embargo, hay reportes de brotes causados por consumo de manzanas, sandías, lechuga, melón, mango, tomate y chile (Branquinho *et al.*, 2006) debido a que se consumen crudas o apenas cocidas. El lavado antes de comerlas no elimina completamente los posibles patógenos, aumentando el riesgo potencial de su presencia (FAO, 2004).

Cada vez más las hortalizas son procesadas en diferentes tipos de productos como hortalizas congeladas y ensaladas listas para consumo: su venta ha crecido rápidamente en las últimas décadas, como resultado de los cambios en

las actividades y necesidades de los consumidores. En particular el consumo de lechuga y zanahoria fresca se ha incrementado debido a su uso en preparados de ensaladas. Esta tendencia destaca la importancia de la vida útil, la inocuidad y la calidad de los productos hortofrutícolas (Lehto *et al.*, 2011).

Investigaciones recientes están dirigidas a la identificación de fuentes y mecanismos de contaminación precosecha y postcosecha, la comprensión planta/patógeno, patógeno/humano y la evaluación de la eficacia de las prácticas de descontaminación postcosecha, con el objetivo de reducir a largo plazo el número de enfermedades y muertes relacionadas con alimentos. Sin embargo, a corto plazo, hay una necesidad de transferir y traducir el conocimiento generado a los usuarios finales y proporcionar herramientas a los productores que pueden ser integradas a las prácticas de inocuidad de los vegetales (Lewis *et al.*, 2012).

II.1.3.1 Contaminación microbiana durante la cadena productiva

Los productos frescos pueden contaminarse por patógenos humanos a lo largo de toda la cadena alimentaria; en el campo; por el agua de riego y el uso de estiércol animal para la fertilización; también durante la cosecha y postcosecha, ya sea por la poca higiene de los trabajadores, y un pobre saneamiento del proceso (Steele *et al.*, 2005). Además el origen, condiciones ambientales y de cultivo, características físicas y estructurales, composición química de las hortalizas, son determinantes de su contenido cualitativo y cuantitativo de microorganismos. Algunos de los microorganismos que se han encontrado en la superficie de los frutos poseen capacidad patógena para el hombre y animales. Las hortalizas se encuentran más expuestas al ingreso de microorganismos patógenos, ya que algunas de ellas no cuentan con una protección externa, como la cáscara en las frutas; su presencia se limita a las partes externas. Son productos semiperecederos y susceptibles al deterioro microbiano; crudos deben considerarse potencialmente contaminados por microorganismos patógenos.

Las principales fuentes de contaminación microbiana de las hortalizas son: agua, tierra, animales, equipo y humana. Teóricamente cualquier hortaliza puede ser vehículo de bacterias, virus o parásitos patógenos al hombre. Los siguientes microorganismos se consideran con especial interés en la inocuidad de las verduras mínimamente procesadas: *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Shigella*, *Salmonella*, parásitos y virus. Con potencial interés a *Escherichia coli* O157:H7, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Plesiomonas shigelloides* y *Yersinia enterocolitica* (Fernández, 2008).

Salmonella y *E. coli* O157:H7 son patógenos zoonóticos, los cuales tienen como reservorio al ganado y vida silvestre. Su presencia en hortalizas frescas generalmente se produce por contacto con animales, contaminación con efluentes de las granjas a través de la fertilización, riego e inundaciones. Estas bacterias patógenas no deben estar presentes en el ambiente y tienden a disminuir una vez que se introducen en las hortalizas durante la producción (Nguyen, 2012).

El nulo o mínimo procesamiento (pelar, cortar, moler) que reciben algunas hortalizas para su consumo y que omite un tratamiento que reduzca significativamente las poblaciones microbianas (por ejemplo calor), da lugar a la presencia potencial de gérmenes peligrosos para la salud humana. Para reducir los riesgos asociados a su consumo, es necesario en primer lugar detectar los riesgos de contaminación desde el cultivo en el campo hasta el manejo que le da el consumidor (Ruíz, 2007). En el caso de los peligros microbiológicos, se evalúa la presencia y transmisión del peligro en diversas fases, desde la producción hasta el consumo, hasta llegar a una estimación del riesgo (FAO, 2007).

II.1.3.2 Incidencia de bacterias patógenas en productos hortícolas

La presencia de numerosos géneros de bacterias deterioradoras, levaduras y ocasionalmente patógenos en productos frescos ha sido reconocido durante muchos años. Los agentes patógenos capaces de causar enfermedades humanas

incluyen bacterias, virus y parásitos. Sin embargo, las bacterias son las de mayor preocupación en términos de enfermedad grave y número de personas en riesgo de infección en escala internacional. En el Cuadro 4 se observan diversos patógenos bacterianos aislados en diversas hortalizas crudas (Beuchat, 1996).

Cuadro 4. Bacterias patógenas aisladas de hortalizas crudas.

Hortaliza	País	Patógeno	Prevalencia (%)
Alcachofa	España	<i>Salmonella</i>	12.0
Brócoli	Estados Unidos	<i>Aeromonas</i>	31.3
	Países Bajos	<i>Salmonella</i>	7.7
Coliflor	España	<i>Salmonella</i>	4.5
Apio	México	<i>E. coli</i> O157:H7	19.5
Cilantro	México	<i>E. coli</i> O157:H7	20.0
Lechuga	España	<i>Salmonella</i>	6.3
Espinaca	España	<i>Salmonella</i>	5.3
Perejil	España	<i>Salmonella</i>	4.3
	España	<i>Salmonella</i>	5.4
Hortalizas	Estados Unidos	<i>Salmonella</i>	8.0

Beuchat, 1996.

Se han realizado numerosos estudios para determinar la incidencia de microorganismos como *Salmonella*, *E. coli* patogénica, *L. monocytogenes* y *Shigella* en diferentes tipos de hortalizas. En Estados Unidos del 2007 al 2010 se investigó *Salmonella* spp. en muestras de 25 g de frutas y verduras, de las cuales el 0.3 y 0.6% resultaron positivas (Nguyen, 2012). Mientras que en América del Sur, la prevalencia de este patógeno es del 35% (San't Ana, 2011). Otro estudio realizado en Chile jalapeño y serrano mostraron la presencia de *E. coli* en 32 y 50% de las muestras, respectivamente; *Salmonella* se encontró en Chile jalapeño en un 12% de las muestras y en serrano en 10% (Castro *et al.*, 2011).

Existen estudios para la detección de *Shigella* spp. uno de ellos es el realizado por Arthur y colaboradores (2007), en donde se analizaron 1183 muestras provenientes de Ontario, entre ellas cebollas, lechugas, cilantro, perejil y tomates para la detección de *Salmonella*, *Shigella* y *E. coli* pero no se encontraron muestras positivas para *Shigella* y *E. coli*. La naturaleza esporádica

de la contaminación microbiana de los productos, proporciona una explicación para la baja prevalencia de patógenos encontrados en estudios de vigilancia; ya que esto hace difícil identificar productos contaminados (Arthur *et al.*, 2007).

II.1.3.3 Brotes por bacterias patógenas asociadas al consumo de hortalizas

Un aumento en el consumo de productos frescos y ligeramente procesados, junto con el aumento de la exportación e importación de estos productos a otros países, ha provocado que el manejo del producto puedan verse comprometidas, por lo que hay mayor interés en los brotes de gastroenteritis humana que puede atribuirse a productos frescos contaminados, especialmente ensaladas de verduras (Beuchat, 1996).

Reportes de vigilancia indican un incremento en los brotes relacionados al consumo de hortalizas en general (incluyendo crudo, recién cortado o procesado) haciendo hincapié en la necesidad de controlar los riesgos biológicos en los productos elaborados (Nguyen, 2012). Productos frescos asociados a brotes resulta en pérdidas económicas para los agricultores, distribuidores y la industria alimentaria (Steele *et al.*, 2005).

El Centro de Interés Público para la Ciencia (CSPI) analizó los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos y se reportaron 10, 409 (Cuadro 5) entre 2002 y 2011 en EE.UU (CSPI, 2014).

Cuadro 5. Alimentos implicados en brotes y casos de enfermedad en EE.UU entre 2002 y 2011.

Tipo de alimento	Número de Brotes	Número de casos
Frutas y hortalizas	667	23,748
Mariscos	602	5,317
Aves	413	11,333
Res	324	6,719
Cerdo	164	3,660

CSPI, 2014

Si bien las frutas y hortalizas no fueron la primer causa de brotes, si lo son con el número de casos (43%), lo que evidencia brotes con afectación de un números elevado de víctimas (Arias, 2011).

Los brotes de salmonelosis en seres humanos se han atribuido al consumo de tomates contaminados, berros, mostaza, soja, melón y sandía. Un brote de cebolla asociado a *Shigella flexneri* sucedió en Estados Unidos (Beuchat, 1996). En el Cuadro 6 se muestran algunos brotes de *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. por consumo de hortalizas.

Cuadro 6. Brotes de *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. por consumo de hortalizas en EE.UU.

Patógeno	Alimento	Brotes	Casos
<i>Salmonella</i>	Germinados	19	724
<i>Salmonella</i>	Tomate	17	1694
<i>Salmonella</i>	Ensalada de hojas verdes	13	291
<i>Shigella sonnei</i>	Espinacas	-	17
<i>Shigella sonnei</i>	Zanahorias	-	4

Fuente: Doyle *et al.*, 2009, Kozak *et al.*, 2013

En los últimos años, algunos productos mexicanos han sido asociados a brotes epidemiológicos por el consumo de hortalizas frescas en el mercado estadounidense, su principal destino, afectando fuertemente la competitividad y posicionamiento (Avendaño *et al.*, 2010). En el Cuadro 7 se muestran algunos casos de brotes por consumo de productos mexicanos.

Cuadro 7. Brotes por consumo de productos mexicanos entre 2011-2013.

Alimento	Patógeno	País	Año	Casos
Pepinos	S. Saintpaul	EE.UU.	2013	84
Papayas	S. Agona	EE.UU	2011	106

CSPI, 2014a

II.2 Microorganismos patógenos

II.2.1 *Salmonella* spp.

II.2.1.1 Características generales

La descripción del género *Salmonella* corresponde al típico bacilo Gram negativo de la familia *Enterobacteriaceae*. Generalmente son móviles, aerobios o anaerobios facultativos con una rica composición antigénica que se emplea como base para la identificación de sus miembros en serovares. Estos se definen por la presencia de antígenos somáticos (O, de naturaleza lipopolosacárida) y flagelares (H, proteínas). Existen serovares inmóviles, que carecen de antígenos flagelares (Fernández, 2008) y se han definido más de 2500 serotipos (Maijala *et al.*, 2005).

Es una bacteria primariamente parásita intestinal de los animales, incluido el hombre. Se libera al medio ambiente cuando se expulsa por las heces, mostrando cierta capacidad de supervivencia en los materiales que contacta, y bajo condiciones favorables también para multiplicarse en ellos. Así una diversidad de localidades se convierte en reservorio extra intestinal del microorganismo, y por tanto en una fuente de contaminación para los alimentos. No siempre la contaminación fecal es el antecedente único y directo de brotes de salmonelosis, otros vehículos pueden ser: agua, tierra, fómites, vegetales, animales (Fernández, 2008).

El género *Salmonella* es uno de los más extensamente estudiados entre los patógenos que pueden ser transmitidos en los alimentos. Ello se debe a la frecuencia con la cual el germen participa en brotes y en casos individuales de gastroenteritis, debido a su singular ecología y factores que la determinan (Tauxe, 1991). La mayor parte de la preocupación de salud pública se centra en los serovares Typhimurium y Enteritidis, pero muchos otros serotipos también están involucrados en brotes de origen alimentario (Maijala *et al.*, 2005).

Un mecanismo por el cual el desarrollo y supervivencia pueden verse mermados, es el efecto antagónico derivado de la actividad de los microorganismos acompañantes en los alimentos; bacterias lácticas son particularmente efectivas contra patógenos intestinales, incluida *Salmonella* (Fernández *et al.*, 1984).

II.2.1.2 Comportamiento de *Salmonella* en productos hortícolas

La salmonelosis se ha relacionado con el consumo de varios tipos de frutas y verduras crudas, algunas de las cuales pueden haber sido contaminadas con *Salmonella* antes de la cosecha. *Salmonella* sobrevivió durante al menos 45 días en suelo húmedo inoculado. La población de *Salmonella* en tomates en contacto con el suelo se incrementó en 2.5 log₁₀ UFC / tomate durante el almacenamiento durante 4 días a 20 °C y se mantuvo constante durante otros 10 días. El número de células inoculadas en los tomates disminuyó aproximadamente 4 log₁₀ UFC / tomate durante el almacenamiento durante 14 días a una humedad relativa de 70% y 20 °C. Frutas en contacto con el suelo inoculado durante un día a 20 °C albergaba *Salmonella* sólo cerca de la superficie de la piel (Guo *et al.*, 2002).

S. Typhimurium es capaz de penetrar la epidermis de la lechuga, entra a través de los estomas abiertos en un proceso que implica la motilidad flagelar y la quimiotaxis. El proceso de internalización requiere de flagelos intactos y el tipo de

secreción, por lo que la internalización bacteriana plantea un peligro para la inocuidad de los alimentos (Golberg *et al.*, 2011).

II.2.1.3 Mecanismo de patogenicidad

Para el desarrollo de la enfermedad bacteriana es necesaria la localización de la bacteria en un ambiente adecuado para su establecimiento, replicación y expresión de sus factores de virulencia. Durante el proceso infeccioso se presenta una interacción entre hospedero-microorganismo para posteriormente llevarse a cabo el mecanismo de patogenicidad de la bacteria (Figuroa y Verdugo, 2005):

a) Adherencia: las adhesinas de la bacteria tienen una estructura que les permite reconocer moléculas presentes en las células del hospedero llamadas receptores, con una estereoquímica específica; además, las adhesinas tienen la capacidad de activar a los linfocitos B y neutrófilos. En general, las adhesinas de bacterias Gram negativas son: fimbria, fibrilla, flagelo, lipopolisacáridos y cápsula. La presencia de cápsula y flagelo en *Salmonella* depende de la especie en cuestión, solamente *S. enterica* serovar Typhi y Paratyphi presentan cápsula. Después de entrar al hospedero, puede adherirse a la superficie de la célula o a la matriz extracelular. Se han descrito diferentes operones en cada una de las variedades de *S. enterica*, cada uno de ellos participa en la adhesión a diferentes tipos celulares.

b) Invasión: después de la ingestión de agua o algún alimento contaminado, *Salmonella* inicia su ciclo invadiendo al hospedero a través de tejido linfoide. Se adhiere apicalmente a las células epiteliales del íleon y a las células M que debido a la ausencia del borde de cepillo, así como de glicocalix, representa una puerta de entrada ideal. *Salmonella* dirige su arribo a las células que son normalmente fagocíticas como la superficie de la capa de la mucosa de células

epiteliales, a este mecanismo se le conoce como *trigger* (disparo), enviando señales a las células epiteliales que inducen rearrreglos del citoesqueleto.

Para enteritis y diarrea los mecanismos de patogenicidad con que *Salmonella* induce diarrea y septicemia no han sido descritos detalladamente, pero parece ser un fenómeno complejo que involucra diversos factores de virulencia (Figueroa y Verdugo, 2005).

II.2.1.4 Enfermedad y síntomas

La salmonelosis es una zoonosis muy conocida, puede causar tanto enfermedad crónica como aguda en los seres humanos (Maijala *et al.*, 2005). En muchos países la salmonelosis es una causa predominante de enfermedad transmitida por los alimentos; tiene una distribución mundial (FAO, 2001). La salmonelosis causa un estimado de 1.4 millones de casos de enfermedades transmitidas por alimentos y más de 400 muertes anualmente en Estados Unidos (USDA, 2011).

Las cifras más elevadas generalmente las reportan los países técnica e higiénicamente más desarrollados, debido a que disponen de mejores sistemas de diagnóstico, notificación e información (CDC, 1992). A pesar de que algunas personas no muestran síntomas de salmonelosis, la mayoría de las personas experimentan diarrea, dolor abdominal y fiebre entre 8 y 72 horas después de comer el alimento contaminado. Síntomas adicionales pueden incluir escalofríos, dolor de cabeza, náuseas y vómito. Los síntomas usualmente desaparecen dentro de un plazo de 4 a 7 días. Muchas personas con salmonelosis se recuperan sin tratamiento y quizás no visiten al doctor. Sin embargo, las infecciones con *Salmonella* pueden ser riesgosas para la vida, especialmente para los infantes y los niños pequeños, mujeres embarazadas y sus bebés por nacer y las personas de edad avanzada. Un pequeño número de personas infectadas podrían

desarrollar dolor en las coyunturas, irritación en los ojos y dolor al orinar. Esto se llama síndrome de Reiter. Puede durar meses o años y puede causar artritis crónica (USDA, 2011).

La fiebre tifoidea es una enfermedad febril aguda de origen entérico producida por *S. Typhi* principalmente. Las complicaciones más graves y frecuentes y por tanto las que más se tienen que vigilar suelen aparecer a partir de los días 10 de evolución y son la hemorragia y la perforación intestinal. Es excepcional la presentación de neumonía, meningitis, espondilitis, endocarditis, abscesos u otras localizaciones, así como la presentación de shock endotoxínico tras la insaturación de antibioterapia. Como complicación también se puede considerar al estado de portador crónico (Jurado *et al.*, 2010).

La dosis infectiva para personas sanas se encuentra entre 10^7 y 10^9 células, pero depende de diferentes factores (Trepatti, 2002). Se han reportado niveles de *Salmonella* que han causado brotes con unas cuantas células, como en el brote de chocolate en niños principalmente, encontrándose niveles de *S. Nima* teniendo de 4.3 a 24 células por cada 100 g de chocolate (Hockin *et al.*, 1989).

A pesar de la mejoría en general de la salud pública, instalaciones y prácticas de operación en la producción de alimentos, y vigilancia epidemiológica, la salmonelosis sigue siendo un problema importante en muchos países (Awang *et al.*, 2003).

En México, las enfermedades gastrointestinales son uno de los principales problemas de salud pública; son de las primeras causas de consulta médica y también una de las primeras causas de muerte en México y en el mundo. Afecta a personas de cualquier edad y condición social, aunque los grupos más vulnerables son los niños y los ancianos (Hernández *et al.*, 2011).

II.2.1.5 Brotes en productos hortícolas

Salmonella es la causa principal de las enfermedades transmitidas por alimentos en todo el mundo. La mayoría de los brotes en que *Salmonella* spp. es el agente etiológico se vinculan con la ingestión de alimentos contaminados de origen animal. Aves de corral, huevo, carne y productos lácteos siguen siendo los vehículos más comunes de alimentos de la infección. Sin embargo, también se ha asociado con frutas y verduras frescas, aunque en menor frecuencia (Awang *et al.*, 2003).

Existen reportes de varios brotes en diferentes partes del mundo: un brote de 143 casos por infección en Reino Unido (1988) se dio por consumo de soja cruda y en ese mismo año se presentó en Suecia por consumo de soja contaminada con *S. Saintpaul*. Dos brotes en donde se vieron involucrados tomates crudos estaban contaminados con *S. Javiana* (1992) y *S. Montevideo* (1993) (Beuchat, 1996). En Reino Unido, 143 casos fueron reportados después del consumo de soja contaminada (Awang *et al.*, 2003).

En 2008 un brote de *Salmonella* en Estados Unidos causado por chile jalapeño y serrano contaminado con el serovar *S. Saintpaul*, afectó a 43 estados y se reportaron 1442 personas infectadas, en donde los productos fueron cultivados y envasados en México (Castro *et al.*, 2011).

En México las infecciones por *Salmonella* y *S. Typhi* son endémicas, entre 2009 y 2011, 381,320 casos de salmonelosis y 138,000 casos de fiebre tifoidea fueron reportados (Cerna *et al.*, 2012).

II.2.2 *Shigella* spp.

II.2.2.1 Características generales

El género *Shigella* está conformado por 4 especies principalmente: *S. dysenteriae*, *S. boydii*, *S. sonnei* y *S. flexneri* las cuales son bacterias Gram

negativas y anaerobias facultativas. Todas son patógenas para el humano (Rafii *et al.*, 1995). El género está muy relacionado genéticamente con *E. coli*, al punto que se ha propuesto constituir una misma especie. Se afirma que las shigelas son en realidad biotipos metabólicamente inactivos de *E. coli*. La presencia de *Shigella* en el medio ambiente constituye una clara evidencia de contaminación fecal humana reciente. Muestra capacidad para mantenerse viable por varios días bajo condiciones físicas que suelen reconocerse como adversas. La supervivencia es afectada por la temperatura (Fernández, 2008).

II.2.2.2 Comportamiento de *Shigella* en productos hortícolas

Mientras *Shigella* se ha aislado a partir de productos tales como ensalada de papas, salsa de frijoles, hortalizas frescas, hay informes limitados de su supervivencia en estos alimentos. En un estudio realizado en el 2003, las poblaciones de *S. sonnei* sobre las superficies lisas de tomates se encontraron en niveles indetectables (10^2 UFC / tomate) después de dos a tres días almacenadas. Otros estudios mostraron la supervivencia de *S. flexneri* en diversas ensaladas preparadas que se almacenan a 4 °C, y en jugo de manzana y de tomate a 7 °C durante 14 días. Se ha reportado el crecimiento y supervivencia de *S. flexneri* en arroz hervido, sopa de lentejas, leche, carne cocida, pescado, puré de papas, berenjenas y pepino crudo. Se sabe que otras enterobacterias que se encuentren en el alimento, pueden competir con *Shigella*, haciendo que esto afecte su supervivencia. Debido a su baja dosis infectiva, por lo general de 10 a 500 células, no existe un nivel de *Shigella* en alimentos que debe considerarse aceptable (Warren *et al.*, 2007).

II.2.2.3 Mecanismo de patogenicidad

El mecanismo de patogenicidad de *Shigella* es penetrar a las células epiteliales de la mucosa intestinal por invaginación de la membrana. En el proceso

liberan toxinas que influyen en el daño tisular. Raramente invade más allá de la mucosa intestinal (Kelly *et al.*, 1985). La toxina shiga es una exotoxina producida por *S. dysenteriae*, se genera durante la fase exponencial y se excreta en el espacio periplásmico de la célula. Las células desarrolladas a 30 °C no son invasivas, pero a 37 °C si lo son, esto se debe a la falta de expresión de los genes de invasividad codificados por el plásmido (Maurelli *et al.*, 1984).

II.2.2.4 Enfermedad y síntomas

La shigelosis se presenta en forma de disentería o de un cuadro diarreico parecido al observado con *E. coli* enterotoxigénica (Fernández, 2008). Las principales características de la enfermedad son diarrea, fiebre, disentería e incluso la muerte en algunos casos, si la intervención no es adecuada y a tiempo. La shigelosis se transmite de persona a persona y por consumo de agua y/o alimentos contaminados (Rafii *et al.*, 1995). El nivel de tolerancia en esta bacteria sugiere que le permite salvar la barrera gástrica y requerir dosis bajas para causar enfermedad. Los enfermos arrojan al microorganismo por las heces; pero existen portadores asintomáticos. El estado portador suele ser transitorio y tiende a desaparecer. La shigelosis cursa con una duración de unas dos semanas. *Shigella* puede inducir el síndrome de Reiter o artritis reactiva (Fernández, 2008).

La incidencia de shigelosis es difícil de establecer. La falta de sistemas activos para la captación de casos en una comunidad, subestima con mucho el número de casos (Kimball *et al.*, 1980). Se calcula que anualmente ocurren más de 200 millones de episodios de disentería bacilar en el mundo, con 650, 000 muertes, la mayoría menores de edad (Wenneras y Sansonetti, 2000).

II.2.2.5 Brotes en productos hortícolas

Los alimentos implicados en brotes suelen ser productos que requieren un procesamiento manual o tratamiento térmico mínimo antes de su consumo o que

se entregan frescos a los consumidores como las verduras crudas. En los últimos años, la disponibilidad y popularidad de los productos envasados recién cortados ha incrementado entre los consumidores y las industrias. La contaminación de productos con *Shigella* spp., que puede ocurrir durante la cosecha o el procesamiento, tiene el potencial de causar brotes de shigelosis en un área geográfica bastante amplia (Rafii *et al.*, 1995).

La infección por *Shigella* spp. es causa importante de enfermedades transmitidas por alimentos pero solo una pequeña fracción de casos se reportan. *S. dysenteriae* tipo 1 se asocia con enfermedad grave y *S. sonnei* se produce con más frecuencia en países industrializados (Massenet *et al.*, 2011).

Varios brotes de shigelosis se han atribuido al consumo de vegetales crudos contaminados. La lechuga fue responsable de dos brotes simultáneos causados por *S. sonnei* en dos Universidades de Texas. Tres estudiantes en ambos campus comieron ensaladas de una barra de autoservicio, la lechuga fue el único producto en común utilizado en las ensaladas que consumieron los estudiantes. En otro brote, 347 casos de gastroenteritis por *S. sonnei* se asociaron con el consumo de lechuga cortada en tiras. Todos los restaurantes implicados recibieron lechuga picada del mismo proveedor. Una investigación sugiere que un trabajador en la planta era la fuente de contaminación y diseminó la contaminación. En la primavera de 1994, se observó un aumento en el número de casos por la infección de *S. sonnei* en varios países europeos (Beuchat, 1996).

Dos brotes de shigelosis ocurrieron en India, uno de ellos en el 2009 en donde más de 300 personas asistieron a una boda; después de 12 horas de haber comido el banquete aproximadamente el 60% de las personas presentaron diarrea, vómito y dolor abdominal. La enfermedad se presentó más severa en niños menores de 10 años. Muestras fecales de 15 pacientes fueron analizadas en el laboratorio, 9 (60%) de las 15 muestras reportaron *S. sonnei*. El segundo brote ocurrió en 2010, jornaleros y sus familias comieron en su lugar religioso.

Aproximadamente 150 personas se reportaron con diarrea, vómito, dolor abdominal y fiebre. El 70% de 20 muestras fecales analizadas contenían *S. sonnei* (Massenet *et al.*, 2011).

II.3 Análisis de Riesgo

El logro de la inocuidad de los alimentos como medio de proteger la salud pública y promover el desarrollo económico continúa siendo un importante desafío en los países tanto en desarrollo como desarrollados. Se han conseguido en muchos países considerables progresos en el fortalecimiento de los sistemas de inocuidad de los alimentos, lo que pone de manifiesto las oportunidades de reducir y prevenir las enfermedades transmitidas por ellos (FAO, 2007). A pesar de los importantes esfuerzos de todas las partes involucradas, todavía hay una considerable incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos, en las cuales los microorganismos juegan un papel destacado (Havelaar *et al.*, 2010).

Una herramienta fundamental para reducir las enfermedades transmitidas por los alimentos y reforzar los sistemas de inocuidad de los alimentos es el **análisis de riesgos** (FAO, 2007), definiendo riesgo como una función de la probabilidad de que se produzca un efecto adverso para la salud y la gravedad de este efecto consiguiente a uno o más peligros presentes en los alimentos (Codex Alimentario, 1999).

Durante los últimos decenios, la evaluación, administración y la comunicación de riesgos se han formalizado; este planteamiento ha conseguido gran aceptación, hasta el punto de convertirse en el instrumento más empleado para evaluar los posibles vínculos entre los riesgos potenciales en la cadena alimentaria y los riesgos efectivos para la salud humana. Este enfoque tiene en cuenta una gran diversidad de elementos que intervienen para la toma de decisiones sobre las medidas adecuadas de control.

El proceso de análisis de riesgos comienza normalmente con un caso de gestión de riesgos, con el fin de definir el problema, especificar los objetivos del análisis e identificar las interrogantes que deberán encontrar respuesta en su evaluación. Las tareas de base científica consistentes en medir y describir la naturaleza del riesgo analizado se lleva a cabo durante la fase de evaluación de riesgos. El proceso de análisis de riesgo culmina en la aplicación de medidas de reducción de riesgos y la supervisión del Estado, el sector privado y las partes interesadas (FAO, 2007).

II.3.1 Administración de riesgos

Los administradores de riesgos aplican la perspectiva técnica que es principal para la toma de decisiones, pero también aplican perspectivas psicológicas y sociológicas, según convengan. La gestión de riesgos conlleva diversos pasos para poder identificar si hay un riesgo y proceder con la evaluación:

- a) Actividades preliminares de gestión de riesgos.
- b) Selección de opciones de gestión de riesgos
- c) Aplicación de la decisión de gestión de riesgos.

La administración de riesgos no termina en el momento en que se toma una decisión ni cuando se pone en práctica. Los gestores deben verificar que las medidas de mitigación del riesgo están alcanzando los resultados perseguidos, que no se producen consecuencias imprevistas asociadas con las medidas y que es posible conseguir a largo plazo los objetivos de la gestión de riesgos (FAO, 2007).

II.3.2 Evaluación del Riesgo

La evaluación cuantitativa de riesgos microbianos es relativamente nueva en el árbol del análisis de riesgo (Havelaar *et al.*, 2008). Es el proceso científico para determinar la relación entre la exposición a un determinado riesgo bajo un conjunto de condiciones definidas, y la probabilidad de un efecto nocivo para la salud o enfermedad (riesgo). Se ha puesto mucho esfuerzo en la aplicación de este tipo de análisis para exposición de la población a riesgos microbianos a través del consumo de alimentos (McLauchlin *et al.*, 2004). Los modelos de evaluación cuantitativa de riesgos microbiológicos se basan en algunos supuestos básicos y en un conjunto limitado de datos cuantitativos microbiológicos. Permite la estimación *a priori* del impacto en la salud pública de las intervenciones de la cadena alimentaria (Havelaar *et al.*, 2008).

Si un modelo de riesgo se construye adecuadamente, puede describirse la transmisión del peligro a lo largo de la producción, transporte, comercialización, manejo y consumo del alimento, los efectos de la intervención para disminuir el riesgo puede ser evaluado y comparado, ayudando así a los responsables políticos para llegar a decisiones con respecto aumentar la inocuidad en los alimentos que son prioritarios (Nauta *et al.*, 2003). Cuando son aproximadamente válidas, las evaluaciones cuantitativas tiene la ventaja adicional de poder formular escenarios de los efectos de las diferentes intervenciones, lo que constituye probablemente su principal ventaja. Los planteamientos científicos combinan la evaluación de riesgos, la epidemiología y las consideraciones económicas.

Si bien la precisión de los riesgos estimados es muchas veces limitada debido a las incertidumbres en la información sobre la función dosis - respuesta, la principal ventaja de estas evaluaciones es probablemente su capacidad de elaborar escenarios de los impactos relativos de las diferentes medidas de control de los alimentos en las estimaciones (FAO, 2007). Debido a que en la estimación

del riesgo microbiano inherentemente contiene la variabilidad y la incertidumbre, los métodos de simulación usados se basan en estudios de tipo Monte Carlo (Danyluk *et al.*, 2011).

La evaluación de riesgos microbiológicos tiene por objeto estimar los riesgos, es decir, estimar la probabilidad y la gravedad de los efectos nocivos para los consumidores derivados de la exposición al patógeno presente en los alimentos. Esta evaluación conlleva de cuatro pasos importantes (Augustin, 2011).

II.3.2.1 Identificación del peligro

Peligro es el agente biológico, químico o físico presente en un alimento, o condición de dicho alimentos, que pueden ocasionar un efecto nocivo para la salud (Codex Alimentario, 1999).

Consiste en la identificación y descripción de los microorganismos patógenos (Augustin, 2011) que pueden estar presentes en un alimento en particular o en un grupo de alimentos (McLauchlin *et al.*, 2004).

Es un proceso predominante cualitativo orientado a establecer la identidad de los microorganismos o toxinas microbianas motivo de preocupación en los alimentos o agua. Puede incluir información sobre el peligro en cuestión, así como los datos pertinentes, por ejemplo clínicos y de vigilancia (FAO/OMS, 2003). La evaluación de riesgos microbiológicos se basa en datos epidemiológicos sobre enfermedades asociadas al microorganismo. La información puede obtenerse en publicaciones, literatura o bases de datos del gobierno (Walls, 2006).

II.3.2.2 Evaluación de la exposición

La evaluación de la exposición incluye una evaluación de la magnitud de la exposición de una población a un agente específico. Calcula, dentro de los distintos niveles de incertidumbre, la presencia de agentes patógenos microbiológicos o toxinas microbianas y la posibilidad de que éstos se presenten

en los alimentos en el momento de su consumo. En el caso de agentes microbiológicos, puede basarse en el posible alcance de la contaminación de los alimentos por un microorganismo determinado o sus toxinas, así como en información acerca de la ingesta. La evaluación de la exposición debería especificar la unidad alimentaria en cuestión, por ejemplo, tamaño de la porción consumida en la mayor parte o la totalidad de los casos de enfermedad aguda (Codex Alimentario, 1999).

La evaluación puede valorar científicamente los cambios ocurridos en los niveles del peligro durante el proceso de producción, distribución y comercialización para estimar el nivel probable en el momento del consumo; utiliza los niveles de peligro en la materia prima, ingredientes y el entorno alimentario general. Pueden producirse cambios pronunciados en los niveles del peligro debido al crecimiento del patógeno, y a la contaminación cruzada en el momento de la preparación final para el consumo (FAO, 2007).

Entre los factores que deben tomarse en cuenta para la evaluación de la exposición figuran la frecuencia de la contaminación de los alimentos por el agente patógeno, y el nivel de éste en dichos alimentos a lo largo del tiempo. En estos factores se encuentra, por ejemplo, las características del agente patógeno, la ecología microbiana del alimento, la contaminación inicial de la materia prima y, en particular, consideraciones relativas a las diferencias regionales y el carácter estacional de la producción, el nivel de control de la higiene y el proceso de elaboración, los métodos de elaboración, envasado, distribución y almacenamiento de los alimentos, y etapas de la preparación de éstos como cocción o tiempo de espera. Otro factor que debe tomarse en cuenta en la evaluación son los hábitos de consumo.

Es posible construir escenarios para predecir el alcance de la exposición posible. Desde el punto de vista cualitativo los alimentos pueden clasificarse según la probabilidad de que el producto esté o no contaminado en su origen; la

capacidad del alimento de soportar o no el crecimiento del agente patógeno en cuestión; la existencia de una posibilidad considerable de manipulación indebida del alimento; o el hecho de que éste vaya a someterse a un proceso térmico. En la presencia, crecimiento, supervivencia o la muerte de los microorganismos, incluidos los agentes patógenos presentes en los alimentos, influyen las prácticas de elaboración y envasado, las condiciones de almacenamiento y en particular la temperatura, la humedad relativa del medio ambiente y la composición gaseosa de la atmósfera. Otros factores pertinentes son el pH, el contenido de humedad o actividad de agua (Aa), el contenido de sustancias nutritivas, la presencia de sustancias antimicrobianas y la microflora que compite con ellos. La microbiología predictiva puede ser un instrumento útil para la evaluación de la exposición (Codex Alimentario, 1999).

La evaluación de la exposición debe proporcionar una estimación, con la correspondiente incertidumbre, de la presencia y concentración del patógeno en una porción determinada del alimento en el momento del consumo o en un volumen determinado de agua utilizando un método basado en la relación producción - consumo. Si bien se puede utilizar un valor medio si la distribución de exposiciones es simétrica respecto a éste, en las determinaciones más robustas se utilizará precisamente la distribución completa de las exposiciones. Normalmente comprende la determinación de las frecuencias de consumo anual de alimentos y agua y sus pesos o volúmenes para una población o subpoblación determinada y debe combinar la información para estimar la exposición de la población a los patógenos mediante un cierto producto alimenticio o de agua (FAO/OMS, 2003).

II.3.2.2.1 Estudio de corte transversal

También conocido como estudio de estado o de una sola oportunidad, es el más comúnmente usado en ciencias sociales. Su objetivo es encontrar la

prevalencia de un fenómeno, situación, actitud o problema mediante el muestreo de una sola parte de la población. Un estudio de corte transversal es extremadamente simple en diseño. Uno mismo decide que es lo que se quiere encontrar, se identifica la población de estudio, se selecciona la muestra representativa respectiva y se contacta a los encuestados para encontrar la información que se requiere, esto involucra solamente una oportunidad de conseguir la información que se requiere con cada persona encuestada. Es un estudio relativamente económico y fácil de analizar. Sin embargo, una de sus grandes desventajas es que no se puede medir el cambio en el tiempo. Para poder medir un cambio, es necesario encuestar en al menos dos puntos en el tiempo, que equivale a realizar al menos dos estudios de corte transversal (Kumar, 2005).

II.3.2.2.2 Aplicación de la microbiología predictiva en el análisis de riesgos

El uso de microbiología predictiva en la evaluación de riesgos debe tenerse en consideración (Nauta *et al.*, 2003). La microbiología predictiva se basa en la respuesta microbiana con respecto a las condiciones presentes en los alimentos, ya que son invariablemente reproducibles. Por lo tanto, el conocimiento detallado del comportamiento y factores de crecimiento microbiano en los productos alimenticios permitirá el desarrollo de modelos precisos que cuantitativamente predigan la evolución de microorganismos patógenos y de deterioro en los alimentos. Sobre la base de tales relaciones matemáticas entre la tasa de crecimiento microbiano y las condiciones ambientales, las evaluaciones de la seguridad microbiológica y calidad de los alimentos serán factibles. En general, los modelos predictivos producen estimaciones puntuales. Cuando se da un intervalo de confianza o de predicción, no está claro si esto representa la variabilidad o incertidumbre de ambos. La variabilidad entre cepas puede ser relevante en la evaluación del riesgo (Nauta *et al.*, 2003). En general, los intervalos estadísticos

representan la variabilidad mínima y debida al error muestral de un estudio estadístico.

La mayoría de los modelos de predicción se han desarrollado utilizando los datos experimentales de caldos de cultivo, donde se produce el crecimiento microbiano (como células), y cualquier cambio es instantáneamente transmitido a lo largo del cultivo mediante transporte, resultando en un entorno localmente uniforme. Por lo tanto, los modelos basados en caldo de cultivo pueden conducir a predicciones razonablemente buenas en productos uniformes, pero también pueden existir discrepancias notorias entre los valores predichos y observados cuando se trata de alimentos heterogéneos o complejos. Tales discrepancias se deben a la omisión de la estructura variables alrededor de los alimentos, que son tan relevantes para el crecimiento microbiano, por ejemplo la composición específica de los alimentos o las condiciones de almacenamiento (Noriega *et al.*, 2010).

II.3.2.3 Caracterización del peligro

Es la evaluación cualitativa y/o cuantitativa del efecto adverso para la salud asociado con el peligro, es decir, la relación entre los niveles de exposición (dosis) y la frecuencia de la enfermedad (McLauchlin *et al.*, 2004). Proporciona una descripción de los efectos adversos para la salud que se pueden derivar de la ingestión de un microorganismo (FAO/OMS, 2003). Si es posible, se establece una relación dosis - respuesta entre los diferentes niveles de exposición al peligro en los alimentos en el punto de consumo y la probabilidad de los diferentes efectos negativos en la salud (FAO, 2007).

Hay varios factores importantes que deben tomarse en cuenta en la caracterización del peligro. Éstos se relacionan tanto con el microorganismo como con el huésped (Codex Alimentario, 1999). Entre los tipos de datos que se pueden utilizar para establecer las relaciones dosis - respuesta se incluyen los estudios de toxicidad animal, los estudios de exposición humana clínica y los datos

epidemiológicos procedentes de investigaciones sobre la enfermedad (FAO, 2007). De no existir una relación conocida entre dosis y reacción se podrían utilizar herramientas de la evaluación de riesgos como las opiniones de expertos para considerar los distintos factores, como por ejemplo la infectividad, que se precisan para describir la caracterización del peligro. Además, los expertos pueden idear sistemas de clasificación que permitan caracterizar la gravedad y/o duración de la enfermedad (Codex Alimentario, 1999).

No puede tenerse una evaluación de riesgos completa, cuando la información sobre la dosis - respuesta está limitada. Sin embargo, el impacto de las diferentes etapas de procesamiento en la exposición final, puede dar una visión de los efectos dañinos a la salud. Esta evaluación comienza con una descripción de los alimentos y los procesos que son relevantes para evaluar el riesgo (Nauta *et al.*, 2003).

II.3.2.4 Caracterización del riesgo

Durante la caracterización del riesgo se integran los resultados procedentes de los tres pasos anteriores para generar una estimación del riesgo (FAO, 2007) proporciona una estimación cualitativa y cuantitativa de la probabilidad y gravedad de los efectos adversos que podrían presentarse en una población dada, incluida la descripción de las incertidumbres asociadas con estas estimaciones. Tales estimaciones pueden evaluarse por comparación con datos epidemiológicos independientes que establecen una relación entre los peligros y la prevalencia de la enfermedad. Es posible que el peso de la evidencia obtenida integrando los datos cualitativos y cuantitativos sólo permita efectuar una estimación cualitativa de los riesgos.

El grado de confianza en la estimación definitiva del riesgo dependerá de la variabilidad, la incertidumbre y las suposiciones identificadas en todas las etapas anteriores. La incertidumbre está asociada con los propios datos y con el tipo de

modelo elegido. Las indeterminaciones de los datos incluyen las que pueden surgir durante la evaluación y extrapolación de la información obtenida de estudios epidemiológicos, microbiológicos y en animales de laboratorio. Es importante demostrar la influencia de las estimaciones y supuestos utilizados en la evaluación de riesgos; en la evaluación cuantitativa esto puede realizarse efectuando un análisis de sensibilidad y de incertidumbre (Codex Alimentario, 1999).

II.3.3 Comunicación del Riesgo

Proceso interactivo en el que participan todas las partes interesadas, a saber, el gobierno, la industria, instituciones académicas, los medios de información y los consumidores. La comunicación de riesgos debe incluir procesos transparentes de la evaluación de la inocuidad y la adopción de decisiones en materia de gestión de riesgos. Estos procesos deben estar completamente documentados en todas las etapas y abiertos a la opinión pública, respetando a la vez las preocupaciones por salvaguardar el carácter confidencial de la información comercial e industrial. Debe también incluir procesos de consulta interactivos. Solicitarse la opinión de todas las partes interesadas; las cuestiones pertinentes de la inocuidad de los alimentos y aspectos nutricionales que se plantean en las consultas deberán abordarse durante el proceso de análisis de riesgo (Codex Alimentario, 2003).

III. OBJETIVOS

III.1 General

Evaluar el riesgo de la población del Municipio de Querétaro, Querétaro a la exposición a *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. por consumo de hortalizas crudas.

III.2 Específicos

- Determinar el patrón de consumo y manejo en el hogar de hortalizas crudas de la población del Municipio de Querétaro.
- Detectar y cuantificar el contenido de bacterias patógenas seleccionadas en hortalizas crudas en mercados del municipio.
- Evaluar la exposición de la población a partir de los datos de consumo y contenido de patógenos en las hortalizas.

IV. METODOLOGÍA

IV.1 Estrategia General

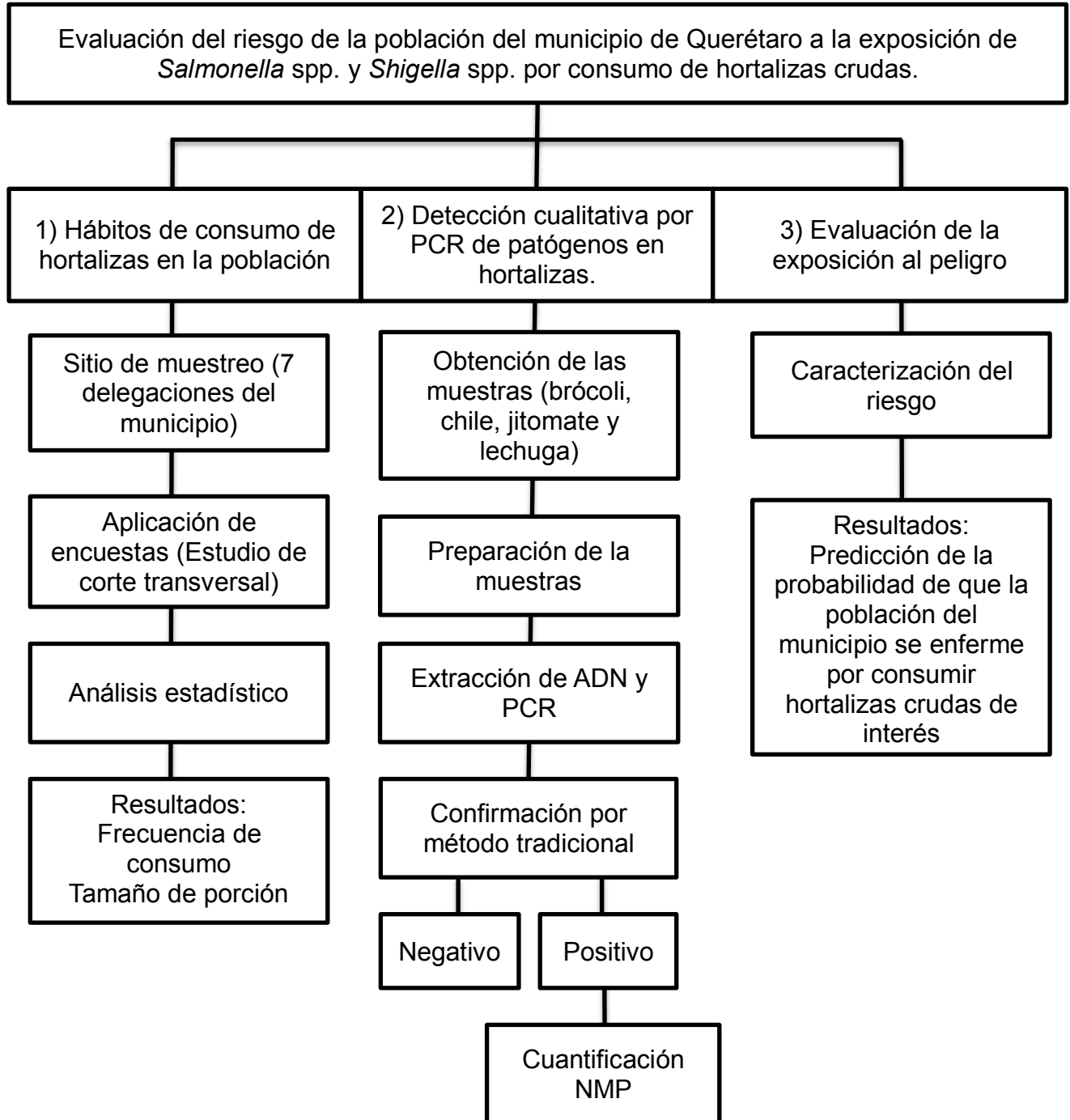


Figura 2. Estrategia general de trabajo.

IV.2 Materiales

IV.2.1 Equipo

- Agitador mecánico Vortex, Velp Scientifica, no.113123
- Autoclave eléctrica de mesa, Market-Forge, Mod. 199-85
- Balanza analítica, sensibilidad 0.0001g Sartorius y BL120S
- Bolsas de polietileno en rollo sin marca comercial 25 x 35 cm
- Cámara kodak, Edas 290
- Campana de flujo laminar, Alder, Veco
- Cuenta colonias, Quebec Reicher-Jung
- Espectrofotómetro de luz ultravioleta, ConRalex[®] Mod. 1252-B
- Fuente de poder para electroforesis Amercham Pharmacia Biotech[®] EPS 301
- Horno para esterilización, Shel-lab
- Incubadora con refrigeración (22°C, 30°C, 35°C), Precision Scientific
- Material de uso común en el laboratorio de microbiología
- Micropipetas 1-1000 µL, Labsystems, Brand, Genex Beta, Rainin, Gilson
- Olla de presión Presto Steele, Mod. 21 L y 12 L.
- Parrilla agitadora Cimarec 2, Mod. SP46925
- Potenciómetro, Jenway, 3510 pH Meter
- Refrigerador OSEDA Refrigeración
- Refrigerador REVCO, Thermo Scientific
- Termociclador Tech-gene, Mod. 512
- Transiluminador Hoeffler, Mod. 115VAC
- Vortex, modelo G650 Scientific Industries Inc (Daiger Vortex Genie 2)
- Ultracentrífuga Heraeus, Biofugue pico, Kendro

IV.2.2 Medios de cultivo

- Agar xilosa lactosa desoxicolato (XLD), BD Bioxon
- Agar McConkey (MC), BD Bioxon
- Agar Sulfito bismuto (SB), BD Bioxon
- Caldo Rappaport-Vassilidis, BD Bioxon
- Caldo soya tripticaseína (CST), BD Bioxon
- Caldo tetrionato, (TT), BD Bioxon
- Caldo universal de preenriquecimiento (CUP), Difco
- Caldo Shigella (SB), BD Bioxon

IV.2.3 Reactivos

- Agarosa Ultrapura, Invitrogen
- Bromuro de etidio a 1 ppm
- Diluyente de peptona 0.1% (DP), Bioxon
- Marcador de peso molecular, DNA ladder 100 pb Invitrogen
- PCR supermix, Qiagen
- Solución salina fisiológica 0.85%
- TAE 1X Buffer, Invitrogen

IV.2.4 Material biológico

Las cepas utilizadas en los experimentos fueron proporcionadas por el Laboratorio de Inocuidad Microbiana de los Alimentos de la Universidad Autónoma de Querétaro y la Universidad de Guadalajara (Cuadro 8).

Cuadro 8. Microorganismos y origen.

Microorganismo	Origen
1. <i>Salmonella</i> spp.	Composta
2. <i>Salmonella</i> Montevideo	Donada por la Universidad de Texas A&M
3. <i>Salmonella</i> Typhimurium	Aislada de jitomate comercial
4. <i>Salmonella</i> spp.	Manzana Golden
5. <i>Salmonella</i> spp.	Manzana Rayada
6. <i>Salmonella</i> spp.	Manzana Rayada
7. <i>Salmonella</i> Agona	Cepario UdeG
8. <i>Salmonella</i> spp.	Germinado
1. <i>Shigella sonnei</i>	Cepario UAQ
2. <i>Shigella</i> spp.	Cepario UdeG
3. <i>Shigella</i> spp.	Cepario UdeG
4. <i>Shigella</i> spp.	Cepario UdeG

IV.3 Métodos

IV.3.1 Hábitos de consumo de hortalizas en la población

IV.3.1.1 Sitios de muestreo

El área de estudio fue el Municipio de Querétaro, Querétaro, México, abarcando las colonias de sus siete delegaciones (Figura 3) con su respectiva población y las diferentes colonias que integran a cada una (Cuadro 9).



Figura 3. Mapa de las delegaciones del Municipio de Querétaro.

Cuadro 9. Delegaciones del Municipio de Querétaro

Delegación	Habitantes	% Población	Colonias
Cayetano Rubio	39135	4.9	22
Centro Histórico	252451	31.5	74
Epigmenio González	50281	6.3	34
Felipe Carrillo Puerto	80033	10.0	30
Félix Osores Sotomayor	129995	16.2	34
Josefa Vergara y Hernández	165841	20.7	42
Santa Rosa Jáuregui	84203	10.5	51
Total	801940	100	287

VI.3.1.2 Determinación de la muestra poblacional

Se determinó la relación del número de encuestas para cada delegación de acuerdo al número de habitantes del municipio mediante la ecuación para poblaciones finitas (conocidas) (Aguilar, 2005):

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Dónde:

N= Total de la población

Z_a^2 = 2.24 al cuadrado (con un nivel de confianza del 97.5%)

p= proporción esperada (50%= 0.5)

q= 1-p (1-0.5= 0.5)

d^2 = precisión (5%= 0.05)

Posteriormente se localizaron las colonias en la página <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/> y se procedió a la aplicación de las encuestas por colonia de manera aleatoria.

En el Cuadro 10 se puede observar el número de encuestas correspondientes para cada delegación en las diferentes colonias de cada una.

Cuadro 10. Número de encuestas por delegación.

Delegación	Encuestas Colonias	
Cayetano Rubio	25	22
Centro Histórico	158	74
Epigmenio González	34	34
Felipe Carrillo Puerto	52	30
Félix Osores Sotomayor	81	34
Josefa Vergara y Hernández	104	42
Santa Rosa Jáuregui	52	51
Total	506	287

VI.3.1.3 Encuesta por muestreo

Se seleccionaron 506 personas de acuerdo al número de habitantes en el municipio de las diferentes colonias de las siete delegaciones que lo conforman. Se realizaron las encuestas en un periodo de dos meses y medio (Febrero – Mayo) en un horario matutino. La encuesta aplicada para este estudio constó de 21 preguntas (Anexo 1).

IV.3.1.4 Análisis Estadístico

Se elaboraron tablas de contingencia para ver la relación entre el nivel de estudio y la frecuencia de consumo de cada hortaliza, así como también para el tamaño de porción y el lugar de compra de hortalizas de la población. Se manejó la prueba de Pearson y la prueba de razón de verosimilitud para ver la significancia estadística. Todo esto se realizó en el programa JMP versión 8.0.

IV.3.2 Detección cualitativa por PCR de patógenos en hortalizas

IV.3.2.1 Obtención de las muestras de hortalizas

Se recolectaron 500 hortalizas (125 de cada una) de diferentes mercados en el municipio de Querétaro (Cuadro 11). Las hortalizas que se utilizaron para este estudio fueron: brócoli (*Brassica oleracea*), chile serrano (*Capsicum annuum*), jitomate *saladette* (*Lycopersicon esculentum*) y lechuga romana (*Lactuca sativa*).

Se compraron las hortalizas en los diferentes mercados seleccionados del municipio, colocándolas en bolsas de polietileno sin contacto con la mano para su transporte al laboratorio. Posteriormente se procesaron en un lapso no mayor de 3 horas en el laboratorio de inocuidad y microbiología de los alimentos de la

universidad. El pesado de las porciones a analizar se realizó en campanas de flujo laminar empleando utensilios estériles.

Cuadro 11. Mercados seleccionados para la obtención de muestras.

Mercado	Delegación	Muestras por hortaliza	Muestras totales
Tepetate	Centro	14	56
Escobedo	Centro	24	96
La Cruz	Centro	30	120
Santa Mónica	Felipe Carrillo	6	24
Sauces	Félix Osores	14	56
Reforma Agraria	Josefa Vergara	4	16
Santa Rosa	Santa Rosa	9	36
Central de Abastos	Josefa Vergara	24	96
Total		125	500

IV.3.2.2 Preparación y conservación de las muestras

Para las muestras de brócoli, chile serrano y lechuga fueron porciones de 100 g de muestra, se adicionaron 100 mL de caldo de preenriquecimiento universal (CUP) (BAM, 2011); para jitomate se emplearon 300 gr en 300 mL de CUP. Las suspensiones se frotaron manualmente durante 2 min y se distribuyeron en dos porciones iguales (A y B), aproximadamente 50 mL de CUP y 50 g de cada hortaliza. La porción A se incubó por 24 ± 2 h a $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y se usaron para la prueba múltiple de detección por PCR. La porción B se mantuvo en refrigeración ($4 - 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta tener los resultados de la prueba cualitativa de la presencia de los patógenos. Esta muestra refrigerada se empleó para la cuantificación de los patógenos en las muestras positivas mediante la prueba cualitativa. De la porción A incubada se llevó a cabo la extracción de ADN para la detección del patógeno por PCR. A continuación se muestra un esquema general para la detección y cuantificación de patógenos en las hortalizas de interés para este estudio.

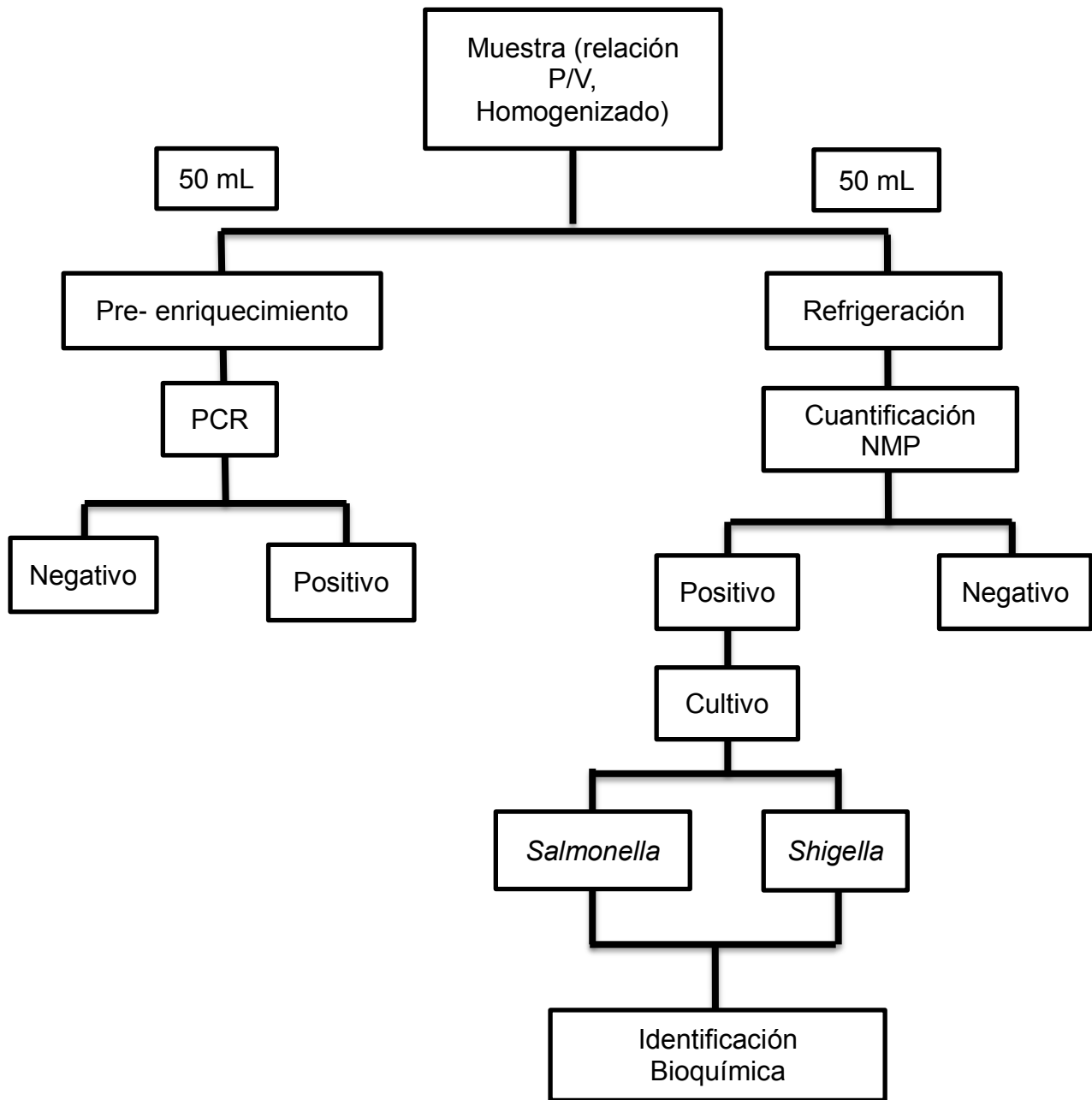


Figura 4. Esquema general de la detección y cuantificación de patógenos en hortalizas.

IV.3.2.3 Extracción de ADN

La extracción se llevó a cabo mediante el kit QIAamp® DNA Stool de Qiagen (Qiagen 2010) con las siguientes modificaciones: se colocó 1 mL de cada una de las muestras enriquecidas en un tubo Eppendorff estéril, se centrifugó a 13500 rpm durante 5 min, posteriormente se eliminó el sobrenadante y las pastilla se resuspendió en 1 mL de buffer ASL, agitando en el vortex a máxima velocidad durante 1 min. Una vez homogeneizada la muestra se sometió a un calentamiento a 95 °C durante 10 min, posteriormente las muestras se centrifugaron a 13500 rpm durante 3 min. Se colocaron 15 µL de enzima proteinasa K (concentración de la suspensión) en un tubo Eppendorff nuevo y estéril para cada muestra.

De las muestras que se centrifugaron, se adicionaron 200 µL de sobrenadante al tubo que contenía la proteinasa K, se agregaron además 200 µL de buffer AL y se homogenizó durante 15 s a máxima velocidad en vortex. Las muestras se calentaron a 70 °C durante 15 min para después agregar 200 µL de etanol (96 - 100%) y se mezclaron en el vortex. Cada muestra se colocó en una columna y se centrifugaron a 13500 rpm durante 1 min. Se desechó el tubo colector de cada columna y se reemplazó por otro nuevo. Después se agregaron 500 µL de buffer AW1, y se repitió la centrifugación (13500 rpm, 1 min). Se agregaron 500 µL de buffer AW2 y se centrifugó a 13500 rpm por 4 min.

Para finalizar y coleccionar el ADN, se agregaron 200 µL de buffer AE a cada muestra, se mantuvieron durante 1min a temperatura ambiente, y por último se centrifugaron por a 11000 rpm por 2 min. A partir de esta solución se realizó la prueba de PCR.

IV.3.2.4 Detección múltiple mediante PCR

La detección de *Salmonella* y *Shigella* se llevó a cabo por medio de una prueba múltiple con límites de detección entre 10 y 100 células. Los iniciadores que se utilizaron para la detección de patógenos se describen en el Cuadro 12. Las condiciones de la prueba se describen en el Cuadro 13.

Cuadro 12. Iniciadores específicos, gen objetivo y tamaño del amplicón para *Salmonella* spp. y *Shigella* spp.

Microorganismo blanco	Secuencia del Iniciador	Tamaño del Producto	Concentración en la reacción
<i>Shigella</i>	F:CGCGCTCACATGGAACAATC R:TCCCGACACGCCATAGAAAC	265	0.2 µM
<i>Salmonella</i>	F:CGCGCTTGATGAGCTTTACC R:CTCGTAATTCGCCGCCATTG	341	0.2 µM

Cuadro 13. Condiciones para la amplificación múltiple por PCR *Salmonella* spp. y *Shigella* spp.

Paso	Condiciones
Activación inicial	95 °C/5 min
Desnaturalización	95 °C/30 s
Alineamiento	65 °C/45 s
Extensión	72 °C/45 s
Extensión final	72 °C/5 min
Ciclos	32

Para la realización de la amplificación se utilizó la mezcla de reacción Qiagen® multiplex PCR plus. Se realizaron reacciones de 20 µL y 2 µL de ADN de cada hortaliza obtenido como se describió en la sección anterior.

Después de la amplificación de PCR, se realizó una electroforesis en gel de agarosa al 2% y 1 µL de bromuro de etidio, con un voltaje de 90 V durante 18 min. Posteriormente se realizó el revelado con el transiluminador con lámpara de UV. Una vez obtenidos los resultados, las muestras positivas a alguno de los patógenos se confirmaron por método tradicional.

IV.3.2.5 Confirmación por método tradicional

Para la confirmación por método tradicional se utilizaron las alícuotas preenriquecidas, de los cuales se tomó 1 mL para continuar con el enriquecimiento y aislamiento específico para cada patógeno como se muestra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Medios de enriquecimiento y aislamiento para la confirmación por cultivo de los patógenos.

Microorganismo	Enriquecimiento	Medios selectivos	Pruebas bioquímicas
<i>Salmonella</i> spp.	Caldo Rappaport-Vassiliadis y Caldo tetrionato (43.5 °C/24 h)	Agar sulfito bismuto y Agar XLD (35 °C/24 h)	TSI, LIA y Urea (35 °C/24 h)
<i>Shigella</i> spp.	Caldo <i>Shigella</i> (44 °C/20 h)	Agar XLD y Mac Conkey (35 °C/24 h)	

BAM, 2011.

Las muestras que resultaron positivas (PCR y cultivo) se cuantificaron mediante un procedimiento de NMP a partir de las porciones que se mantuvieron en refrigeración.

IV.3.3 Cuantificación de patógenos mediante NMP

Para la cuantificación de patógenos se emplearon las alícuotas refrigeradas (50 mL) obtenidas de las hortalizas que resultaron positivas en la prueba de detección cualitativa. Las muestras se homogenizaron por 30 s, mediante vortex. La suspensión se distribuyó en alícuotas de diferente volumen (número de alícuotas analizadas) de 20 mL (1), 10 mL (2), 5 mL (1), 1 mL (5), 0,1 (1), 0.01 (1), 0.001 (1) para chile, jitomate y lechuga, mientras que para brócoli fue de la siguiente manera de 10 mL (1), 5 mL (1), 1 mL (5), 0,1 (1), 0.01 (1), 0.001 (1). Las diluciones decimales se prepararon en diluyente de peptona y se tomaron 100 µL de la dilución correspondiente que se agregaron a 9 mL de CUP. Todas las

alícuotas se incubaron a 35 °C por 24 ± 2 h. Posteriormente se realizaron por método tradicional las muestras que presentaron turbidez de todo el conjunto de tubos para realizar la confirmación. Para poder realizar la cuantificación se utilizó la siguiente ecuación:

$$\frac{NMP}{mL \text{ ó } g} = \frac{P}{\sqrt{NT}}$$

En donde P es el número de tubos positivos; N es la cantidad de tubos negativos y T es la cantidad total de la muestra analizada.

IV.3.4 Evaluación de la exposición al peligro

Para la realización de la evaluación de la exposición se usó el programa, iRISK (<https://irisk.foodrisk.org/>) donde se incluyeron los datos como alimento, modelo del proceso (crudo, lavado, desinfectado); microorganismo (prevalencia, concentración inicial); distribución de la dosis - respuesta, unidades contaminadas inicialmente, consumo (tipo de población que consume hortalizas, frecuencia de consumo, tamaño de porción consumidas) y escenarios de riesgo (Cuadro 15 y 16).

Cuadro 15. Datos específicos para la evaluación de riesgo de cada alimento.

Hortaliza	Prevalencia del patógeno	Concentración inicial del patógeno	Peso del producto	Reducción por proceso
Brócoli	0.09	2 Log UFC / g	100 g	Lavado: 0.43 Desinfectado: 1.35
Chile	0.1	2 Log UFC / g	100 g	Lavado: 1 Desinfectado: 2
Jitomate	0.125	2 Log UFC / g	100 g	Lavado: 1 Desinfectado: 0.7
Lechuga	0.5	2 Log UFC / g	100 g	Lavado: 0.91 Desinfectado: 1.3

Cuadro 16. Factores y niveles para la estimación del total de enfermedades y el riesgo de enfermar.

Factores	Niveles			Respuestas	
Casos de enfermedad	0.00010832	0.0021663 8		Total de enfermedades	Riesgo de enfermedad
Peso población (Kg)	77.3	62.9			
Proceso	Crudo	Lavado	Desinfectado		
Severidad	0.3	0.5	1		
Frecuencia de consumo	52	104	156		
Porción de consumo	0, 5 0.025, 10 0.145, 25 0.385, 50 1, 100	0, 5 0.074, 10 0.17, 25 0.33, 50 1, 100	0, 5 0.05, 10 0.133, 25 0.323, 50 1, 100		

IV.3.4.1 Caracterización del riesgo

Con los datos obtenidos en el programa iRISK se realizó la caracterización del riesgo para la población del Municipio de Querétaro al que se expone por consumo de hortalizas frescas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.1 Hábitos de consumo de hortalizas en la población

En cuanto a los patrones de consumo de alimentos y tendencias, es claro que la primera fuerza en el mercado global de alimentos es el consumidor; el aumento de sus ingresos, los cambios del estilo de vida traídos por la urbanización y los cambios en las estructuras familiares, entre otras cosas, han producido cambios en la dieta a lo largo del mundo. En México, los hábitos de los consumidores de hortalizas son diversos y están influenciados por el poder adquisitivo y por las tradiciones locales.

V.1.1 Datos generales

De las 506 personas encuestadas el 75.5% pertenecen al género femenino siendo un alto porcentaje, era de esperarse ya que de la población del municipio de Querétaro, el 51.4% son mujeres (INEGI, 2011) además la encuesta va dirigida a las personas que preparan los alimentos en el hogar que generalmente son mujeres o personas que laboran en restaurantes. Con respecto a la edad, el intervalo más frecuente fue de 16 a 30 años, con un 60.9% (Cuadro 17). La mediana de edad reportada por el INEGI (2011) en el censo del 2010, es de 26 años, edad que se encuentra en dicho intervalo. Con respecto a todo el estado de Querétaro, la población entre 15 y 64 años constituyen el 64.8% de la población (INEGI, 2011a), aunque el rango de edad en el estado es mayor que en el de nuestra encuesta, se encuentran dentro de la población.

En cuanto al nivel de estudios, el 33.4% de las personas encuestadas señalaron contar con estudios de preparatoria, siendo el grupo más reiterado (Cuadro 17). El INEGI (2011) reporta en el municipio de Querétaro para la educación media superior (bachillerato/preparatoria) el 22.7%. La concentración de servicios educativos en los municipios más urbanizados, otorga ciertas ventajas

a la población residente en las localidades urbanas para tener acceso a las instituciones educativas. Dentro de los municipios que presentan los valores más altos en el grado de escolaridad promedio se encuentra Querétaro, con 10.2 grados promedio (INEGI, 2011a), lo cual coincide con lo encontrado en la población encuestada.

Las ocupaciones más destacadas fueron estudiantes, otros y amas de casa con 31.8, 31 y 21.5% respectivamente. El INEGI (2011) reporta que en la población del municipio de Querétaro el 42% son estudiantes y 45% personas que se dedican a los quehaceres del hogar (Cuadro 17). Estas cifras fueron en donde se encontraron las diferencias más grandes con respecto a la población incluida en este estudio.

Cuadro 17. Características generales de la población incluida en el estudio.

Características generales	Muestra poblacional (n=506) %
Sexo	
Femenino	75.5
Masculino	24.5
Edad	
De 16 a 30 años	60.9
De 31 a 45 años	20.9
De 46 a 60 años	10.5
Menor de 15 años	4
Mayor de 60 años	3.8
Ocupación	
Estudiante	31.8
Ama de casa	21.5
Profesionista	10.3
Comerciante	5.3
Otros	31
Nivel de estudios	
Preparatoria	33.4
Licenciatura	31.4
Secundaria	19.8
Carrera técnica	7.5
Primaria	5.1
Posgrado	2.2
Sin estudios	0.6

V.1.2 Hábitos de consumo y manejo de hortalizas en el hogar

Con respecto a los hábitos de consumo, se encontró que las personas consumen chile, jitomate y lechuga tres o más veces a la semana, en 46.8, 79.4 y 35.6% de la población respectivamente, mientras que para el brócoli, lo consumen con una frecuencia de una vez a la semana, 30.8%. El tipo de lechuga que usualmente se consume en el municipio fue la lechuga romana, con un 67% y en el caso del jitomate fue la variedad *saladette* con 55%. Con respecto a las porciones que se consumen, para el brócoli y el jitomate, la porción que más se consume es de 50 g, con 65.3 y 54.6% respectivamente, para el chile la porción de 10 g la consumen el 31.1% de la población y la lechuga se consume en igual proporción las raciones de 25 g (33.5%) y 50 g (33.3%).

El lugar en donde las personas compran su verduras son principalmente mercados (53.6%) y el 25.3% las adquieren en supermercados, el resto de la población las adquiere en tianguis (5.5%) y otros (15.7%) principalmente verdulerías cercanas a su domicilio. Por lo anterior, la compra de las cuatro hortalizas se realiza principalmente a granel (sin ningún empaque). El 88.3% de las personas señaló que lava y desinfecta sus verduras siempre que las va a preparar. La mayoría de las personas utiliza productos cuyo principio activo es la plata (56.3%), seguido soluciones de cloro comercial (27.3%), detergente o jabón (9.9%), algunas personas emplean sal con intención de desinfectar (4.9%) y otros productos (1.7%), entre los que se encuentra el vinagre (Cuadros 18 y 19).

Cuadro 18. Características del manejo de hortalizas en el hogar.

Características de consumo	Muestra poblacional (n= 506) %
Sitios de consumo de verduras	
Hogar	52
Restaurantes	1.6
Ambos	45.3
Otros	1.2
Lugar de compra	
Mercados	53.6
Supermercados	25.3
Tianguis	5.5
Otros	15.7
Previo a comer las verduras	
Las lava y desinfecta	88.3
Las lava	8.5
Las desinfecta	3.0
No aplica ningún tratamiento	0.2
Con que frecuencia lava y/o desinfecta	
Siempre	94.9
Nunca	0.4
Otro	4.7
Qué utiliza para desinfectar	
Productos de plata coloidal (microdyn®)	56.3
Cloro o compuestos de cloro	27.2
Detergente o jabón	9.9
Sal	4.9
Otro	1.7
Cómo desinfecta la lechuga	
De 10 a 20 min en desinfectante y enjuaga con agua de garrafón	46.3
De 10 a 20 min en desinfectante y enjuaga con agua de la llave	33.1
De 10 a 20 min en desinfectante y no enjuaga	19.0
Otro	1.5

Cuadro 19. Características de consumo por alimento.

Características de consumo	Brócoli %	Chile %	Jitomate %	Lechuga %
Frecuencia de consumo				
Nunca	9.5	13.6	3.0	1.6
Una vez al mes	23.5	7.9	2.6	7.1
Una vez a la semana	30.8	19.4	6.1	23.1
Dos veces a la semana	19.6	12.3	8.9	32.6
Tres o más veces a la semana	16.6	46.8	79.4	35.6
Porción de consumo				
Menos de 10 g	2.2	21.1	1.6	0.6
10 g	3.3	31.1	1.4	10.8
25 g	9.8	28.6	9.6	33.5
50 g	19.4	11.0	32.8	33.3
Más de 50 g	65.3	8.2	54.6	21.7
Forma de consumo				
Crudo	2.2	25.4	46.4	91.8
Cocido	69.9	40.0	7.9	1.8
Crudo y Cocido	7.2	33.2	44.8	4.4
Precocido	20.7	1.4	0.8	2.0

Cuadro 20. Producto de acuerdo a la forma de compra y la variedad de las hortalizas.

Hortaliza		Porcentaje %
Brócoli	Tipo de producto que compra	
	Precocido y congelado	8.0
	Cocido	5.9
	Crudo sin embolsar	70.6
	Crudo embolsado	12.0
Chile serrano	Cualquiera de las anteriores	3.6
	Tipo de producto que compra	
	Crudo sin embolsar	7.0
	Crudo embolsado	88.6
	Cualquiera de las anteriores	4.4
Jitomate	Tipo de producto que compra	
	Crudo sin embolsar	7.0
	Crudo embolsado	88.6
	Cualquiera de las anteriores	4.4
	Variedad	
<i>saladette</i>	55.0	
<i>bola</i>	39.9	
<i>cherry</i>	5.1	
	Tipo de producto que compra	
	Embolsada desinfectada	17.8

Lechuga	Embolsada sin desinfectar	11.4
	A granel	61.5
	Cualquiera de las anteriores	9.46
	Variedad	
	romana	67.0
	orejona	14.1
	escarola	3.3
	francesa	1.4
	italiana	8.7
	sangría	5.6

V.1.3 Correlación de la frecuencia de consumo y tamaño de porción con respecto al nivel de estudios

V.1.3.1 Brócoli

La frecuencia general de consumo de brócoli se encuentra mayormente en “una vez por semana” con 30.8%. La frecuencia para nivel de primaria y carrera técnica es “dos veces por semana” con 27.6% y 28.9%, respectivamente; aunque para carrera técnica tiene el mismo porcentaje para la frecuencia de “tres veces por semana”. Para nivel secundaria, bachillerato, licenciatura y posgrado la frecuencia de consumo es mayor para “una vez por semana” teniendo porcentajes de 37.0, 30.1, 29.5 y 45.4%, respectivamente (Cuadro 21).

La prueba de razón de verosimilitud nos muestra una diferencia estadística ($p = 0.0462$). Aunque no se observa una tendencia entre mayor nivel de estudio mayor consumo o viceversa, la frecuencia de consumo si se ve influenciada por la preparación escolar de las personas. A pesar que el consumo de brócoli es menos frecuente comparado con las otras tres hortalizas, la porción que más consume la población queretana es de “más de 50 g” (65.3%), teniendo los porcentajes más altos para todos los niveles de estudio. La segunda porción más consumida es la “de 50 g” (19.4%) (Cuadro 22). En este caso no se observó relación entre el nivel

de estudio/porción que se consume ($p > 0.05$); ya que para todos los niveles de estudio el consumo es “mayor de 50 g”.

El consumo relativamente poco frecuente de brócoli puede deberse a que es una hortaliza de “nueva generación” para muchas personas. En los años 70’s el cultivo de brócoli tomó auge en México, debido a la rentabilidad y los nuevos hábitos de consumo sano. El brócoli es uno de los alimentos llamados “*superfoods*”, se reconoce aporta altos niveles de vitaminas y tiene propiedades que ayudan a prevenir padecimientos crónicos y retrasa el envejecimiento (SAGARPA, 2011).

Cuadro 21. Frecuencia de consumo de brócoli respecto al nivel de estudios.

Frecuencia de consumo de brócoli						
Cuenta Total % Columna % Fila %	Nunca	1 vez al mes	1 vez por semana	2 veces por semana	3 veces por semana	TOTAL %
Hasta primaria	2 0.40 4.17 6.90	5 0.99 4.20 17.24	7 1.38 4.49 24.14	8 1.58 8.08 27.59	7 1.38 8.33 24.14	29 5.73
Secundaria	12 2.37 25.00 12.00	22 4.35 18.49 22.00	37 7.31 23.72 37.00	9 1.78 9.09 9.00	20.00 3.95 23.81 20.00	100 19.76
Bachillerato	17 3.36 35.42 10.06	47 9.29 39.50 27.81	51 10.08 32.69 30.18	30 5.93 30.30 17.75	24 4.74 28.57 14.20	169 33.40
Carrera técnica	3 0.59 6.25 7.89	4 0.79 3.36 10.53	9 1.78 5.77 23.68	11 2.17 11.11 28.95	11 2.17 13.10 28.95	38 7.51
Licenciatura	14 2.77 29.17 8.81	40 7.91 33.61 25.16	47 9.29 30.13 29.56	37 7.31 37.37 23.27	21 4.15 25.00 13.21	159 31.42
Posgrado	0 0.00 0.00 0.00	1 0.20 0.84 9.09	5 0.99 3.21 45.45	4 0.79 4.04 36.36	1 0.20 1.19 9.09	11 2.17
Total %	48 9.49	119 23.52	156 30.83	99 19.57	84 16.60	506

En las tablas de contingencia, el primer valor de cada casilla corresponde al número de personas con ese nivel de estudios con esa frecuencia de consumo o tamaño de porción. El segundo valor es el porcentaje que representa ese número de personas del total (n = 506). El tercer valor es el porcentaje total de todas las personas en esa frecuencia de consumo o tamaño de porción. Y el último valor

indica el porcentaje total de personas con respecto al nivel de estudio que tienen esa frecuencia de consumo o tamaño de porción.

Cuadro 22. Tamaño de porción de brócoli consumido respecto al nivel de estudio.

Porciones de consumo de brócoli						
Cuenta Total % Columna % Fila %	<10 g	10 g	25 g	50 g	> 50 g	TOTAL %
Hasta primaria	1 0.22 10.00 3.57	0 0.00 0.00 0.00	2 0.44 4.44 7.14	4 0.87 4.49 14.29	21 4.59 7.02 75.00	28 6.11
Secundaria	0 0.00 0.00 0.00	2 0.44 13.33 2.27	12 2.62 26.67 13.64	24 5.24 26.97 27.27	50.00 10.92 16.72 56.82	88 19.21
Bachillerato	4 0.87 40.00 2.65	9 1.97 60.00 5.96	15 3.28 33.33 9.93	25 5.46 28.09 16.56	98 21.40 32.78 64.90	151 32.97
Carrera técnica	1 0.22 10.00 2.78	0 0.00 0.00 0.00	3 0.66 6.67 16.67	6 1.31 6.74 16.67	26 5.68 8.70 72.22	36 7.86
Licenciatura	4 0.87 40.00 2.78	4 0.87 26.67 2.78	12 2.62 26.67 8.33	27 5.90 30.34 18.75	97 21.18 32.44 67.36	114 31.44
Posgrado	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	1 0.22 2.22 9.09	3 0.66 03-ene 27.27	7 1.53 2.34 63.64	11 2.40
Total %	10 2.18	15 3.28	45 9.83	89 19.43	299 65.28	458

V.1.3.2 Chile Serrano

El chile es una de las hortalizas estudiadas que se consume con mayor frecuencia “más de tres veces por semana” (46.8%) para todos los niveles de estudio de la población. Aunque a nivel de posgrado se presenta similitud en la frecuencia de “una vez por semana” y “más de tres veces por semana” (27.3%) (Cuadro 23) no hay diferencias significativas en el consumo entre los diferentes niveles de estudio de la población.

Con respecto a la porción de chile consumida, podemos observar que en general la porción de “10 g” es la que más se consume (31.1%), pero observamos que para el nivel de primaria, secundaria y bachillerato la porción que más consumen es la de “25 g” (33.3, 34 y 30.7%, respectivamente) (Cuadro 24). Además se tiene una diferencia estadística significativa para la prueba de razón de verosimilitud con una $p= 0.0264$ y para la prueba de Pearson el valor es $p = 0.0347$, lo que nos indica que si hay relación entre el nivel de estudio de la población respecto a la porción que se consume. Se observó que entre menos estudios tenga la población lo consume en cantidades más altas que las personas que tienen un nivel estudio mayor. Un estudio realizado por el INEGI en 1998, sobre la alimentación en México, indica que el chile serrano siempre está presente en la dieta de hogares de bajo ingreso (aquellos que tienen un nivel de educación bajo), mientras que en el estrato medio, lo consumen en menor frecuencia ya que tienen otro grupo de alimentos que consumen mayoritariamente, y en el caso de hogares con ingresos más altos (profesionistas) no es un alimento que forme parte de la dieta diaria, tiene otros grupos de alimento que consumen con mayor frecuencia (bolillo, baguette, comida fuera de casa y carne) (Martínez y Villezca, 2003). Algunas personas argumentaron que lo consumen muy poco o nada por porque puede acentuar síntomas como gastritis o acidez estomacal.

Cuadro 23. Frecuencia de consumo de chile serrano respecto al nivel de estudios.

Frecuencia de consumo de chile serrano						
Cuenta Total % Columna % Fila %	Nunca	1 vez al mes	1 vez por semana	2 veces por semana	3 veces por semana	TOTAL %
Hasta primaria	2 0.40 2.90 6.90	0 0.00 0.00 0.00	3 0.59 3.06 10.34	3 0.59 4.84 10.34	21 4.15 8.86 72.41	29 5.73
Secundaria	9 1.78 13.04 9.00	8 1.58 20.00 8.00	21 4.15 21.43 21.00	7 1.38 11.29 7.00	55.00 10.87 23.21 55.00	100 19.76
Bachillerato	31 6.13 44.93 18.45	14 5.73 29.59 17.26	29 5.73 29.59 17.26	20 3.95 32.26 11.90	74 14.62 31.22 44.05	168 33.20
Carrera técnica	5 0.99 7.25 12.82	2 0.40 5.00 5.13	7 1.38 7.14 17.95	7 1.38 11.29 17.95	18 3.56 7.59 46.15	39 7.71
Licenciatura	21 4.14 30.43 13.21	16 3.16 40.00 10.06	35 6.92 35.71 22.01	21 4.15 33.87 13.21	66 13.04 27.85 41.51	159 31.42
Posgrado	1 0.20 1.45 9.09	0 0.00 0.00 0.00	3 0.39 3.06 27.27	4 0.79 6.45 36.36	3 0.59 1.27 27.27	11 2.17
Total %	69 13.64	40 7.91	98 19.37	62 12.25	237 46.84	506

Cuadro 24. Tamaño de porción de chile serrano consumido respecto al nivel de estudios.

Porciones de consumo de chile serrano						
Cuenta	<10 g	10 g	25 g	50 g	> 50 g	TOTAL %
Total %						
Columna %						
Fila %						
Hasta primaria	2 0.46 2.17 7.41	7 1.60 5.15 25.93	9 2.06 7.20 33.33	7 1.60 14.29 25.93	2 0.46 5.71 7.41	27 6.18
Secundaria	16 3.66 17.39 17.58	27 6.18 19.85 29.67	31 7.09 24.80 34.07	13 2.97 26.53 14.29	4.00 0.92 11.43 4.40	91 20.82
Bachillerato	31 7.09 33.70 22.63	39 8.92 28.68 28.47	42 9.61 33.60 30.66	11 2.52 22.45 8.03	14 3.20 40.00 10.22	137 31.35
Carrera técnica	9 2.06 9.78 26.47	9 2.06 6.62 26.47	8 1.83 6.40 23.53	2 0.46 4.08 5.88	6 1.37 17.14 17.65	34 7.78
Licenciatura	33 7.55 35.87 23.91	48 10.98 35.29 34.78	35 8.01 28.00 25.36	13 2.97 26.53 9.42	9 2.06 25.71 6.52	138 31.58
Posgrado	1 0.23 1.09 10.00	6 1.37 4.41 60.00	0 0.00 0.00 0.00	3 0.69 6.12 30.00	0 0.00 0.00 0.00	10 2.29
Total %	92 21.05	136 31.12	125 28.60	49 11.21	35 8.01	437

V.1.3.3 Jitomate

El consumo general de jitomate por la población de Querétaro es de “más de tres veces por semana” (35.6%), aunque para el caso de nivel secundaria, el

jitomate se consume con menor frecuencia “dos veces por semana”, siendo el único nivel que difiere de la demás. En los niveles de primaria y posgrado, la frecuencia de “nunca” y “menos de una vez al mes” tiende a desaparecer. Existe una diferencia estadística; teniendo una $p = 0.0453$ para la prueba de razón de verosimilitud, que nos indica que el nivel de estudios tiene que ver con la frecuencia de consumo del jitomate (Cuadro 25). En el Cuadro 26 observamos un consumo alto de jitomate, siendo “más de 50 g” la porción más consumida con 54.6% en general para todos los niveles de estudio de la población; seguido de la porción de “50 g” (32.8%). En el caso de la porción “menor de 10 g” o “10 g” en algunos casos tienden a no presentarse en la población (primaria, carrera técnica, posgrado). Se tiene una diferencia estadística significativa ($p = 0.0365$) en la prueba de razón de verosimilitud, indicando que las porciones más bajas son poco consumidas, los niveles de carrera técnica están más alejados del consumo de “más de 50 g” a comparación de los niveles de primaria, secundaria y licenciatura (Cuadro 26).

El tomate rojo o jitomate es una hortaliza fundamental en la dieta del mexicano, se consume frecuentemente y en grandes cantidades ya que se utiliza de muchas maneras en la gastronomía mexicana (salsas, guisados, ensaladas). Un estudio realizado por el INEGI, muestra que el jitomate forma parte de la dieta de los tres sectores socioeconómicos de México, siendo el primer alimento básico para el nivel de bajos ingresos, segundo para el de ingresos medios y tercero para el de ingresos altos (Martínez y Villezca, 2003) lo que concuerda con la tendencia encontrada en nuestro estudio, ya que las personas que consumen la cantidad más grandes de jitomate son personas de bajo nivel de estudios, mientras que las personas con mayor nivel de estudios (licenciatura y posgrado) y mayor ingreso, pueden acceder con mayor facilidad a otros alimentos que complementen su dieta (carne, pescado, pollo). De los jitomates más consumidos son el *saladette* (55%) y *bola* (39.9%), otra variedad que se consume en Querétaro es el jitomate *cherry*, generalmente en ensaladas, pero en porciones mucho menores (5.1%).

Cuadro 25. Frecuencia de consumo de jitomate respecto al nivel de estudios.

Frecuencia de consumo de jitomate						
Cuenta Total % Columna % Fila %	Nunca	1 vez al mes	1 vez por semana	2 veces por semana	3 veces por semana	TOTAL %
Hasta primaria	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	6 1.19 5.13 20.69	11 2.17 6.67 37.93	12 2.37 6.67 41.38	29 5.73
Secundaria	1 0.20 12.50 1.00	13 2.57 36.11 13.00	25 4.94 21.37 25.00	30 5.93 18.18 30.00	31.00 6.13 17.22 31.00	100 19.76
Bachillerato	3 0.59 37.50 1.78	15 2.96 41.67 8.88	43 8.50 36.75 25.44	62 12.25 37.58 39.69	46 9.09 25.56 27.22	169 33.40
Carrera técnica	1 0.20 12.50 2.63	2 0.40 5.56 5.26	5 0.99 4.27 13.16	14 2.77 8.48 36.84	16 3.16 8.89 42.11	38 7.51
Licenciatura	3 0.59 37.50 1.89	6 1.19 16.67 3.77	34 6.72 29.06 21.38	47 9.29 28.48 29.56	69 13.64 38.33 43.40	159 31.42
Posgrado	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	4 0.79 3.42 36.36	1 0.20 0.61 9.09	6 1.19 3.33 54.55	11 2.17
Total %	8 1.58	36 7.11	117 23.12	165 32.61	180 35.57	506

Cuadro 26. Tamaño de porción de jitomate consumido respecto al nivel de estudios.

Porciones de consumo de jitomate						
Cuenta Total % Columna % Fila %	<10 g	10 g	25 g	50 g	> 50 g	TOTAL %
Hasta primaria	0	0	3	3	23	29
	0.00	0.00	0.61	0.61	4.68	5.91
	0.00	0.00	6.38	1.86	8.58	
	0.00	0.00	10.34	10.34	79.31	
Secundaria	1	1	8	28	61.00	99
	0.20	0.20	1.63	5.70	12.42	20.16
	12.50	14.29	17.02	17.39	22.76	
	1.01	1.01	8.08	28.28	61.62	
Bachillerato	3	5	19	49	87	163
	0.61	1.02	3.87	9.98	17.72	33.20
	37.50	71.43	40.43	30.43	32.46	
	1.84	3.07	11.66	30.06	53.37	
Carrera técnica	0	0	1	14	24	39
	0.00	0.00	0.20	2.85	4.89	7.94
	0.00	0.00	2.13	8.70	8.96	
	0.00	0.00	2.56	35.90	61.54	
Licenciatura	4	1	16	62	68	151
	0.81	0.20	3.26	12.63	13.85	30.75
	50.00	14.29	34.04	38.51	25.37	
	2.65	0.66	10.60	41.06	45.03	
Posgrado	0	0	0	5	5	10
	0.00	0.00	0.00	1.02	1.02	2.04
	0.00	0.00	0.00	3.11	1.87	
	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00	
Total %	8 1.63	7 1.43	47 9.57	161 32.79	268 54.58	

V.1.3.4 Lechuga

El consumo de lechuga entre la población de todos los niveles de estudio es mayoritariamente en “más de tres veces por semana”. Aunque a nivel de

secundaria, el consumo de esta población es mayor para “dos veces por semana” (36.1%). El nivel de posgrado es el que más alto porcentaje tiene para el consumo de “tres veces por semana” (54.5%); desapareciendo el consumo de “nunca” y “menos de una vez al mes”, al igual que en nivel de primaria. En la prueba de razón de verosimilitud se tiene una $p = 0.0453$, que nos indica una diferencia estadística. Nos proporciona información sobre la frecuencia de “menos de una vez al mes” tiende a ir disminuir con respecto al nivel de estudios, al contrario de “más tres veces por semana”, que tiene un incremento (Cuadro 27). No existe diferencia estadística significativa; por lo que el nivel de estudio no tiene relación con la porción de lechuga que consume la población de Querétaro (Cuadro 28).

El consumo de lechuga se ha incrementado en los últimos años debido a la importancia que ha tomado en la dieta de las personas para una alimentación más saludable. La lechuga es un alimento que aporta muy pocas calorías, alto porcentaje de agua (90 - 95%), vitaminas (folatos, vitamina A y vitamina C), minerales (potasio, magnesio) y fibra (Anónimo, 2005a). En la actualidad es ingrediente principal en ensaladas que han tomado gran valor, ya que se consideran alimentos nutritivos. Como ya hemos mencionado en el caso del brócoli, el consumo preferente de ciertos niveles de estudio puede deberse a que las personas con un mayor nivel de estudios tienen más información sobre los beneficios de la lechuga y están más conscientes de las enfermedades que pueden prevenir si la consumen.

Cuadro 27. Frecuencia de consumo de lechuga respecto al nivel de estudios.

Frecuencia de consumo de lechuga						
Cuenta Total % Columna % Fila %	Nunca	1 vez al mes	1 vez por semana	2 veces por semana	3 veces por semana	TOTAL %
Hasta primaria	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	6 1.19 5.13 20.69	11 2.17 6.67 37.93	12 2.37 6.67 41.38	29 5.73
Secundaria	1 0.20 12.50 1.00	13 2.57 36.11 13.00	25 4.94 21.37 25.00	30 5.93 18.18 30.00	31.00 6.13 17.22 31.00	100 19.76
Bachillerato	3 0.59 37.50 1.78	15 2.96 41.67 8.88	43 8.50 6.75 25.44	62 12.25 37.58 36.69	46 9.09 25.56 27.22	169 33.40
Carrera técnica	1 0.20 12.50 2.63	2 0.40 5.56 5.26	5 0.99 4.27 13.16	14 2.77 8.48 36.84	16 3.16 8.89 42.11	38 7.51
Licenciatura	3 0.59 37.50 1.89	6 1.19 16.67 3.77	34 6.72 29.06 21.38	47 9.29 28.48 29.56	69 13.64 38.33 43.40	159 31.42
Posgrado	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	4 0.79 3.42 36.36	1 0.20 0.61 9.09	6 1.19 3.33 54.55	11 2.17
Total %	8 1.58	36 7.11	117 23.12	165 32.61	180 35.57	506

Cuadro 28. Tamaño de porción de lechuga consumida respecto al nivel de estudios.

Porciones de consumo de lechuga						
Cuenta Total % Columna % Fila %	<10 g	10 g	25 g	50 g	> 50 g	TOTAL %
Hasta primaria	0	4	9	8	8	29
	0.00	0.80	1.81	1.61	1.61	5.82
	0.00	7.41	5.39	4.82	7.41	
	0.00	13.79	31.03	27.59	27.59	
Secundaria	2	8	35	30	24.00	99
	0.40	1.61	7.03	6.02	4.82	19.88
	66.67	14.81	20.96	18.07	22.22	
	2.02	8.08	35.35	30.30	24.24	
Bachillerato	1	15	53	52	44	165
	0.20	3.01	10.64	10.44	8.84	33.13
	33.33	27.78	31.74	31.33	40.74	
	0.61	9.09	32.12	31.52	26.67	
Carrera técnica	0	6	13	15	4	38
	0.00	1.20	2.61	3.01	0.80	7.63
	0.00	11.11	7.78	9.04	3.70	
	0.00	15.79	34.21	39.47	10.53	
Licenciatura	0	19	54	57	26	156
	0.00	3.82	10.84	11.45	5.22	31.33
	0.00	35.19	32.34	34.34	24.07	
	0.00	12.18	34.62	36.54	16.67	
Posgrado	0	2	3	4	2	11
	0.00	0.40	0.60	0.80	0.40	2.21
	0.00	3.70	1.80	2.41	1.85	
	0.00	18.18	27.27	36.36	18.18	
Total %	3	54	167	166	108	498
	0.60	10.84	33.53	33.33	21.69	

V.1.4 Correlación del lugar de compra de hortalizas respecto al nivel de estudios

En general, la población compra sus verduras en los “mercados” (49.4%). Para el nivel de posgrado, el 45.4% compra en los supermercados. Para este mismo grupo, las opciones de “tianguis” y “otros” (verdulerías, recauderías) no son una opción; mientras que para el nivel de primaria, los supermercados no son el sitio de elección para ir a comprar sus verduras (Cuadro 29). Existe una diferencia significativa ($p = <0.0001$) en las dos pruebas estadísticas empleadas, lo que nos indica que el nivel de estudios influye en la selección del lugar de compra de verduras en la población.

Es de esperarse que personas con menos preparación tienen menos ingresos económicos (grupo de bajos ingresos), por lo que buscarán lugares donde puedan comprar sus hortalizas a bajos precios, siendo mercados y tianguis los lugares más acordes para las necesidades de este grupo de personas. Para el caso de las personas con una preparación intermedia, tendrán las posibilidades de poder comprar ya sea en mercados y supermercados, mientras que personas con una preparación superior (posgrado) teniendo mayores ingresos y menos disponibilidad de tiempo, prefieren comprar sus hortalizas en supermercados.

Cuadro 29. Lugares en los que la población compra hortalizas respecto al nivel de estudios.

Lugares						
Cuenta Total % Columna % Fila %	Mercado	Tianguis	SM*	Otros	Mercados y SM*	TOTAL %
Hasta primaria	15	4	0	8	2	29
	2.96	0.79	0.00	1.58	0.40	5.73
	6.00	13.33	0.00	9.30	4.55	
	51.72	13.79	0.00	27.59	6.90	
Secundaria	55	7	16	21	1.00	100
	10.87	1.38	3.16	4.15	0.20	19.76
	22.00	23.33	16.67	24.42	2.27	
	55.00	7.00	16.00	21.00	1.00	
Bachillerato	92	10	27	28	12	169
	18.18	1.98	5.34	5.53	2.37	33.40
	36.80	33.33	28.13	32.56	27.27	
	54.44	5.92	15.98	16.57	7.10	
Carrera técnica	20	5	1	4	8	38
	3.95	0.99	0.20	0.79	1.58	7.51
	8.00	16.67	1.04	4.65	18.18	
	52.63	13.16	2.63	10.53	21.05	
Licenciatura	66	4	47	25	17	159
	13.04	0.79	9.29	4.94	3.36	31.42
	26.40	13.33	48.96	29.07	38.64	
	41.51	2.52	29.56	15.72	10.69	
Posgrado	2	0	5	0	4	11
	0.40	0.00	0.99	0.00	0.79	2.17
	0.80	0.00	5.21	0.00	9.09	
	18.18	0.00	45.45	0.00	36.36	
Total %	250 49.41	30 5.93	96 18.97	86 17.00	44 8.70	506

SM* = supermercados.

Existen muchas campañas que promueven el consumo de frutas y hortalizas, por lo que la población está tomando conciencia de los beneficios para la salud que pueden aportar estos productos. Es por ello que el consumo de

hortalizas se ha incrementado en los últimos años, y aunque todavía falta más investigación, es necesario tener esta información para saber cómo los hábitos en la población van cambiando para tener bases de datos que le sirvan al sector salud para las recomendaciones alimenticias de la población, así como para el sector agropecuario para que tenga información sobre lo que consume la población de lo que se produce en el país y en el estado.

V.2 Detección y cuantificación de *Salmonella* y *Shigella* en brócoli, chile, jitomate y lechuga

Se analizaron 500 muestras en total (125 de cada hortaliza) mediante el procedimiento de PCR (como lo explica el apartado IV.3.2.4); hubo 83 muestras (16.6%) que mostraron ligera amplificación para *Salmonella* spp. y 28 muestras (5.6%) para *Shigella* spp. Posteriormente se llevó a cabo el cultivo para confirmar la presencia de los patógenos como lo explica el apartado IV.3.2.5, por este método no se obtuvieron muestras positivas. Ninguna cepa mostró el perfil bioquímico esperando para alguna de las dos bacterias investigadas.

En un estudio realizado por Seow *et al.* (2012) no se encontró *E. coli* ni *Salmonella* spp. en las 125 muestras de hortalizas analizadas; entre ellas coles, soja y ensaladas frescas cortadas de Singapur. En este trabajo de igual manera, no se detectó *Salmonella* spp. o *Shigella* spp. en las 500 muestras analizadas.

Generalmente, la prevalencia y los niveles de contaminación de *Salmonella* spp. son considerados bajos en hortalizas frescas y frutas en comparación de la carne (Awang, 2003).

Existen diversas causas por las cuales no se pudieron encontrar muestras positivas en este estudio. Entre éstas podemos señalar:

- 1) Las células se encuentran viables no cultivables, por lo que se obtuvo amplificación en PCR pero no se obtuvieron muestras positivas por método tradicional. Sin embargo, en el procedimiento realizado se incluye un paso de

preenriquecimiento que incrementa la concentración del patógeno. Si éste no manifestara capacidad de desarrollar en el medio (viable no cultivable) tendría que haber entre 4 - 5 log del patógeno en la porción analizada para que pudiera ser detectada por el PCR sin el desarrollo del microorganismo en el preenriquecimiento. Esta concentración se considera poco probable que ocurra en los alimentos.

- 2) Los iniciadores empleados en la técnica molecular pueden estar amplificando con otros microorganismos y generar productos del mismo tamaño que los patógenos de interés. Los iniciadores fueron diseñados a partir de una base de datos que se encuentra en línea, en donde reportan la secuencia del genoma de una larga lista de microorganismos; pero son una mínima parte de lo que en realidad existe en los alimentos y los diferentes ambientes. Aunque se hicieron pruebas de especificidad para la validación de la técnica, los controles positivos inoculados con las bacterias dieron resultados confiables y los iniciadores amplificaron exclusivamente con el microorganismo blanco se presentaron falsos positivos al analizar las hortalizas.
- 3) En la hortaliza el microorganismo puede encontrarse en baja concentración; además de que las condiciones y la microbiota del propio alimento le impidan crecer durante el preenriquecimiento y enriquecimiento. Johnston *et al.* (2009) realizaron un estudio en lechuga y espinaca para poder analizar el antagonismo de la microbiota presente en estos alimentos. Se procesaron 945 muestras de lechuga y 462 de espinaca; de los aislados de lechuga 295 tenían poder inhibitorio contra *E. coli* O157:H7 y 200 de los aislados de espinaca.
- 4) Las propias hortalizas pueden contener componentes que inhiban el crecimiento de microorganismos y que tengan efecto sobre el desarrollo de patógenos durante el preenriquecimiento y el enriquecimiento. Las zanahorias crudas inhiben el desarrollo de microorganismos debido al contenido de

antimicrobianos que se encuentran en el tejido de la zanahoria. Otro ejemplo es el de la col que también tiene agentes inhibitorios para los microorganismos Gram negativos y presenta efectos superiores contra el crecimiento de bacterias Gram positivas (Sant'Ana, 2012).

- 5) Las cepas que se encuentran presentes en las hortalizas (detectadas por PCR) pueden ser susceptibles a los componentes de los medios selectivos del método tradicional, los cuales pueden impedir el crecimiento y el desarrollo de las bacterias patógenas.

Como no se tuvieron muestras positivas en la detección, la cuantificación no se pudo llevar a cabo.

Para poder realizar la evaluación de riesgos y hacer la simulación para estimar la probabilidad de enfermar de la población del municipio de Querétaro por el consumo de hortalizas crudas de interés, contaminadas con *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. se utilizaron artículos y trabajos de tesis realizados en la Universidad Autónoma de Querétaro (Anexo C).

V.3 Evaluación de Riesgos

Para estimar el riesgo de enfermar por algún patógeno en los alimentos que representa el consumo de un alimento es necesario conocer las características generales de la población, la incidencia y concentración del agente patógeno (*Salmonella*) en el alimento y los hábitos de consumo de la población, por ello se incorporaron a la estimación información que solicita el programa y que podría tener un efecto sobre el riesgo:

- a) Casos de enfermedad, se refiere a la proporción de casos de salmonelosis en la población del estado de Querétaro reportados por la Secretaría de

Salud (2013), se consideraron dos posibilidades, el número de casos reportados y el número de casos estimados considerando el subreporte.

- b) Peso promedio de la población que se requiere estudiar para hacer más específica la información y obtener resultados más precisos.
- c) Proceso que se aplica a las hortalizas para la reducción de la carga microbiana como lavado y/o desinfectado.
- d) Severidad de la enfermedad, que está relacionada con los síntomas, días que dure la enfermedad y dependerá de la población que se quiera estudiar, ya que para niños o adultos mayores no será la misma severidad.
- e) Frecuencia de consumo, se refiere a las veces que la población consume un determinado alimento.
- f) Porción de consumo, es la cantidad de un alimento determinado que la población consume.

De acuerdo a los factores que se analizaron, los resultados mostraron que el único factor que causa un cambio en la respuesta de riesgo de enfermedad (salmonelosis), es el proceso (lavado o desinfectado) para el caso de todas las hortalizas (Cuadro 30). Era de esperarse que este factor fuera relevante en el riesgo de enfermar por consumo de hortalizas, ya que su consumo sin la aplicación de algún tratamiento expone a un riesgo mayor, en comparación cuando se aplica un lavado o desinfección, tratamientos que se espera que eliminen microorganismos y por tanto disminuyan el riesgo.

Mientras que para el total de enfermedad (salmonelosis) en el caso del brócoli, chile y lechuga los factores que mostraron un efecto en la respuesta son el proceso y la frecuencia de consumo. La frecuencia de consumo era de los factores que también se esperaba que tuviera alguna influencia, ya que al consumir una hortaliza más veces por semana, se tendrá una mayor exposición a los patógenos presentes en las hortalizas y con ello mayor probabilidad de enfermar.

Para jitomate los factores con efecto sobre esta respuesta fueron severidad, proceso y porción de consumo. En el caso de la severidad, el cambio o efecto que ejerce sobre las respuestas es mínimo, no tiene una influencia tan clara como los otros factores. La severidad de una enfermedad está relacionada con la condición de las personas para reaccionar ante el patógeno y con la capacidad del patógeno (virulencia) para causar la enfermedad. Esta es información muy específica y no se cuentan con medidas objetivas de estas condiciones para incluirlas en la estimación. Con respecto a la porción, a mayor tamaño de porción consumida se generará un mayor número de enfermedades.

En el caso de la frecuencia y porción están relacionadas al aumento o la disminución del número de enfermedades entre la población, siempre y cuando no se les aplique ningún tratamiento antes de consumirlo. Si la población aplicará ambos procesos para todas las hortalizas se vería reflejado en su salud, ya que habría menos casos reportados para esta enfermedad; habría una descenso en las muertes por enfermedades gastrointestinales en el país y una disminución de brotes por consumo de hortalizas (Cuadro 30).

Cuadro 30. Factores que tienen (✓) o no efecto (X) en las respuestas para cada hortaliza.

Factor	Total de enfermedades (Casos)				Riesgo de enfermar			
	Brócoli	Chile	Jitomate	Lechuga	Brócoli	Chile	Jitomate	Lechuga
Casos de enfermedad	X	X	X	X	X	X	X	X
Peso	X	X	X	X	X	X	X	X
Proceso	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Severidad	X	X	✓	X	X	X	X	X
Frecuencia de consumo	✓	✓	X	✓	X	X	X	X
Porción de consumo	X	X	✓	X	X	X	X	X

Para los factores que no mostraron un efecto significativo sobre las respuestas (casos de enfermedad y peso), se tiene la incertidumbre del por qué no

afectan, si es bien sabido que el peso de la población es muy diferente. Se sabe que la respuesta de un niño que pese 12 Kg no va a ser la misma que presente una mujer de 63 Kg, o entre hombres y mujeres. En México, los casos más registrados de salmonelosis son en mujeres (Secretaría de Salud, 2013). También se tiene las poblaciones más susceptibles a enfermarse por consumir hortalizas, como lo son los niños, mujeres embarazadas, personas mayores y personas inmunocomprometidas. Cada población tiene sus propias características.

La falta de influencia observada, puede estar asociada al tipo de software que se utilizó. En el software empleado, se requiere del peso, pero como sabemos que el peso está en función de la edad y sexo de la persona, son necesarios para tener resultados más confiables. Tal vez nuestro rango en el peso fue muy limitado. Si se cambiará a una población más específica (niños, mujeres embarazadas, adultos mayores) tal vez se obtendrían resultados diferentes, en donde estos factores si afectarían en la respuesta de enfermedad y riesgo. Nuestro estudio se dirigió en si a población en general, donde la mayoría de las personas encuestadas eran adultos, y por ende, ellos respondían lo que consumían. No contestaban cuánto consumían sus hijos/as, o personas mayores, por eso se tomaron esos pesos, de una población más general.

En las posibles mejoras del programa, se podrían incluir datos más específicos de la población para que se tengan resultados más confiables y que realmente se vea el efecto de todos los factores involucrados. Adicionalmente se requiere realizar estudios más profundos para conocer las características de la población, como el peso, la condición inmunológica, el índice de desnutrición, y diversos factores que podrían influir en el riesgo de enfermarse. Es importante señalar que este software es gratuito y fue creado por personas especialistas en varias áreas, es solo una herramienta que tiene limitantes para la estimación de las enfermedades y el riesgo. Existe otro programa (@RISK) es el más referido en los artículos, el cual también utiliza simulaciones de Monte Carlo, pero no se encuentra disponible en línea gratuitamente.

V.3.1 Caracterización del riesgo

En esta sección se mostrará la conjunción de los resultados generados en el proyecto. De cada uno de los grupos que se definió en base al nivel de estudios de la población, se seleccionó la frecuencia de consumo de cada hortaliza que señaló la mayor cantidad de personas. En el Cuadro 31 se muestra el total de casos de enfermedad y el riesgo de enfermarse para cada grupo considerando las tres posibilidades en el manejo del alimento: no tratado, lavado y desinfectado.

Cuadro 31. Total de casos de enfermedad y riesgo de enfermar para cada hortaliza respecto a cada nivel de estudios.

Hortaliza	Nivel de estudio	Frecuencia	Proceso	Total de casos de enfermedad	Riesgo de enfermar
Brócoli	Bajo	52	No tratado	2.11	0.0406
			Lavado	1.76	0.0338
			Desinfectado	0.923	0.0177
	Intermedio	52	No tratado	2.10	0.0404
			Lavado	1.75	0.0336
			Desinfectado	0.92	0.0177
	Superior	52	No tratado	2.12	0.0408
			Lavado	1.77	0.0340
			Desinfectado	0.938	0.0180
Chile	Bajo	156	No tratado	6.49	0.0416
			Lavado	3.54	0.0227
			Desinfectado	1.04	0.00665
	Intermedio	156	No tratado	6.42	0.0411
			Lavado	3.5	0.0224
			Desinfectado	1.07	0.00686
	Superior	156	No tratado	6.41	0.0411
			Lavado	3.48	0.0223
			Desinfectado	1.05	0.00673
Jitomate	Bajo	156	No tratado	8.92	0.0572
			Lavado	5.33	0.0342
			Desinfectado	4.17	0.0267
	Intermedio	156	No tratado	8.72	0.0559
			Lavado	5.1	0.0327
			Desinfectado	3.95	0.0253
	Superior	156	No tratado	8.65	0.0554
			Lavado	5.01	0.0321
			Desinfectado	3.85	0.0247
Lechuga	Bajo	156	No tratado	31.8	0.204
			Lavado	18.3	0.118
			Desinfectado	12.6	0.0808
	Intermedio	104	No tratado	21.3	0.205
			Lavado	12.3	0.118
			Desinfectado	8.48	0.0815
	Superior	156	No tratado	31.9	0.205
			Lavado	18.4	0.118
			Desinfectado	12.7	0.0813

Para el caso de brócoli, el nivel de estudio superior muestra ligeramente más enfermedades y riesgo con respecto a los niveles bajo y medio. Aunque la frecuencia con que consume brócoli la población es la misma en los tres grupos, la el tamaño de porción en cada grupo es distinto. La población en general señaló que no desinfecta el brócoli previo a su consumo en crudo, sólo lo lava, así que tendría el nivel de riesgo intermedio. Aunque es importante remarcar que el consumo de brócoli crudo es poco frecuente comparado con el alimento cocido. Para el Chile, la población señaló que sólo lava el producto, no lo desinfecta. En esta situación, el riesgo más alto es para la población del nivel bajo de estudios. Debemos recordar que esto puede deberse al tamaño de las porciones que cada grupo consume. Las personas con un nivel de estudios bajo señalaron que el Chile es indispensable en su dieta y el tamaño de las porciones que consumen es mayor, mientras que el grupo de nivel superior, lo consume en porciones de menor tamaño.

Para el jitomate, la población con mayor riesgo es el nivel bajo, posteriormente el intermedio y finalmente el superior para cualquiera de los tres procesos a los que se someta esta hortaliza. Aunque la frecuencia de consumo es la misma para los tres grupos, puede estar influenciada por el tamaño de porción. Para la lechuga, la mayoría de la población señaló que desinfectaba la lechuga, sin embargo, una fracción importante emplea desinfectantes que no son efectivos en la inactivación microbiana. El nivel bajo y superior tiene un número de enfermedades muy parecido, por lo que estas dos poblaciones son las que pueden presentar más personas enfermas. Es claro que está asociado a la frecuencia de consumo, estos grupos consumen lechuga “tres o más veces por semana”.

VI. CONCLUSIONES

Las hortalizas consumidas con mayor frecuencia en la población del municipio de Querétaro son: chile y jitomate, seguida de lechuga y por último brócoli.

El brócoli y el jitomate se consume en porciones mayores que el resto de las hortalizas evaluadas, siendo la porción más frecuente “más de 50 g” en ambos casos. Para la lechuga las porciones que más consume la población son “25 g” y “50 g”, mientras que para el chile solamente entre “10 g” y “25 g”. La mayoría de la población compra sus hortalizas en mercados.

La frecuencia de consumo respecto al nivel de estudios para el brócoli es de “una vez por semana”, para primaria y carrera técnica es de “dos veces por semana”; para chile, jitomate y lechuga es mayor la frecuencia (“tres veces por semana”) para todos los niveles de estudio de la población. Respecto al tamaño de porción consumida en relación al nivel de estudios, para brócoli, jitomate y lechuga es de “50 g”. En el chile si se ve una relación entre el nivel de estudio y el tamaño de porción que se consume, entre menos nivel de educación tienden a consumirlo más (“25 g”). Los lugares en donde las personas prefieren comprar sus hortalizas son los mercados, para la mayoría de los niveles de estudio, excepto el grupo de posgrado, estos prefieren comprar sus hortalizas en supermercados, y no frecuentan los tianguis u otros.

No se detectó *Salmonella* spp., ni *Shigella* spp en las 500 muestras analizadas en este estudio.

Los factores de peso y número de casos de reportados de salmonelosis no tienen un efecto significativo en las respuestas del total de enfermedades y el riesgo de enfermedad por consumo de brócoli, chile, jitomate y lechuga.

El proceso (lavado y/o desinfectado), es el factor más relevante para definir el riesgo al que se expone la población.

La frecuencia de consumo y el proceso (brócoli, chile y lechuga), el tamaño de porción, severidad y proceso (jitomate) resultaron relevantes en el número de

casos de enfermedad asociado por el consumo de algunas de las hortalizas. Los perfiles de consumo de los cuatro productos en los grupos de distintos niveles de estudio fueron diferentes, en particular en el consumo de chile y lechuga.

El riesgo de enfermar por consumo de hortalizas es mayor para lechuga>jitomate>chile>brócoli. Con respecto al patógeno (*Salmonella*), el riesgo aumenta si su prevalencia y concentración de alta en la hortaliza.

Con los datos obtenidos se podrían hacer recomendaciones al software, incluyendo información como edad y sexo con respecto a la población, para tener resultados más específicos.

VI. LITERATURA CITADA

- Arias Ríos, Elba Verónica. 2011. *Enterobacteriaceae, Escherichia coli, y Salmonella* spp. como parámetros en la verificación de las practicas sanitarias agrícolas durante el manejo pos-cosecha de hortalizas en empresas exportadoras. Tesis de Maestría. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Aguilar, B. S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Secretaría de Salud del Estado de Tabasco. México. 11: 333 – 338.
- Andrews, H., W., Jacobson, A. and Hammack, Thomas. 2011. *Salmonella*. In: Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. 8th Ed. AOAC International. USA.
- Andrews, H., W. and Jacobson. 2011. *Shigella*. In: Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual. 8th Ed. AOAC International. USA.
- Anónimo. 2005. Acuerdo de competitividad de la cadena de hortalizas. Disponible en http://www.incoder.gov.co/documentos/Estrategia%20de%20Desarrollo%20Rural/Pertiles%20Territoriales/ADR_VALLE%20DE%20TENZA/Documentos%20de%20Apoyo/Cadena%20de%20Hortalizas%20acuerdo%20de%20competitividad.pdf Consultado el 13 de Mayo del 2013.
- Anónimo. 2005a. La lechuga. Escuela Idea Sana EROSKI. Disponible en http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/13/escuela_5/escuela5_lechuga.pdf Consultado el 20 de Agosto del 2014.
- Arthur, L., Jones, S., Fabri, M., Odumeru, J. 2007. Microbial survey of selected Ontario – Grown fresh fruits and vegetables. Journal of Food Protection. 12:2864 – 2867.
- Augustin, J. C. 2011. Challenges in risk assessment and predictive microbiology of foodborne spore-forming bacteria. Food Microbiology. 28: 209 - 213.
- Avendaño, R. B. 2008. Globalización y competitividad en el sector: México, el gran perdedor. México, El Cotidiano. 23:147.
- Avendaño, R. B., Varela, R. L. 2010. La adopción de estándares en el sector hortícola de Baja California. Estudios Fronterizos. Vol. 11. Núm. 21.

- Awang, S. N., Rusul, G., Hasasan, Z., Reezal, A., Hajar, I. S., Nishibuchi, M., Radu, S. 2003. Incidence of *Salmonella* spp. in raw vegetables in Selangor, Malaysia. *Food Control* 14: 475-479.
- Ayala, G. A.V., Schwentesius, R. R., Carrera, C. B. 2012. Hortalizas en México: competitividad frente a EE.UU y oportunidades de desarrollo. *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*. Vol. 6. NUM. 3. ISSN: 1988-7116. 70-88pp.
- Beuchat, R. L. 1996. Pathogenic Microorganisms Associated with Fresh Produce. *Journal of Food Protection*. 59: 204-216.
- Borbón, M. C. G. 2001. Frutas y hortalizas de exportación. Una aproximación al enfoque de las Cadenas Comerciales Globales. *Región y Sociedad*. Vol. XIII. No. 22.
- Branquinho, M.E.B., Asturiano, C.R., Jakabi, M., Scala, D.G. 2006. Incidence, internalization and behavior of *Salmonella* in mangoes, var. Tommy Atkins. *Food Control*. 18:1002-1007.
- Cárdenas, C. Molina, K., Heredia, N., García, S. 2013. Evaluation of microbial contamination of tomatoes and peppers at retail markets in Monterrey, Mexico. *Journal of Food Protection*. 76 (8): 1475 – 1479.
- Castro- Rosas, J., Gómez-Aldapa, .C.A., Acevedo-Sandoval, O.A., González-Ramírez, C.A., Villagómez-Ibarra, J.R., Chavarría-Hernández, N., Villarruel-López, A., Torres-Vitela, M.R. 2011. Frequency and Behavior of *Salmonella* and *Escherichia coli* on Whole and Sliced Jalapeño and Serrano Peppers. *Journal of Food Protection*. 74: 874-881.
- Centro de Interés Público para la Ciencia. 2014. Outbreak Alert! 2014. Disponible en <http://cspinet.org/reports/outbreakalert2014.pdf> Consultado el 6 de Septiembre del 2014.
- Centro de Interés Público para la Ciencia. 2014a. Outbreak & Recalls. Disponible en http://www.cspinet.org/foodsafety/outbreak_report.html#2014 Consultado el 20 de Julio del 2014.
- Cerna, C.J.F., Gómez, A. C.A., Rangel, V.E., Ramírez, C. E., Castro, R. J. 2012. Presence of indicator bacteria, *Salmonella* and diarrheagenic *Escherichia coli* pathotypes on mung bean sprouts from public markets in Pachuca, México. *Food Control*. 31: 280-283.

- Center for Disease Control (CDC). 1992. Outbreak of *Salmonella* enteritidis infection associated with consumption of raw eggs, 1991. Morbidity and Mortality Weekly Rep. 41:369 - 372.
- Codex Alimentario. 1999. Principios y directrices para la aplicación de la evaluación de riesgos microbiológicos. CAC/GL 30. Disponible en http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/357/CXG_030f.pdf Consultado el 8 de mayo del 2014.
- Codex Alimentario. 2003. Principios para el análisis de riesgos de alimentos obtenidos por medios biotecnológicos modernos. CAC/GL 44. Disponible en file:///C:/Users/Adriana/Downloads/CXG_044s%20.pdf Consultado el 8 de Mayo del 2014.
- Danyluk, M. D., Schaffner, D. W. 2011. Quantitative Assessment of the Microbial Risk of Leafy Greens from Farm to Consumption: Preliminary Framework, Data, and Risk Estimates. Journal of Food Protection. 5: 700 - 708p.
- Doyle E, Kaspar C, Archer J y Klos R. 2009. White paper on human illness caused by *Salmonella* from all food and non-food vectors. Food Research Institute, UW-Madison.1-44.
- El Economista. 2012. En Querétaro la producción agrícola se fortalece: SAGARPA. Disponible en <http://eleconomista.com.mx/estados/2012/08/08/queretaro-produccion-agricola-se-fortalece-sagarpa> Consultado el 18 de Septiembre del 2014.
- FAO, 2001. Consulta mixta FAO/OMS de expertos sobre la Evaluación de Riesgos asociados a los Peligros Microbiológicos en los Alimentos: Caracterización del riesgo de *Salmonella* spp. en huevos y pollos para asar y de *L. monocytogenes* en alimentos listos para consumo. Roma, Italia. 47p.
- FAO, 2004. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico. Roma. 120p. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/y5488s/y5488s0b.htm> Consultado el 14 de abril de 2013.
- FAO, 2006. Enfoques: Más fruta y hortalizas. Disponible en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0606sp2.htm> Consultado el 13 de Enero del 2014.
- FAO, 2007. Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de alimentos. Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos. Roma. 129p.

Disponible en <http://www.fao.org/docrep/010/a0822s/a0822s00.htm>
Consultado el 8 de mayo del 2014.

FAO, 2009. La FAO en México. Roma 370p. Disponible en http://www.fao.org.mx/documentos/Libro_FAO.pdf Consultado el 27 de Agosto del 2004.

FAO, 2014. Aumenta la producción hortofrutícola. AGRONoticias América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/es/c/213583/> Consultado el 04 de Abril de 2014.

FAO/OMS. 2002. Evaluaciones de riesgos de *Salmonella* en huevos y pollos. Roma, Italia. 63pp. Disponible en [file:///C:/Users/Adriana/Downloads/Evaluacio%CC%81n%20de%20riesgo%20pollo%20y%20huevo%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Adriana/Downloads/Evaluacio%CC%81n%20de%20riesgo%20pollo%20y%20huevo%20(2).pdf) Consultado el 10 de Septiembre del 2014.

FAO/OMS. 2003. Caracterización de peligros de patógenos en los alimentos y en el agua. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/patogenos.pdf> Consultado el 9 de mayo del 2014.

FAOSTAT 2012. Trade. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>
Consultado el 15 de Enero de 2014.

Fernández Escartín, E., Torres Vitela, R. y Castillo Ayala, A. 1984. Antagonismo de cepas de *Streptococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc* procedentes de quesos frescos no pasteurizados contra lagunas bacterias enteropatógenas. Rev. Latino América. Microbiología. 26:47-51.

Fernández, E. E. 2008. Microbiología e inocuidad de los alimentos. 2da. ed., Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro. 967p.

Figuroa, O. I. M., Verdugo, R. A. 2005. Mecanismos moleculares de patogenicidad de *Salmonella* spp. Revista Latinoamericana de Microbiología. Vol. 47. Núm. 1-2.

Financiera Rural, 2008. La producción de Hortalizas en México. Disponible en <http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Hortalizas.pdf> Consultado el 15 de Enero de 2014.

Fransisca, L., Feng, H. 2012. Effect of surface roughness on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 87 – 23 by new organic acid – surfactant

- combinations on alfalfa, broccoli, and radish seeds. *Journal of Food Protection*. 75 (2): 261 – 269.
- García, Galván Sandra G . 2009. Riesgo de enfermar asociado al consumo de lechuga expuesta a contaminación por *salmonella*. Tesis de Maestría. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Golberg, D., Kroupitski, Y., Belausov, E., Pinto, R., Sela, S. 2011. *Salmonella* Typhimurium internalization is variable in leafy vegetables and fresh herbs. *International Journal of Food Microbiology* 145: 250-257.
- Guo, X., Chen, J., Brackett, R. E., Beuchat, L. R. 2002. Survival of *Salmonella* on tomatoes stored at high relative humidity, in soil, and on tomatoes in contact with soil. *Journal of Food Protection*. 2: 274 – 279.
- Havelaar, A.H., Evers, E.G., Nauta, M.J. 2008. Challenges of quantitative microbial risk assessment at EU level. *Food Science & Technology* 19: S26 - S33.
- Havelaar, A. H., Brul, S., Jong, A., Jonge, R., Zwietering, M.H., Kuile, B.H. 2010. Future challenges to microbial food safety. *International Journal of Food Microbiology* 139: S79-S94.
- Hernández, C. C., Aguilera, A. M. G., Castro, E. G. 2011. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología* 31(4): 137 – 151.
- Hockin, J. C., D’Aoust, J. Y., Bowering, D., Jessop, J. H., Khanna, B., Lior, H., Melling, M. E. 1989. An international outbreak of *Salmonella* Nima from imported chocolate. *Journal of Food Protection*. 52 (1): 51 – 54.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2013. Boletín de Información oportuna del sector alimentario. Disponible en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sectorial/biosa/biosa.pdf Consultado el 15 de Enero de 2014.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2011. Panorama sociodemográfico de México. 54pp. Disponible en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/qro/Panorama_Qro.pdf Consultado el 15 de Mayo del 2014.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2011a. Principales resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, Querétaro. 92pp.

Disponible en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/princi_result/qro/22_principales_resultados_cpv2010.pdf Consultado el 15 de Mayo del 2014.

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). 2012. 5.2 millones de mexicanos con sobre peso por nulo consumo de verduras. México, 2p. Disponible en <http://www.insp.mx/noticias/nutricion-y-salud/2259-522-millones-de-mexicanos-con-sobrepeso-por-nulo-consumo-de-verduras.html> Consultado el 26 de mayo de 2013.

Iturriaga, M. H., Tamplin, M. L., Escartín, E. F. 2007. Colonization of tomatoes by *Salmonella* Montevideo is affected by relative humidity and storage temperature. *Journal of Food Protection*. 70 (1): 30 – 34.

Johnston, M. A., Harrison, M. A., Morrow, R. A. 2009. Microbial antagonist of *Escherichia coli* O157: H7 on fresh – cut lettuce and spinach. *Journal of food protection* 72 (7): 1569 – 1575.

Jurado, J.R., Arenas, M. C., Doblaz, D. A., Rivero, A., Torre, C. J. 2010. Fiebre tifoidea y otras infecciones por salmonellas. *Medicine*. 10: (52): 3497 - 501.

Kelly, M.T., Bremer, D.J. and Farmer, J.J. 1985. *Enterobacteriaceae*: 263-277. In *Manual of Clinical Microbiology*. Lennette, E.H. (Ed.) 4th Ed. American Society for Microbiology., Washington, DC.

Kimbal, A.M., Thacker, S.B. and Levy, M.E. 1980. Shiga surveillance in a large metropolitan area: assessment of a passive reporting system. *American Journal of Public Health*. 70: 164 - 166.

Kozak, G. K., MacDonald, D., Landry, L., Farber, J. M. 2013. Foodborne outbreaks in Canada linked to produce: 2001 through 2009. *Journal of Food Protection*. 1: 173 – 183.

Kumar, R. 2005. *Research methodology, a step –by- step guide for beginners*. 2^{da} ed., Sage. Londrés. 93p.

Lehto, M., Kuisma, Risto, Määttä, J., Kymäläinen, H.R., Mäki, M. 2011. Hygienic level and surface contamination in fresh - cut vegetable production plants. *Food Control* 22: 469-475.

Lewis Ivey, M.L., LeJeune, J.T., Miller, S.A. 2012. Vegetable producers' perceptions of food safety hazards in the Midwestern USA. *Food Control* 26: 453-465.

- Maijala, R., Ranta, J., Seuna, E., Pelkonen, S., Johansson, T. 2005A quantitative risk assessment of the public health impact of the Finnish *Salmonella* control program for broilers. *International Journal of Food Microbiology* 102: 21-35.
- Massenet, D., Vohod, D., Hamadicko, H., Caugant, D. A. 2011. Foodborne – associated *Shigella sonnei*, India 2009 – 2010. *Emerging Infectious Diseases*. 17 (11): 2072 – 2074.
- Maurelli, A.T., Blackmon, B. and Curtiss, R. 1984. Temperature-dependent expression of virulence genes in *Shigella* species. *Infection Immunology*. 43. 195 - 201.
- McLauchlin, J., Mitchell, R.T., Smerdon, W.J., Jewell, K. 2004. *Listeria monocytogenes* and listeriosis: a review of hazard characterisation for use in microbiological risk assessment of foods. *International Journal of Food Microbiology* 92: 15 - 33.
- Martínez, J. I., Villezca, B. P. A. 2003. La alimentación en México: un estudio a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. *Revista Información y análisis*, núm 21. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/sociodemograficas/alimento03.pdf> Consultado el 15 de Mayo del 2014.
- Martínez, G., González, G. M., Torre, M. C., 2004. *Iniciación de las técnicas culinarias*. 2^{da} ed., LIMUSA. México. 365p.
- Nauta, M.J., Litman, S., Barker, G.C., Carlin, F. 2003. A retail and consumer phase model for exposure assessment of *Bacillus cereus*. *International Journal of Food Microbiology*. 83: 205 - 218.
- Nguyen, C. 2012. Biological hazards in processed fruits in vegetables- Risk factors impact of processing techniques. *LWT- Food Science and Technology*. 49: 172-177.
- Norma Oficial Mexicana NOM-EM-034-FITO-2000. 2000. Requisitos y especificaciones para la aplicación y certificación de buenas prácticas agrícolas en los procesos de producción de frutas y hortalizas frescas.
- Noriega, E., Laca, A. Díaz, M. 2010. Decisive role of structure in food microbial colonization and implications for predictive microbiology. *Journal of Food Protection*. 73 (5): 938 - 951.

- Park, M. K., Li, S., Chin, B. A. 2013. Detection of *Salmonella* Typhimurium grown directly on tomato surface using phage – based magnetoelastic biosensors. *Food Bioprocess Technology*. 6: 682 – 689.
- Pérez, K. L., Lucia, L. M., Cisneros, Z. L., Castillo, A. Taylor, T. M. 2012. Efficacy of antimicrobials for the disinfection of pathogen contaminated Green bell pepper and of consumer cleaning methods for the decontamination of knives. *Journal of Food Protection*. 156 (1): 76 – 82.
- Potter, N. N., 1978. *La Ciencia de los Alimentos*. 2da. ed., EDUTEX, S. A., México. 749p.
- Qiagen. 2010. QIAmp® DNA Stool Handbook. For DNA purification from stool samples. Segunda Edición. 44 pp.
- Quiroz, S. C., Rodas, S.O., Vázquez, Q.C., Fernández, F. J., Quiñones, R. E., Vázquez, S. C. 2009. Prevalence of *Salmonella* in vegetables from Mexico. *Journal of Food Protection*. 72 (6): 1279 – 1282.
- Rafii, F. Holland, A.M., Hill, E. W., Cerniglia, E. C. 1995. Survival of *Shigella flexneri* on vegetables and detection by polymerase chain reaction. *Journal of Food Protection*. 58 (7): 727 - 732.
- Ruíz Avalos, Ma. Araceli. 2007. Fuentes y mecanismos de contaminación de Salmonella hacia frutas y hortalizas durante el cultivo y cosecha. Tesis de Maestría. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Secretaría de Agricultura; Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Monografías de cultivos: brócoli. 1 – 7pp. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/brocoli/> Consultado el 20 de Agosto del 2014.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA). 2013. Boletín informativo semanal sobre el desarrollo rural sustentable. Número 584. Disponible en <http://sedea.queretaro.gob.mx/sites/sedea.queretaro.gob.mx/files/sedea/boletines/311213.pdf> Consultado el 18 de Septiembre del 2014.
- Secretaría de Salud. Boletín epidemiológico. 2014. Sistema nacional de vigilancia epidemiológica. Sistema único de información. Número 35, Volumen 31.
- Sant’Ana, A. S., Landgraf, M., Destro, M.T., Franco., B.D.G.M. 2011. Prevalence and counts of *Salmonella* spp. in minimally processed vegetables in Sao Paulo, Brazil. *Food Microbiology*. 28: 1235-1237.

- Sant'Ana, A. S., Barbosa, M. S., Destro, M.T., Landgraf, M., Franco, B. D.G.M. 2012. Growth potential of *Salmonella spp.* and *Listeria monocytogenes* in nine types of ready-to-eat- vegetables stored at variable temperature conditions during shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*. 157:52-58.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> Consultado 5 de Septiembre del 2014.
- Seow, J., Ágoston, R., Phua, L., Yuk, H. G. 2012. Microbiological quality of fresh vegetables and fruits sold in Singapore. *Food Control*. 25: 39 – 44.
- Steele, M., A. Mahadi, and J. Odumeru. 2005. Microbial assessment of irrigation water used for production of fruit and vegetables in Ontario Canada. *Journal of Food Prot.* 68:13388-1392.
- Tauxe, R.T. 1991. *Salmonella*: a postmodern pathogen. *Journal of Food Protection*. 54: 563 - 563.
- Trepati, Q. M. 2002. Incidencia y comportamiento de *Salmonella* y *Listeria* en pechugas de pavo curadas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de veterinaria. Barcelona, España.
- U.S Departamento de Agricultura. 2011. Información sobre inocuidad de los alimentos. *Salmonella* preguntas y respuestas. 4 pp. Disponible en http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/fe5220a4-4568-4c33-b147-5c998750c381/Spanish_Salmonella_Preguntas_y_Repuestas.pdf?MOD=AJPERES Consultado el 20 de Noviembre del 2013.
- Vázquez Cerda, Erika. 2014. Evaluación del consumo, incidencia de *Salmonella* y tratamientos de desinfección en hortalizas seleccionadas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Walls, I. 2006. Role of quantitative risk assessment and food safety objectives in managing *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Science* 7: 66 - 75.
- Wenneras, C. and Sansonetti, F. 2000. *Shigella* infections: epidemiology, pathogenesis and host immune response: 51-85, 295-314. In: *Microbial Foodborne Diseases. Mechanisms of Pathogenesis*. Cary, J.W., Linz, J.E and Bhatnagar, D. (Eds.) Technomic. Publ. Co. Penn. EUA.

Warren, R. B., Yuk, H. G., Schneider, K.R. 2007. Survival of *Shigella sonnei* on smooth tomato surfaces, in potato salad and in raw ground beef. International Journal of Food Microbiology. 116: 400-404.

ANEXOS

Anexo A

Encuesta y tablas de productos



Universidad Autónoma de Querétaro Encuesta sobre consumo de verduras

DATOS GENERALES: Fecha _____ Sexo _____
Municipio _____ Delegación _____ Colonia _____

CUESTIONARIO

- 1) Grupo de edad al que pertenece:
- a) Menor de 15 años b) 16 a 30 años c) 31 a 45 años d) 46 a 60 años
- e) Mayor de 60 años

- 2) Ocupación:
- a) Estudiante b) Ama de casa c) Profesionista d) Comerciante
- e) Otros










- 3) Nivel de estudios, o si es estudiante nivel de estudios actual:
- a) Sin estudios b) Primaria c) Secundaria d) Preparatoria
- e) Carrera técnica f) Licenciatura g) Posgrado

- 4) ¿En qué sitio come verduras?
- a) Hogar b) Restaurantes c) a y b d) Otros _____

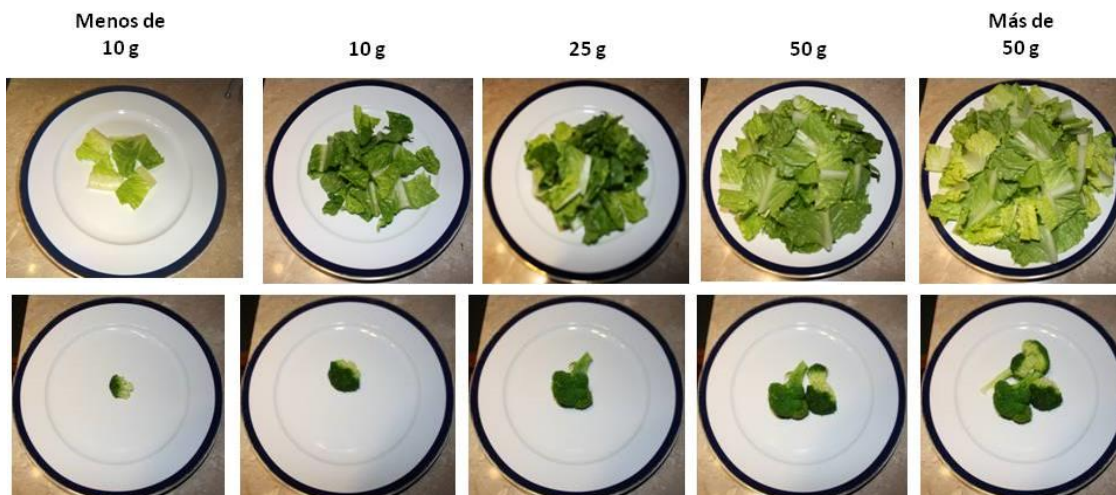
- 5) ¿Con qué frecuencia come las siguientes verduras?

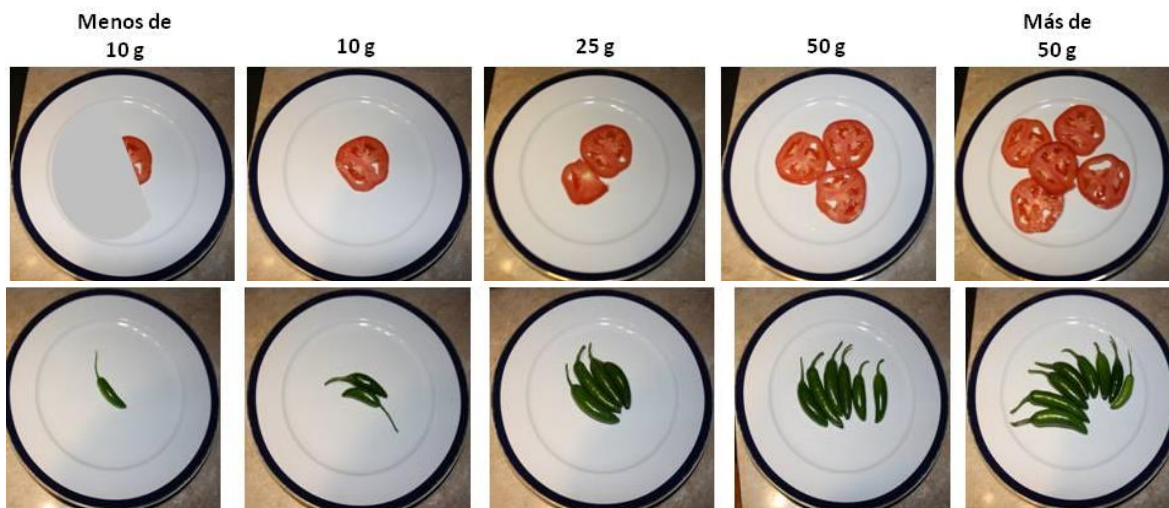
- | | <u>Lechuga</u> | <u>Brócoli</u> | <u>Jitomate</u> | <u>Chile serrano</u> |
|--------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------|
| • Nunca | | | | |
| • Una vez a la semana | a) | a) | a) | a) |
| • Dos veces a la semana | b) | b) | b) | b) |
| • Tres veces a la semana | c) | c) | c) | c) |
| • Una vez al mes | d) | d) | d) | d) |
| | e) | e) | e) | e) |

6) ¿Qué tipo de lechuga y de jitomate come?

<p>a) Lechuga romana</p> 	<p>b) Lechuga orejona</p> 	<p>c) Lechuga escarola</p> 
<p>d) Lechuga francesa</p> 	<p>e) Lechuga italiana</p> 	<p>f) Lechuga sangría</p> 
<p>g) Jitomate saladette</p> 	<p>h) Jitomate bola</p> 	<p>i) Jitomate cherry</p> 

7) ¿Cuál de las porciones que se presenta en las fotografías es similar a la porción que come de las siguientes verduras?





- 8) ¿En qué sitio suele comprar sus verduras?
- a) Mercados b) Tianguis c) Supermercados d) Otros (carnicerías, verdulerías)
- 9) ¿En qué mercado? _____
- 10) ¿En el caso de lechuga, qué tipo de producto prefiere?
- a) Embolsada b) Embolsada sin c) A granel, sin d) Cualquiera de
desinfectada desinfectar bolsa las anteriores
- 11) ¿En el caso del brócoli qué tipo de producto compra?
- a) Precocido y b) Cocido c) Crudo sin d) Crudo e) Cualquiera de
congelado embolsar embolsado las anteriores
- 12) ¿En el caso de jitomate crudo y chile serrano crudo qué tipo de producto compra?
- a) Embolsado o en b) Sin embolsar o sin c) Cualquiera de las
empaque plástico empaque plástico anteriores
- 13) ¿Cómo suele comer las siguientes verduras?

	<u>Lechuga</u>	<u>Brócoli</u>	<u>Jitomate</u>	<u>Chile serrano</u>
a) Crudo	a)	a)	a)	a)
b) Cocido	b)	b)	b)	b)
c) Crudo y cocido	c)	c)	c)	c)
	d)	d)	d)	d)

d) Precocido

14) Previo a comer las verduras, usted:

- a) Las lava b) Las desinfecta c) Las lava y desinfecta d) No aplica ningún tratamiento

15) ¿Con qué frecuencia lava y/o desinfecta las verduras?

- a) Nunca b) Siempre, cada vez que se preparan c) Otro: _____

16) ¿Cuál de las siguientes sustancias utiliza para desinfectar las verduras?

- a) Detergente o jabón b) Sal c) Cloro o compuestos de cloro
- d) Productos de plata coloidal o yodo (microdyn) e) Otro ¿Cuál? _____

17) ¿En el caso de la lechuga, cuál de los siguientes procedimientos de desinfección utiliza?

- a) Deja la lechuga sumergida en el desinfectante durante 10-20 minutos y no enjuaga con agua.
- b) Deja la lechuga sumergida en el desinfectante durante 10-20 minutos y enjuaga con agua de la llave.
- c) Deja la lechuga sumergida en el desinfectante durante 10-20 minutos y enjuaga con agua de garrafón o equivalente.
- d) Otra(Describir) _____
-

18) ¿Cuántas veces al año padece usted diarrea y/o vómito?

- a) Ninguna b) 1 a 2 veces c) 3 a 6 veces d) Más de 6 veces

19) ¿Cuándo padece diarrea acude al médico?

- a) Si b) No c) En ocasiones

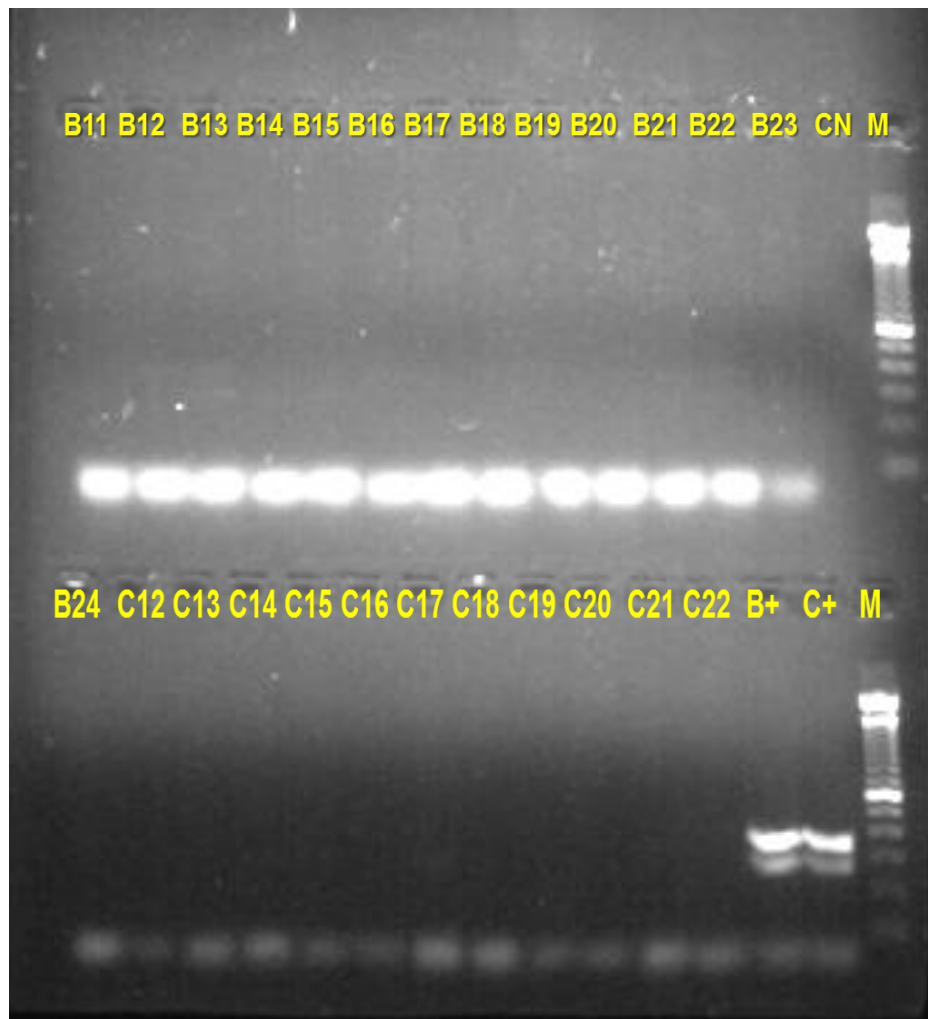
20) En los casos en que ha padecido diarrea y/o vómito, los alimentos los preparó:

- a) Usted b) Otra persona

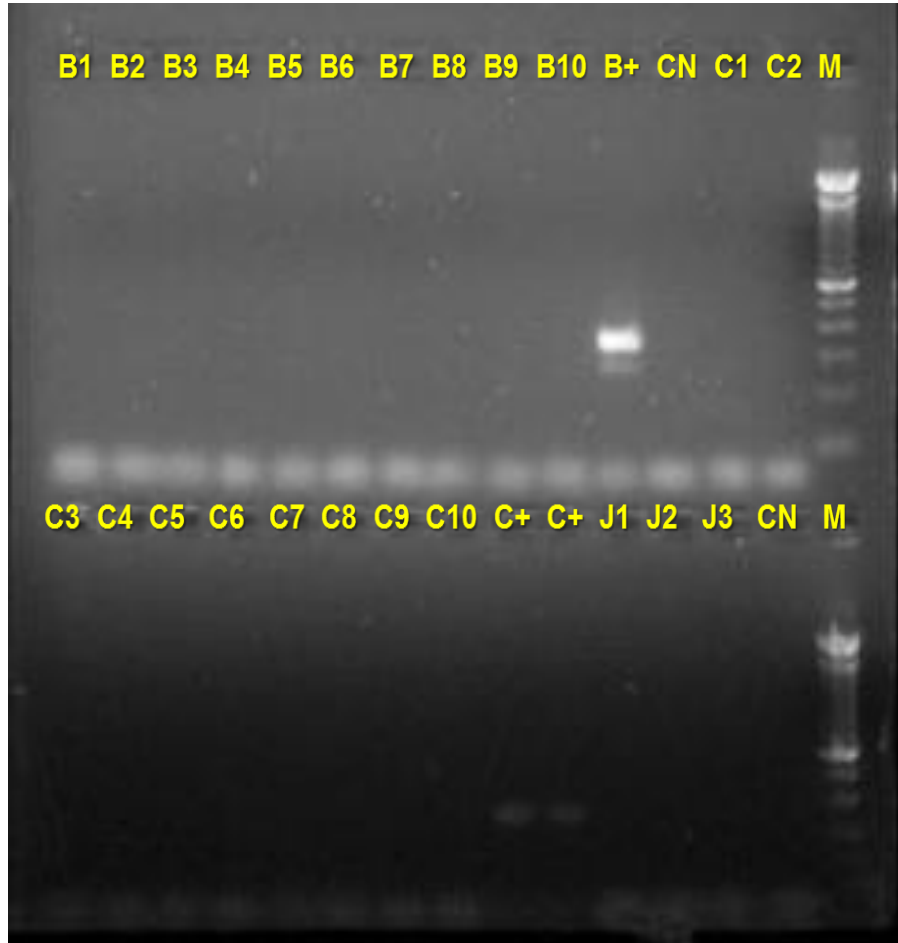
Anexo B

Productos de amplificación para la detección múltiple por PCR

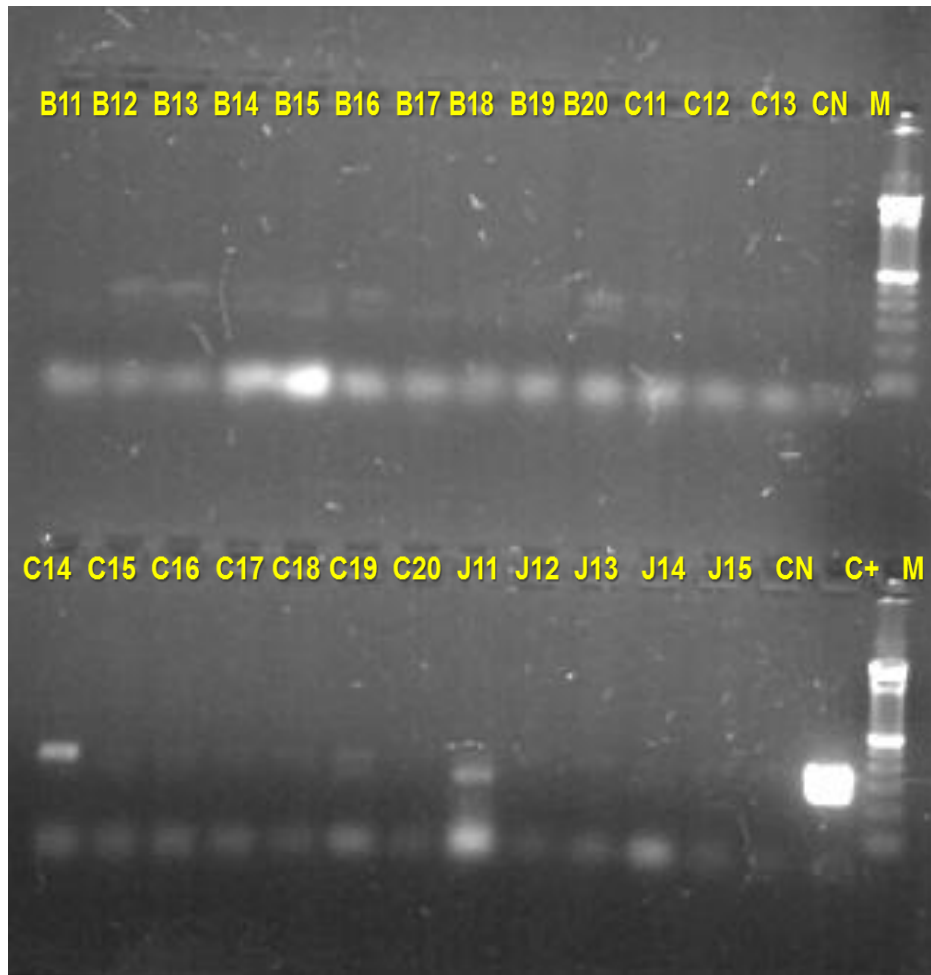
1. Productos de amplificación para *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. para brócoli y chile serrano del mercado Escobedo.



2. Productos de amplificación para *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. para brócoli, chile serrano y jitomate del mercado La Cruz.



3. Productos de amplificación para *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. para brócoli, chile serrano y jitomate de la Central de Abastos.



Anexo C

Información seleccionada para los diferentes escenarios de riesgo para cada alimento.

Información		Datos Literatura	Datos Seleccionados	Referencia
Alimento	Brócoli			
Peligro	<i>Salmonella</i>			
Modelo del proceso	Prevalencia	9 %	9 %	Quiroz <i>et al.</i> , 2009
	Concentración inicial	5.14 log UFC / g	2 log UFC / g	Fransisca y Feng, 2012
	Unidad de masa inicial	100 g	500 g	
	Lavado, disminución	Reducción 0.43	Reducción 0.43	
	Desinfectado, disminución	Reducción 1.35	Reducción 1.35	
	Crudo, no hay cambio.	Concentración inicial	Concentración inicial	
Modelo de consumo	Gramos de consumo (nivel de estudio)		Se maneja la distribución empírica	Encuestas
	Frecuencia de consumo por año (nivel de estudio)		Una vez por semana (52).	
	Población	Peso = 62.9 Kg / 77.3 Kg Sexo = H/M Edad=18 – 25 / 40 - 50		Muy interesante, 2012.
Modelo dosis – respuesta	Distribución Beta – Poisson	$\alpha = 0.1324$ $\beta = 51.45$		FAO/OMS, 2002
Efectos en la salud	Gastroenteritis	7 días, Severidad 0.5 Fracción: 0.00010832(reportado) 0.00216638(estimado)		Secretaría de Salud, 2013.

Información		Datos Literatura	Datos Seleccionados	Referencia
Alimento	Chile serrano			
Peligro	<i>Salmonella</i>			
Modelo del proceso	Prevalencia	10%	10%	Castro <i>et al.</i> , 2011.
	Concentración inicial	5 log UFC / g	2 log UFC / g	
	Unidad de masa inicial	100 g	100 g	
	Lavado, disminución	Reducción 1	Reducción 1	Pérez <i>et al.</i> , 2012.
	Desinfectado, disminución	Reducción 2	Reducción 2	
	Crudo, no hay cambio	Concentración inicial	Concentración inicial	
Modelo de consumo	Gramos de consumo (nivel de estudio)		Se maneja la distribución empírica	Encuestas
	Frecuencia de consumo por año (nivel de estudio)		Una vez por semana (156).	
	Población	Peso = 62.9 Kg / 77.3 Kg		Muy interesante, 2012.
Modelo dosis – respuesta	Distribución Beta – Poisson	$\alpha = 0.1324$ $\beta = 51.45$		FAO/OMS, 2002
Efectos en la salud	Gastroenteritis	7 días, Severidad 0.5 Fracción: 0.00010832(reportado) 0.00216638(estimado)		Secretaría de Salud, 2013.

Información		Datos Literatura	Datos Seleccionados	Referencia
Alimento	Jitomate			
Peligro	<i>Salmonella</i>			
Modelo del proceso	Prevalencia	1.25	1.25%	Cárdenas <i>et al.</i> , 2013.
	Concentración inicial	3 a 5 log UFC / g	2 log UFC/ g	Iturriaga <i>et al.</i> , 2007.
	Unidad de masa inicial	100 g	100 g	
	Lavado, disminución	Reducción 1	Reducción 1	Cárdenas <i>et al.</i> , 2013.
	Desinfectado, disminución	Reducción 0.7	Reducción 0.7	
Crudo, no hay cambio.	Concentración inicial	Concentración inicial		
Modelo de consumo	Gramos de consumo (nivel de estudio)		Se maneja la distribución empírica	Encuestas
	Frecuencia de consumo por año (nivel de estudio)		Una vez por semana (156).	
	Población	Peso = 62.9 Kg / 77.3 Kg		Muy interesante, 2012.
Modelo dosis – respuesta	Distribución Beta – Poisson	$\alpha = 0.1324$ $\beta = 51.45$		FAO/OMS, 2002
Efectos en la salud	Gastroenteritis	7 días, Severidad 0.5 Fracción: 0.00010832(reportado) 0.00216638(estimado)		Secretaría de Salud, 2014.

Entradas del programa		Datos Literatura	Datos Seleccionados	Referencia
Alimento	Lechuga			
Peligro	<i>Salmonella</i>			
Modelo del proceso	Prevalencia	5%	5%	Quiroz <i>et al.</i> , 2009
	Concentración inicial	6.4 log UFC/ g	1.3 log UFC /g	García, 2009
	Unidad de masa inicial	100 g	100 g	
	Lavado, disminución	Reducción 0.43	Reducción 0.91	Vázquez, 2014.
	Desinfectado, disminución	Reducción 1.35	Reducción 1.3	
Crudo, no hay cambio.	Concentración inicial	Concentración inicial		
Modelo de consumo	Gramos de consumo (nivel de estudio)		Se maneja la distribución empírica	Encuestas
	Frecuencia de consumo por año (nivel de estudio)		Una vez por semana (156).	
	Población	Peso = 62.9 Kg / 77.3 Kg		Muy interesante, 2012.
Modelo dosis – respuesta	Distribución Beta – Poisson	$\alpha = 0.1324$ $\beta = 51.45$		FAO/OMS, 2002
Efectos en la salud	Gastroenteritis	7 días, Severidad 0.5 Fracción: 0.00010832(reportado) 0.00216638(estimado)		Secretaría de Salud, 2014.

Anexo D

Abreviaturas.

Abreviatura	Significado
°C	Grados centígrados
µL	Micro litro
µM	Micro Molar
Aa	Actividad de agua
ADN	Ácido desoxiribonucléico
BAM	Bacterial Analytical Manual (Manual Analítico Bacteriológico)
CDC	Center for Disease Control and Prevention (Centros para el control y Prevención de Enfermedades)
CSPI	Center for Science in the Public Interest (Centro para la Ciencia en el Interés Público)
CUP	Caldo Universal de preenriquecimiento
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)
FAOSTAT	Estadísticas de la FAO
g	Gramos
h	Horas
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
Kg	Kilogramos
LIA	Agar hierro lisina
Log	Logaritmo
Min	Minutos
mL	Mililitros
NMP	Número Más Probable
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCR	Polymerase Chain Reaction (Reacción en Cadena de la Polimerasa)
pH	Potencial de hidrógeno
PIB	Producto Interno Bruto
rpm	Revoluciones por minuto
s	Segundos
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
SEDEA	Secretaría de Desarrollo Agropecuario
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SM	Supermercados
Ton	Toneladas

TSI	Agar triple azúcar y hierro
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
USDA	U.S. Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de EE. UU.)
UV	Ultra Violeta
V	Volts