



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE PUEBLA**



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**“CALIDAD SANITARIA DE LAS HORTALIZAS Y  
SU RELACIÓN CON LAS ENFERMEDADES  
TRANSMISIBLES POR ALIMENTOS”**

**Revisión bibliográfica**

**TESINA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA E INOCUIDAD  
DE LOS ALIMENTOS**

**PRESENTA**

**IRIS JAMILLETTE GÓMEZ MÉNDEZ**

**DIRECTOR**

**M.C. CARLOS CABRERA MALDONADO**

**CO-DIRECTOR**

**M.C LAURA MARTÍNEZ PÉREZ**

**SEPTIEMBRE, 2020**



**BUAP**

**ESPECIALIDAD EN TECNOLOGÍA E INOCUIDAD DE ALIMENTOS**

**Dr. Jorge Raúl Cerna Cortez**  
**Director de la Facultad de Ciencias Químicas**  
**PRESENTE:**

Con toda atención comunico que el alumno de la Especialidad en Tecnología e Inocuidad de los Alimentos:

**Q.F.B. Gómez Méndez Iris Jamillette**  
**(219670691)**

Toda vez que cuenta con la aprobación de los directores de tesina:

**M. S.P. Carlos Cabrera Maldonado**  
**M.C. Laura Martínez Pérez**

Se autoriza su proyecto de Tesina denominado:

**“Calidad sanitaria de las hortalizas y su relación con las enfermedades transmisibles por alimentos”**  
**Revisión bibliográfica**

Con esta fecha queda registrada en la Dirección de esta Facultad para los fines legales que al interesado convengan.

**Atentamente**  
**“Pensar bien, para vivir mejor”**  
**H. Puebla de Z., a 30 de marzo de 2020**

**D.C. Ivonne Pérez Kochipa**  
**Coord. de la Especialidad en Tecnología e Inocuidad de los Alimentos**






**BUAP**

**ESPECIALIDAD EN TECNOLOGÍA E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS**

D.C. Raúl Ávila Sosa Sánchez 

M.C. Gloria León Tello 

M.C. Martín Alvaro Lazcano Hernández 

Docentes de la Especialidad en Tecnología e Inocuidad de los Alimentos.  
**PRESENTE:**

Con toda atención comunico a Uds. que el comité académico de la especialidad consideró proponerlos como integrantes de la Comisión Revisora del alumno:

**Q.F.B. Gómez Méndez Iris Jamillette**

Cuyo proyecto de TESINA se denomina:

**Calidad sanitaria de las hortalizas y su relación con las enfermedades transmisibles por alimentos**  
**"Revisión bibliográfica"**

Solicitándoles que en el término de una semana emitan el dictamen correspondiente a la revisión de la Tesina.

**Atentamente**

**"Pensar bien, para vivir mejor"**

H. Puebla de Z., a 24 de agosto de 2020.



D.C. Ivonne Pérez Xochipa

Coord. de la Especialidad en Tecnología e Inocuidad de los Alimentos





## ESPECIALIDAD EN TECNOLOGÍA E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

Dr. Jorge Raúl Cerna Cortez  
Director de la Fac. de Cs. Químicas  
PRESENTE:

Los que suscriben, integrantes de la comisión revisora de la Tesis del alumno del posgrado  
Especialidad en Tecnología e Inocuidad de los Alimentos:

**Q.F.B. Gómez Méndez Iris Jamillette**

Comunican a usted la aprobación de la misma con la siguiente redacción:

**Calidad sanitaria de las hortalizas y su relación con las enfermedades transmisibles por  
alimentos  
"Revisión bibliográfica"**

Con esta fecha queda registrada en la Dirección de esta Facultad para los fines legales que  
al interesado convengan.

D.C. Raúl Ávila Sosa Sánchez

M.C. Gloria León Tello

M.C. Martín A. Lazcano Hernández

**Atentamente**

**"Pensar bien, para vivir mejor"**

H. Puebla de Z., a 31 de agosto de 2020

Facultad de  
Ciencias  
Químicas

Av. Ben Claudio y 18 Sur, Col. San Manuel  
Puebla, Pue. C.P. 72570  
699-1098, Códicula 202E, Ciudad Universitaria  
01 (202) 229 55 00 Ext. 2829 y 7390



## ÍNDICE

RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo general	4
3.2 Objetivo específico	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1 Definiciones generales de términos empleados	5
Definición de hortaliza	5
Definición inocuidad de alimentos	5
Definición de inocuidad agroalimentaria	6
Definición de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)	6
4.2 Calidad sanitaria de los vegetales a nivel mundial	6
4.3 Inocuidad alimentaria en el mundo	7
4.4 Panorama mundial de las ETA	9
4.5 Consecuencias de las ETA	11
4.6 Etimología de la calabaza	13
4.6.1 Descripción botánica de <i>Cucurbita</i> spp.	13
4.6.2 Distribución geográfica	14
4.6.3 Diversidad de usos	15
4.7 Etimología del cilantro	16
4.7.1 Descripción botánica del cilantro	16
4.7.2 Producción de cilantro en México	17
4.7.3 Uso del cilantro	17
4.8 Etimología de la espinaca	17
4.8.1 Descripción botánica de la espinaca	18
4.8.2 Producción de espinaca en México	18

4.8.3 Principales usos de la espinaca	18
4.9 Etimología de la lechuga	19
4.9.1 Descripción botánica de la lechuga	19
4.9.2 Producción de lechuga en México	19
4.9.3 Principales usos de la lechuga	20
V. METODOLOGÍA	21
5.1 Diagrama de trabajo	22
VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	23
6.1 Calidad sanitaria de los vegetales	23
6.2 Rol de las verduras en las ETAS	26
6.3 Calidad microbiológica de las hortalizas en México	27
VII. DISCUSIÓN	32
VIII. CONCLUSIONES	33
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

## **RESUMEN**

La ingesta de hortalizas dentro del régimen alimenticio de las familias se ha visto en aumento notablemente a nivel global en los últimos años, de manera análoga también incrementaron los brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) ya que estos se pueden contaminar con microorganismos patógenos por la forma de cultivarse.

El objetivo de esta revisión bibliográfica fue recopilar información publicada en revistas científicas, de las cuales se obtuvieron datos relevantes sobre la calidad microbiológica de las hortalizas expendidas en México, enfocando la investigación en cuatro hortalizas: calabaza, cilantro, espinaca y lechuga, con el fin de investigar el panorama actual de la calidad sanitaria que tienen los cultivos de hortalizas en el país, tomando como objeto de estudio estas cuatro hortalizas, igualmente, poder alertar a la población del riesgo a la salud que puede ocasionar el no realizar un cambio en las prácticas agrícolas; así mismo, hacer énfasis en la importancia de implementar estrategias de prevención para su consumo.

El análisis de la información recopilada revela que, en nuestro país, así como en diferentes partes del mundo, hace falta implementar estrategias correctivas para disminuir los riesgos de contaminación microbiana a lo largo de la cadena de producción de hortalizas.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha incrementado el interés de las familias por incorporar hortalizas en la dieta, gracias al aporte benéfico en la salud que estos tienen, como por ejemplo la prevención de daño oxidativo y actividad anticancerígena. Estos beneficios se atribuyen a la presencia de compuestos con actividad biológica como: carotenoides, vitaminas y minerales que se encuentran en la gran mayoría de los vegetales (Pinedo et al.,2020).

Sin embargo, el consumo de frutas y hortalizas frescas han situado a la población ante un riesgo de contraer enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) asociados con microorganismos patógenos y residuos químicos tóxicos (Brookie et al., 2018).

Cada vez más, las familias demanda alimentos saludables, frescos y fáciles de preparar. Las provisiones o ingredientes de los alimentos relacionados con el cambio de vida del consumidor, han originado el desarrollo de una variedad de platillos novedosos que se elaboran y están listos para consumir en un tiempo mínimo de proceso (Stuart, 2011). Además, diversos cambios en la cadena de producción de alimentos han originado oportunidades para que surjan nuevos patógenos y para que los ya conocidos reaparezcan teniendo como consecuencia, el acrecentamiento de brotes de ETA a nivel mundial. (Rodríguez et al., 2012).

Un gran número de bacterias han estado relacionadas con brotes de ETA donde los alimentos vinculados ha sido hortalizas frescas mínimamente procesadas, resultando en un incremento en la frecuencia de enfermedades gastrointestinales relacionadas con el consumo de estas (Ávila et al., 2008). Dentro de las principales bacterias patógenas involucradas en los reportes de brotes por ingesta de hortalizas destacan, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y *E. coli* O157:H7, las cuales han sido aisladas en vegetales como cebollas, espinaca, cilantro y lechuga, del mismo modo, también se ha reportado la presencia de estos agentes patógenos en agua de consumo y de riego (Ávila et al., 2008; Rivera et al., 2009).

Rojas reportó en el año 2017, la existencia de bacterias coliformes fecales en plantas de lechugas, cilantros y espinacas cultivos de Tenango del Valle Estado de México y

Calimaya, Toluca durante el ciclo 2015, por lo que realizó pruebas confirmatorias que demostraron la presencia de bacterias del género *E. coli* del serotipo O105 ab flagelar. Dentro del mismo estudio se obtuvieron valores que sobrepasaron los límites de coliformes fecales 112 UFC/mL en los análisis del agua de riego en las lechugas cultivadas en municipio de Calimaya, Toluca.

Otro estudio realizado por Ramírez en 2017, demuestra la existencia de coliformes fecales en cultivos de espinacas en municipios de Tenango del Valle, México demostrando la contaminación fecal y el riesgo existente al consumir esta hortaliza mínimamente procesada en consecuencia expone la carencia de buenas prácticas de agricultura dentro de la cadena de producción en los alimentos dentro del país.

López et al., realizaron un estudio en 2014, en muestras de verduras (n=80) obtenidas de mercados públicos de la ciudad de Puebla y Atlixco se recuperaron *Salmonella spp.* en un 2.5% (2/80) y *E. coli* O157:H7 en 2.5%(2/80) por lo cual se emitió una alerta de contaminación de productos frescos como lechuga, cilantro y pepino por contaminación por *Salmonella spp.* y *E.coli* O157:H7.

Si *Salmonella* contamina las hortalizas durante la cadena de producción, podría continuar viable al llegar al consumidor (Loo, 2017). Loo, en 2017 realizó un estudio de comportamiento cinético de *Salmonella* en jitomates cherrys, observando que *Salmonella* puede aumentar 1 log UFC/mL a 22°C en 24 horas y en la cinética de *L. monocytogenes* en la superficie de jitomate cherrys, se observó un comportamiento estable sin aumento en la población a 4°C durante los 7 días de almacenamiento.

Éstos ejemplos de investigaciones en los alimentos que son cosechados en nuestro país, son una muestra de los problemas en la calidad sanitaria que podemos enfrentar, por lo que el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión bibliográfica específicamente sobre la calidad sanitaria de las hortalizas expandidas en México, tomando como muestra de estudio: calabaza, cilantro, espinaca y lechuga que son cultivadas en territorio mexicano.

## I. JUSTIFICACIÓN

Las hortalizas han preexistido como elemento principal en la alimentación del hombre desde años remotos. La producción y demanda de hortalizas ha crecido visiblemente a nivel global en los últimos años. Cabe destacar con ello el consumo de hortalizas frescas, constituyendo alimentos responsables de una amplia incidencia de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), debido a que estos pueden contaminarse con microorganismos patógenos por la forma de cultivarse o a lo largo de su cadena de producción, siendo entonces indispensable que el alimento esté libre de cualquier agente patógeno que pueda dañar la salud del consumidor. De manera que, es de suma importancia conocer la calidad sanitaria de las hortalizas producidas en México, a fin de lograr tener el panorama actual de su inocuidad, ya que estas representan un canal de comercialización por exportación, pues México forma parte de los principales productores de hortalizas a nivel mundial. Los vigentes requisitos comerciales de inocuidad para exportación de los alimentos cada día son más estrictos, por lo que en muchos casos representa un obstáculo en la participación de pequeños productores mexicanos que no logran cumplir con los estándares de calidad exigidos en el mercado.

### **III. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo general**

Realizar una revisión bibliográfica sobre la calidad sanitaria de las hortalizas como: calabaza, cilantro, espinaca y lechuga expandidas en México.

### **3.2 Objetivo específico**

Determinar cuáles son los microorganismos patógenos reportados con mayor incidencia en hortaliza como calabaza, cilantro, espinaca y lechuga expandidas en México.

Determinar si existe un riesgo potencial de contraer ETA por el consumo de estas hortalizas.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

## **4.1 Definiciones generales de términos empleados**

### **Definición de hortaliza**

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (2016) denomina como “hortaliza al conjunto de plantas cultivadas en huertos, las cuales se consumen como alimento de manera cruda o cocida a través de diferentes preparaciones. Incluye a las verduras, legumbres verdes (habas, garbanzos, alubias, entre otras) y los guisantes (chicharos). A diferencia de la fruta, no es dulce, sino salada. Estas hortalizas comestibles son ricas en vitamina C, carotenos (pigmentos con función antioxidante) calcio y hierro, componentes nutricionales que benefician la salud del cuerpo humano. Asimismo, contribuyen principalmente en la hidratación del organismo, eliminación de sustancias tóxicas y reducción del riesgo de múltiples enfermedades”

### **Definición de Inocuidad de alimentos**

De acuerdo a lo establecido por el Codex Alimentarius (2016), el concepto de inocuidad “es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine”. Esta misma fuente establece que los alimentos representan un riesgo potencial de contraer ETA, cuando han sido contaminados por algún agente patógeno como pueden ser: parásitos, bacterias o virus, ya que todos somos blancos perfectos cuando nuestro sistema inmunológico tiene alguna deficiencia y la carga bacteriana es elevada para poder iniciar un proceso infeccioso o intoxicación por la ingesta de alguna toxina. Los alimentos al ser contaminados por algún agente patógeno presentaran un riesgo a la salud del consumidor y con ello se generan pérdidas económicas dentro de las familias.

### **Definición de inocuidad agroalimentaria**

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) en el 2020, define a la Inocuidad agroalimentaria como un sistema de control encargado de disminuir los riesgos por contaminación en la cadena de producción agropecuaria, con el objetivo conseguir lineamientos de calidad que demanda el comercio mundial. En la actualidad, todos los países que requieren exportar sus productos agropecuarios deben cumplir con la certificación sanitaria que avale la calidad de los productos, garantizando una participación competitiva y la oportunidad de permanecer dentro del mercado internacional, para poder alcanzar esta meta es necesaria la participación e integración de cada miembro dentro de la cadena agroalimentaria, para poder controlar y reducir los riesgos de contaminación.

### **Definición de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2020, define una ETA como aquella enfermedad que se origina por la ingestión de alimentos contaminados por microorganismos o sustancias químicas. La manifestación clínica más común de una ETA consiste en la aparición de síntomas gastrointestinales, pero estas enfermedades también pueden dar lugar a síntomas neurológicos, ginecológicos, inmunológicos y de otro tipo. La ingestión de alimentos contaminados puede provocar una insuficiencia multiorgánica, incluso cáncer, por lo que representa una carga considerable de discapacidad, así como de mortalidad.

### **4.2 Calidad sanitaria de los vegetales a nivel mundial**

Los problemas en la seguridad alimentaria persisten en todo el mundo y continúan siendo un desafío tanto para el gobierno como para la población (Abaraki et al., 2018). El origen de este se atribuye a la fuente producción de los vegetales y la manipulación inadecuada de los alimentos, por lo que se hace énfasis en que todo el personal involucrado dentro de la cadena de suministro de alimentos tenga conocimiento de la importancia que tiene el trabajo que está desarrollando para poder llevar un alimento inocuo al consumidor.

La inocuidad de los alimentos se ha vuelto el punto medular para una gran cantidad de investigadores en años recientes, además el interés que ha mostrado la población en general en temas relacionados a la seguridad alimentaria ha ido en ascenso alrededor del mundo (Castañeda & Jiménez., 2020; Ntuli et al., 2017).

El consumo de verduras o productos vegetales son vitales para la salud de cada individuo, sin embargo, la calidad sanitaria de estos alimentos representa un gran reto, ya que representan grupo importante en la dieta diaria. En el caso de las ensaladas, los vegetales utilizados son frescos, lo que implica un mínimo procesamiento, incluso en la forma de lavado, antes de llegar al consumidor; ocasionando que platillos como las ensaladas, sean fuentes potenciales de enteropatógenos y ETA. Feglo y Sakyi en 2012, registraron varios niveles de *Staphylococcus aureus*, especies de *Bacillus*, *Klebsiella pneumoniae*, *E. coli* en diferentes alimentos listos para comer en Kumasi metrópolis de Ghana. *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Campylobacter*, y *Vibrio* son algunas de las bacterias comunes que causan enfermedad relacionada con los alimentos (Castañeda & Jiménez., 2020). No hay que olvidar que en todo el mundo las verduras de las ensaladas se consideran una fuente importante de nutrientes para las personas y representan una fuente rica en nutrientes para combatir diferentes enfermedades, sin embargo, estas también pueden representar un peligro a la salud, si su manejo no es adecuado.

### **4.3 Inocuidad alimentaria en el mundo**

La internacionalización de los mercados ha incrementado la permuta comercial de los alimentos, condición que ha originado que los gobiernos acentúen como prioridad la implementación de estrategias que ayuden en la contribución al aseguramiento de la inocuidad de en la cadena de producción de alimentos (SENASICA, 2020).

En la actualidad, todos los países que exportan productos alimenticios necesitan cumplir con una serie de requisitos y certificaciones sanitarias solicitada por el país destinatario, todo esto con la finalidad de garantizar la calidad del producto exportado, el cumplimiento de esta serie de lineamientos brinda al productor en una participación

competitiva de su producto y la oportunidad de permanecer en el mercado internacional.

La OMS, en 2019 mencionó que “todas las personas tienen derecho a una alimentación inocua, nutritiva y suficiente”. Pese a esto, informes publicados por la propia organización, estiman que una de cada diez personas en el mundo se enferma por la ingesta de alimentos contaminados, lo que equivale a 600 millones de las cuales 420,000 mueren al año (FAO Y OMS, 2019). En México, la Secretaría de Salud informa que anualmente, hay 4,500,000 casos de diarrea e intoxicación por el consumo de alimentos en todo el país (DGE, 2017). Cuando los alimentos causan daño en la salud, limitan las actividades de niños y adultos afectando su aprendizaje y el desempeño laboral, influyendo directamente en el desarrollo de la humanidad. Po ello se considera que los alimentos inocuos son primordiales en el fomento de la salud y disminución del hambre en el mundo (Kalyoussef & Feja, 2014; FAO Y OMS, 2019).

La producción agrícola de los países debe cumplir con los principios y técnicas aplicables dentro de la cadena de producción para garantizar el abastecimiento necesario e inocuidad de los alimentos. De esta forma los sistemas de producción de alimentos van cambiando de acuerdo a la demanda exigida, teniendo como consecuencia que los agricultores modifiquen, cambien y actualicen las formas de producción, empleando técnicas adecuadas para reducir o disminuir los riesgos latentes dentro de la cadena producción de alimentos y así poder garantizar la inocuidad de su producto (FAO Y OMS, 2019).

No existe seguridad alimentaria sin inocuidad de los alimentos, cualquier percance en la inocuidad de los alimentos afectan de forma negativa la salud pública, el comercio y economía a nivel global (Dueñas, 2013; Rodríguez et al., 2015; FAO Y OMS, 2019).

No obstante, el concepto y práctica de inocuidad de los alimentos se toma muy a la ligera considerándolo como un hecho, es hasta el momento en donde se ve afectada la salud del consumidor o existen pérdidas económicas por el retiro del producto que está toma su verdadera importancia. Los alimentos no inocuos representan un vehículo para bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que afectan la salud del consumidor; se estima que existen más de 200 enfermedades relacionadas con la

ingesta de alimentos contaminados, que van desde diarrea hasta el cáncer (FAO y OMS, 2019).

#### **4.4 Panorama mundial de las ETA**

Las ETA siguen siendo causas principales de morbilidad y mortalidad en EUA, principalmente como gastroenteritis, y en casos más evolucionados originando diversos síndromes. La gran mayoría de estas enfermedades son causadas por una variedad de agentes infecciosos ampliamente conocidos, en su mayoría virus, seguido de bacterias parásitos y hongos que son probablemente el resultado de errores comunes en el la línea de producción de alimentos dentro de los hogares o restaurantes, en su mayoría zoonóticos (Kalyoussef & Feja, 2014; Rodríguez et al., 2015). Diversos cambios en la línea de producción de alimentos, ha generado oportunidades para que aparezcan nuevos patógenos y los ya conocidos se adapten al ambiente. Patógenos nuevos transmitidos por los alimentos como *E. coli* O157:H7 han surgido como causas importantes de las ETA, y patógenos antiguos como las especies de *Salmonella* han encontrado nuevos nichos (Dueñas, 2013). La definición de enfermedad transmitida por alimentos también incluye intoxicación por producción de toxinas bacterianas, que son consecuencia de la contaminación microbiana de los alimentos, y por lo tanto, obedecen a muchos de los mismos patrones de propagación que los agentes directamente infecciosos. Los virus son los agentes causantes de diarrea más frecuentes, aunque solo alrededor del 30% de la gastroenteritis viral ocurre por ETA, el resto se debe a propagación de persona a persona, propagación de animal a persona y transmisión por agua. Las causas menos comunes de ETA incluyen intoxicaciones por venenos inorgánicos, como metales pesados, pesticidas agrícolas, y toxinas biológicas, como la producida por el pez globo y el hongo hepatotóxico, *Amanita phallo* (Rodríguez et al., 2015). Al contar con más información de este fenómeno, brindara la posibilidad de emplear técnicas específicas para la prevención de ETA. Las intoxicaciones, habitualmente, se expresan más rápidamente, que las infecciones alimentarias. Las bacterias causales típicas son: *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus* (Schmidt et al., 2003). Las

enfermedades diarreicas destacan dentro de las cinco primeras fuentes de letalidad en la región de América Latina y el Caribe. Del 70% al 80% de estas enfermedades diarreicas se relacionada por el consumo de alimentos y agua insalubre (Linscott, 2011). Rodríguez et al., en 2015 mencionan que el 82% de las ETA son de origen desconocido y el 18% corresponde a microorganismos patógenos como: *Campylobacter*, *Listeria*, *Salmonella*, *Giardia*, *Toxoplasma* y virus.

Las bacterias coliformes son microorganismos que se sitúan comúnmente en el suelo, superficies, agua e intestinos humanos y de animales (OMS, 2018; OPS, 2016). Estos microorganismos son arrastrados por el suelo, generalmente quedan atrapados por diferentes objetos a medida que el agua fluye hasta llegar a los sistemas de agua subterránea (OMS, 2018).

Gran parte de las bacterias coliformes seguramente no causaran alguna enfermedad. No obstante, estas bacterias son empleadas como indicadores debido a que su presencia señala que organismos patógenos también pueden estar presentes en los alimentos (OPS, 2016). Un subgrupo de estos microorganismos son los coliformes fecales, donde *E. coli* es considerado el prototipo de indicador de contaminación fecal, por encontrarse en elevadas cantidades en el intestino, excremento humano y animal, se considera como indicador, ya que su presencia da la pauta para la búsqueda de microorganismos entéricos patógenos con capacidades de sobrevivir por largos periodos (Rivera et al., 2009; OMS, 2018).

*E. coli enterohemorrágica* O157:H7 ha sido tema de investigación en diversos trabajos relacionados con verduras como: espinacas, cebollas y cilantro, debido a que ha estado involucrada en diversos brotes en EU, donde la fuente de contaminación esta vinculada con el agua de riego (Rivera et al., 2009).

El serotipo de *E. coli* es O157:H7 productora de la toxina shiga, ha causado una fuerte conmoción dentro de la salud pública, esta toxina se transmite por la ingesta de agua y alimentos contaminados con heces durante la preparación por contaminación cruzada, o bien, desde el origen del alimento. Los reportes de brotes donde ha estado involucrada *E. coli* O157:H7 va de forma creciente en los últimos años, asociada por el consumo de verduras como: espinacas, lechuga, coles de Bruselas, donde se ha

relacionado la contaminación de estos vegetales por el contacto de heces durante su cultivo o manipulación (CDC, 2014; OMS, 2018). Cabe mencionar que *E. coli* productora de toxina Shiga ha sido identificada en diversas fuentes de agua dulces; la OMS, en 2018 destaca que *E. coli* O157:H7 logra sobrevivir durante varios meses en heces, sedimentos de agua, confirmando con esto que también se puede transmitir por aguas recreativas (OMS, 2018). Por su parte, la CDC en 2014, estimó que existieron 73.000 casos por *E. coli* O157:H7 tan solo en EU en un año.

#### **4.5 Consecuencias de las ETA**

Las ETA causan pérdidas humanas y financieras considerablemente cada año. A pesar de las mejoras en la infraestructura sanitaria, la incidencia de infecciones bacterianas transmitidas por alimentos y la diversidad de patógenos han aumentado en las últimas dos décadas (Kalyoussef & Feja, 2014).

Las pérdidas económicas por enfermedades varían ampliamente, con un total estimado entre 4 y 23 mil millones de dólares anuales (OMS, 2012). Los costos indirectos derivados de la pérdida de productividad, los retiros del mercado de productos, las inspecciones de plantas y la desconfianza persistente de los alimentos implicados por parte de los consumidores pueden aumentar la pérdida financiera general (Rodríguez et al., 2015).

El 40% de las ETA afectan principalmente a niños menores de 5 años, causando 125,000 muertes por año (FAO Y OMS 2019). La evolución de la epidemiología de las ETA está brindando datos que apoyan el análisis de la dimensión de los estragos ocasionados por las ETA en poblaciones determinadas (OMS, 2012).

Existen más de 200 microorganismos patógenos que afectan a las familias por el consumo de comidas y bebidas contaminadas (Scharff, 2012), por otro lado, se estima que el 30% de las enfermedades gastrointestinales en las últimas 6 décadas han sido originadas por la ingesta de alimentos contaminados (Rodríguez et al., 2015). Dos informes publicados de la Red de Vigilancia Activa de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (FoodNet) revelaron que *Salmonella*, la toxina de *Shiga*, *E. coli* O157:H7,

*Shigella*, *Cryptosporidium* y *Campylobacter* siguen siendo los patógenos que encabezan la lista agentes causales de ETA en EU (Nyachuba, 2010).

Las hortalizas son cultivadas a nivel del suelo y que entran en contacto con tierra, pueden llegar albergar microorganismos patógenos para el consumidor, como pueden ser como *Clostridium* spp., *L. monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 entre otros, los cuales pueden sobrevivir a través de tratamiento de lavado y desinfección inadecuada, o bien pueden llegar a formar biopelícula en la superficie de la verdura o ser protegidas por la superficie de la verdura. Las verduras que son cortadas son más susceptibles al deterioro químico y microbiológico porque durante el corte, las células se destruyen liberando exudados ricos en minerales, azúcar, vitaminas y otros compuestos. Estos nutrientes y las condiciones del medio, pueden permitir el crecimiento de microorganismos que han sobrevivido después del procesamiento. Existe una creencia común en la población que lavar las verduras y frutas pueda eliminar la mayoría de los contaminantes de la superficie del producto, sin embargo, varias investigaciones han demostrado que estas técnicas son inadecuadas en la eliminación de microorganismos patógenos (Bonnechere et al., 2012).

La frecuencia ETA ha aumentado en todos los países, siendo las verduras frescas contaminadas las que las han originado. Los patógenos más frecuentemente relacionados con brotes relacionados con el producto incluyen bacterias (*Salmonella*, *E. coli*), virus (tipo Norwalk, hepatitis A) y parásitos (*Cryptosporidium*, *Cyclospora*). Entre ellos, *Salmonella* y *E. coli* O157:H7 son las principales causas de brotes relacionados con hortalizas (Nyachuba, 2010). Por lo tanto, el consumo de vegetales no tratados adecuadamente con un antimicrobiano y que no cumplen con un sistema de cultivo donde se lleven a cabo buenas prácticas de agroalimentarias, representar un riesgo potencial para la seguridad alimentaria del consumidor.

#### **4.6 Etimología de la calabaza**

Las calabazas son frutas comestibles producidas por domesticación. Pertenecen a a las plantas del género *Cucurbita*, de la familia de las calabazas, *Cucurbitaceae*, una

palabra que parece haber sido la primera propuesta por el botánico Liberty Hyde Bailey (Paris, 2016). La palabra inglesa 'is pumpkin' es derivada en última instancia de la palabra griega *pepon*, refiriéndose a una fruta madurada al sol. Basado en su historia etimológica (Lira et al., 2009). La palabra "calabaza" es hoy aplicada adecuadamente a las frutas *Cucurbita* que son grandes, redondos y comestibles.

Las Cucurbitaceae se originaron en Asia a fines del período cretácico (Schaefer et al., 2009). y se reparten en 15 genero de *Cucurbita* que actualmente se encuentran distribuidas por el continente americano (Paris, 2016; Schaefer et al., 2009).

#### **4.6.1 Descripción botánica de *Cucurbita* spp.**

Las especies de plantas del género *Cucurbita* se caracterizan por ser vellosas a pubescentes, del tipo monoicas, a veces hirsutas, que poseen tricomas cortos, rígidos, pocos engrosados y en punta. Sus raíces suelen ser fibrosas sus tallos algo anguloso; en cuanto a sus hojas pueden presentar peciolo de 30 cm de largo, su forma es ovalada-cortada, cuyas medidas pueden estar entre 10 a 30 cm de ancho por 15 a 40 cm de largo, además, se caracterizan por presentar manchas blancas con 3 a 5 lobulaciones (triangulares o elípticas) cuyos márgenes suelen ser denticulados o serrado-denticulados con 2 a 5 zarcillos ramificados. Las flores que producen estas plantas contienen 5 pétalos, generalmente se presentan en solitario y de tipo axilares, mostrándose algunas diferencias entre las flores masculinas y femeninas, tales como las que se anuncian a continuación: en las flores masculinas: el cáliz en forma de campana puede oscilar entre 5 a 25 mm, con un soporte delgado de 10 a 20 cm, sépalos de entre 10 a 35 mm de largo, de colores anaranjado a amarillo, con tres estambres, en comparación con flores femeninas donde el cáliz es más estrecho y la corola notablemente más grande, sus péndulos con más gruesos de entre 2 a 3 cm, esta contienen ovarios; cáliz reducido y corola más grande que en las masculinas. Producen frutos en forma de pera pueden ser largos o cortos, en forma curvada o recto de 11 a 50 cm de largo con cáscara dura, lisa, de color blanco con líneas verdes la pulpa puede ser de color blanco a amarilla, tomado de (Lira & Montes, 2017).

Las especies silvestres y domesticadas de *Cucurbita* son plantas anuales o perennes, (subarborescentes en algunos cultivares comerciales) (Lira et al., 2009). Las plantas de calabaza son monoicas, con flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores femeninas producen la fruta, mientras que las flores masculinas son comestibles y se usan ampliamente en varios platillos en la cocina mexicana, sin embargo, su corta vida útil limita su comercialización limitando el ingreso económico que este producto podría aportar a la agricultura del país (Aquino et al., 2013).

#### **4.6.2 Distribución geográfica**

Las variedades cultivadas de *Cucurbita* se desarrollan en un amplio rango de altitud entre 0 - 1 800 m, habitualmente crecen en lugares con clima cálido y seco. Estas especies no crecen en temperaturas bajas, lo que limita su cultivo a lugares que cumplan con su requerimiento climático. Cada una de las variedades que se siembran expresa un área de distribución delimitada, sin embargo, existen cultivos donde se pueden observar el crecimiento de dos variedades simultáneamente (Lira et al., 2009).

México es uno de los principales productores de calabazas en el mundo, considerándolo como el lugar de origen y distribución para las diferentes especies de esta hortaliza (Lira, 1995). De acuerdo al avance de siembras y cosechas del servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) de 2017, México registro en el año 2016 una extensión sembrada con 28,094 ha, teniendo una producción de 467,773 Tm, la cual generó un rendimiento medio de 17.513 Tm/ha, cabe destacar que no existe evidencia que refleje cifras sobre la producción de frutos maduros de los cuales tradicionalmente se comercializan semillas y flores de manera local en los tradicionales mercados del país (SNICS, 2017).

#### **4.6.3 Diversidad de usos**

La calabaza en México se consume en diversos platillos, sus flores en sopas y cremas, el fruto maduro y las semillas se emplean en dulces y repostería y, en algunas

regiones, la calabaza o parte de ella, se utiliza en medicina herbolaria (CONABIO, 2012).

Actualmente el género *Cucurbita* ha adquirido un uso muy importante dentro de la gastronomía de los países, no solo en México, sino en distintas regiones del mundo. Tanto los frutos como las semillas, son las más comúnmente utilizadas, reduciendo el empleo de las flores y tallos, también conocidos como puntas de guías. El valor nutritivo de todos los componentes de la planta de *Cucurbita* es ampliamente aceptable, a su vez tienen un rico contenido de aceites, proteínas y fósforo al consumir semillas, por otra parte, la ingesta de las guías (flores) proporcionan Calcio y Fósforo adicional a su riqueza en tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico antioxidantes y minerales, ácido fólico y aminoácidos esenciales (Lira et al., 2009; Urrutia, 2011; Mlcek & Rop, 2011).

En las diversas áreas de distribución, tanto los tallos jóvenes como las flores, se consumen como verduras (CONABIO, 2012) y en algunos puestos de comidas típicas son ingredientes esenciales en la preparación de quesadillas. La calabaza madura curiosamente en pocas ocasiones se emplea la producción de dulces, su principal uso es como forraje para animales como vacas y aves.

En el caso de las semillas de calabaza estas se emplean como ingrediente principal en la creación de salsas o en la elaboración de diferentes platillos como por ejemplo: pipián y mole verde, también existen personas que las consumen tostadas o asadas en forma de botana (Basurto et al., 2015).

#### **4.7 Etimología del cilantro**

El cilantro pertenece al género *Coriandrum* y a la especie *Coriandrum sativum* (FAO, 2011). Es un producto agrícola oleaginoso y aromático, al cual es considerado originario del continente asiático (Zapata, 2017). Su uso se documentó por primera vez en el año 6000 A.C., y en el año 2003 se establece una clasificación que incluye a 10 variedades y 3 subespecies. Por consiguiente, esta ordenación favorece el reconocimiento que existe una correlación entre las características morfológicas del

*Coriandrum sativum*, su etimología y empleo (Leal, 2018). Las personas han empleado el cilantro desde hace muchas décadas, dándole diferentes aplicaciones como por ejemplo: condimento y medicamento.

#### **4.7.1 Descripción botánica del cilantro**

El cilantro es una planta alógama, herbácea con una gran versatilidad ambiental debido a la diversidad morfológica puede oscilar entre 20 a 140 cm de prominencia. Las semillas *Coriandrum sativum* cuando germinan tienen un crecimiento sobre la superficie del suelo de forma epigea. El tallo surge desde el meristemo apical localizado en el área de inclusión de las hojas cotiledóneas y estas surgen verticalmente formando hojas basales (Zapata, 2017). Sus hojas florales tienen una forma delgada y claramente dividida. En cambio las hojas basales tienen una forma más gruesa sin mostrar división. En su extremo las hojas florales crean inflorescencia, la umbela formada de tres a diez umbela, contiene al final de diez a cincuenta flores, variando según la especie. Existen flores hermafroditas que son de color blanco con un menor tamaño lo que obstaculiza la polinización monitoreada. Sus frutos son de forma circular, de color amarillo, dispone de 2 mericarpios por fruto donde se guarda el aceite esencial (Leal, 2018).

#### **4.7.2 Producción de cilantro en México**

SENASICA, en 2014, menciona que los principales estados productores de cilantro a nivel nacional son Puebla registrando una superficie de 27,109.62t, seguido de Baja California registrando 5,841.46 t, posteriormente Sonora obteniendo 5,071.31t, consecuentemente Zacatecas con 2,718.00t, en penúltimo lugar Aguascalientes cultivando 2,502.80t y finalizando con Jalisco que registro una superficie de 2,020.80t.

Durante el año 2013, México cultivó seis mil 447.68 hectáreas de la especie *Coriandrum sativum* para empleo en fresco, encabezando la lista de producción los estados de Puebla, que registró una superficie tres mil 499 ha, seguido de Baja

California con 747 ha, Sonora con 352 ha, Tlaxcala y Zacatecas registrando 238 ha, y San Luis Potosí 205 ha cultivadas de cilantro (SENASICA, 2015).

#### **4.7.3 Uso del cilantro**

Esta hortaliza es cultivada en el mundo principalmente por sus semillas. Durante la última década, los aceites esenciales de las semillas del cilantro han ganado popularidad por ser una fuente de compuestos bioactivos, con muchos beneficios para la salud (Marín et al., 2018). Del mismo modo, es usado en la elaboración de polvo molido como materia prima dentro de la manufactura de saborizantes y fragancias, sin dejar a un lado el uso culinario que se le da en diversos lugares del mundo (Zapata, 2017).

#### **4.8 Etimología de la espinaca**

El origen de la espinaca se centra en Irán, seguida de su paso por China, y su expansión en el año 1000 d.C, a consecuencia del esparcimiento de la población musulmana por el territorio europeo. La espinaca pertenece al género *Spinacia* y a la especie *Spinacea oleracea*, es un tipo de hortaliza, que crece adecuadamente en terrenos levemente ácidos o alcalinos (Vasco, 2015).

##### **4.8.1 Descripción botánica de la espinaca**

Las espinacas son consideradas como plantas herbáceas, cultivadas de forma semestral, considerando que la variedad su producción puede ser trimestral. *Spinacia oleracea* crece en forma de roseta de hojas, al germinar el tallo comienza a elongarse conforme la planta crece. Sus hojas secundarias crecen, se alejan del eje central, sus ramos de flores se entrelazan axilarmente entre tallos y ramas pequeñas. Tiene una floración que usualmente inicia desde la parte media de la planta hasta la parte superior de esta (Echevarria & Parco, 2011).

Tanto el tamaño como el color de *Spinacia oleracea* van a depender del método de cultivo, así como de la variedad de espinaca, dentro de las propiedades nutricionales

que aporta a la salud destacan su bajo contenido en grasas y carbohidratos, su alto contenido de vitaminas, principalmente vitamina A y C y minerales como: hierro, potasio, fósforo y calcio (Vasco, 2015).

#### **4.8.2 Producción de espinaca en México**

En México podemos encontrar diversas especies de espinacas de acuerdo a la estación del año, dentro de las especies cultivadas en el país podemos mencionar: baby, hoja lisa y hoja rizada. México en el año 2014 tuvo una producción de espinacas de 26,300 toneladas, de las cuales Guanajuato cultivó más de 8 mil toneladas, seguido del Estado de México, Querétaro y Puebla, según datos de SADER, 2016.

#### **4.8.3 Principales usos de la espinaca**

El principal uso de la espinaca es culinario, debido a que esta se consume tanto cruda como cocinada, en crudo es muy popular su empleo en la elaboración de ensaladas, y de esta forma se aprovecha al máximo las propiedades que esta hortaliza ofrece. Otro empleo que se le ha dado a la espinaca es en el área de la medicina, ya que es empleada en el tratamiento de anemias, caries, cuidados de la piel y cabello (Vasco, 2015).

#### **4.9 Etimología de la lechuga**

En un inicio, a lechuga se hacía crecer de forma silvestre, con el paso de los años, el humano la domesticó para su empleo. A la fecha no existe evidencia que señale la evolución de la lechuga silvestre hasta la lechuga cultivada en estos tiempos y aunque su origen se atribuye en la cuenca del Mediterráneo, existen quienes señalan su origen en Asia Central, o bien en la India. En América fue traída por exploradores al área del Caribe (Avila, 2015).

#### **4.9.1 Descripción botánica de la lechuga**

La lechuga forma parte de la familia dicotiledónea predominante dentro del reino *Plantae*, perteneciente a la familia *Asteraceae* y al género *Lactuca*. Se distingue por la gran diversidad de especies, caracterizadas por los distintos tipos de hojas y su forma de crecimiento. Se considera una hortaliza anual, autógama, con una raíz gruesa que adelgaza conforme crece, llegando a sobrepasar los 60 cm. Entre más cerca de la superficie se encuentre la raíz, se relacionará el grosor de la misma. La lechuga posee hojas que están fijadas al tallo, con una distribución en espiral, formando una roseta. Así mismo, disposición circular de las hojas es continua en el estado vegetativo de la lechuga (Noreña et al., 2016).

#### **4.9.2 Producción de lechuga en México**

En México, durante el año 2017 se registró una producción nacional de 466.8 mil toneladas de lechuga, con un crecimiento del 6.1% con respecto al año 2016. Durante las últimas décadas, se han cultivado cuatro variedades de lechuga en México, en el estado de Baja California se cultiva la lechuga Baby leaf, Puebla y Guanajuato producen principalmente lechuga Orejona, el estado de México se caracteriza por la producción de lechuga Escarola y los estados de Aguascalientes y Zacatecas por el cultivo de lechuga Romana (SIAP, 2018).

#### **4.9.3 Principales usos de la lechuga**

Tiene diversidad de usos en la cocina, se considera un ingrediente común en varios tipos de ensaladas, de igual forma se consume sola como acompañamiento, en sopas y envolviendo otros alimentos. En algunas regiones tiene aplicaciones de forma medicinal, ya que le atribuyen diversas propiedades (SIAP, 2018).

## **V. METODOLOGÍA**

En la elaboración del presente trabajo se realizaron las siguientes etapas para la revisión documental, las cuales se clasificaron en los siguientes bloques: búsqueda, organización, análisis y compilación de la información a manera de revisión bibliográfica.

Materiales y métodos:

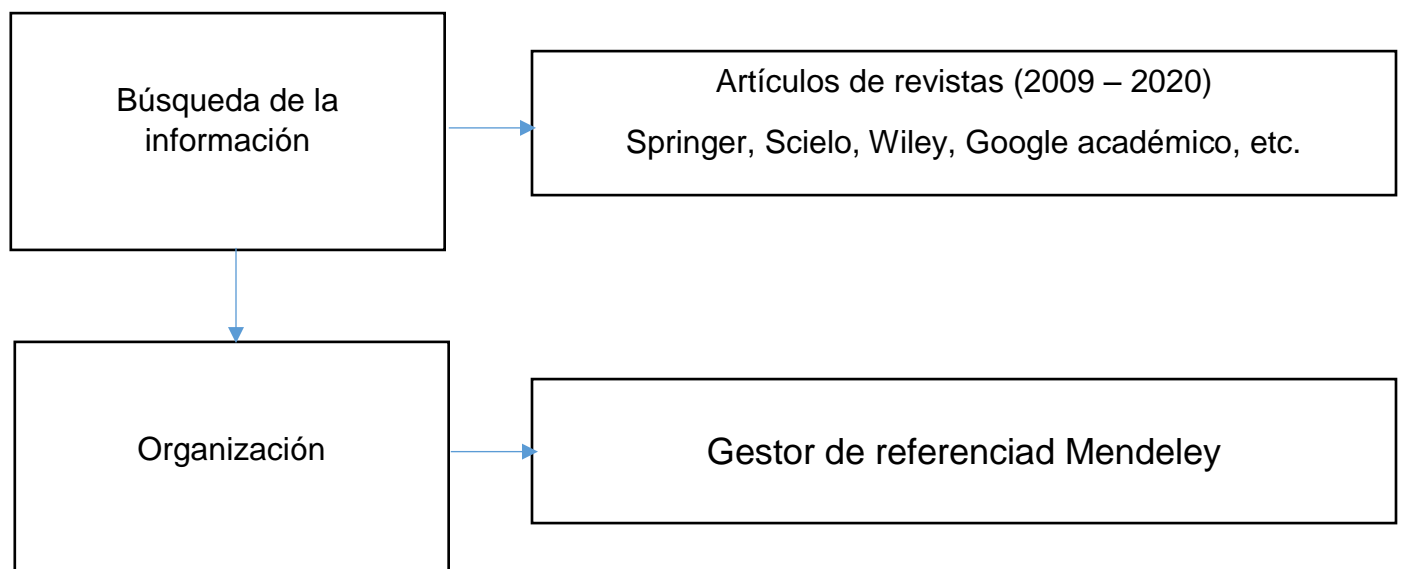
Se utilizaron artículos publicados en diversas revistas desde el año 2009 al año 2020, respecto a los temas de interés: calidad sanitaria de vegetales, calidad sanitaria en calabaza, espinaca, cilantro y lechuga, inocuidad en alimentos preparados con

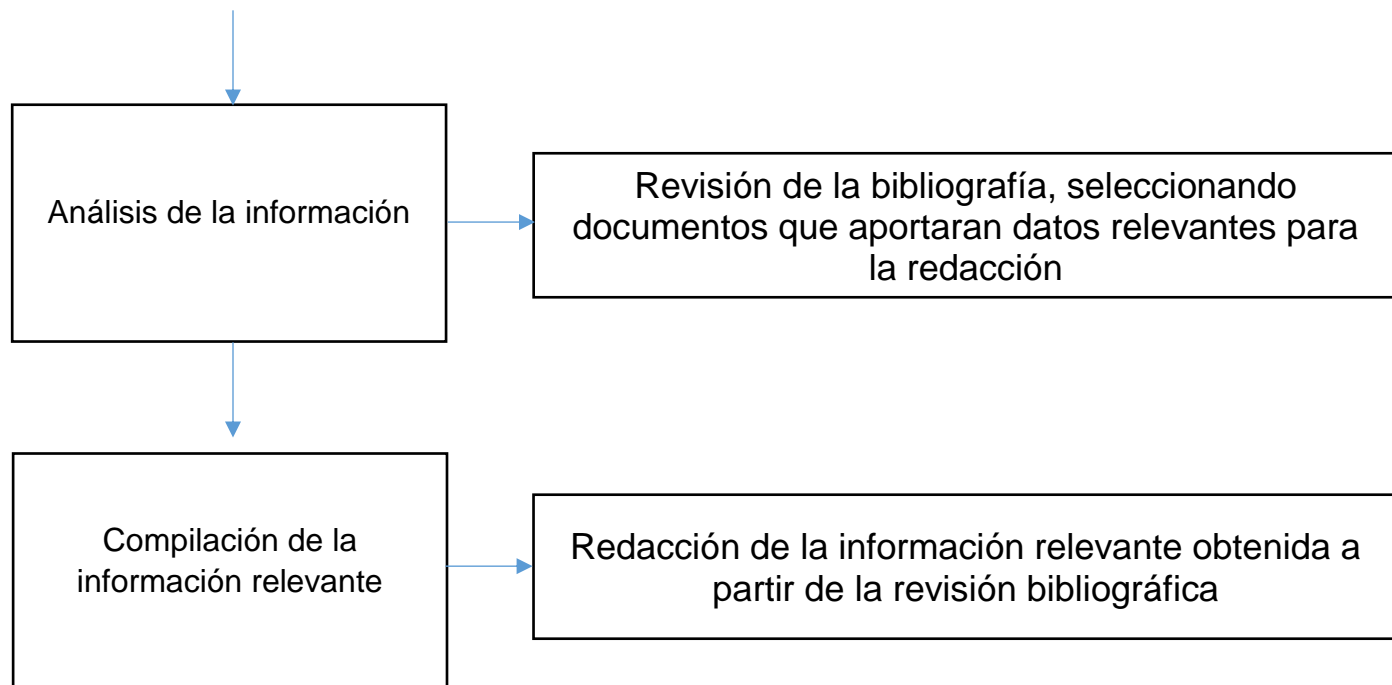
vegetales, reportes de brotes asociados a hortalizas. Entre las bases de datos utilizadas se encuentran, Springer, Scielo, Wiley, Google académico.

Se consultó en total 86 referencias bibliográficas, de la cuales 4 fueron tesis de grado de maestría y 2 de licenciatura, 4 revistas científicas, 1 memoria de congreso y 79 artículos de las bases de datos Springer, Scielo, Wile y Google académico.

Se recopiló la información bibliográfica durante el periodo de octubre 2019 hasta agosto 2020 durante ese periodo se realizó la selección y el análisis de la información, utilizando como punto central de información temas relacionados con calidad sanitaria y microbiológica de las hortalizas en concreto calabaza, espinaca, cilantro y lechuga, se investigaron en bases de datos oficiales los reportes de brotes donde estaban implicadas las hortalizas de interés, así como la información relevante sobre inocuidad en alimentos, de igual forma se tomó información botánica de las hortalizas para realizar el marco teórico de este trabajo, así como definiciones de palabras empleadas en la investigación. Las referencias bibliográficas fueron guardadas de manera alfabética y cronológica, sintetizadas a través del gestor de referencia Mendeley.

### 5.1 Diagrama de trabajo





## VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 6.1 Calidad sanitaria de los vegetales

Diversos estudios han identificado vegetales preparados, altamente contaminados con materia fecal y microorganismos patógenos, así mismo, han detectado prácticas de riesgo relacionadas con la manipulación de alimentos (Abakari et al., 2018).

En un estudio donde se evaluó la contaminación microbiana de 162 muestras de vegetales listos para comer mínimamente procesados en Brasil, se encontró la presencia de *Salmonella spp.*, *E. coli*, coliformes totales y *Listeria spp.* en niveles superiores a los límites establecidos por la OMS (De Oliveira et al., 2011).

Anualmente, alrededor de un millón de casos de *Salmonella* transmitida por el consumo de alimentos se reportan en los EE. UU. y con alrededor de 19,000 hospitalizaciones y 380 muertes cada año (CDC, 2014).

Otro de los patógenos ambientales que pueden causar daño a la salud por el consumo de alimentos contaminados es *Listeria spp.* Esta bacteria puede causar listeriosis con complicaciones graves y mortales en mujeres embarazadas, fetos e individuos con un sistema inmunitario debilitado, por la ingesta de alimentos contaminados (CDC, 2014).

A pesar de que se han realizado varios estudios sobre calidad microbiana de verduras y otros alimentos, hay escasez de información sobre la calidad microbiana y seguridad de las ensaladas que se consumen en los locales de comidas de diversas partes del mundo.

La calidad sanitaria de los vegetales está relacionada con la contaminación desde la producción, ya que la mayoría de los cultivos de vegetales en el mundo son regados con aguas residuales no tratadas, en su mayoría aguas grises. La presencia de *E. coli* en muestras de alimentos es un indicador de contaminación fecal (Bakobie et al., 2017).

Dentro de los microorganismos encontrados en ensaladas mínimamente procesadas en un estudio realizado por De Oliveira en, 2011, está *Bacillus cereus*, quien pudo ser introducido desde la fuente de producción de las hortalizas en función de la naturaleza de agua utilizada para irrigarlos, por lo tanto, el lavado inadecuado puede ocasionar un riesgo a la salud del consumidor (Akusu et al., 2016).

Rincón et al, en 2010, Realizo un estudio en el que se analizaron 150 muestras de vegetales frescos tipo hoja (50 lechugas, 50 cilantros y 50 perejil) de supermercados de Maracaibo, Venezuela, donde, 122 (81,33%) presentaron contajes de coliformes totales (CT) entre 103-105 UFC/g; mientras que en 28 especímenes (18,67%) se obtuvo recuentos menores de 102 UFC/g. Sin embargo, normas nacionales e internacionales no consideran los coliformes totales dentro de los grupos microbianos empleados como criterios de calidad microbiológica de vegetales frescos, no debemos olvidar que contajes elevados de estos microorganismos, se relacionan con falta

higiene en los alimentos. Dentro de mismo estudio se obtuvo crecimiento de *E. coli* en el 10,00% de las muestras. La frecuencia de enteropatógenos fue de 28%, siendo *Aeromonas* el género más aislado con un 95,91%. La mayor recuperación de enteropatógenos se obtuvo en las muestras de cilantro (40,00%), seguida de perejil (34,00%) y lechuga (20,00%); *A. caviae* fue la especie más recuperada (59,18%) seguida de *A. hydrophila* (30,62%), *Salmonella* spp. se recuperó en 2 (4,08%) muestras. La presencia de indicadores entéricos (coliformes totales y *E. coli*) y de bacterias enteropatógenas sugiere que los vegetales tipo hoja presentan una inadecuada calidad sanitaria y pueden ser fuente de gastroenteritis.

Brotos reportados en Reino Unido donde estuvo implicada *Salmonella* senftenberg casado por el consumo de espinacas baby y lechuga desencadenaron el interés de los investigadores del Imperial College, Londres para investigar los mecanismos de adherencia de *Salmonella* senftenberg en la superficie de las hojas, revelando que los responsables de la adherencia son los flagelos al unirse a la epidermis de la hoja (Krtinić et al., 2010)

En un estudio realizado por Kovačević et al, en 2013, se estudió la prevalencia de *Listeria* sp. y *L. monocytogenes* en verduras listas para comer expandidas en supermercados en Osijek, Croacia; Lechugas iceberg (24 muestras), otras hortalizas de hoja (11 muestras), ensaladas delicatessen (23 muestras), ensaladas de repollo (19 muestras), ensaladas mixtas (17 muestras) y raíz verduras (6 muestras), revelando la existencia de *Listeria* sp. en 20 muestras (20%) y *L. monocytogenes* en solo 1 muestra (1%) de col roja (menos de 100 UFC / g). Según los criterios microbiológicos croatas, estos resultados son satisfactorios. Sin embargo, la presencia de especies de *Listeria* y *L. monocytogenes* indica una mala calidad de higiene.

La CDC en 2016, informó un brote de *Listeria* por el consumo de vegetales congelados producidos por Frozen Foods de Pasco (CRF), Washington y vendidos bajo varias marcas, habiendo un total de nueve personas infectadas con las cepas del brote de *Listeria* en cuatro estados en EU la evidencia epidemiológica y de laboratorio indicó que los vegetales congelados producidos por CRF eran una fuente probable de enfermedades en este brote.

En un estudio realizado por Kumar & Vipin en 2017, en la ciudad de Dhanbad en India, se analizaron muestras de ensaladas de verduras crudas obteniendo una población de *E. coli* 16.7% de total de muestras analizadas (n=480). Sin embargo, *E. coli* estuvo presente en 3(5%) de las muestras de cilantro y en 21 (35%) de las muestras de analizadas de espinaca. La incidencia de *E. coli* en espinacas fue más alto que en otras hortalizas. Jiménez & Farroñan en 2018, analizaron 90 unidades muestrales de hortalizas distribuidas en proporciones iguales de 30 unidades de tomate, 30 unidades de lechuga y 30 unidades de repollo distribuidas en los mercados de tres localidades de Perú, Logrando aislar *Listeria sp.* en una muestra de lechuga, equivalente a 1 unidad muestral (1.1%)

En el año 2019 el CDC investigó un brote multiestatal de infecciones por *E. coli* O157:H7 en quince estados de EU donde los hallazgos epidemiológicos, de laboratorio y rastreo indicaron que la lechuga romana de las regiones de cultivo de la costa central del norte de California era la fuente probable del brote; Los resultados de la secuenciación del genoma completo revelaron que la cepa de *E. coli* O157:H7 que se encontró en la muestras de personas enfermas estaba relacionado con la cepa encontrada en el reservorio de agua para uso agrícola de los cultivos de lechuga romana. Nuevamente a finales del año 2019 el CDC emitió una alerta sanitaria para el consumo de lechuga romana por un brote de *E. coli* O157:H7, 25 estados de EU estuvieron afectados en este brote, notificando un total de 85 hospitalizaciones, sin ninguna muerte. La lechuga romana contaminada fue cosechada en la región de cultivo de Salinas Valley en California (CDC, 2020). Así mismo, como revela el estudio realizado por Ocaña de Jesús et al, en 2018, donde *E. coli* O157:H7, O157:H16 y O105ab tienen la capacidad de penetrar en plantas y frutos de tomates y lograr permanecer durante el desarrollo del cultivo hasta 120 días, hasta el momento no se ha estudiado si estas cepas de *E. coli* tienen la capacidad de penetrar otras verduras como la lechuga romana en donde se ha visto más involucrada en brotes de ETA.

## **6.2 Rol de las verduras en las ETAS**

Las frutas y verduras son esenciales en una dieta saludable ya que sirven como fuentes de nutrientes como carotenoides, compuestos cíclicos, polifenoles, vitaminas y minerales esenciales para realizar múltiples actividades biológicas en la vida cotidiana (Minocha et al., 2018). Actualmente se ha elevado el interés de consumo de verduras dentro los consumidores conscientes de la importancia de estos en la dieta básica (Young-Ho et al., 2010).

Recomendaciones de la OMS indican la ingesta diaria de 400 g de frutas y verduras para la prevención de enfermedades crónicas como el cáncer, diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares. Así como especialistas en el área de salud y nutrición hacen hincapié en el consumo de frutas y verduras en forma cruda para retener los perfiles completos nutrientes, ya que se pueden perder durante la cocción u algún otro proceso (Bhilwadikar et al., 2019). Sin embargo, el consumo de frutas y verduras frescas ha llevado a un mayor riesgo de contraer ETA asociadas con patógenos y residuos químicos tóxicos (Brookie et al., 2018).

En un estudio realizado en la Universidad Autónoma de Querétaro por Rojas et al S/F., se determinó la incidencia de Enterobacteriaceae, *E. Coli* Y *Salmonella* sp. en espárragos en su cultivo, lavado y desinfectado, en el cual obtuvo resultados donde *E. coli* estuvo presente en un 35.29% y el grupo de Enterobacteriaceae estuvo por debajo de 9 Log UFC/muestra en el 100% de las muestras. En el 2013 la CDC informo un brote por el consumo de ensaladas ocasionado por *E. coli* O157:H7 que afecto a 33 personas Arizona (1), California (28), Texas (1) y Washington (3) donde el 32% de los enfermos fueron hospitalizados. Dos personas enfermas desarrollaron síndrome urémico hemolítico (SUH) y no se informaron muertes.

Es una realidad que el consumidor demanda productos saludables, frescos y fáciles de preparar. Los productos o ingredientes de los alimentos juntos con los cambios de vida del consumidor, han originado desarrollo de una variedad de productos novedosos que se procesan y están listos para consumir en un tiempo mínimo de preparación (Stuart, 2011). En el caso de las verduras son mínima o nulamente procesadas con algún tratamiento antimicrobiano efectivo que garantice la inocuidad de estos vegetales para el consumo humano.

La CDC en 2019, investigo un brote de infección por *Salmonella uganda* donde el alimento involucrado fue papaya fresca de la marca Cavi, distribuida por Agrosón's LLC importada de México, este brote afecto 81 personas, de las cuales solo se tiene registros 51 personas el 27 (53 %) fueron hospitalizadas. No se notificó ninguna muerte atribuida a la *Salmonella*. En este mismo año la CDC, 2019, investigo otro brote donde el patógeno responsable fue *Salmonella carrau*, el cual afecto a 137 personas que consumieron papaya y melón precortado, suministrado por Caito Foods LLC, de Indianápolis, Indiana.

La mayoría de los brotes de ETA son originados por la contaminación del agua de riego y suelo que contaminan en los cultivo, sumando también los factores de contaminación que ocurren durante la cosecha, el transporte el procesamiento o almacenamiento de estos productos (Young-Ho et al., 2014; Callejon et al., 2015).

### **6.3 Calidad microbiológica de las hortalizas en México**

El creciente interés de la población por tener una dieta sana y equilibrada a hecho que el consumo de hortalizas frescas esté en aumento día con día (Rojas, 2017). Sin embargo, a pesar de que se reconoce ampliamente un efecto positivo a la salud el consumo de hortalizas frescas, por otra parte por sus características físicas están expuestos a contaminación de tipo físico, biológico y químico, situación que genera un riesgo para la salud del consumidor.

Hortalizas como la lechuga son alimentos de consumo crudo, los cuales representan un riesgo mayor de ser vehículos para bacterias enteropatógenas, ya que no existe una etapa de procesamiento posterior a la cosecha, que elimine las cargas microbianas iniciales (Rojas, 2017). Estudio realizado, demuestran la existencia de *Salmonella* spp. en lechuga, los resultados de esta investigación comprueban que las lechugas analizadas no son aptas para consumo humano (Cardamone et al., 2015).

Desde el año 2012 el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, 2020) ha identificado brotes de *Cyclospora* en Estados Unidos asociado al consumo de cilantro fresco proveniente del estado de Puebla, lo que ha originado que varias

productoras de cilantro hayan sido inspeccionadas, cinco de ellas han vinculadas con el parásito y otra más se considera con condiciones sanitarias cuestionables. Basado en esas investigaciones conjuntas, la FDA considera que “las rutas más probables de contaminación del cilantro fresco son el contacto con el cobertizo del parásito del tracto intestinal de los humanos que afecta los campos de cultivo, las actividades de cosecha, procesamiento o empaque o la contaminación con el parásito a través del agua de riego contaminada, aerosoles protectores de cultivos contaminados o aguas de lavado contaminadas”.

La espinaca es una hortaliza de hoja verde que se consume principalmente crudo teniendo en cuenta que los vegetales que se consumen crudos o mínimamente procesados se pueden ser contaminados durante la producción y de esta forma constituir una vía de transmisión de microorganismos patógenos para el hombre (Rojas, 2017). Estudios realizados han reportado la presencia de *E. coli* y *Listeria spp.*, en muestras de espinaca (Cardamone et al., 2015; Castañeda et al., 2020), lo que nuevamente evidencia que no se llevan a cabo las buenas prácticas de agricultura como una forma de prevención de ETA, en hortalizas de consumo local y nacional.

El tomate es una de las hortalizas de gran demanda para su consumo a nivel mundial por su alto aporte nutrimental y versatilidad; por su forma de su consumo representa una fuente importante de ETA (Ocaña de Jesús et al., 2018). Se han registrado brotes donde el consumo de tomate fresco, espinaca, lechuga, germinados y rábanos ha estado involucrado; en los cuales se ha encontrado la presencia de *E. coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium* y *Salmonella spp.* (Cardamone et al., 2015; Parra et al., 2014); donde la contaminación se puede dar a lo largo de la cadena de producción; se reportan como principal fuente, el uso de agua de riego contaminada. Un estudio realizado por Ocaña de Jesús et al, en 2018, demostró que *E. coli* O157:H7, O157:H16 y O105ab tienen la capacidad de penetrar en plantas y frutos de tomates y lograr permanecer durante el desarrollo del cultivo hasta 120 días. Por lo que *E. coli* en contacto con plantas de tomate representa un peligro latente, ya que al presentar la capacidad de internalizar y llegar al fruto limita la acción de los métodos de desinfección utilizados normalmente. En la actualidad hay varios factores que

determinan la calidad del agua dulce, como son la influencia de los materiales orgánicos que se descargan innecesariamente en el medio ambiente, la contaminación fecal por los asentamientos humanos, instalaciones de cría de ganados, cerdos y aves de corral que pueden contener una gran cantidad de microorganismos patógenos (Aijuka et al., 2018). Durante las prácticas agronómicas pueden contaminar los vegetales en algunas de sus etapas, principalmente antes de la cosecha, por el uso de aguas contaminadas con heces fecales humanas y de animales (Kumar et al., 2017). Estudios realizados por Canizalez et al., en 2019, demuestran la existencia de cepas de *E. coli* diarrogénica en varias fuentes de agua en el estado de Sinaloa, México, de las cuales un subconjunto de estas cepas tiene un alto potencial patogénico con múltiple resistencia a fármacos.

Cabrera et al., en 2013, realizó un trabajo de investigación a través de la recolección de 20 muestras de cilantro, obtenidas en taquerías ambulantes ubicadas en la zona sur de la ciudad de Puebla, los resultados de los análisis microbiológicos indicaron una carga microbiana elevada, bacterias mesofílicas aerobias (bma) oscilaron entre 7.1 log ufc/g - 8.4 log ufc/g, los recuentos de coliformes fecales (cf) fluctuaron entre 1.4 log NMP/g- 3.0 log NMP/g, sobrepasando los niveles de aceptación marcados en la NOM-093-SSA1-1994, que establece: Ensaladas verdes: bma: 150 000 ufc/g; CF: 100 NMP/g).

En un estudio realizado por León et al., 2015, se analizaron 40 muestras (20 muestras de lechuga orejona y 20 muestras de pepino) provenientes de los mercados populares de Puebla en búsqueda de *E. coli* O157:H7 y *Salmonella* sp. Donde se aislaron 22 cepas de las cuales el perfil bioquímico de cada cepa aislada correspondió a géneros de *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Salmonella* sp. y *E. coli*, así como también al género *Pseudomonas*. Identificando dos cepas de *E. coli* no O157 a partir de lechuga y una de *Salmonella* sp.

Rojas en 2017, reporto la presencia de bacterias coliformes fecales en plantas de lechugas, cilantros y espinacas en cosechas producidos en Calimaya, Toluca y Tenango del Valle, Estado de México del ciclo 2015, por lo que realizó pruebas confirmatorias demostrando la presencia de bacterias del género *E. coli* del serotipo

O105 ab flagelar. Dentro del mismo estudio Rojas en 2017, se obtuvieron valores que sobrepasaron los límites de coliformes fecales 112 UFC/mL en los análisis del agua de riego en las lechugas cultivadas en municipio de Calimaya, Toluca.

En otro estudio realizado por Ramírez en 2017, reporta la presencia de coliformes fecales que no sobre pasan los límites establecidos en cultivos de espinacas en municipios de Tenango del Valle, México; sin embargo, demuestran la contaminación fecal y el riesgo existente al consumir esta hortaliza cruda o mínimamente procesada y en consecuencia expone la carencia de buenas prácticas de agricultura dentro de la cadena de producción en los alimentos dentro del país. Esto datos coinciden con un estudio realizado por Arias en 2011, donde determinó la incidencia de *Salmonella* spp. y de las poblaciones de Enterobacteriaceae, coliformes fecales y *E. coli* en seis diferentes hortalizas, donde la calidad microbiológica de las hortalizas resultó aceptable: la mediana de *E. coli* fue menor al límite de detección (0.82 NMP/unidad) e índices de *E. coli* de 4.2% y 0% de *Salmonella* spp. En este estudio el brócoli mostró la mayor frecuencia de contaminación por *E. coli*.

En contraste con los estudios anteriores en la ciudad de Pachuca, Hidalgo; Gómez et al., en 2016, realizo un estudio donde informa que el 47% (n=100) de las muestras analizadas de cilantro estuvieron contaminadas con *E. coli* en concentraciones de 1100 NMP/g.

De Jesus en 2016, Reporta la presencia de coliformes fecales en cilantro expendido en tres municipios del estado de México dentro de los límites máximo permitidos por la NOM-093-SSA1-1994 para coliformes fecales donde establece que el límite es de 100 UFC/mL, del mismo modo realiza la observación que la presencia de coliformes fecales nos indica que debemos tener precaución y tomar medidas necesarias si el producto se consume fresco ya que este microorganismo es un indicador de contaminación fecal en el cultivo y a su vez muestra la mala aplicación de prácticas agrícolas e higiénicas.

En junio de 2016, la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA), emitió la alerta de importación con número 24-23 ha consecuencia del registro de brotes

recurrentes durante los años de 2012 a 2015 de ciclosporiasis por el consumo de cilantro de Puebla, en EU (Tibaduiza et al., 2018).

Un estudio realizado por López et al, en 2014, en muestras de verduras (n=80) adquiridas en mercados públicos de Puebla y Atlixco se recuperaron *Salmonella* sp. en un 2.5% (2/80) y *E. coli* O157:H7 en 2.5% (2/80) por lo cual se realizó una alerta de contaminación de productos frescos como lechuga, cilantro y pepino por contaminación por *Salmonella* sp. y *E. coli* O157:H7.

Si *Salmonella* contamina las hortalizas en el campo o durante su acondicionamiento o proceso, podría sobrevivir a lo largo del almacenamiento y continuar viable al llegar al consumidor (Loo, 2017). En un estudio de comportamiento cinético de *Salmonella* en jitomates cherrys se observó que *Salmonella* puede aumentar 1 Log UFC/mL a 22°C en 24 horas y en la cinética de *L. monocytogenes* en la superficie de jitomate cherrys se observó un comportamiento estable sin aumento en la población a 4°C durante los 7 días de almacenamiento (Loo, 2017).

## VII. DISCUSIÓN

Las distintas referencias de investigación consultadas revelan que la mayoría de las hortalizas expandidas en México y en otros países, representan un vehículo para diversos microorganismos patógenos al ser humano, debido a que estas llevan una carga microbiana elevada que rebasan en algunos casos los límites permisibles y a su vez existen reportes sobre la presencia de agentes patógenos como *Salmonella*, *E. coli* O157:H7 y en menor incidencia *L. monocytogenes*, indicando que estas no son aptas del consumo humano; en contrastes con esta información hay estudios donde se reporta que la carga de coliformes totales se encuentra dentro de los límites establecidos por los diferentes órganos regulatorios, pero que a su vez confirman la presencia de *E. coli* en estos alimentos.

Hortalizas como el cilantro, espinacas y lechuga han estado involucradas en brotes de ETA recientemente en EU, reflejando que no se están aplicando buenas prácticas de agricultura en la producción de hortalizas, teniendo en cuenta la importancia de estas prácticas se enfatiza en llevar a cabo la capacitación de los productores sobre buenas prácticas de agricultura, con el fin de concientizar al personal sobre la importancia de producir un alimento inocuo dentro de la cadena de alimentación.

Sin embargo en México, no existe suficiente información de la calidad microbiana de las hortalizas que se producen. Por ello la importancia de realizar investigación acerca de la presencia de microorganismos, algunos de ellos patógenos.

## VIII. CONCLUSIONES

Se realizó una revisión bibliográfica enfocada a documentar la calidad sanitaria que tienen las hortalizas: calabaza, espinaca, cilantro y lechuga en México.

*Salmonella* sp. y *E. coli* O157:H7 son los patógenos con mayor incidencia reportada en las investigaciones de hortalizas en México y los causantes de la mayoría de los brotes registrados en EU.

*E. coli* como indicador de contaminación fecal estuvo presente en la mayoría de las muestras de hortalizas estudiadas en donde se buscó su identificación.

El consumo de hortalizas cultivadas en México, mínimamente procesadas o sin tratamiento antimicrobiano representa un riesgo potencial de contraer ETA.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abakari, G., Cobbina, S. J., & Yeleliere, E. (2018). Microbial quality of ready to eat vegetable salads vended in the central business district of Tamale, Ghana. *International Journal of Food Contamination* (2018) 5:3 <https://doi.org/10.1186/s40550-018-0065-2>

Aijuka, M., Santiago, A.E., Giron, J.A., Nataro, J.P., Buys, E.M., (2018). Enteroaggregative *Escherichia coli* is the predominant diarrheagenic *E. coli* pathotype among irrigation water and food sources in South Africa. *Int. J. Food Microbiol.* 278, 44–51.

Akusu OM, Kiin-Kabari DB,(2016). Wemedo SA. Microbiological quality of selected street vended foods in Port Harcourt metropolis, rivers state, Nigeria. *Sky J Food Sci.* 2016;5(2):008–11.

Aquino-Bolaños, E. N., Urrutia-Hernández, T. A., López Del Castillo-Lozano, M., Chavéz-Servia, J. L., & Verdalet-Guzmán, I. (2013). Physicochemical parameters and antioxidant compounds in edible squash (*cucurbita pepo*) flower stored under controlled atmospheres. *Journal of Food Quality*, 36(5), 302–308. <https://doi.org/10.1111/jfq.12053>

Arias R. E. V., (2011). Enterobacteriaceae, escherichia coli y salmonella spp como parámetros en la verificación de las prácticas sanitarias agrícolas durante el manejo poscosecha de hortalizas en empresas exportadoras. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Querétaro. Retrieved from <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/443>

Avila, E. P. (2015). Manual Lechuga. Cámara de Comercio de Bogotá, Disponible en línea:  
<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14316/Lechuga.pdf?seque>

Ávila-Quezada, G., Sánchez, E., Muñoz, E., Martínez, L. R., & Villalobos, E. (2008). Diagnóstico de la calidad microbiológica de frutas y hortalizas en Chihuahua, México. *Phyton*, 77(639), 129–136.

Bakobie N, Addae AS, Duwiejuah AB, Cobbina SJ, Miniyila S, (2017). Microbial profile of common spices and spice blends used in tamale, Ghana. *Int J Food Contam.* ;4(10):1–5.

Basurto-Peña, F., Castro-Lara, D., Mera-Ovando, L. M., & Juárez-Castro, T. (2015). Etnobotánica de las calabazas cultivadas (*Cucurbita* spp.) en valles centrales de Oaxaca, México. *Agroproductividad*, 8(1), 47–53. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=101102832&site=ehost-live>

Bhilwadikar, T., Pounraj, S., Manivannan, S., Rastogi, N. K., & Negi, P. S. (2019). Decontamination of Microorganisms and Pesticides from Fresh Fruits and Vegetables: A Comprehensive Review from Common Household Processes to Modern Techniques. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12453>

Bonnechere, A., Hanot, V., Jolie, R., Hendrickx, M., Bragard, C., Bedoret, T., & Van Loco, J. (2012). Effect Of household And Industrial Processing On Levels Of five Pesticide Residues And Two Degradation Products In Spinach. *Food Control*, 25(1), 397–406

Brookie, K. L., Best, G. I., & Conner, T. S. (2018). Intake Of Raw Fruits And Vegetables Is Associated With Better Mental Health Than Intake Of Processed Fruits And Vegetables. *Frontiers in Psychology*, 9, 487.

Callejón, R. M., Rodríguez-Naranjo, M. I., Ubeda, C., Hornedo-Ortega, R., García-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2015). Reported foodborne outbreaks due to fresh produce in the United States and European Union: Trends and causes. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(1), 32–38

Cabrera-Maldonado, C., León-Tello, G., López García, A., Ruiz Tagle, A., Mata Jiménez, S., Flores-Encarnación, M. (2013). Determinación de la calidad sanitaria e investigación de patógenos bacterianos (*Salmonella* sp. y *Escherichia coli* O157:H7) en muestras de cilantro (*Coriandrum sativum*) utilizado en taquerías ambulantes en la zona sur de la ciudad de Puebla, México. *Memorias del congreso Inocuidad alimentaria 2015*. (pp. 132-137) Universidad de las Américas Puebla.

Canizalez-Roman, A., Velazquez-Roman, J., Valdez-Flores, M. A., Flores-Villaseñor, H., Vidal, J. E., Muro-Amador, S., ... León-Sicairos, N. (2019). Detection of antimicrobial-resistance diarrheagenic *Escherichia coli* strains in surface water used to irrigate food products in the northwest of Mexico. *International Journal of food Microbiology*, 304(May), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.05.017>

Cardamone, C., Aleo, A., Mammina, C., Oliveri, G., Maria, A., & Noto, D. (2015). Assessment of the microbiological quality of fresh produce on sale in Sicily , Italy : preliminary results. 1–6. <https://doi.org/10.1186/s40709-015-0026-3>

Castañeda-Ruelas, G. M., & Jiménez-Edeza, M. (2020). Exploring food safety risk factors in selected school foodservice establishments in Mexico. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 15(1), 73–82. <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01241-5>. Fecha de consulta: septiembre 2019

CDC (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades) (2014). *Escherichia coli*. Disponible en: <https://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html>. Fecha de consulta: septiembre 2019

Centers for Disease Control and Prevention (2014). *Antibiotic Resistance Threats in the United States, 2013*. Available at: <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/ar-threats-2013-508.pdf>. Fecha de consulta: octubre 2019

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2016). *Multistate Outbreak of Listeriosis Linked to Frozen Vegetables (Final Update)*. Dponible en línea: <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/frozen-vegetables-05-16/> Fecha de consulta: agostos 2020

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2018). *Actualizaciones de la investigación del brote, por fecha*. Dponible en línea: <https://www.cdc.gov/ecoli/2018/o157h7-11-18/updates-esp.html#> Fecha de consulta: agostos 2020

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2018). *Actualizaciones de la investigación del brote, por fecha*. Disponible en línea: <https://www.cdc.gov/ecoli/2018/o157h7-11-18/updates-esp.html#>. Fecha de consulta: agostos 2020

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2019). *Brote de infecciones por Salmonella vinculado a papayas frescas enteras de la marca Cavi*. Disponible en

línea: <https://www.cdc.gov/salmonella/uganda-06-19/index-esp.html>. Fecha de consulta: agosto 2020

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2019). Brote de infecciones por Salmonella Carrau vinculado a melón y sandía precortados. Disponible en línea:<https://www.cdc.gov/salmonella/carrau-04-19/index-esp.html>. Fecha de consulta: agosto 2020

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2013). Multistate Outbreak of Shiga toxin-producing Escherichia coli O157:H7 Infections Linked to Ready-to-Eat Salads (Final Update). Disponible en línea:<https://www.cdc.gov/ecoli/2013/O157H7-11-13/index.html>. Fecha de consulta: agosto 2020

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2020). Brote de infecciones por E. coli vinculado a la lechuga romana (romaine). Disponible en línea: <https://www.cdc.gov/ecoli/2019/o157h7-11-19/index-esp.html> Fecha de consulta: agosto 2020

Centro para el Control y Prevención de Enfermedades, (2020). Import Alert 24-23. Recuperado de: [https://www.accessdata.fda.gov/cms\\_ia/importalert\\_1148.html](https://www.accessdata.fda.gov/cms_ia/importalert_1148.html). Fecha de consulta: agosto 2020

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad, (2012). Cucurbita pepo pepo. Sistema de Información de organismos vivos modificados, (siglo XIX), 1-2. Retrieved from: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870_sg7.pdf) Fecha de consulta: noviembre 2019

De Jesus H. G. D., (2016). “Determinación de mesófilos aerobios, coliformes totales y coliformes fecales en el cultivo de cilantro (Coriandrum Sativum L.), Producido En Tres Municipios Del Estado De México.” (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Del Estado De México.

De Oliveira MA, de Souza VM, Bergamini AMM, De Martinis ECP, (2011). Microbial quality of ready-to-eat minimally processes vegetables consumed in Brazil. *Food Control*. 22(8):1400–3

Dirección General de Epidemiología (2017). Recuperado de: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>. Fecha de consulta: noviembre 2019

Dueñas M. O. (2013). Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*:13(1):111-119.

Echevarria Q. J & Parco N. M. A. (2011). COLIFORMES TOTALES EN EL MANEJO POST COSECHA DE ESPINACAS (*Spinacia oleracea*). (Tesis profesional). Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Facultad De Ciencias Aplicadas

FAO, (2011). Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar. In Manual técnico. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i2029s/i2029s.pdf>. Fecha de consulta: octubre 2019

Feglo P & Sakyi K, (2012) Bacterial contamination of street vending food in Kumasi, Ghana. *Journal of medical and biochemical sciences*. *Food Control*. 2012;1(1): 1–8. 47: 92–97

Gómez-Aldapa CA, Segovia-Cruz JA, Cerna-Cortes JF, RangelVargas E, Salas-Rangel LP, Gutierrez-Alcantara EJ, CastroRosas J (2016) Prevalence and behavior of multidrug-resistant shiga toxin-producing *Escherichia coli*, enteropathogenic *E. coli* and enterotoxigenic *E. coli* on coriander. *Food Microbiol* 59:97–103

Jiménez S. S. & Farroñán S.R.E.A. (2018). Frecuencia de *Listeria sp.* en hortalizas de mayor consumo expendidas en los mercados de los distritos de José Leonardo Ortiz y Chiclayo. Lambayeque Mayo 2017 - Mayo 2018. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Kalyoussef, S., & Feja, K. N. (2014). Foodborne Illnesses. *Advances in Pediatrics*, 61(1), 287–312. <https://doi.org/10.1016/j.yapd.2014.04.003>

Kovačević, M., Burazin, J., Pavlović, H., Kopjar, M., & Piližota, V. (2013). Prevalence and level of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* sp. in ready-to-eat minimally processed and refrigerated vegetables. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(4), 707–712. <https://doi.org/10.1007/s11274-012-1226-8>

Krtinić, G., Crossed D Signurić, P., & Ilić, S. (2010). Salmonellae in food stuffs of plant origin and their implications on human health. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 29(11), 1321–1325. <https://doi.org/10.1007/s10096-010-1001-4>

Kumar, S., & Vipin, M. (2017). A study on prevalence of microbial contamination on the surface of raw salad vegetables. *3 Biotech*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0585-5>

León Tello, G., Cabrera Maldonado, C., López García, A., Ruiz Tagle, A., Flores Encarnación, M., y Martínez Ortiz, V.M. (2015). Búsqueda de *Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella* sp. en lechuga orejona (*Lactuca sativa* var. Parris Island) y pepinos (*Cucumis sativum*) expendidos en mercados populares de la ciudad de Puebla. *Memorias del congreso Inocuidad alimentaria 2015*. (pp. 211-217) Universidad de las Américas Puebla.

Leal V. K. A., (2018). Mejoramiento genético para la obtención de poblaciones de cilantro. (Tesis de maestría). Universidad Nacional De Colombia, sede Palmira.

Linscott, A. J. (2011). Food-Borne Illnesses. *Clinica Microbiology Newsletter*; 33: 41-45.

Lira-Saade, R., & Montes-Hernández, S., (2017). (Herbario Nacional de México, México D.F, Mexico) (CIFAP, SARH, Celaya, Guanajuato, México) La agricultura en Mesoamérica. Cucurbitas.

Lira-Saade, R., (1995). Estudios Taxonomicos y Ecogeograficos de las Cucurbitacea Latinoamericanas de Importancia Económica. *Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools*. 9, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Lira-Saade, R., Eguiarte-Frums, L., & Montes-Hernández, S. (2009). Proyecto Recopilación y análisis de la información existente de las especies de los géneros *Cucurbita* y *Sechium* que crecen y / o se cultivan en México.

Loo E, A. (2017). Comportamiento de *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes* adheridas a jitomate cherry y su tolerancia a desinfectantes.(Tesis de maestría). Universidad Autónoma De Querétaro.

López, A., Ruiz, A, C., Cabrera, C., León, G., & Tejeda, F. (2014). Prevalencia de cepas multirresistentes de *Salmonella* spp y *Escherichia coli* 0157 : H7 en alimentos crudos en la Ciudad de Puebla. *Ciencias Naturales y Exactas, Guanajuato.*, 209–222. Retrieved from [http://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias Naturales T-II/Articulo\\_23.pdf](http://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias Naturales T-II/Articulo_23.pdf)

López-Pérez, O., (2007). Manejo postcosecha de flor de calabaza a diferentes condiciones de almacenamiento. Universidad Autonoma Del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias, 1–51

Marín M. P. M; Mariezcurrena B. M. A; Morales A. E. & Vázquez C. J. C. (2018). El extracto de cilantro (*Corandrum sativum*) y su efecto antioxidante. *Revista Electrónica Nueva Época Veterinaria*, (2018). Universidad Autónoma del Estado de México

Minocha, S., Thomas, T., & Kurpad, A. V. (2018). Are 'fruits and vegetables' intake really what they seem in India? *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(4), 603.

Mlcek, J. & Rop, O. (2011). Fresh Edible Flowers Of Ornamental Plants—Anew Source Of Nutraceutical Foods. *Trends Food Sci. Tech.* 22, 561–569

Noreña, J.J., Aguilar, P.A., Tamayo Molano, P.J., Arguello Rincón, E.O., Guzmán Arroyave, (2016). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente antioqueño. Fotomontajes S.A.S., Medellín.

Ntuli V, Peter C, Kwiri R (2017) Microbiological quality of selected dried fruits and vegetables in Research, pp 1–5.

Nyachuba, D. G. (2010). Foodborne Illness: Is It On The Rise? *Nutrition Reviews*, 68(5), 257–269. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00286.x>

Ocaña de Jesús, R. L., Gutiérrez Ibáñez, A. T., Sánchez Pale, J. R., Mariezcurrena Berasain, M. D., Eslava Campos, C. A., & Laguna Cerda, A. (2018). Persistence, internalization and translocation of *Escherichia coli* O157:H7, O157:H16 and O105ab in plants and tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Argentina de Microbiología*, 50(4), 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.12.001>

Organización Panamericana de la Salud (OPS), (2016). Peligros biológicos. Disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es). Fecha de consulta: octubre 2019

Organización Panamericana de la Salud (OPS), (2016). Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos. Disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es#:~:text=Inocuidad%20de%20Alimentos%3A%20D e%20acuerdo,uso%20a%20que%20se%20destine.&text=Inocuo%3A%20Es%20libre %20de%20peligro,que%20no%20produce%20injuria%20alguna](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es#:~:text=Inocuidad%20de%20Alimentos%3A%20D e%20acuerdo,uso%20a%20que%20se%20destine.&text=Inocuo%3A%20Es%20libre %20de%20peligro,que%20no%20produce%20injuria%20alguna). Fecha de consulta: noviembre 2019

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2016). Disponible en: [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap2\\_3.htm#auto](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap2_3.htm#auto). Fecha de consulta: octubre 2019

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, & Organización Mundial de la Salud, (2019). Guía para el día mundial de la inocuidad de los alimentos 2019. Retrieved from [www.fao.org/world-food-safety-day](http://www.fao.org/world-food-safety-day). Fecha de consulta: Agosto 2020

Organización Mundial de la Salud, (2002). Food Safety Department. WHO global strategy for food safety. Disponible en:

<http://www.who.int/foodsafety/publications/general/en/strategyen.pdf>. Fecha de consulta: noviembre 2020

Organización Mundial de la Salud, (2012). Reducing foodborne diseases by educating consumers. Geneva: World Health Organization. Disponible en: <http://www.who.int/foodsafety/en/> Fecha de consulta: noviembre 2020

Organización Mundial de la Salud, (2018). E. coli. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>. Fecha de consulta: noviembre 2020

Organización Mundial De La Salud, (2020). Enfermedades de transmisión alimentaria. Disponible en: [https://www.who.int/topics/foodborne\\_diseases/es/](https://www.who.int/topics/foodborne_diseases/es/). Fecha de consulta: febrero 2020

Paris, H. S. (2016). Germplasm enhancement of Cucurbita pepo ( pumpkin , squash , gourd : Cucurbitaceae ): progress and challenges. *Euphytica*, 208(3), 415–438. <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1605-y>

Parra, P. A., Kim, H. K., Shapiro, M. A., Gravani, R. B., & Bradley, S. D. (2014). Home food safety knowledge, risk perception, and practices among Mexican-Americans. *Food Control*, 37(1), 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.08.016>

Pinedo-espinoza, J. M., Gutiérrez-tlahque, J., & Santiago-saenz, Y. O. (2020). Nutritional Composition, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Wild Edible Flowers Consumed in Semiarid Regions of Mexico.

Ramírez C. K. A. (2017). Determinación de mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales en el cultivo de espinaca (*spinacia oleracea* L.), producido en tres municipios del estado de México. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Del Estado De México.

Rincón V, G., Ginestre P, M., Romero A, S., Castellano G, M., & Ávila R, Y. (2010). Calidad microbiológica y bacterias enteropatógenas en vegetales tipo hoja. *Kasmera*, 38(2), 97–105.

Rivera-Jacinto M., Rodríguez-ulloa C., López-Orbegoso J., (2009). Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 26(1), 45–48. Retrieved from [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S17266342009000100009&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S17266342009000100009&script=sci_arttext&lng=en)

Rodríguez -Miranda, J., Hernández-Santos, B., Herman-Lara, E., Vivar-Vera, M. A., Carmona-García, R., Gómez-Aldapa, C. A., & Martínez-Sánchez, C. E. (2012). Physicochemical And Functional Properties Of Whole And Defatted Meals From Mexican (Cucurbita Pepo) Pumpkin Seeds. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(11), 2297–2303. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03102.x>

Rodríguez-Torrens, H., Barreto-Argilagos, G., Sadrés-Cabrera, M., Bertot-Valdés, J., Martínez-Sáez, S., & Guevara Viera, G. (2015). Las enfermedades transmitidas por alimentos, un problema sanitario que hereda e incrementa el nuevo milenio. *Revista Electronica de Veterinaria*, 16(8).

Rojas P. I. (2017). CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN TRES HORTALIZAS PRODUCIDAS EN EL ESTADO DE MÉXICO. (Tesis de Maestria). Universidad Autónoma Del Estado De México.

Rojas Reséndiz A. L.; Fernández Escartín E.; Arias Rios E. V ( S/F).INCIDENCIA DE Enterobacteriaceae, Escherichia Coli Y Salmonella EN ESPÁRRAGOS EN SU CULTIVO, LAVADO Y DESINFECTADO. Universidad Autónoma de Querétaro

Schaefer H, Heibl C, Renner SS (2009). Gourds afloat: a dated phylogeny reveals an Asian origin of the gourd family (Cucurbitaceae) and numerous oversea dispersal events. *Proc R Soc B* 276:843–851

Scharff R. L. (2012). Economic Burden From Health Losses Due To Foodborne Illness In The United States. *Journal of Food Protection*, 75(1): 123-131.

Schmidt, R. H., Goodrich, R. M., Archer, D. L., Schneider, K. R. (2003). General Overview of the Causative Agents of Foodborne Illness. This document is FSHN033,

one of a series of the Food Science and Human Nutrition Department, Florida Cooperative Extension Service, IFAS, University of Florida. Publication: February 2003. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu>.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2016). ¿Sabes lo que es una hortaliza? Disponible en línea: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/sabes-lo-que-es-una-hortaliza>. Fecha de consulta: 11 de junio 2020

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2016). Mitos y realidades de la espinaca. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mitos-y-realidades-de-la-espinaca#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20la%20producci%C3%B3n%20de,de%20M%C3%A9xico%20Quer%C3%A9taro%20y%20Puebla>.

SENASICA (Servicio Nacional De Sanidad E Inocuidad Y Calidad Agroalimentaria) (2020). [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/direccion-general-de-inocuidad-agroalimentaria-acuicola-y-pesquera> fecha de consulta: junio 2020

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018). Lactuca sativa L: tipos y variedades que se producen en México Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/lactuca-sativa-l-tipos-y-variedades-que-se-producen-en-mexico?idiom=es#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20nacional%20de%20lechuga,6.1%25%20m%C3%A1s%20que%20en%202016&text=La%20Lactuca%20sativa%20L%2C%20mejor,la%20punta%20de%20la%20hoja>.

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, (2017). Disponible en: <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/calabaza-cucurbita-spp> fecha de consulta: noviembre 2019

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2015). Refuerza SENASICA programas de inocuidad en Puebla para aumentar exportación de cilantro. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/prensa/refuerza-senasica-programas-de>

inocuidad-en-puebla-para-aumentar-exportacion-de-cilantro-20615. Fecha de consulta: febrero 2020

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2014). Plan de acción preventivo cilantro. Acciones para reducir los riesgos de contaminación por microorganismos producción, empaque y distribución de cilantro, para su comercialización dentro y fuera del país. Fecha de consulta: julio 2020

Stuart, D. (2011). "Nature" is Not Guilty: Foodborne Illness and the Industrial Bagged Salad. *Sociologia Ruralis*, 51(2), 158–174. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2010.00528.x>

Tibaduiza R. V., Huerta D. L. P. A., Morales J. J., Hernández A. J. M., & Muñiz R. E., (2018). Sistema de producción del cilantro en Puebla y su impacto en la inocuidad. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/1395/1488> Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

Urrutia-Hernández, T.A. 2011. Cambios fisicoquímicos en flor de calabaza almacenada a 5°C y atmósferas controladas. Tesis, Universidad Veracruzana, Veracruz, Mexico.

Vasco, L. F. F. (2015). Manual: Espinaca. Cámara de Comercio de Bogotá, 52. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11520/14310>

Young-Ho, S., Ji-Hyun, J., & Kwang-Deog M., (2010). Microbial Evaluation Of Minimally Processed Vegetables And Sprouts Produced In Seoul, Korea. *Food Science And Biotechnology*, 19(5), 1283–1288. <https://doi.org/10.1007/s10068-010-0183-y>

Young-Ho, S., Ji-Hyun, J., & Kwang-Deog M., (2014). Revista biomédica : publicación del Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi" y la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán. Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi.," G. S., Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad

de Medicina. Food Science and Biotechnology, 54(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.1007/BF02749052>

Zapata, A. (2017). Generación de Poblaciones Élités Para La Obtención De Un Nuevo Cultivar De Cilantro “*Coriandrum sativum* L” A Partir De Selección Recurrente.