

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



**PROPUESTA DE PLAN DE MUESTREO DE *CAMPYLOBACTER SPP.* EN
PLANTAS DE SACRIFICIO DE AVES EN COSTA RICA.**

SILVIA ANDREA RUIZ BLARD

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MASTER EN GERENCIA DE
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS.

SAN JOSÉ, COSTA RICA, 09 DE ENERO DEL 2017

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



“Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos”

MIA. VALENTINA FRANCO GUTIÉRREZ

TUTORA

LAURA PATRICIA BRENES PERALTA, MGGA

LECTORA

SILVIA ANDREA RUIZ BLARD

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta donde he llegado y darme tantas bendiciones; y a todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron en la conclusión de este proyecto, y han sido parte fundamental de mi vida, y gran apoyo en cada una de las etapas de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero darle gracias a Dios, por haberme permitido concluir un paso más en mi vida, por llegar hasta donde he llegado y ser la persona que soy.

A mis padres, hermanos, esposo y amigos, que de una u otra manera me han apoyado y confiado en mí, en el transcurso de mi maestría.

A la Dra. Leana Zumbado Gutiérrez, por permitirme realizar el proyecto final de graduación bajo su tutela, por brindarme todo su conocimiento, confianza, ayuda, paciencia y guía para dar un gran paso en mi vida. Al Dr. Fernando Sampedro, por su gran colaboración en la realización de la caracterización del riesgo, al instruirme en el uso del programa iRisk®.

A la Ing. Valentina Franco Gutiérrez, le doy gracias por haber sido mi tutora, y ayudarme a concluir con éxito mi proyecto final de graduación.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi
Capítulo 1 – INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo 2 – OBJETIVOS.....	5
2.1. General.....	5
2.2. Específicos:.....	5
Capítulo 3 - MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. Evaluación de riesgos.....	7
3.1.1. <i>Identificación de los Peligros</i>	7
3.1.2. <i>Caracterización del Peligro</i>	8
3.1.3. <i>Evaluación de la Exposición</i>	9
3.1.4. <i>Caracterización del Riesgo</i>	9
3.2. Gestión de riesgos.....	9
3.3. Comunicación de riesgos.....	10
Capítulo 4 – METODOLOGÍA.....	13
Capítulo 5 - RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15

5.1. Evaluación de Riesgos.....	15
5.1.1. <i>Identificación del Peligro</i>	15
5.1.2. <i>Caracterización del Peligro</i>	21
5.1.3. <i>Evaluación de la Exposición</i>	25
5.1.4. <i>Caracterización del Riesgo</i>	30
5.2. Gestión del Riesgo	36
5.3. Comunicación del Riesgo	43
Capítulo 6 – CONCLUSIONES.....	44
Capítulo 7 – RECOMENDACIONES.....	46
Capítulo 8 – BIBLIOGRAFÍA.....	48
Capítulo 9 – ANEXOS.....	58
9.1. ANEXO N° 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG).....	59
9.2. ANEXO N° 2: - Cronograma de Actividades del PFG – Silvia Ruiz Blard....	65

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Taxonomía y Nomenclatura de <i>Campylobacter spp.</i>	16
Cuadro 2: Prevalencia de <i>Campylobacter spp.</i> en pollo de engorde para consumo humano en Costa Rica.....	21
Cuadro 3: Egresos hospitalarios debida a <i>Campylobacter</i> por año según sexo y provincia de referencia. C.C.S.S., 1997 – 2015.....	29
Cuadro 4: Prevalencia de <i>Campylobacter spp</i> en lotes de pollos de engorde en diferentes países.....	31
Cuadro 5: Normas de desempeño. Procedimientos de Muestreo para <i>Salmonella</i> y <i>Campylobacter</i> en Pollos Jóvenes.....	35
Cuadro 6: Recomendaciones para el control de <i>Campylobacter spp</i> en las diferentes etapas del proceso	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de una evaluación de riesgos microbiológicos.....	7
Figura 2: Marco de Gestión de Riesgos.....	10
Figura 3: Esquema de las posibles vías de transmisión de <i>Campylobacter</i>	17

LISTA DE ABREVIATURAS

APPCC = Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

BPM = Buenas Prácticas de Manufactura

BPMH = Buenas Prácticas de Manufactura e Higiene

BPP = Buenas Prácticas Pecuarias

BPW = Agua de Peptona Tamponada

CANAVI = Cámara Nacional de Avicultores

CCSS = Caja Costarricense de Seguro Social

CDC = Center for Disease Prevention and Control - Centro para el Control y Prevención de Enfermedades

CDSC = Centro de Vigilancia de las Enfermedades Transmisibles

CNE = Centro Nacional de Epidemiología

CNRB = Centro Nacional de Referencia de Bacteriología

CPM = Consumers Process Models - Modelos de Procesos de Consumo

CreSA = Centro de Recerco en Sanidad Animal

ECDC = European Centre for Disease Prevention and Control - Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades

EFSA = European Food Safety Authority - Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria

ETA = Enfermedad Transmitida por Alimentos

FAO = Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FSIS = Food Safety and Inspection Service - Servicio de Inspección y Seguridad Alimentaria

HACCP = Hazard Analysis and Critical Control Points – Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

INCIENSA = Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud

INEC = Instituto Nacional de Estadística y Censos

LPS = lipopolisacárido

MS = Ministerio de Salud

OFSP = Oficina Federal de Salud Pública

OIJ = Organismo de Investigación Judicial

OMS = Organización Mundial de la Salud

OPS = Organización Panamericana de la Salud

PAN = Programa Avícola Nacional

PHIs = Public Health Institutes - Institutos Públicos de Salud

QMRA = Quantitative Microbial Risk Assessment - Evaluación del Riesgo Microbiano Cuantitativo

SENASA = Servicio Nacional de Salud Animal

SSOP = Sanitation Standard Operating Procedures - Procedimientos Operativos de Limpieza y Sanitización

UE = Unión Europea

USDA = United States Department of Agriculture - Departamento Agrícola de Estados Unidos

RESUMEN

El género *Campylobacter spp.* agrupa 24 especies, donde *C. jejuni*, *C. coli* y *C. fetus*, son los principales agentes que afectan al ser humano. Esta es una de las principales bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos, donde su síntoma principal es la diarrea, causada por una fuerte gastroenteritis; y su ocurrencia ha sido y continúa siendo, alta en la carne de pollo, siendo este su reservorio principal. La enfermedad que ocasiona, campilobacteriosis, es considerada una zoonosis mundial; en la cual, se ha observado que las infecciones son de tipo estacional; principalmente, cuando se consume productos poco cocidos.

Existen tres factores fundamentales, que influyen para que se desarrolle la infección por *Campylobacter*: 1. Características del patógeno, 2. Características del huésped, y 3. Matriz o condiciones de la ingesta. Estos elementos son indispensables para la prevención y el tratamiento de esta enfermedad.

El sitio primario para la colonización de *Campylobacter jejuni* es la capa de mucus cerca de la células epiteliales de los ciegos de los pollos. Este entorno es, por lo tanto, probablemente, similar al colon humano, lo que facilita su infección.

Entre los meses de agosto a diciembre, 2016, se realizó un análisis de riesgos, de manera descriptiva, del microorganismo, con el objetivo de proponer un plan de muestreo para los establecimientos de sacrificio y procesamiento de aves en Costa Rica. En el estudio, se observa que, la campilobacteriosis es una enfermedad de distribución mundial, sin embargo, en Costa Rica es poco lo que se conoce acerca de esta bacteria. Además, la enfermedad no es de declaración obligatoria por parte de la población, ya que, esta no se ha concientizado para reportar todos aquellos casos de diarrea, asimismo, el método de laboratorio, para su detección es poco conocido.

El análisis se realizó por medio de revisión bibliográfica, utilizando documentos científicos de internet, así como regulación nacional, centroamericana, de Estados Unidos y de la Unión Europea. Además, se entrevistó, vía correo electrónico a personal de diferentes entidades gubernamentales y no gubernamentales. En este apartado, se mencionan datos importantes acerca de la bacteria y del análisis de riesgos, así como la exposición existente en el país, mediante estudios que se han realizado años anteriores, comparándolos con otros países, y sus planes de muestreo.

En el estudio, es posible observar que, el evaluar el riesgo potencial de ingerir carne de pollo contaminada con especies patógenas de *Campylobacter* es de gran importancia, ya que, en Costa Rica, el consumo de pollo ha aumentado en los últimos

años, llegando la población a consumir 25 Kg per cápita por año. Además, es un microorganismo que se ha venido estudiando desde los años 70, y en varios países del mundo, se tienen datos de alta patogenicidad e inclusive muertes.

La prevalencia estimada en granjas de pollos, y las diferencias entre los países, depende de la estación del año, de la edad de los animales, tamaño y tipo de explotación, alimentación, diferentes sistemas de manejo, situación geográfica, densidad de animales, estado de las granjas, y reglamentaciones zoonosológicas diferentes. Además, la metodología de muestreo utilizada y la utilización de distintos métodos de aislamiento influyen en los resultados de prevalencia.

En cuanto a las medidas que se pueden optar para su prevención, se recomienda, el control de la bacteria desde la granja hasta la mesa, a través de las buenas prácticas pecuarias, de manufactura y de higiene. Por otro lado, en caso de un brote, es necesario realizar una investigación profunda, para llegar a la causa de la infección y poder eliminarla; además, importante concientizar a la población, para la notificación de cualquier síntoma de diarrea.

Luego de analizar varios actores, y llevar acabo el análisis de riesgos, se llega a la conclusión que, la campilobacteriosis está afectando a la población, y es de suma importancia concientizar a la personas para su declaración obligatoria, para, de este modo, realizar un análisis de riesgos basado en la realidad de cada país; y por lo tanto, las autoridades competentes, sean capaces de llevar el control sobre este microorganismo.

ABSTRACT

Campylobacter spp. groups 24 species, where *C. jejuni*, *C. coli* and *C. fetus*, are the main agents that affect the human being. This is one of the major bacteria that causes foodborne diseases, where the main symptom is diarrhea, caused by severe gastroenteritis; and its occurrence has been and continues to be high in the chicken meat, since this is its main reservoir. The disease that causes, campylobacteriosis, is considered a global zoonosis; in which, it has been observed that the infections are of seasonal type; mainly, when consumed products are little cooked.

There are three key factors that influence the development of *Campylobacter* infection: 1. Characteristics of the pathogen, 2. Characteristics of the host, and 3. Matrix or conditions of ingestion. These elements are indispensable for the prevention and treatment of this disease.

The primary site for the colonization of *Campylobacter jejuni* is the mucus layer, near the epithelial cells of the cecum of the chickens. This environment is, therefore, probably similar to the human colon, which facilitates its infection.

Between August and December, 2016, a risk analysis was carried out, in a descriptive way, of the microorganism, with the aim of proposing a sampling plan for poultry slaughter and processing establishments in Costa Rica. In the study, it is observed that, campylobacteriosis is a disease of worldwide distribution, however, in Costa Rica little is known about this bacterium. In addition, the disease is not of obligatory declaration by the population, since it has not been made aware to report all cases of diarrhea, and the laboratory method for its detection is little known.

The analysis was carried out of bibliographical revision, using scientific documents of Internet, as well as national, Central American, United States and European Union regulations. In addition, staff from different governmental and non-governmental entities were interviewed by e-mail. In this section, important data about the bacteria and the risk analysis, as well as the existing exposure in the country are mentioned, through studies that have been carried out in previous years, comparing them with other countries, and their sampling plans.

In the study, it is possible to observe that the evaluation of the potential risk of ingesting chicken meat contaminated with pathogenic *Campylobacter* species is of great importance, since, in Costa Rica, chicken consumption has increased in recent years, up to 25 kg per capita per year. In addition, it is a microorganism that has been studied

since the 70's, and in several countries of the world, have had high pathogenicity data and even deaths.

The estimated prevalence in chicken farms, and the differences among countries, depends on the season of the year, the age of the animals, size and type of exploitation, feeding, different management systems, geographical location, animal density, state of farms, and different animal health regulations. In addition, the sampling methodology used and the use of different isolation methods influence the prevalence results.

As for the measures that can be chosen for its prevention, the control of the bacteria from the farm to the table, through the good livestock practices, of manufacture and hygiene it is recommended. On the other hand, in case of an outbreak, it is necessary to carry out a deep investigation, to arrive at the cause of the infection and to be able to eliminate it; also, it is important to raise awareness of the population, for the notification of any symptoms of diarrhea.

After analyzing several actors, and carrying out the risk analysis, it can be concluded that, campylobacteriosis is affecting the population, and it is of the utmost importance to make the persons aware of its obligatory declaration, in order to carry out a risk analysis based on the reality of each country; and therefore, the competent authorities, are able to take control over this microorganism.

Capítulo 1 - INTRODUCCIÓN

El Análisis de Riesgos, es una forma sistemática de evaluar riesgos asociados a la presencia de peligros en los alimentos, para facilitar la adopción de decisiones en materia de gestión de riesgos y su comunicación. Consta de un proceso integrado por varias fases, cuyo objetivo es, determinar la naturaleza de un riesgo, expresarlo en términos cualitativos o cuantitativos y establecer las medidas adecuadas para minimizarlo o limitarlo a un nivel aceptable. Su importancia, en cuanto a seguridad e inocuidad alimentaria se refiere, radica en que, garantiza que todo alimento es seguro y saludable, facilita el libre comercio internacional de alimentos y utiliza los recursos en una forma más efectiva (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2005).

Lo que se pretende realizar en este informe, es un análisis de riesgo, de manera descriptiva, con base en datos secundarios, y no por medio de trabajo de campo, de la bacteria *Campylobacter spp.*, para su posterior propuesta de un plan de muestreo de la bacteria, en las plantas de sacrificio de aves de Costa Rica.

En Costa Rica, en la actualidad, la autoridad sanitaria competente, siendo el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), exige en los establecimientos de sacrificio y procesamiento de aves, llevar a cabo un plan de muestreo, el cual se divide en dos partes: toxicología y microbiología. En la primera se analizan: arsénico, multiresiduos, cadmio, plaguicidas, plomo, sulfonamidas y otros antibióticos; en la parte de microbiología se muestrea para *Salmonella*, *Coliformes fecales* y *E. coli*, dejando de lado a *Campylobacter*, razón por la cual se basa la presente investigación.

Campylobacter spp. es una de las principales causas de las enfermedades diarreicas de transmisión alimentaria del ser humano y, una de las más comunes causantes de gastroenteritis en el mundo. Debido a su elevada incidencia, así como a su duración y posibles consecuencias, la dolencia por este microorganismo, tiene gran importancia desde

una perspectiva social. En los países en desarrollo, las infecciones en niños menores de dos años son muy frecuentes, e inclusive, pueden llegar a ser mortales. (CReSA, 2016).

Diversos estudios epidemiológicos muestran la emergencia de *Campylobacter* como un problema de salud pública de gran magnitud, tanto en países en vías de desarrollo, como en países desarrollados. La campilobacteriosis causa, aproximadamente, un 5-14% de todos los casos de diarrea en el hombre a nivel mundial. *C. jejuni* es la causa más frecuente de diarrea en los Estados Unidos (anualmente, se observa alrededor de 20 casos por cada 100.000 habitantes). Los individuos inmunosuprimidos tienen un riesgo elevado de infecciones recurrentes o septicemia. La muerte es rara por infecciones con *C. jejuni*, y se manifiesta sobre todo en pacientes con cáncer u otras enfermedades debilitantes. La tasa estimada de fatalidad/caso para infecciones por *C. jejuni* es de 1/1000. El síndrome de Guillain-Barré se observa en 1:1000 infecciones diagnosticadas, y, hasta un 5% de estos pacientes puede morir y, un 30% o más pueden mostrar debilidad residual u otros defectos neurológicos (CReSA, 2016); datos que nos muestran los efectos a nivel social, los cuales se ampliarán más adelante.

Actualmente, el género comprende 24 especies y 7 subespecies, de las cuales las más, frecuentemente, detectadas en enfermedades humanas son *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli* (Lapierre A., 2013).

El Centro para la Seguridad Alimentaria y la Salud Pública (2005) menciona que “las especies de *Campylobacter* están, ampliamente, distribuidas en la mayoría de los animales de sangre caliente. Tienen prevalencia en los animales destinados al consumo humano, como: aves de corral, vacunos, porcinos, ovinos, avestruces y mariscos; y en los animales de compañía como perros y gatos. Los portadores asintomáticos de la bacteria intestinal, son más comunes que aquellos casos de enfermedad entérica. El número de portadores de *Campylobacter* en los pequeños animales varía considerablemente, y oscila de 9 a 45 % en los gatos y, de 1.6 a 75 % en los perros. Normalmente, esta prevalencia aumenta en los refugios de animales, tiendas de mascotas, como así también en los animales callejeros y animales de campo expuestos al ganado”.

Por otra parte, en el ganado bovino, se ha aislado *Campylobacter jejuni* en las heces del 25 a 100% de los animales asintomáticos y, en un estudio, en la vesícula biliar de 11% de las ovejas sanas. Diversos estudios han observado una incidencia, especialmente elevada de la infección en las aves de corral, detectándose la presencia de la bacteria en el ciego en 100% de los pavos, en el excremento de 83% de los pollos, y en el excremento de 88% de los patos (The Center for Food Security & Public Health, 2005).

También, se ha observado contaminación por *C. jejuni* en, aproximadamente, 30% de las muestras de carne de pollo y 5% de las muestras de carnes rojas. Además, se han aislado especies de *Campylobacter* en 50% de las palomas urbanas, 35% de las aves migratorias y de 20 a 70% de las gaviotas. Mientras que, en los mamíferos, la campilobacteriosis gastrointestinal suele ser auto limitada, en los pollos se suele observar hasta un 32% de mortalidad, con cepas altamente patogénicas. Asimismo, la mortalidad es baja en el ganado bovino y ovino adulto afectado por abortos e infertilidad. En las ovejas, la tasa de aborto típica es de 10 a 20% con un 5% de mortalidad en las hembras que abortan debido a metritis (The Center for Food Security & Public Health, 2005).

La vía principal de transmisión, de la enfermedad hacia los humanos, son los alimentos, principalmente, la carne y los productos cárnicos poco cocidos, la leche cruda o contaminada, y el agua o el hielo contaminados (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2013).

La campilobacteriosis es considerada una zoonosis; donde, la mayor parte de las veces, los animales muertos o la carne quedan contaminados por las heces durante el sacrificio. Pocas veces, *Campylobacter* provoca la enfermedad en los animales (Orihuel et al., 2015).

Un análisis de riesgos completo, sobre la inocuidad alimentaria, desde la granja hasta la mesa, es necesario para reducir la campilobacteriosis. Los granjeros, la industria, e inspectores de alimentos, los vendedores, los trabajadores en servicio de alimentos y los consumidores son, cada uno, un eslabón crítico en la cadena de la inocuidad alimentaria.

El análisis de riesgos es utilizado para elaborar una estimación de los riesgos, que un peligro en un alimento, puede traer para la salud y la seguridad humana; además, para identificar y aplicar medidas adecuadas para controlar y prevenir estos riesgos, y comunicarle a las partes interesadas (OMS / FAO, 2007).

También, puede utilizarse para respaldar y mejorar la elaboración de normas, ya que, ofrece a los encargados de la reglamentación de la inocuidad de los alimentos, la información y las pruebas que necesitan para una toma eficaz de decisiones, lo que contribuiría a mejorar los resultados en el tema y, especialmente, de la salud pública; así como, para abordar cuestiones de inocuidad de los alimentos resultantes de los nuevos peligros o de desajustes en los sistemas de control de los alimentos (OMS / FAO, 2007).

El análisis de riesgos, además, permite a las autoridades identificar los distintos puntos de control a lo largo de la cadena alimentaria, en que podrían aplicarse las medidas, sopesar los costos y beneficios de estas distintas opciones y determinar las más eficaces. Ofrece un marco, que permite considerar el impacto probable de las posibles medidas, y contribuye a una mejor utilización de los recursos públicos por la mayor concentración en los riesgos más elevados (OMS / FAO, 2007).

El objetivo de este trabajo es, elaborar la propuesta de un plan de muestreo de *Campylobacter spp.* en los establecimientos de sacrificio de aves en Costa Rica, basándose en su análisis de riesgo. Además, analizar el riesgo latente de la presencia de *Campylobacter spp.* en las plantas, con el fin de vigilar y controlar las prácticas de manufactura utilizadas en la compañías, y evaluar algunos efectos generados por la presencia de la bacteria en pollo crudo.

Una de las grandes limitaciones que tuvo este proyecto fue el de evaluar el impacto social provocado por la bacteria, ya que por el tiempo del proyecto, no fue posible realizar pruebas de campo, ni ahondar más a nivel nacional en la población, por lo que, se realizó una revisión de casos y su posterior análisis de afectación; basándose en que cada individuo es un eslabón importante en la cadena alimentaria, y fundamental para su control y, partiendo desde los primeros estudios que se realizaron en el país. Lo anterior, permite

observar el transcurrir de la enfermedad, a través del tiempo, con el cambio de la tecnología, los procesos productivos y la globalización.

Capítulo 2 - OBJETIVOS

2.1. General:

Elaborar la propuesta de un plan de muestreo de *Campylobacter spp.* en los establecimientos de sacrificio de aves en Costa Rica, basándose en su análisis de riesgo.

2.2. Específicos:

- Analizar el riesgo latente de la presencia de *Campylobacter spp.* en las plantas de sacrificio de aves en Costa Rica, con el fin de vigilar y controlar las prácticas de manufactura utilizadas en los establecimientos.
- Evaluar el impacto social generado por la presencia de la bacteria en pollo crudo.
- Realizar la propuesta de un plan de muestreo de *Campylobacter spp.*

Capítulo 3 - MARCO TEÓRICO

Una gran diversidad de peligros, transmitidos por los alimentos, plantea riesgos para la salud y obstáculos al comercio nacional e internacional de alimentos, trayendo consecuencias sociales.

El análisis de riesgos es un planteamiento sistemático y disciplinado, utilizado para tomar decisiones sobre la inocuidad de los alimentos, para elaborar una estimación de los riesgos para la salud y la seguridad humanas, identificar y aplicar medidas adecuadas para controlarlos y, comunicarse con las partes interesadas para notificarles las medidas aplicadas. Además, puede utilizarse para respaldar y mejorar la elaboración de normas, así como, para abordar cuestiones de inocuidad de los alimentos resultantes de los nuevos peligros o de desajustes en los sistemas de control de los alimentos. (OMS / FAO, 2007, p. 1)

Este es un instrumento que ofrece a los encargados de la reglamentación de la inocuidad de los alimentos, la información con base científica y las pruebas basadas en evidencia, que necesitan para la toma eficaz de decisiones y, paralelamente, para buscar soluciones sólidas y coherentes a los problemas; lo que contribuiría a mejorar los resultados en el terreno de la inocuidad de los alimentos y de la salud pública. Además, el uso del análisis de riesgos puede promover mejoras constantes en la salud pública y, servir de base para ampliar el comercio internacional de alimentos (OMS / FAO, 2007).

El análisis de riesgos, se ha desarrollado, fundamentalmente, en los dos últimos decenios, e incluye tres grandes componentes: 1) la evaluación del riesgo, 2) la gestión del riesgo y, 3) la comunicación del riesgo (OMS / FAO, 2007).

3.1. Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos es un proceso científico que consiste en cuatro pasos: a) identificación de peligros, b) caracterización de peligros, c) evaluación de la exposición, y d) caracterización de riesgos (FAO / OMS, 2003). (Figura 1)

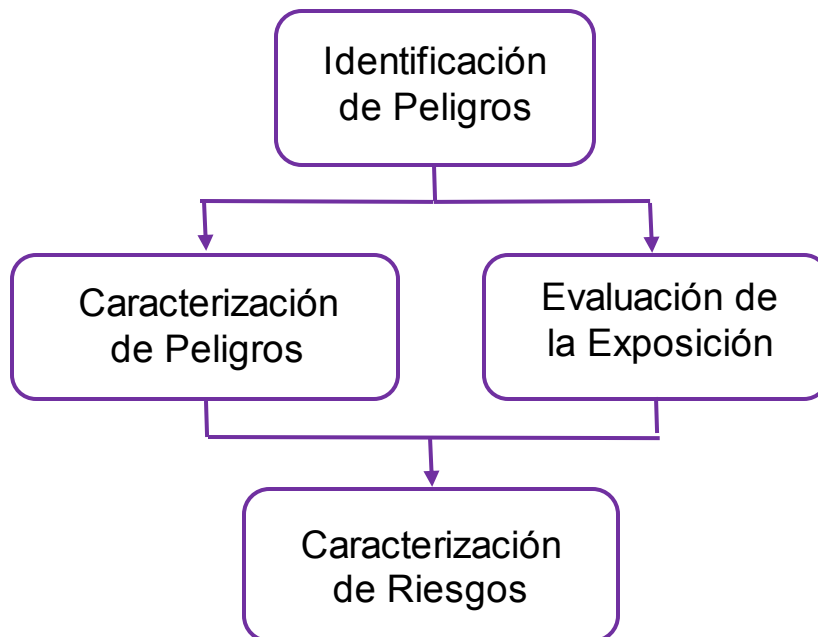


Figura 1: Componentes de una evaluación de riesgos microbiológicos (Tomado de FAO/OMS, 2003)

3.1.1. Identificación de los Peligros

La identificación de los peligros, es la caracterización de los agentes biológicos, químicos y físicos que pueden causar efectos nocivos para la salud y que pueden estar presentes en un determinado alimento o grupo de alimentos (Codex, 2013).

Para ello, se debe examinar todo el proceso de fabricación del alimento, con el objetivo de identificar los peligros potenciales que pueden ocurrir durante las etapas de producción, o del uso de un determinado alimento. Es también necesario considerar las materias primas y los ingredientes (evaluar si pueden estar presentes en ellos), tanto como la clase y duración del almacenaje, los métodos de distribución y el uso esperado del producto final, por el consumidor (OPS/OMS, 2016).

La OPS / OMS (2016), menciona que “los peligros deben seleccionarse en función de la frecuencia o posibilidad de ocurrencia, en concentraciones que ofrezcan riesgos significativos al consumidor. Para lo cual, se pueden utilizar, datos científicos de ocurrencia de enfermedades humanas por el consumo del alimento en cuestión, o la frecuencia de aislamiento del agente en las materias primas y en productos terminados, o incluso las quejas de los consumidores. Por último, se debe evaluar, si los peligros podrían ocurrir durante el proceso de producción, almacenaje o durante la utilización del alimento por el consumidor.”

3.1.2. Caracterización del Peligro

La caracterización del peligro, es la evaluación cualitativa o cuantitativa de la naturaleza de los efectos nocivos para la salud, relacionados con agentes biológicos, químicos y físicos, que pueden estar presentes en los alimentos (Codex, 2013).

En esta etapa, se debe realizar, principalmente, para los agentes químicos, una evaluación de la relación dosis-respuesta, donde se determine la relación entre la magnitud de la exposición (dosis) a un agente nocivo y la gravedad o frecuencia de sus efectos dañinos conexos para la salud (respuesta). Es posible utilizar estudios de toxicidad animal, de exposición humana clínica y los datos epidemiológicos (Codex, 2013).

3.1.3. Evaluación de la Exposición

El Codex (2013), describe la evaluación de la exposición, como “la evaluación cualitativa o cuantitativa de la ingestión probable de agentes biológicos, químicos y físicos a través de los alimentos, así como de las exposiciones que derivan de otras fuentes si procede.”

El análisis de los datos debe ser acerca de (Codex, 2013):

- ✓ Los niveles de peligro en las materias primas, en los ingredientes de los alimentos incorporados al alimento primario y en el entorno alimentario general.
- ✓ Pautas de consumo de alimentos de la población destinataria de consumidores.

3.1.4. Caracterización del Riesgo

El Codex (2013), menciona que la caracterización del riesgo “es la estimación cualitativa o cuantitativa, incluidas las incertidumbres concomitantes, de la probabilidad de que se produzca un efecto nocivo, conocido o potencial, y de su gravedad para la salud de una determinada población, basada en la determinación del peligro, su caracterización y la evaluación de la exposición.”

3.2. Gestión de riesgos

OMS / FAO (2007), describen a la gestión de riesgos, como “el proceso, donde se analizan las alternativas de políticas, en consulta con todas las partes interesadas, considerando la evaluación de riesgos y otros datos relevantes para la protección de la salud de los consumidores y para la promoción de prácticas de comercio legítimo y, de ser necesario, seleccionando las opciones de prevención y control que correspondan.” (Figura 2)

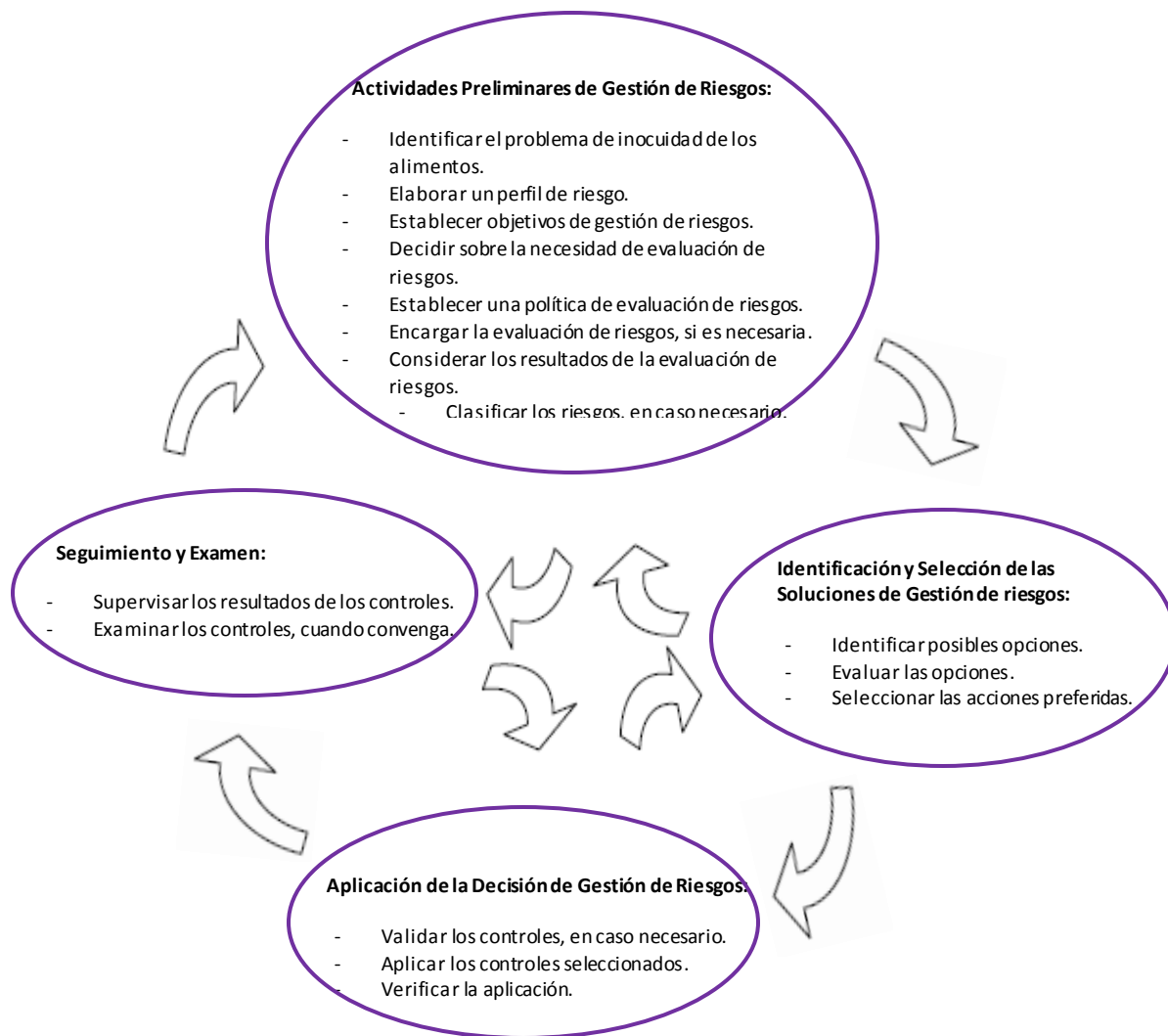


Figura 2: Marco de Gestión de Riesgos (Tomado de OMS/FAO, 2007).

3.3. Comunicación de riesgos

La OMS / FAO (2007) define la comunicación de riesgos, como “el intercambio interactivo de información y opiniones, durante todo el proceso de análisis, con respecto a factores relacionados con los riesgos y percepciones de riesgos entre evaluadores,

administradores de riesgos, consumidores, industria, comunidad académica y otras partes interesadas, incluyendo la explicación de los hallazgos de la evaluación de riesgos y la base de las decisiones de administración de estos.”

A la vez, ayuda a ofrecer información oportuna, pertinente y precisa a los miembros del equipo de análisis de riesgos y a las partes interesadas externas, y al mismo tiempo a obtener información de ellos, con el fin de mejorar los conocimientos acerca de la naturaleza y efectos de un riesgo específico relacionado con la inocuidad de los alimentos (OMS/FAO, 2007).

El Servicio de Inspección y Seguridad Alimentaria de los Estados Unidos (FSIS por sus siglas en inglés) se encuentra trabajando, constantemente, para mejorar el nivel de inocuidad y reducir los contaminantes en el suministro de carnes y aves. En 1998, comenzó a imponer una combinación de procesos de control, muestras microbiológicas, estándares de cumplimiento para la reducción de patógenos y procedimientos operacionales estándares de sanidad, basados en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés), que reducen, significativamente, la contaminación de carnes y aves con bacterias dañinas y, para reducir los riesgos de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAS). Los establecimientos tienen la opción de incluir *Campylobacter* en sus análisis de HACCP. Si el establecimiento identifica como posible la contaminación con dicha bacteria, y es evidente que esto podría resultar en un problema durante el proceso, el FSIS espera que el establecimiento diseñe y tenga puntos de control en el lugar, para prevenir este peligro microbiano hacia la inocuidad de los alimentos. El HACCP clarifica las responsabilidades de la industria y del FSIS en la elaboración de productos inocuos de carnes y aves. La función del FSIS es asignar estándares apropiados de inocuidad de alimentos y de mantener una inspección, fuertemente, supervisada para asegurar que dichos estándares se cumplan (USDA, 2011).

Para proteger a los consumidores de la amenaza de esta bacteria para la salud pública, la Unión Europea (UE) ha adoptado un enfoque integrado de la seguridad alimentaria desde

la granja hasta el tenedor; el cual consiste en medidas de evaluación del riesgo y de gestión del riesgo que implican a todos los agentes clave: los Estados miembros de la UE, la Comisión Europea, el Parlamento Europeo, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA por sus siglas en inglés) y el Centro Europeo para la Prevención y el Control de las Enfermedades. El enfoque está respaldado por actividades oportunas y efectivas de comunicación de riesgos. (EFSA, 2016)

El seguimiento anual se basa en recopilar y analizar los datos a escala comunitaria sobre la presencia de *Campylobacter* en la cadena alimentaria, así como la prevalencia de la infección animal y humana, en los informes anuales de la Unión Europea (UE), preparados por la EFSA y el Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades (ECDC por sus siglas en inglés). Los datos de seguimiento se utilizan con otra información para evaluar los progresos realizados en los Estados miembros de la UE en la reducción de la prevalencia de las bacterias. Los evaluadores de riesgos, como el Panel sobre Peligros Biológicos de la EFSA, utilizan los resultados para proporcionar estimaciones de riesgo y, también los gestores de riesgos, para definir posibles opciones de control u objetivos de reducción (EFSA, 2016).

En abril de 2005, la EFSA publicó un dictamen sobre *Campylobacter* en animales y productos alimenticios que identifican la carne de ave como una fuente importante de la campilobacteriosis. En 2007, a petición de la Comisión Europea, Grupo de Trabajo de la EFSA sobre la recolección de Zoonosis propuso un programa coordinado de control de *Campylobacter* en la carne de pollo en la UE. Para el año 2010, la EFSA analizó y publicó los resultados de una encuesta que se había realizado, encontrándose la bacteria en más del 75% de los pollos; por lo cual los expertos de la EFSA concluyeron que el manejo, la preparación y el consumo de carne de pollo pueden representar directamente del 20 al 30% de los casos humanos de campilobacteriosis. En el 2011, el Panel de la EFSA sobre Riesgos Biológicos emitió recomendaciones sobre cómo reducir *Campylobacter* en la carne de pollo; dentro de las cuales Incluyen: medidas previas al sacrificio que podrían reducir el riesgo para

la salud pública en un 50%, medidas de producción de carne que podrían reducir el riesgo en un 90% o más, y una evaluación de la efectividad de alcanzar metas de reducción.

Capítulo 4 - METODOLOGÍA

En el presente trabajo, se procedió a realizar un análisis de riesgos, inicialmente, como un estudio exploratorio de la bacteria *Campylobacter spp.*, debido a que en Costa Rica es poco lo que se conoce acerca de este microorganismo, y no se tiene una casuística de la enfermedad, según lo indicado por el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) y el Ministerio de Salud (MS). Existen estudios que se han realizado varios años atrás, que indican que la bacteria se encuentra en el país, en particular, en la carne de aves poco cocida; lo cual trae consecuencias sociales a la población, como enfermos y muertes.

Se realizó un estudio de forma descriptiva, donde se indicó cómo es y se manifiesta este padecimiento en el ser humano; con el propósito de ofrecer un panorama lo más preciso posible de la bacteria. Además, se incluyó la evaluación de riesgos, y propuestas para la gestión de riesgos y la comunicación de riesgos, con el fin de proponer un plan de muestreo de dicho microorganismo, en los establecimientos de sacrificio y procesamiento de aves en Costa Rica.

En primera instancia, se realizó revisión bibliográfica sobre la bacteria *Campylobacter spp.*, y análisis de riesgos; no se logró realizar trabajo ni muestreos de campo, debido al poco tiempo para la finalización del proyecto.

Se elaboró la identificación del peligro; en esta etapa se mencionan características importantes sobre el microorganismo, como la taxonomía y nomenclatura, formas de transmisión, portadores de la enfermedad, síntomas, entre otros. Seguidamente, se realizó la

caracterización del peligro, donde se señalan aspectos como, la patogénesis, y datos epidemiológicos. Posteriormente, se mencionan datos estadísticos y casos ocurridos, principalmente, en Costa Rica, y en aves, sobre la evaluación de la exposición.

En la etapa de la caracterización de riesgo, se generan estimaciones de la probabilidad de que tengan lugar fenómenos perjudiciales, tras la preparación y el consumo de pollo; es decir, se vincula la probabilidad y la magnitud de la exposición a *Campylobacter spp.* con la probabilidad de que tenga lugar la enfermedad. Además, se describe la prevalencia de la bacteria en Costa Rica, y en otros países, según estudios anteriores, y se menciona que hacen otras naciones para su muestreo.

Dicha revisión se realizó utilizando documentos científicos de internet, así como regulación nacional, centroamericana, de Estados Unidos y de la Unión Europea. Además, se entrevistó, vía correo electrónico, a personal de la Cámara Nacional de Avicultores (CANAVI), del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), y del Ministerio de Salud (MS).

En cuanto a la gestión de riesgos, se revisaron referencias y se propusieron medidas de control y prevención, que se deben adoptar, tanto en Costa Rica como en otros países; además, se menciona la estadística de la enfermedad en otras naciones, ya que en Costa Rica no existe tal información.

Por motivos de tiempo en la realización de la tesis, la comunicación del riesgo no se logró realizar, por lo que se propone, comunicarle a las autoridades competentes el riesgo presente de la bacteria *Campylobacter*, y que sean ellos, conjuntamente los que se encarguen de notificarle a la población, ya sea, productores avícolas, procesadores, distribuidores y consumidores en general, el peligro que puede ocasionar este microorganismo.

Con respecto al impacto social, se procedió más a una revisión preliminar de efectos que podrían ser utilizados posteriormente para hacer evaluaciones de este tipo a futuro.

Además, se analizó según la cantidad de personas enfermas y defunciones a nivel mundial, así como la probabilidad de encontrarse la bacteria en las plantas de proceso y granjas avícolas.

Debido a la falta de información en el país, y el poco tiempo de realización del proyecto final de graduación, es complicado realizar una propuesta de muestreo, basada en la realidad, por lo que se decidió, proponer la que utiliza Estados Unidos en la actualidad, por las similitudes en las condiciones de proceso, debido a que ya se encuentra validada y es uno de los principales socios comerciales. Posteriormente, se le comunicará, a la autoridad competente, el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), para que lo ponga en práctica en los diferentes establecimientos.

Capítulo 5 - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Evaluación de Riesgos

5.1.1. Identificación del Peligro

Los microorganismos del grupo *Campylobacter* son bacilos Gram-negativos móviles, con uno o varios flagelos polares, curvados, espirilados; microaerofílicos, capaces de crecer en una atmósfera de 5% de oxígeno, 10% de dióxido de carbono y 85% de nitrógeno (Cuadro 1). Se multiplican, rápidamente, a la temperatura óptima de 37°C, a excepción de *Campylobacter jejuni*, la cual crece a 42 °C; sin embargo, la refrigeración (0-10 °C) detiene el crecimiento de estos microorganismos y, la congelación, además, puede destruir una pequeña parte de la población. A pesar de que, algunas de las especies más patógenas son termo tolerantes (crecen bien a temperaturas de 40-42 °C), se pueden considerar que son sensibles al calor, ya que no sobreviven a tratamientos térmicos superiores a 60 °C.

Tampoco presentan características particulares de resistencia a la sal o los ácidos (Lapierre A., 2013).

Cuadro 1: Taxonomía y Nomenclatura de *Campylobacter spp.*

Clase: Épsilon	Género: <i>Campylobacter spp.</i>
Filo: Proteobacteria	24 especies
Orden: Campilobacterales	7 subespecies
Familia: Campylobacteraceae	

(Tomado de: Lapierre A., 2013)

La bacteria *Campylobacter*, fue reconocida, por primera vez, en 1970, como patógeno que afecta a los humanos. Esta pertenece a un grupo de microorganismos que habita, normalmente, en el intestino de aves sanas, llegando a transmitirse a las personas por la vía oro fecal, a través del consumo de carne cruda o poco cocinada (Figura 3), comportándose como un patógeno invasor, produciendo la toxiinfección conocida como campylobacteriosis (Rivera et al, 1983).

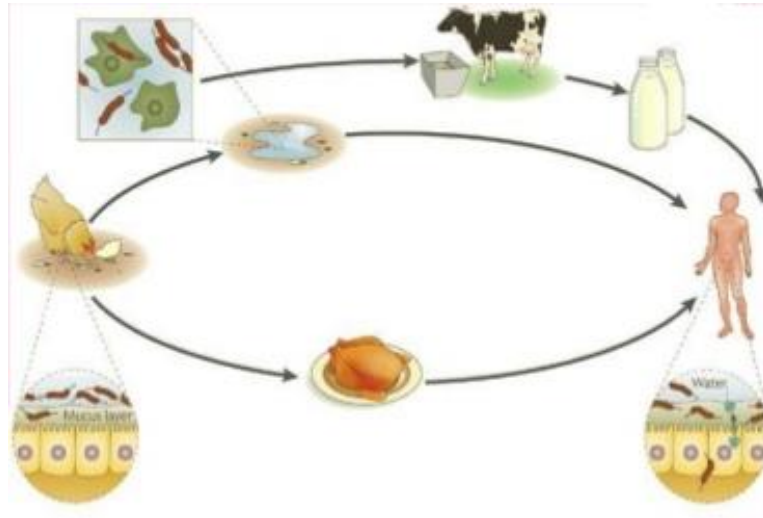


Figura 3: Esquema de las posibles vías de transmisión de *Campylobacter* (Tomado de Rodríguez, 2015)

La campilobacteriosis (también conocida como enteritis por *Campylobacter*, enteritis vibriónica o vibriosis) es considerada una zoonosis mundial. El género *Campylobacter*, agrupa 24 especies, entre las que destacan *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli* como agentes importantes de diarrea en el ser humano y, *Campylobacter fetus*, en pacientes inmunocomprometidos (CReSA, 2016).

Las campilobacterias, se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, reconociendo como reservorio natural a una gran variedad de animales tanto domésticos como de vida silvestre, tales como ganado vacuno, cerdos, ovejas, aves de corral, cabras, perros, gatos y roedores. Las aves de consumo y sus subproductos, constituyen uno de los principales reservorios y fuente de infección humana (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2013).

La enteritis es causada por especies termófilas de *Campylobacter*, siendo la forma más frecuente la de diarrea aguda, en particular por *C. jejuni* y *C. coli* (entre el 80 al 90 % de los

casos de campilobacteriosis son causadas por *C. jejuni*, seguido por *C. coli*). Esta enfermedad es muy común en países industrializados, así como en los países en desarrollo, en los cuales se ha encontrado que afecta a las personas de todas las edades, en especial a niños menores de 4 años, adultos mayores, mujeres embarazadas y sus bebés, y personas inmunosuprimidas (Gavira et al., 2013).

Se ha observado que las infecciones por estas bacterias son de tipo estacional, sobre todo en climas templados, donde ocurre dos veces al año, en verano e invierno. Además, se reporta, en las referencias consultadas, que produce dos tipos de diarrea: la diarrea inflamatoria con fiebre, moco y sangre en el excremento, y con un gran contenido de leucocitos; y la diarrea sin inflamación, con excremento acuoso y ausencia de leucocitos y sangre (Orihuel et al., 2015).

La campilobacteriosis es considerada una infección por consumo de alimentos contaminados, principalmente, los que son de origen animal. Particularmente, las aves de corral juegan un papel muy importante en la infección por estas bacterias. También puede contraerse la infección por agua contaminada, leche no pasteurizada, y por medio de la contaminación fecal del suelo, por lo que los vegetales cosechados en suelo contaminado o lavados en agua contaminada se pueden infectar con dicha bacteria. Además, es posible la transmisión por contacto cercano con personas o animales infectados (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2013).

La infección gastrointestinal, por lo general es auto limitada. Se caracteriza por diarrea acuosa, fiebre, dolor abdominal, calambres y retortijones. Los síntomas y signos no son distintos a otras infecciones causadas por otras bacterias, lo que dificulta su diagnóstico. El periodo de incubación es de 2 a 5 días, pero puede extenderse hasta los 10 días (The Center for Food Security & Public Health, 2005).

Se ha observado que, el 50% de los pacientes con diarrea es, precedido por un periodo febril, malestar generalizado, mialgia, dolor abdominal y fiebre que puede llegar a los 40 °C. Es habitual, que se presente un periodo prodrómico con fiebre, cefalea, mialgia y malestar general entre 12 y 24 horas antes del inicio de los síntomas. Al inicio de la infección, la

materia fecal es acuosa, pero a medida que progresa la enfermedad ésta se torna sanguinolenta, con tenesmo, el cual es un síntoma común. En la materia fecal puede observarse sangre fresca al tercer día. La diarrea puede oscilar en severidad desde materia fecal blanda hasta líquida o sanguinolenta, puede haber más de 10 evacuaciones en el peor día de la enfermedad. El dolor abdominal puede ser de tipo cólico que disminuye durante la defecación (New York State. Department of Health, 2003).

Desde la perspectiva social y de la salud pública, la campilobacteriosis, en países desarrollados y en vías de desarrollo muestra diferencias. Aunque no se cuenta con información completa que permita entender la situación de este padecimiento en humanos en países en desarrollo, es claro que las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), y en particular la diarrea, se encuentran dentro de los tres primeros problemas de origen infeccioso en países pobres. Contabilizando una mortalidad de 1,4 millones de niños por año, se asume que entre el 33 y 90% de los casos son atribuidos a alimentos, dentro de los cuales los de origen animal representan el mayor riesgo (Gavira et al., 2013).

Desde la década de los 70's, se reconoce a *Campylobacter spp.* como un agente causal importante de gastroenteritis humana; posteriores estudios han demostrado que, actualmente, es una de las causas más frecuentes de diarrea de origen bacteriano, con una incidencia superior a la de *Salmonella spp.*, de acuerdo con los reportes de los países en los que se hace vigilancia epidemiológica para *Campylobacter spp.* (Gavira et al., 2013).

Actualmente, la carne de pollo, presenta las más altas prevalencias de este agente, y es la fuente más importante de campilobacteriosis humana en países desarrollados. La Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA por sus siglas en inglés) (2016), estima que, las aves, como reservorios de *Campylobacter*, son responsables del 50 al 80% de los casos, mientras que, la manipulación y la preparación pueden ser responsables del 20 al 30% de los mismos. Por lo que, de acuerdo con lo anterior, la presencia de este microorganismo en alimentos de la dieta habitual, como el pollo, representa una amenaza a la salud pública y puede tener implicaciones económicas y sociales en el comercio (EFSA, 2016).

Zumbado et al. (2014), mencionan en su estudio que, “en el 2010, la ocurrencia de esta bacteria en carcasas de pollo, en plantas de proceso en Costa Rica, fue de 1,75%; además, indican que en otros estudios se reportan prevalencias desde 38,2%, 54,0%, 61,5%, 72,7%, en Canadá, Chile, Jordania y Etiopía, respectivamente (Lammerding et al., 1988; Figueroa et al., 2009; Ewnetu y Mihret, 2010; Osaili et al., 2012). Por otra parte, en punto de venta de pollo fresco, se ha reportado un 63,0% en Costa Rica (Antillón et al., 1987), 58,3% en México (Zaidi et al., 2012), 49,5% en España (Domínguez et al., 2002), y 36,5% en Irán (Taremi et al., 2006).”

. Tradicionalmente, el diagnóstico y confirmación de las especies de *Campylobacter* se ha realizado mediante cultivo bacteriológico y pruebas bioquímicas; sin embargo, en los últimos años, se han implementado técnicas moleculares como, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y técnicas de genotipificación (Zumbado et al., 2014).

En Costa Rica, se han realizado varios estudios de prevalencias en granjas, plantas o puntos de ventas por separado y de forma asincrónica, utilizando diferentes metodologías de cultivo y aislamiento.

En el estudio realizado por Zumbado (2016), el cual tuvo como objetivo determinar la prevalencia nacional de *Campylobacter spp.*, específicamente de *C. coli* y *C. jejuni*, en el pollo de engorde para consumo humano; se recolectaron 152 muestras de contenido cecal, 104 muestras de enjuague de carcasas a la salida del chiller de enfriamiento y 96 enjuagues de carcasas en diferentes puntos de venta. Los resultados que se obtuvieron fue de un 59.37% de prevalencia general de *Campylobacter spp.* (209 muestras positivas de 352 muestras en total), para *C. jejuni* fue de 42.85%, para *C. coli* de 3.1%, y en cuanto a contaminación mixta, con ambas especies, fue de 8.69% (Cuadro 2).

Cuadro 2: Prevalencia de *Campylobacter spp.* en pollo de engorde para consumo humano en Costa Rica

Muestra	Contenido Cecal	Enjuague de Carcasa del chiller	Punto Venta
Prevalencia	57.23%	61.53%	60.42%

(Tomado de Zumbado, 2016)

En un estudio que realizó Bolivar (2015), para su tesis de graduación, se analizaron 98 muestras por el método USDA (2008), de las cuales, setenta fueron de enjuagues de carcasas post enfriamiento, dieciocho pares de ciegos tomados en el área de evisceración y diez en producto terminado. De las noventa y ocho muestras estudiadas, 73 (74,49%) resultaron positivas para *Campylobacter spp.*; del material fecal de los ciegos 16 dieron positivas; en el enjuague 57 positivas y, en producto terminado, las diez resultaron negativas.

5.1.2. Caracterización del Peligro

La probabilidad de que un patógeno desencadene una infección está influenciada, hasta cierto grado, por tres factores, incluyendo las características del patógeno, del huésped, y de la matriz o condiciones de la ingesta. La caracterización de peligros también, describe los modelos de dosis-respuesta que pueden usarse para describir y estimar, matemáticamente, la probabilidad de infección después de la ingesta de una dosis de *Campylobacter* (FAO, 2000).

Campylobacter spp. es una bacteria patógena que afecta al hombre, causando diarrea y otras enfermedades como septicemia, meningitis o complicaciones, como artritis reactivas y el Síndrome de Guillian-Barré. Los síntomas, generalmente, se presentan después de un período de incubación de 2 a 5 días, y la severidad varía desde diarrea acuosa a sanguinolenta, con fiebre y calambres abdominales. La infección es autolimitante, sin

embargo, puede presentar secuelas de importancia, como las, anteriormente, mencionadas. El conocimiento de la naturaleza, de la regulación y de los mecanismos de acción de los factores de virulencia de *Campylobacter*, son elementos indispensables para la prevención y el tratamiento de esta enfermedad (Lapierre, 2013).

En los últimos años, se han identificado varios factores de virulencia que podrían estar involucrados en la patogenia que produce la bacteria en el tracto gastrointestinal, sin embargo, la asociación entre factores de virulencia y patogenicidad, aún no está, totalmente, clara, debido, fundamentalmente, a la heterogeneidad de las cepas existentes (Lapierre, 2013).

Los factores de virulencia, que más se han relacionado con patogenicidad son: la motilidad por la presencia de flagelos, los cuales son necesarios para la colonización del intestino delgado, para que finalmente, el patógeno pueda trasladarse desde allí al colon; la capacidad de adherencia e invasión a la célula eucarionte; y la producción de citotoxinas. Se cree que la capacidad de este patógeno para alcanzar el tracto intestinal, es debida, en parte, a su resistencia al ácido gástrico y, también a su resistencia a las sales biliares. Además, el papel de los flagelos es esencial para la supervivencia bacteriana en los diferentes nichos ecológicos que se encuentran en el tracto gastrointestinal. La invasión por su parte, provoca inflamación celular y, cuando es acompañada de la producción de citotoxinas, produce una disminución importante en la capacidad de absorción del intestino, provocando el principal síntoma, la diarrea (Lapierre, 2013).

Otro factor de virulencia importante, es el lipopolisacárido (LPS), este factor de virulencia tiene actividad endotóxica típica, como la presente en los LPS de otras enterobacterias. La estructura del antígeno "O" del LPS contiene ácido siálico, semejante a la que se observa en los gangliósidos humanos (Lapierre, 2013).

Un factor de virulencia de gran importancia, es la capacidad de producción de citotoxinas de distensión (CDT), la cual, está compuesta por tres subunidades codificadas por los genes *cdtA*, *cdtB* y *cdtC*, que provoca en las células eucariotas la detención en fase

G2/M del ciclo celular, evitando que estas entren en mitosis, y en consecuencia, conduce a la muerte celular (Lapierre, 2013).

Otros genes relacionados con virulencia, han sido los genes *flaA*, *cadF*, *racR* y *dnaJ*, siendo sindicados como responsables de la expresión de la adherencia y colonización; *virB11*, *ciaB* y *pIdA* han sido seleccionados como los genes responsables de la expresión de la invasión; y el gen *wlaN* como el gen que está involucrado en la expresión de los “mimics” de gangliosidos en el síndrome de Guillian-Barré (Lapierre, 2013).

En general, la respuesta de las aves a la infección por *C. jejuni*, no conduce a los mismos síntomas, y la respuesta inflamatoria patológica que se observa en los seres humanos. *C. jejuni* puede colonizar pollos en números, extremadamente, altos, y el sitio primario de la colonización son las criptas del intestino grueso, más, específicamente, la sección del ciego, donde *C. jejuni* se encuentra en la capa de mucus cerca de la células epiteliales. Los ciegos de las aves son grandes bolsas cerradas, que se encuentran fuera del colon y se ubican un poco más allá de la unión ileal. Este entorno es, por lo tanto, probablemente, similar al colon humano. Se ha observado una ligera inhibición de la invasión en células epiteliales humanas por *C. jejuni* en presencia de mucus intestinal de aves, lo que sugiere que la mucosidad podría contribuir a la naturaleza asintomática de la infección en las aves. Sin embargo, una de las diferencias claves entre la infección que produce *C. jejuni* en humanos y en aves, es que, en estas últimas se comporta como un comensal, debido a que, el número de bacterias que pueden invadir la célula epitelial humana es muy alto, respecto a las bacterias que invaden la célula epitelial de las aves. Esto sugiere que la adhesión e invasión son etapas críticas que deben ocurrir para que se desarrolle la enfermedad (Lapierre, 2013).

Con respecto a la epidemiología de la bacteria, la infección con *Campylobacter spp.*, es la mayor causa de infección intestinal en el mundo, y presenta un impacto económico bastante significativo. Consecuentemente, existe un esfuerzo continuo para identificar un método efectivo de control de este patógeno. La mayoría de las infecciones en humanos (alrededor del 90%) son causadas por *Campylobacter jejuni*, otras especies dentro del

género, incluyendo *Campylobacter coli* y *Campylobacter lari*, también pueden causar enteritis en humanos, pero su prevalencia es menor. La mayoría de las enteritis en humanos se cree que son el resultado del consumo de alimentos contaminados, primariamente, con heces de animales reservorios. Es conocido que la mayoría de las especies animales productivas, cómo aves, rumiantes y cerdos, son portadores de *Campylobacter*, haciendo su control dificultoso. En cualquier caso, la epidemiología del *Campylobacter* no puede ser explicada, únicamente, por la transmisión de alimentos expuestos, ya que esta bacteria ha sido aislada de una amplia cantidad de muestras obtenidas del medio ambiente, incluyendo muestras de tierra, agua, arena, leche, verduras, mariscos y heces, de un gran número de especies domésticas y silvestres, incluidas aves silvestres (Gavira et al., 2013).

En Costa Rica, son pocos los estudios que se han realizado para determinar los factores de riesgo para la ocurrencia de *Campylobacter spp.* en granjas, plantas de proceso y en puntos de venta (producto terminado). Sin embargo, en otros países se han demostrado ciertos elementos relacionados con el padecimiento de los animales a esta bacteria: (Zumbado & Romero, 2016)

- Aquellos lotes de aves que no se sacrifican de primero, tienen mayor posibilidad de resultar positivos.
- Mantener una temperatura mayor a 15°C en la sala de evisceración.
- Presentar el yeyuno lleno al momento del eviscerado.
- Contaminación visible después de la evisceración.

Debido a lo anterior, es que Zumbado & Romero (2016), realizan un estudio con el objetivo de “determinar los factores asociados a la contaminación con *Campylobacter spp.* termotolerante en la cadena de producción de pollo para consumo humano en Costa Rica, tomando como trazadores la granja, la planta de proceso y el punto de venta, en forma simultánea.” Donde se obtuvo como resultado que los factores de riesgo son:

- Tiempo de espera en el andén > a 60 minutos.

- El estrés inducido por el transporte.
- La evisceración, en las plantas de sacrificio, es el paso en la cadena de proceso que más contribuye a diseminar la contaminación.
- La contaminación cruzada, al existir contacto directo con carne de diferentes orígenes en el punto de venta, es altamente probable.

5.1.3. Evaluación de la Exposición

Campylobacter spp. es uno de los principales agentes bacterianos causantes de diarrea en humanos, en países desarrollados como Estados Unidos y de la Unión Europea; además, ha sido una de las bacterias más aisladas en heces de niños con diarrea en países en desarrollo. *C. jejuni* es la causa más común de diarrea bacteriana en los Estados Unidos; anualmente, se observan, aproximadamente, 20 casos por cada 100.000 habitantes (The Center for Food Security & Public Health, 2005).

A. Canals i Rosell (2016), menciona que en “Estados Unidos, por los datos del CDC (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades), el *Campylobacter spp.*, es una de las causas más frecuentes de gastroenteritis aguda. Se calcula que se producen entre 2.1 y 2.4 millones de casos al año, con, aproximadamente, 125 muertes al año.”

Además, A. Canals i Rosell (2016), menciona que “en Japón, según las Notificaciones de la División Sanitaria Alimentaria del Ministerio de Salud y Bienestar Social y, según los Informes de las Pre facturas y Municipios de los Institutos Públicos de Salud (PHIs) sobre la detección y examen del *Campylobacter spp.*, en los alimentos, se tiene a dicha bacteria., como agente tóxico alimentario, el cual, se encuentra implicado en infecciones causadas por *Salmonella spp.*, *Vibrio parahemolítico* y *Staphylococcus aureus.*”

La campilobacteriosis, es la enfermedad transmitida por alimentos, más frecuente en la Unión Europea (UE), con más de 190.000 casos humanos cada año; sin embargo, se cree que el número real de casos es de alrededor nueve millones por año. El costo de dicho

padecimiento, para los sistemas de salud pública y la pérdida de productividad en la UE, es estimado por la EFSA en torno a los 2.400 millones de euros al año. (EFSA, 2016)

En sus evaluaciones, la EFSA ha encontrado que los pollos y la carne de pollo pueden representar directamente el 20-30% de los casos humanos. (EFSA, 2016)

La tendencia de *Campylobacter* en humanos en la Unión Europea para el año 2013 fue de 214,779, donde las especies implicadas fueron: 80.6% *C. jejuni*, 7.1% *C. coli*, 0.22% *C. lari*, 0.10% *C. upsaliensis* y 0.08% *C. fetus*. En cuanto a alimentos, se tiene una prevalencia del 31.4% en carne fresca de pollo, contra un 19.9% en animales (Sendra, 2016).

Desde 1998 al 2000, Islandia experimentó una epidemia de campilobacteriosis humana, que fue asociada al consumo de pollo fresco. Debido al aislamiento geográfico de la isla, este ofreció una oportunidad única para caracterizar los factores que contribuyen a la colonización y transmisión a humanos. El aumento de la incidencia de campilobacteriosis humana de origen doméstico, que pasó de unos 10 casos por cada 100 000 en 1990-1995 a 116 en 1999, coincidió con un aumento del consumo de carne fresca de aves de corral; por lo tanto, en el año 2000, el producto se destinó a congelar antes de su distribución. En ese año, la incidencia de los casos, disminuyó a 33 por cada 100 000. Para lo que, se recomienda esta práctica, debido al fuerte impacto de congelar la carne de aves de corral como estrategia de mitigación del riesgo (FAO & OMS, 2009).

En Costa Rica, el consumo de pollo ha aumentado en los últimos años, por lo que es de suma importancia, evaluar el riesgo potencial de ingerir carne de pollo contaminada con especies patógenas de *Campylobacter*, siendo *C. jejuni*, *C. coli* y *C. lari* más, frecuentemente, relacionadas con cuadros de gastroenteritis en humanos. Según datos del Sitio Avícola (2014), se “reporta que en el IV trimestre de cada año se aprecia un aumento del consumo de carne de pollo de un 11%, respecto del promedio mensual anual.”

La mayoría de episodios diarreicos en humanos son ocasionados por *Campylobacter jejuni*, aunque también, se han reportado brotes por *C. coli* y *C. lari* (Zumbado et al., 2014). Datos que nos hace tomar gran importancia a la bacteria, ya que, el consumo per

cápita en Costa Rica es de 25 Kg, aproximadamente (CANAVI, V. Ramírez, comunicación personal, 30 de Setiembre de 2016) tomando en cuenta un total de población consumidora de 4.892.234 habitantes, donde se incluye, 4.832.234 personas residentes, más, aproximadamente, 60.000 turistas diarios que recibe el país, para el año 2015 (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, Junio 2015).

Según la Cámara Nacional de Avicultores de Costa Rica (CANAVI), para el año 2015, la producción total de carne de pollo alcanzó, aproximadamente, 122,4 millones Kg de carne, tomando, como parámetro, un rendimiento de 1,7 Kg de carne por ave procesada, y se estima que se procesaron más de 72 millones de pollo.

La carne de las aves de corral, representa una de las principales vías de diseminación para *Campylobacter*. Se calcula que un 50% a 70% de los casos de diarreas en humanos, al menos en países industrializados, se asocia con la ingesta de pollo o, se deben a contaminación cruzada entre la carne de éstas y otros alimentos; incluso se ha demostrado que esta bacteria, puede sobrevivir varias horas entre los surcos de las tablas utilizadas para picar y cortar alimentos. Lo anterior, implica gran importancia en su diseminación; además, desde hace bastantes años se han realizado estudios donde las muestras dan resultados positivos, y a la fecha no es mucho lo que se hace para prevenir o controlar dicha enfermedad.

En Costa Rica se realizó un estudio, donde se encontró que el 87% de los pollos examinados estaba colonizado por esta bacteria; esa alta frecuencia, podría ser responsable de la contaminación de la carne de los pollos durante la matanza y el proceso de deshuese, por lo que se investigó tal posibilidad, junto con la posible diseminación de la bacteria al ambiente, evaluando su presencia en las aguas servidas de una planta avícola (Rojas et al., 1996).

En otro estudio que se realizó en San José, Costa Rica, donde se recolectaron 100 muestras de pollos enteros, sin congelar, eviscerados y sin cabeza, procedentes de 20 expendios; se aisló *Campylobacter* en un 63% de los pollos, representando un peligro

potencial para el consumidor. El 57% se identificó como *C. jejuni*, el 27% como *C. coli* y el 16% como *C. lariidis* (Antillón et al., 2016).

Rojas et al. (1996), analizó en su estudio, 178 pollos, donde 60 fueron recolectados, inmediatamente, después de la presentación de las vísceras, 58 se tomaron a la salida del segundo tanque de enfriamiento y, los 58 restantes, se tomaron al final del proceso, al ser empacados; de los cuales, se aisló *Campylobacter spp.* de 44 muestras (73,3%) de los 60 pollos analizados, inmediatamente, después de la evisceración. Sin embargo, la bacteria no se detectó en ninguno de los 116 pollos restantes analizados.

También, se observó mediante estudio realizado en el cantón de Puriscal, en 1979, a 267 niños menores de dos años de edad con síntomas de diarrea, y a 190 niños sanos como testigos, mostró como resultado, la presencia de *Campylobacter fetus jejuni*, como agente único, en 24 de los casos (9%) y en cuatro de los testigos (2%). Además, se diagnosticó *C. fetus jejuni* con enterobacterias toxigénicas en el 1% de los niños enfermos y sanos (Vives et al, 1984). Este estudio, muestra que desde años atrás, el padecimiento por campilobacteriosis ha sido un problema; e inclusive, en la actualidad, ha venido tomando mayor importancia, por el aumento en el consumo de pollo por parte de la población, y por lo nuevos sistemas de inocuidad y producción que han venido emergiendo.

En 1983 se estudiaron, por *Campylobacter*, 844 muestras de heces de pacientes con diarrea, atendidos en el Hospital Nacional de Niños, de los cuales se aislaron 71 (8,4%) cepas de la bacteria. De los casos estudiados, siete fueron infecciones mixtas con otras bacterias, potencialmente, causantes de diarrea; los agentes asociados fueron: *Salmonella spp*, en tres casos, *Clostridium difficile* en dos y luego *Shigella spp* en uno y *Escherichia coli* enteropatógena en otro (Rivera et al, 1983).

En un estudio, realizado en el 2012, por Unimer, para el periódico La Nación, se reportó que, 71 % de los costarricenses acostumbraban a consumir pollo de 1 a 3 días a la semana.

La Dra. Bolaños, responsable del Laboratorio de Enteropatógenos, Centro Nacional de Referencia de Bacteriología, del INCIENSA, declaró, en una entrevista que se realizó, vía

correo electrónico, que no se puede estimar, en la actualidad, si existe alguna diferencia en la casuística entre las provincias, ya que, el dato estaría sesgado por la ubicación de los laboratorios que están realizando el aislamiento de la bacteria, de igual manera, no cuentan con una casuística nacional, ya que no es una enfermedad de declaración obligatoria por parte de la población. En la actualidad, la institución, se encuentra analizando la información correspondiente al período 2010 – 2015, por lo que no se tienen datos más recientes. Además, desconocen qué medidas se han tomado para prevenir o controlar la enfermedad, ya que, los reportes de los resultados son enviados al laboratorio que refirió la muestra con copia a la región de procedencia del paciente tanto del Ministerio de Salud (MS) como de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y a la Dirección de Vigilancia del MS (Cuadro 3) (H. Bolaños, comunicación personal, 28 de Octubre de 2016).

Cuadro 3: Egresos hospitalarios debida a *Campylobacter* por año según sexo y provincia de referencia. C.C.S.S., 1997 - 2015

Sexo y provincia	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	27	20	13	10	21	29	25	22	19	16	12	9	16	16	7	11	10	14	6
Hombre	15	11	5	2	12	15	18	10	13	10	6	6	11	6	2	7	4	5	3
San José	8	5	1	2	6	7	8	6	9	4	2	2	4	2	-	5	3	4	1
Alajuela	2	5	1	-	1	2	3	-	2	1	-	1	2	3	1	-	-	-	1
Cartago	1	-	2	-	2	1	3	3	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Heredia	3	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Guanacaste	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-
Puntarenas	1	-	1	-	2	3	4	1	-	2	3	2	3	1	1	1	-	-	-
Limón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Extranjeros	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mujer	12	9	8	8	9	14	7	12	6	6	6	3	5	10	5	4	6	9	3
San José	5	5	5	4	7	7	3	7	2	3	5	2	4	7	4	1	3	7	3
Alajuela	4	1	-	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-
Cartago	-	1	1	1	-	4	2	1	3	3	-	1	-	-	-	-	-	1	-
Heredia	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Guanacaste	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Puntarenas	1	1	2	1	1	2	2	1	1	-	-	-	1	-	1	3	-	1	-
Limón	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

(Tomado de: C.C.S.S., Área de Estadística en Salud; Licda. María de los Ángeles Sánchez Chinchilla, Dirección de Proyección de Servicios de Salud, comunicación personal, 16 de Diciembre de 2016).

Zumbado (2015), obtuvo como resultado una prevalencia nacional general para *Campylobacter spp.* de 59.37%, donde se muestrearon 352 muestras, las cuales se distribuyeron en 152 muestras de granja, 104 de planta de proceso y 96 de punto de venta. La prevalencia general de *C. jejuni* fue de 42.85%, la de *C. coli* de 3.1%, mientras que para contaminación con ambas especies estudiadas fue 8.69%.

5.1.4. Caracterización del Riesgo

Tal como lo menciona Hartnett et al., (2009), “en esta etapa, se combina la información recogida durante las etapas de identificación de peligros, evaluación de la exposición y caracterización de peligros, para generar estimaciones de la probabilidad de que tengan lugar fenómenos perjudiciales, tras la preparación y el consumo de pollo. En esta etapa se vincula la probabilidad y la magnitud de la exposición a *Campylobacter spp.* con la probabilidad de que tenga lugar la enfermedad.”

Específicamente, la evaluación, no proporciona estimaciones del riesgo absoluto atribuible a un sistema. Con el fin de caracterizar un sistema específico, es necesario captar las características de ese sistema (cada sistema o país, tiende a ser diferente en grados variables), y los datos específicos de ese sistema aplicado, o si se utilizan datos alternativos, entonces estos datos deben ser, cuidadosamente, examinados (FAO & OMS, 2009).

En el estudio realizado por Zumbado, 2016, se obtuvo una prevalencia general para *Campylobacter spp.* de 59.37%, del cual 42.85% corresponde a *C. jejuni*, 3.1% a *C. coli* y, 8.69% a contaminación con ambas especies (mixta). En cuanto a la prevalencia en carcasa fue de 61.53%, y de 60.42% en puntos de venta.

La prevalencia estimada de *Campylobacter* en granjas de pollos, así como en explotaciones de otras especies de abasto depende de la estación del año, edad de los animales, tamaño y tipo de explotación, alimentación manejo y situación geográfica (Cuadro 4) (García et al., 2013).

Cuadro 4: Prevalencia de *Campylobacter spp* en lotes de pollos de engorde en diferentes países.

PAÍS	PREVALENCIA (%)	AÑO DE PUBLICACIÓN
Estados Unidos	90	1995
	87,5	2001
Canadá	48	1984
Reino Unido	76	1993
	> 90	2000
Dinamarca	42,5	2001
	44,6	2002
Holanda	82	1994
	57	1996
Suecia	27	1996
Alemania	47	1999
Italia	80	2000
Francia	42,7	2001
Malasia	82	1996

(Tomado de: García et al., 2013).

Los datos, deben de interpretarse con cautela, ya que, las diferencias entre los países pueden deberse, en parte, a diferentes sistemas de manejo, distinta densidad de animales, distancias entre unas granjas y otras, estado de las granjas, y reglamentaciones zoonosanitarias diferentes. También, otros factores que influirán en gran medida en los resultados de prevalencia serán la metodología de muestreo utilizada (tipo de muestra, número de granjas incluidas en el estudio) y la utilización de distintos métodos de aislamiento (García et al., 2013).

Actualmente, existen pocos o ningún dato sobre las rutas de exposición, los factores de riesgo y la enfermedad asociada con *Campylobacter* en los países en desarrollo; por lo tanto, la posibilidad de una evaluación nacional detallada del riesgo microbiano cuantitativo (QMRA por sus siglas en inglés) puede requerir una capacidad que, actualmente, no existe en muchos países en desarrollo (FAO & OMS, 2009).

Para el siglo XXI, se han desarrollado un total de diez evaluaciones cuantitativas de riesgos microbiológicos y siete modelos de procesos de consumo (CPM por sus siglas en inglés); pero, a pesar de la disponibilidad de estos trabajos, no hay una receta exacta para una evaluación de riesgos de la granja a la mesa, ni criterios, explícitamente, definidos, sobre, los cuales, los evaluadores de riesgo puedan comparar la utilidad del modelo (Chapman et al. 2016).

La transmisión de *Campylobacter* en una granja, inicia con el simple hecho que un sólo pollo se enferme. El mecanismo por el cual una sola ave se colonice por la bacteria, y el momento en que esto ocurre, generalmente, se desconoce. Posteriormente, dará inicio a la transmisión y colonización del resto de las aves; período en el cual, el microorganismo se excreta por las heces de las aves positivas; y debido a que, los pollos de engorde tienden a ser coprófagos, permite que ingieran el organismo, y por ende, la transmisión entre ave y ave; además, la contaminación de las fuentes de agua y alimentación es posible. En un período, relativamente, corto, se supone un umbral, donde el nivel de contaminación es suficiente para causar colonización en aves como resultado de la ingestión de pienso y agua contaminados, lo que facilita la diseminación de *Campylobacter* dentro de la granja, hasta que todas las aves estén colonizadas (FAO & OMS, 2009).

Hartnett et al. (2009) y FAO & OMS (2009), basaron su modelo en un sistema con una prevalencia general en la bandada del 80%, en el que los pollos se encontraban refrigerados con agua sin cloro libre y se vendían frescos (refrigerados, pero no congelados). “Este modelo se ejecutó 10 000 veces; y simula pollos procedentes de bandadas positivas y negativas de manera separadas. En general, para las bandadas positivas, además del aumento inicial de la contaminación durante el transporte de los pollos, el nivel medio de

contaminación desciende a lo largo del proceso. Es, particularmente, interesante que, los niveles de contaminación estén más cercanos durante el desplumado, lo que indica una menor variación del nivel de contaminación. Aunque el nivel medio desciende en esta etapa, el proceso de desplumado hace que la contaminación se propague de un pollo a otro en un proceso de mezcla, de forma que los pollos con bajos niveles de contaminación se contaminan más con los materiales de las canales muy contaminadas que desprende la maquinaria desplumadora.” Además, este modelo simula un sistema en el que, las bandadas llegan al matadero aleatoriamente, de forma que, puede llegar primero una bandada positiva, después una negativa y a continuación otra positiva, lo que provoca la contaminación cruzada entre las aves, principalmente, por los equipos y utensilios; lo que se podría subsanar, sacrificando de primero las granjas negativas.

También, es muy común que se produzca, contaminación cruzada durante el transporte de los animales. La frecuencia con la que se produce esta contaminación depende de varios factores (Hartnett et al., 2009 y FAO & OMS, 2009):

- La prevalencia general de las bandadas positivas (que determina la probabilidad de que una bandada negativa se transporte en un camión utilizado, previamente, para transportar bandadas positivas).
- La mejora de la logística que utiliza la industria, como el transportar y procesar animales negativos antes que los positivos.
- Las estrategias de gestión utilizadas por la industria, como limpiar y desinfectar los camiones entre una carga y otra.

Evidentemente, la probabilidad de que esto suceda, decrece a medida que lo hace la prevalencia de bandadas positivas en el sistema (Hartnett et al., 2009 y FAO & OMS, 2009).

En el estudio anterior, en conclusión, la prevalencia reduce la probabilidad, sin embargo, cualquiera de las estrategias de manejo, harían lo mismo de diferentes maneras y, quizás, con diferentes grados de efectividad. El empleo de una combinación de estrategias hará un efecto sinérgico, de modo que una reducción en la prevalencia, junto con la desinfección de los camiones y el procesamiento de las bandadas negativas de primero,

tendrá un mayor efecto que cualquier estrategia por si sola. El costo-beneficio, la eficiencia y la viabilidad de un enfoque o mezcla apropiada de enfoques, se tendrán que tener en cuenta en la decisión general (FAO & OMS, 2009).

Desde la perspectiva de la gestión de riesgos, la correspondiente reducción del riesgo como resultado de la reducción de la prevalencia, suele ser la base sobre la cual se puede tomar una decisión razonable. Por lo tanto, a menudo, es deseable, saber cuánto será la reducción del riesgo relativo, dada la reducción de la prevalencia. Desde la perspectiva de la gestión de riesgos, se podría decir que, si la prevalencia, o frecuencia con la que se contaminan los pollos en el lugar de venta se reduce, la reducción del riesgo será proporcional. Dicho de otra manera, una reducción del 50% en la prevalencia es estimado para dar lugar a una reducción del 50% en el riesgo esperado (FAO & OMS, 2009).

Las especies del género *Campylobacter*, son sensibles a un pH bajo y, por lo que, las condiciones del tracto gastrointestinal debe ser suficientes para eliminar la mayoría de bacterias que lo atraviesan; lo que, hace necesario la ingestión de unos 800 a 1×10^6 microorganismos para producir la enfermedad en el 10% - 50% de las personas. Sin embargo, resulta paradójico que dosis infectivas menores a 1000 de *C. jejuni* son capaces de iniciar la enfermedad (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2006).

El Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos de los Estados Unidos (FSIS por sus siglas en inglés) somete a muestreo para *Campylobacter* a lo que ellos llaman “pollos jóvenes”, donde están incluidas las carcasas de gallinas silvestres Cornish, pollos de engorde, pollos para freír y pollos para rostizar. Otras clases de productos de pollo como: capón, gallina, ave de corral, pollo para hornear, y gallo o pollo adulto, no se encuentran sujetas a las pruebas de verificación del FSIS. Además, no obtiene muestras de pollos o productos de pollo elaborados conforme a la exención religiosa y que no tengan la marca de inspección, ni las analiza para detectar *Campylobacter*. Las aves de corral exentas por motivos religiosos se consideran un producto único, que no estaba incluido en los estudios de referencia de los cuales derivaron las normas de desempeño para *Salmonella* y

Campylobacter (Cuadro 5) (Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos, 2013).

Los productos de cualquier clase de producto redirigidos para la fabricación de alimentos para mascotas sin la marca de inspección no están sujetos a la obtención de muestras del FSIS para *Salmonella* o *Campylobacter*. También, un establecimiento está excluido de la obtención de muestras, cuando procese todo el producto de una clase de producto para obtener producto listo para consumir o traslade todo el producto de una clase de producto a otro establecimiento oficial inspeccionado por el gobierno para que se someta a procesamiento adicional y se obtenga un producto listo para consumir (Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos, 2013).

Cuadro 5: Normas de desempeño. Procedimientos de Muestreo para *Salmonella* y *Campylobacter* en Pollos Jóvenes.

Clase de producto	Patógeno	Norma de desempeño	Cantidad de muestras analizadas	Método de muestreo	Cantidad máxima de resultados positivos para satisfacer la norma	Norma revisada implementada
Pollos jóvenes (carcasa)	<i>Salmonella</i>	7.5 %	51	100 ml de enjuague de BPW	5	1 de julio de 2011
	<i>Campylobacter</i>	10.4 %			8	

(Tomado de: Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos, 2013)

El número de bacterias en las canales contaminadas, inmediatamente, después del enfriador (chiller), es de 2,871 log₁₀ cfu. Esto representa una disminución considerable sobre las aves contaminadas en el momento de la entrada a la elaboración que es de 6,71 log₁₀ ufc (Lake et al., 2007).

5.2. Gestión del Riesgo

A nivel internacional, son bastantes las opciones de prevención y control hacia campilobacteriosis que los países han ido adoptando.

A nivel de la Unión Europea, la situación es bastante variada, por ejemplo, en países como Suiza, la notificación del *Campylobacter spp.*, es muy completa, mientras que en Portugal no es de declaración obligatoria (A. Canals i Rosell, 2016).

La Unión Europea por medio de la Dirección General de Sanidad y Protección de los Consumidores, realiza la Prevención y Control de las Infecciones de las Enfermedades de Declaración de la Unión Europea, y edita los boletines europeos de vigilancia de las enfermedades transmisibles, uno semanal (Eurosurveillance Weekly) y otro mensual (Eurosurveillance Monthly) (A. Canals i Rosell, 2016).

En Suiza la Oficina Federal de Salud Pública (OFSP), se ocupa del censo de las enfermedades infecciosas; informa de la epidemiología del *Campylobacter spp.*, con la declaración de las enfermedades infecciosas de transmisión feco-oral. En Inglaterra y País de Gales, el Centro de Vigilancia de las Enfermedades Transmisibles (CDSC), se ocupa del censo de las infecciones gastrointestinales (A. Canals i Rosell, 2016).

En cuanto a protocolo de vigilancia, en España, la comunidad autónoma notifica, de forma individualizada, los casos confirmados al Centro Nacional de Epidemiología (CNE), a través de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, y envía la información de la encuesta epidemiológica de declaración del caso, que realizan, al menos, una vez al mes (Instituto de Salud Carlos III. Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2013).

En caso de algún brote en la UE, se inicia una investigación epidemiológica, con el objetivo de determinar la fuente de infección y el modo de transmisión; y las medidas preventivas o de control se adoptan de acuerdo con los resultados de dicha investigación. Además, el Servicio de Vigilancia de la comunidad autónoma envía el informe final, junto a las encuestas epidemiológicas de los casos implicados, al CNE, en un periodo de tiempo no superior a tres meses, después de que haya finalizado su investigación. Si se sospecha un brote supracomunitario, o cuando su magnitud o extensión requieran medidas de coordinación nacional, el Servicio de Vigilancia de la comunidad autónoma informa, de carácter urgente al Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias del Ministerio de Sanidad y Servicios Sociales e Igualdad y, al Centro Nacional de Epidemiología., para valorar las medidas a tomar y, si fuera necesario, la notificación al Sistema de Alerta y Respuesta Rápida de la Unión Europea y a la Organización Mundial de la Salud (OMS), de acuerdo con el Reglamento Sanitario Internacional (Instituto de Salud Carlos III. Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2013).

Las medidas que se toman ante la salud pública, en caso de un proceso de estos, de manera general, se procede a la rehidratación y reposición de electrolitos. El tratamiento con antimicrobianos solo tiene valor si se usa en las fases tempranas de la infección, en los casos graves y, para la eliminación del estado de portador; en estos casos, el tratamiento con antibióticos de elección, para el caso de *C. jejuni* o *C. coli* es, eritromicina o fluoroquinolonas. Además, se toman las precauciones de aislamiento entérico, en caso de ingreso hospitalario; se excluyen del trabajo o de la asistencia a clases hasta 48 horas después de que las deposiciones sean normales. (Instituto de Salud Carlos III. Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2013).

A todo esto, A. Canals i Rosell, 2016, menciona y propone que las medidas de control que se pueden tomar, para disminuir la incidencia del *Campylobacter spp.*, son:

- Canales de pollo a 4°C, no romper la cadena del frío.
- Establecimiento de un método oficial o de referencia para el aislamiento del *Campylobacter spp.*

- Vigilancia y control de los establecimientos alimentarios que elaboran, manipulan y distribuyen alimentos (fomentar e impulsar los Sistemas de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, APPCC).
- Educación sanitaria de los manipuladores de los alimentos y de las amas de casa (muchos de los casos se producen en el domicilio, en particular, al cocer alimentos en el microondas, donde no quedan cocidos en su totalidad).
- Sacrificio de pollos libres de *Campylobacter spp.* (en Estados Unidos utilizan Fosfato Trisódico como agente antimicrobiano, que reduce la población de *C. jejuni*, *S. Tiphimurium* y de *E. Coli 157:H7*).

Por otro lado, volviendo al caso de Costa Rica, las diarreas por *Campylobacter spp.* no son de notificación obligatoria por parte de la población; sin embargo, algunos laboratorios de la Red Nacional de Laboratorios de Bacteriología (Área de Salud de Pavas, Hospital Carlos Luis Valverde Vega, Hospital Nacional de Niños, LABIN, entre otros), realizan el aislamiento de la bacteria, y la envían al Centro Nacional de Referencia de Bacteriología (CNRB) del INCIENSA para su confirmación, identificación de especie y prueba de sensibilidad a los antibióticos. El CNRB, además, realiza el diagnóstico del agente en casos de brotes de diarrea y de defunciones con antecedentes de diarrea / deshidratación, referidas por el OIJ (INCIENSA, Hilda Bolaños, responsable Laboratorio de Enteropatógenos, Centro Nacional de Referencia de Bacteriología, comunicación personal, 28 de Octubre de 2016).

La mayoría de las personas, que contraen la campilobacteriosis, se recuperan en un período de 5 a 8 días. Cuando el sistema inmunitario de una persona no funciona bien, la infección por esta bacteria puede propagarse al corazón o al cerebro. Además, podrían contraer, una forma de artritis llamada artritis reactiva, y un problema de los nervios llamado síndrome de Guillain-Barré, que conduce a parálisis, los cuales son infrecuentes (Zumbado et al., 2014 / Lapierre, 2013).

Por lo anterior, es importante evaluar el riesgo de la bacteria, mediante una vigilancia activa del agente, a través de toda la cadena alimentaria, es decir, desde la granja hasta la mesa; y a la vez controlar, en cada etapa de producción, su presencia.

En la **granja**, son importantes, para evitar su transmisión:

- Las Buenas Prácticas Pecuarias, para disminuir que las bacterias se propaguen entre los animales y las personas.
- Debe existir una buena pasteurización de la leche.
- Tratamiento de las fuentes de agua.

Dentro del **establecimiento** procesador o distribuidor, es de suma importancia seguir pautas de (Cuadro 6):

- Buenas Prácticas de Manufactura e Higiene (BPMH) apropiadas.
- Implementación del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés).
- Poseer medidas de control, tales como:
 - El uso de cloro o ácido peracético en el agua de enfriamiento, o en una canoa de inmersión o aspersión.
 - Disminución pronta de la temperatura a 4.4°C o menos.
 - También, el uso de rociado con cloruro cetil piridina post enfriamiento, ha demostrado una reducción significativa de *Campylobacter spp* (Zumbado, 2016).
- Tener controles bien establecidos en el momento de eviscerar el pollo para evitar la ruptura de intestinos, y su posterior contaminación con materia fecal, ya que, se ha visto que *Campylobacter spp*, se encuentra en mayor cantidad en contenido cecal (Zumbado, 2016).

- Mantener un cronograma de muestreo para la bacteria, y establecer parámetros, para evaluar la necesidad de mejoras en la empresa.

Cuadro 6: Recomendaciones para el control de *Campylobacter* spp. en las diferentes etapas del proceso

Etapa de Proceso	Recomendaciones
Andén Pollo en Pie	<p>Asegurar las correctas condiciones de limpieza y desinfección de las jabas y los vehículos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Secado de los jaulones con aire forzado. - Temperatura del agua > 55 °C. - Utilización de detergente alcalino clorado. - Considerar la incorporación del lavado de jabas y vehículos en el HACCP, como una etapa productiva más.
Escaldado	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar un escaldador con flujo contracorriente. - Tener una tasa de renovación de agua adecuada. - Disponer de un escaldador multi-etapa.
Desplumado	<ul style="list-style-type: none"> - Correcto ajuste de la presión ejercida sobre la canal (homogeneidad de lotes). - Disponer de una fase de duchado a la salida de la desplumadora para reducir la contaminación de las canales a la salida de esta. - Desinfección y mantenimiento adecuado de la desplumadora. - Ajuste de los equipos y correcto mantenimiento.

Eviscerado

- Inspección visual de rotura de paquete intestinal.
- Asegurar un correcto duchado de las canales.
- Controlar y reducir la contaminación ambiental en la sala de eviscerado.
- Control de la humedad ambiental.

Proceso

- Asegurar un correcto duchado de las canales.
- Controlar el flujo de aire del túnel y la velocidad de la línea.
- Asegurar la correcta limpieza y desinfección de los ganchos (continua), equipos y utensilios.

Envasado

- Limpiezas intermedias de las superficies de contacto.
 - Envasado al vacío.
 - Atmosferas modificadas.
-

(Fuente: Laureano, 2013)

En los **puntos de venta**, es importante:

- Tener mayor rigurosidad en la inspección y auditorias por parte de la entidad competente.
- Garantizar que se cumplan las BPMH.
- Cumplir con la cadena de frío de los productos.
- Evitar la contaminación cruzada con otras especies.

Finalmente, en el **lugar de consumo**, se requiere prestar, especial atención, a un manejo adecuado de los alimentos en la cocina:

- Se deben lavar las manos y las superficies, frecuentemente.
- Separar las carnes, aves y pescados crudos de otros alimentos.
- Separar alimentos cocidos de crudos.
- Se debe cocinar el pollo hasta una temperatura mínima adecuada de 73.9 °C.
- Se deben enfriar los alimentos, prontamente.

Es importante, igualmente, que aquellas personas con diarrea, acudan al centro médico, y que en este se le realicen estudios, como análisis microbiológicos, con el objetivo de conocer el origen del mal, y así, poder tener estadísticas de la enfermedad en el país, ya que al día de hoy no se tiene ningún informe, según las fuentes citadas.

Las aves de corral, representan un papel clave, bien establecido, como reservorio de la infección, por lo que existe la necesidad indispensable de vacunas o tratamientos para limitar la entrada de *Campylobacter spp.* en la cadena alimentaria y el ambiente (Zumbado, 2016).

Al no tener, en Costa Rica, una estadística de la enfermedad, se le recomienda y propone a las autoridades competentes, en este caso SENASA, iniciar utilizando el cronograma de muestreo que realiza Estados Unidos, debido a que es un socio comercial bastante importante, y las condiciones sanitarias son muy similares entre ambos países; y una vez teniendo la casuística de muestras positivas versus negativas, se podría analizar y establecer un cronograma propio, basándose en la realidad país.

En este tipo de muestreo de Estados Unidos, se realiza un set de 51 muestras de carcasas enjuagadas con agua de peptona tamponada (BPW), a la salida del sistema de enfriamiento (chiller), permitiendo, únicamente, 8 muestras positivas (Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos, 2013); este muestreo, se debe realizar cada semestre, tal y como se hace, actualmente, para el caso de *Salmonella spp.* Se seguirá el protocolo ISO 10272-1:2006 modificado por el Departamento Agrícola de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). A cada muestra

se le realiza un enjuague con 400 ml de agua peptonada bufferada-BPW; posteriormente, se toman 30 ml del enjuague y se procede a enriquecer en Caldo Preston, luego, se incuba por 48 horas a 42 ± 1 °C, en condiciones de microaerofilia (10% O₂, 5% CO₂ y N₂ para balance), utilizando sobres generadores Campygen (Zumbado, 2014). Consecutivamente, una alícuota de 30 µl del enriquecimiento selectivo es transferida a las placas de agar Modified Charcoal Cefoperazone Deoxycholate-mCCDA. Después de 48 horas de incubación, las colonias presuntivas son confirmadas a nivel de género por pruebas enzimáticas (Citocromo-oxidasa C y Catalasa) y se les determina la morfología microscópica (Zumbado, 2014).

5.3. Comunicación del Riesgo

En todo análisis de riesgos, es importante, establecer procedimientos para garantizar que se consiga una comunicación adecuada en los momentos oportunos, y que en cada caso intervengan los participantes pertinentes (OMS/FAO, 2007).

A pesar de que, en Costa Rica, las diarreas por *Campylobacter* no son de notificación obligatoria, es de suma importancia, evaluar la presencia de dicha bacteria, así como los impactos socioeconómicos, que esta puede traer a nivel nacional; por lo que es necesario, hacer conciencia a las personas para que reporten los casos de diarreas, ya sea por comunicados de prensa, o campañas de salud, donde se le explique a los habitantes, las causas y consecuencias de esta enfermedad transmitida por los alimentos (ETA), y cómo se puede prevenir o controlar; donde trabajen en conjunto, el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), el Ministerio de Salud (MS) y la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS).

Por otro lado, se debe iniciar la evaluación del riesgo en las granjas de producción avícola, mediante el Programa Avícola Nacional (PAN); posteriormente, se evalúa en las plantas procesadoras de aves mediante muestras de producto terminado, para tener idea, cuanto es la cantidad presente a nivel país; realizar un procedimiento donde se mencione cómo se debe tomar la muestra, en que matriz y con qué frecuencia; luego, la autoridad

competente, debe realizar un cronograma de muestreo, dependiendo de la casuística estudiada, anteriormente, y, finalmente, tomarlo en cuenta en sus normativas, para que rija a nivel nacional, luego de su publicación en el Diario Oficial La Gaceta.

Capítulo 6 - CONCLUSIONES

En Costa Rica, se desconoce acerca de la bacteria *Campylobacter spp.*, no sólo en el ámbito de los consumidores de carne de aves, sino también en el área de salud pública. No se encuentran reportados todos los casos de campilobacteriosis, debido a la falta de conocimiento por parte de los habitantes; además, no es una enfermedad de declaración obligatoria, por parte de las autoridades competentes ni de la población en general. Incluso, no existe un laboratorio oficializado para realizar los análisis de las muestras, y el procedimiento de laboratorio para su investigación es poco conocido; lo que dificulta la realización de un análisis de riesgos preciso y eficaz; y denota la debilidad tan grande, en materia de salud, que presenta el país, luego de estudiar todos los casos donde la enfermedad se confirma.

Tomando en cuenta que, *Campylobacter spp.* es uno de los principales patógenos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) a nivel mundial, que se presenta de forma esporádica, el cual, puede llegar a complicarse en fases peligrosas y afectar, especialmente, a los niños y adultos mayores, así como a personas inmunosuprimidas; frecuentemente, asociado a la cadena avícola y, aunado a que el consumo per cápita de pollo en Costa Rica es de, aproximadamente, 25 kg por persona por año, por encima de los países centroamericanos y de Colombia, se hace imprescindible conocer la situación de este agente patógeno en la cadena productiva de pollo para consumo humano en Costa Rica (Zumbado et al., 2014).

A partir de esta investigación, se concluye que las enfermedades transmitidas por los alimentos, son un problema bastante amplio, tanto para los países en desarrollo como para los países desarrollados, ya que provocan, pérdidas humanas y económicas.

Lavagni, 2007, estima que “...Hasta un tercio de la población de los países desarrollados podría sufrir cada año los efectos de enfermedades transmitidas por los alimentos, y es probable que el problema sea todavía más extenso en los países en desarrollo, donde las enfermedades diarreicas transmitidas por los alimentos y el agua acaban cada año con la vida de unos 2,2 millones de personas, niños en la mayoría”.

Por lo anterior, es que toma tanta importancia el análisis de riesgos, ya que es un proceso estructurado, que ofrece a los encargados de la reglamentación o normativa en materia de alimentos, de un país, la información y las pruebas que necesitan para una toma eficaz de decisiones, sobre el nivel de riesgo de un determinado contaminante en la cadena alimentaria, lo que contribuiría a mejorar los resultados en el ámbito de la inocuidad de los alimentos y de la salud pública. A su vez, es utilizado para respaldar y mejorar la elaboración de normas, así como para abordar cuestiones de inocuidad de los alimentos resultantes de los nuevos peligros o de desajustes en los sistemas de control de los alimentos.

Esto, es de gran ayuda a los gobiernos, ya que, les facilita decidir qué medidas deberían adoptar como respuesta ante determinado peligro; además, al identificar los distintos puntos de control a lo largo de la cadena alimentaria en que podrían aplicarse las medidas, las autoridades podrían sopesar los costos y beneficios de estas distintas opciones y determinar las más eficaces.

Cabe destacar que, para la correcta elaboración de un análisis de riesgos, es imprescindible, que en Costa Rica, se inicie por concientizar a la población, en declarar cualquier situación de diarrea a los centros médicos, y que estos realicen la toma de muestras necesarias para conocer la causa; además, es importante evaluar dicho microorganismo en las granjas avícolas y en los establecimientos procesadores de aves; y de esta forma poder evaluar cuál es el nivel de *Campylobacter spp.* presente en el medio, y

así continuar con el análisis de riesgos para poder proponer un adecuado plan de muestreo, que se ajuste a la realidad de Costa Rica.

Capítulo 7 - RECOMENDACIONES

En primer lugar, debido a la limitación de tiempo que presentó el proyecto, se recomienda, realizar un análisis de riesgos con trabajo en campo, para evaluar la presencia de *Campylobacter spp.* y sus especies, en Costa Rica, basado en la realidad país, tanto en granjas avícolas como en plantas de proceso.

También, se recomienda iniciar con un proceso de recopilación de datos, que se encuentre bien estructurado y se ejecute de manera que, en última instancia, proporcione información que pueda utilizarse en una evaluación de riesgos. Además, el proceso debe estructurarse para que los datos no proporcionen conclusiones engañosas en una fase temprana del proceso (FAO & OMS, 2009).

Es importante evaluar el riesgo de la bacteria hacia la población, socialmente, y la economía del país.

Luego, en cuanto a la bacteria en sí se refiere, es recomendable tener medidas de control, a través de toda la línea de producción, desde la granja hasta la mesa.

Dentro de las granjas avícolas, se recomienda mantener un mayor control de la bioseguridad, evitar el ingreso y egreso de personas ajenas a la operación, el acceso y anidamiento de plagas, como roedores y aves silvestre, y un estricto control de poblaciones de insectos. Además, se debe cumplir con las buenas prácticas pecuarias (BPP), impuestas por las instalaciones, como: higiene, salubridad, cloración del agua de bebida, manejo todo dentro - todo fuera y descontaminación del alojamiento.

En las explotaciones avícolas, durante el proceso de sacrificio y transformación de los alimentos, se deben revisar las condiciones sanitarias. Es imprescindible aplicar buenas prácticas de higiene y manufactura (BPHM) en el personal responsable, transporte y mataderos.

Es recomendable congelar la carne de aves de corral como estrategia de mitigación del riesgo.

Cumplir con los criterios microbiológicos de las materias primas y del producto final, y los sistemas de autocontrol basados en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control es una recomendación que cualquier establecimiento procesador de alimentos para consumo humano debe adoptar.

Es trascendental realizar la correcta limpieza y desinfección de los utensilios, las máquinas y las superficies de contacto, y no contacto, para evitar la contaminación cruzada.

En el hogar, se recomienda seguir pautas de buenas prácticas de higiene y manipulación en la preparación y cocción de los alimentos, como (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2013):

- Lavado de las manos antes de manipular cualquier alimento.
- Evitar el agua no tratada.
- Desinfección de los utensilios, tablas, superficies.
- Mantener los alimentos calientes hasta su consumo.
- Tras el consumo de los alimentos, refrigerar los excedentes lo antes posible a una temperatura igual o menor a 5°C.
- Evitar consumir leche cruda, que no haya sufrido tratamiento térmico, y sus productos derivados.
- Mantener la cadena de frío durante el transporte y la distribución.
- No descongelar los alimentos a temperatura ambiente, utilizar agua a 10 °C o cámaras de enfriamiento con una temperatura igual o menor a 4.4 °C.
- Evitar la contaminación cruzada de alimentos crudos con cocidos.

- Lavar bien las frutas y hortalizas con agua corriente cuando vayan a ser consumidos en crudo.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación, se recomienda la aplicación de planes de vigilancia y control de *Campylobacter spp.*, desde la producción primaria, hasta el consumidor final, con la notificación, a las autoridades de salud competentes, para tener una estadística de la enfermedad en el país; y así, lograr la realización de un análisis de riesgo contundente, basado en la realidad de Costa Rica; para su posterior, puesta en práctica, de un plan de muestreo.

En cuanto a las muestras que se deben tomar para su diagnóstico, se recomienda, recolectar las muestras de deposiciones con hisopo rectal o bien, por evacuación espontánea, pudiendo mantenerse a temperatura ambiente, por algunas horas, evitando su desecación. (Farace et al., 2007).

Capítulo 8 – BIBLIOGRAFÍA

A. Canals i Rosell. (2016). Campylobacteriosis en aves de corral. 10, Noviembre, 2016, de Departament de Sanitat i Seguretat Social. Generalitat de Catalunya. Sitio web: http://www.adiveter.com/ftp_public/campilobacteriosis%20aves%20corral.pdf

Antillón, Florencia, Odio, Emilia & García, Vera. (2016). Presencia de *Campylobacter jejuni*, *C. coli* y *C. lariidis* en Pollos Frescos del Área Metropolitana de San José, Costa Rica. 15-10-16, Sitio web: <http://www.binnasss.sa.cr/revistas/rccm/v8n1/art7.pdf>

Bolivar Soto, Karla V. (2015). Actividad Profesional Final. Presencia de *Campylobacter* spp. en diferentes Etapas de Proceso en una Planta de Sacrificio de Aves. Universidad Veritas, Escuela de Medicina y Cirugía Veterinaria “San Francisco de Asís”.

Centro de Recerco en Sanidad Animal (CReSA). (2016). Campilobacteriosis. 06, Noviembre, 2016, de CReSA Sitio web:
<http://www.cresa.es/granja/campilobacteriosis.pdf>

Chapman, Brennan, Otten, Ainsley et al. (2016). A review of quantitative microbial risk assessment and consumer process models for *Campylobacter* in broiler chickens. El Sevier, pp. 3 - 15.

Codex alimentarius. (2013). Directrices para los Gobiernos sobre la priorización de Peligros en los Piensos. CAC/GL 81-2013). 08, Noviembre, 2016, de FAO Sitio web: www.fao.org/input/download/standards/13312/CXG_081s.pdf

Comunidad Vegana de Costa Rica. (2016). Resultado Censo 2016. 29, noviembre, 2016, de Comunidad Vegana de Costa Rica. Sitio web:
<https://veganos.cr/otros/resultados-censo-2016>

Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos. (2013). Directiva de FSIS 10,250.1 - Programa de Verificación de *Salmonela* y *Campylobacter* para Productos de Carnes y Aves de Corral Crudos. 26, noviembre, 2016, de USDA Sitio web:
<http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/45d64449-505f-4669-a624-45f775c2dcec/10250.1-Spanish.pdf?MOD=AJPERES>

Domínguez, C., I. Gómez, y J. Zumalacárregui. 2002 Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in retail chicken meat in Spain. *Int. J. Food. Microbiol.* 72:165-168.

El Sitio Avícola (2014). Aumentó consumo de pollo en Costa Rica. Recuperado el 04-02-17 de <http://www.elsitioavicola.com/poultrynews/29588/aumenta-consumo-de-pollo-en-costa-rica/>.

European Food Safety Authority (EFSA). (2016). *Campylobacter*. 07, Noviembre, 2016, de EFSA Sitio web: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/campylobacter>

Ewnetu, D., y A. Mihret. 2010. Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* isolates from humans and chickens in Bahir Dar, Ethiopia. *Foodborne Pathog. Dis.* 7:667-670.

FAO. (2000). Identificación de peligros, caracterización de peligros y evaluación de exposición de *Campylobacter spp.* en pollos para asar. 03 de Octubre, 2016, de Departamento de Agricultura - FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/008/ae521s/ae521s06.htm>

FAO & OMS. (2003). Caracterización de peligros de patógenos en los alimentos y el agua. 28, setiembre, 2016, de FAO / OMS Sitio web: <https://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1350/dn1350/spanish.pdf>

FAO & OMS. (2009). Risk Assessment of *Campylobacter spp.* in Broilers Chickens. 15, noviembre, 2016, de Microbiological Risk Assessment Series No 12. Sitio web: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jemra/MRA_11.pdf

Farace, María Isabel y Viñas, María Rosa (2007). Manual de Procedimientos para el Aislamiento y Caracterización de *Campylobacter spp.* 13, noviembre, 2016, de

Departamento Bacteriología Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas, ANLIS “Dr. Carlos G. Malbrán”, Centro Regional de Referencia del WHO Global Salm Surv, para América del Sur. Sitio Web:

http://bvs.panalimentos.org/local/file/Manual_Campylobacter_31-08-2007.pdf.

Figueroa, G., M. Troncoso, C. López, P. Rivas, y M. Toro. 2009. Occurrence and enumeration of *Campylobacter spp.* during the processing of Chilean broilers. BMC Microbiol. 9:94. doi: 10.1186/1471-2180-9-94.

Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. (2013). Campylobacter. 17-09-16, de Elika. Sitio web:

http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento83/2.Campylobacter.pdf

Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. (2006). *Campylobacter jejuni* en Carnes de Aves. 15, noviembre, 2016, de Elika Sitio web:

<http://www.elika.net/datos/riesgos/Archivo22/Campylobacter%20en%20carne%20a%20ve%202006.pdf>

Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. (2005). ¿Qué es la Evaluación de Riesgos?. 10, Noviembre, 2016, de Elika Sitio web:

<http://www.elika.eus/datos/articulos/Archivo139/13.Evaluacion%20de%20riesgos.pdf>

García, FJ, Abad, JC et al. (2013). Epidemiología de *Campylobacter* en avicultura. 27, noviembre, 2016, de Congreso Científico de Avicultura Sitio web: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/fco_javier_garcia.pdf

Gavira Uribe, Alejandro, Ruiz Gómez, Fernando et al. (2013). Perfil de Riesgo de *Campylobacter spp.* en Pollos de Engorde. 08-05-16, de Instituto Nacional de

Salud, Ministerio de Salud y Protección Social, República de Colombia. Sitio web: http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/investigacion/ueria/Publicaciones/PERFIL%20CAMPYLOBACTER%20EN%20POLLOS.pdf?Mobile=1&Source=%2Flineas-de-accion%2Finvestigacion%2Fueria%2F_layouts%2Fmobile%2Fview.aspx%3FList%3Dfac7484e-cd21-44af-a7cd-99ca83c6771b%26View%3D4ab893b6-0fac-43df-a8cb-3f066d1656f9%26CurrentPage%3D1

Hartnett, Emma, Fazil, Aamir et al. (2009). Evaluación de riesgos de *Campylobacter spp.* en pollos para asar. Setiembre 19, 2016, de FAO y WHO. Sitio web: http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/MRA11_Sp.pdf

Instituto de Salud Carlos III. Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. (2013). Protocolos de las enfermedades de declaración obligatoria. 09, Noviembre, 2016, de Ministerio de Economía y Competitividad & Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad Sitio web: http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-servicios-cientifico-tecnicos/fd-vigilancias-alertas/PROTOCOLOS_RENAVE.pdf

Lake, Rob, Hudson, Andrew et al. (2007). Quantitative risk assessment for *Campylobacter* in New Zealand. 27, noviembre, 2016, de Institute of Environmental Science & Research Limited. Christchurch Science Centre. Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/280095791_Quantitative_risk_assessment_for_Campylobacter_in_New_Zealand

Lammerding, A., M. García, E. Mann, Y. Robinson, W. Dorward, R. Truscott, y F. Tittiger. 1988. Prevalence of *Salmonella* and thermophilic *Campylobacter* in fresh pork, beef, veal and poultry in Canada. J Food Protect. 51:47-52.

Lapierre A., Lisette. (Año 2013). Factores de Virulencia asociados a especies zoonóticas de *Campylobacter spp.* Avances en Ciencias Veterinarias, V28 N° 1, pp. 25 - 31.

Laureano, Laura. (2013). *Campylobacter* en la Cadena de Procesado en Matadero. 14, Noviembre, 2016, de Nutreco - Food Research Center Sitio web: http://www.cresa.es/cresa3/modulos/novedades/Novedades/2013/noticia281/Laura%20Laureano_Campylobacter_cadena_procesado_matadero.pdf

Lavagni, Giannina. (2007). Análisis de riesgos en los alimentos. 05, diciembre, 2016, de MEIC. Sitio web: <http://meic.go.cr/codex/noticias/docs/Analisis%20de%20riesgos%20en%20los%20alimentos.pdf>

Lobo Maín, Ricardo y Sandí Alfaro, Flor E. Análisis de un caso de Infección Neonatal por *Campylobacter sp.* 17-09-16, de Binass. Sitio web: <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rccm/v14n1-2/art9.pdf>

Martínez Herráez, Nuria. (2016). El Sector Avícola Latinoamericano en 2015: resumen por países. 26, octubre, 2016, de El Sitio Avícola. Sitio web: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2828/el-sector-avacola-latinoamericano-en-2015-resumen-por-paases/>.

MedlinePlus. (2016). Infección por *Campylobacter*. 26, octubre, 2016, de MedlinePlus Sitio web: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000224.htm>

New York State. Department of Health. (2003). Campilobacteriosis. 12. Noviembre, 2016, de Sitio web:

https://www.health.ny.gov/es/diseases/communicable/campylobacteriosis/fact_sheet.htm

OMS / FAO. (2007). Análisis de Riesgos relativos a la Inocuidad de los Alimentos. Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos. 25, Setiembre, 2016. Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-a0822s.pdf>

Organización Mundial de la Salud. *Campylobacter*. Nota descriptiva núm. 255. Octubre de 2011. (Tomado el 07-05-16 de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/es/>).

Organización Panamericana de la Salud & Organización Mundial de la Salud. (2016). Principio I: Realizar análisis de los peligros. 28, setiembre, 2016, de OPS / OMS
Sitio web:
http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10914%3A2015-principio-i-realizar-analisis-peligros&catid=7678%3Ahaccp&Itemid=41432&lang=es

Orihuel Iranzo, Enrique, Sanz Jiménez, Manuel et al. (2015). *Campylobacter*. La bacteria discreta. 11, Noviembre, 2016, de Betelgeux, S.L. Sitio web: <https://es.scribd.com/doc/313948238/Campylobacter-Bacteria-Discreta>

Osaili, T., A. Alaboudi, y R. Al-Akhras. 2012. Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Campylobacter spp.* in live and dressed chicken in Jordan. Foodborne Pathog Dis. 9:54-58.

- Rivera, Patricia, Hernández, Francisco et al. (1983). Observaciones sobre Epidemiología de las Infecciones por *Campylobacter fetus ssp jejuni*. Revista Médica Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera, 18, pp. 21 - 29.
- Rodriguez, Andrea. (2014). 71% de los costarricenses consume pollo de 1 a 3 días a la semana. La Nación Digital.
- Rodríguez Mendoza, Claudia. (2015). Gastroenteritis Infecciosa de Origen Bacteriana. 06, Noviembre, 2016, de Salud y Medicina Sitio web:
<http://es.slideshare.net/dracrm/infecciones-gastrointestinales-de-origen-bacteriano>
- Rojas, Xinia, Rojas, Yannia et al. (Marzo de 1996). *Campylobacter sp.* en pollos para consumo humano. Revista Costarricense de Ciencias Médicas, Vol. 17 N° 1, pág. 34 - 39.
- Sendra Pérez, Jordi. (2016). Criterios Microbiológicos aplicables a la Carne de Aves de Corral. 19, noviembre, 2016, de Prezi. Sitio web:
<https://prezi.com/jr7i29rfftbz/criterios-microbiologicos/>
- Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (2011) *Campylobacter* Preguntas y Respuestas. 19-09-16, de USDA Sitio web: http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/b5043546-9cf4-4be0-8a24-09e1885326a2/Campylobacter_QAs_SP.pdf?MOD=AJPERES
- Taremi, M., M. Mehdi, L. Gachkar, S. MoezArdalan, K. Zolfagharian, y M. Reza. 2006. Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* isolated from retail raw chickens and beef meat, Tehran, Iran. Int. J. of Food Microbiol. 108:401-403.

The Center for Food Security & Public Health. (2005). Campilobacteriosis. 06, Noviembre, 2016, de Iowa State University. Sitio web:

<http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/campilobacteriosis.pdf>

Vives, Marcela, Mata, Leonardo et al. (1984). Diarrea por *Campylobacter fetus jejuni* y otros agentes infecciosos en niños del área rural de Puriscal, Costa Rica. 11-10-16, de Instituto de Investigaciones en Salud (INISA), Universidad de Costa Rica. Sitio web: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24870>.

Vyas, Jatin M. 2014. Infección por *Campylobacter*. Medline plus. (Tomado el 07-05-16 de <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000224.htm>).

www.inec.go.cr

Zaidi, M., P. McDermott, F. Campos, R. Chim, M. León, G. Vázquez, G. Figueroa, E. López, J Contreras, y T. Estrada-García. 2012. Antimicrobial-resistant *Campylobacter* in the food chain in Mexico. Foodborne Pathog Dis. 9:841-847.

Zumbado Gutiérrez, Leana, Arévalo Madrigal, Alejandra, et al. (2014). Diagnóstico Molecular de *Campylobacter* en la Cadena Avícola destinada para Consumo Humano en Costa Rica. 08-05-16. Sitio Web: www.mag.go.cr/rev_meso/v25n02_357.pdf

Zumbado Gutiérrez, Leana (2016). Tesis presentada para optar al grado de Magister Scientiae con énfasis en Epidemiología. Prevalencia y especies de *Campylobacter spp.* en pollo de engorde, determinados mediante PCR, y factores asociados a la contaminación por esta bacteria en tres niveles de la cadena avícola de Costa Rica. Universidad Nacional de Costa Rica.

Zumbado Gutiérrez, Leana & Romero Zúñiga, Juan José. (2016). Factores asociados a la contaminación con *Campylobacter spp.* termotolerante en pollos de engorde, en tres niveles de la cadena avícola, para consumo humano en Costa Rica. Revista Ciencias Veterinarias, Vol. 34, N° 2. (Tomado el 05-02-17 de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/article/view/9031/10533>).

Capítulo 9

ANEXOS

9.1. ANEXO N° 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Nombre y Apellidos: Silvia Andrea Ruiz Blard

Lugar de Residencia: Santa Ana, San José, Costa Rica

Institución: Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Cargo / puesto: Médico Veterinario Oficial

Información Principal y Autorización del PFG	
Fecha: 06 de Junio, 2016	Nombre del Proyecto: Propuesta de plan de muestreo de <i>Campylobacter spp.</i> en plantas de sacrificio de aves en Costa Rica..
Fecha de Inicio del Proyecto: Setiembre 2016	Fecha Tentativa de Finalización: Febrero 2017
Tipo de PFG: Tesina	
Objetivos del Proyecto:	
<u>General:</u>	
Elaborar la propuesta de un plan de muestreo de <i>Campylobacter spp.</i> en los establecimientos de sacrificio de aves en Costa Rica, con el fin de vigilar y	

controlar las prácticas de manufactura utilizadas.

Específicos:

Analizar el riesgo latente de la presencia de *Campylobacter spp.* en las plantas de sacrificio de aves en Costa Rica, con el fin de mejorar las buenas prácticas de manufactura (BPM) vigentes.

Evaluar el impacto socio económico generado por la presencia de la bacteria *Campylobacter spp* en pollo crudo, con el fin de sondear su efecto sobre la aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM).

Descripción del Producto:

Campylobacter spp. es una bacteria perteneciente a la familia *Campylobacteraceae*. Las dos especies más comunes, *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli*, representan aproximadamente el 89% de las campilobacteriosis humana.

Las bacterias *Campylobacter*, son una de las principales causas de las enfermedades diarreicas de transmisión alimentaria del ser humano y las bacterias, más comunes, causantes de gastroenteritis en el mundo entero.

En los países desarrollados, como en vías de desarrollo, este microorganismo, provoca más casos de diarrea transmitida por los alimentos, que inclusive, la *Salmonella spp.*; lo que se debe a su elevada incidencia y, a su duración y posibles secuelas.

La diarrea generada por la *Campylobacter spp*, tiene gran importancia, desde una perspectiva socioeconómica; ya que, generalmente, en los países en vías de desarrollo, las infecciones en niños menores de dos años son, especialmente, frecuentes, y a veces mortales, ocasionando elevados gastos

médicos.

Necesidad del Proyecto:

Se considera importante elaborar una propuesta de un plan de muestreo oficial de *Campylobacter spp.*, para iniciar con su vigilancia y control antes, durante y después de su comercialización, ya que es una bacteria causante de gran cantidad de personas con diarreas en el mundo; y, en niños, adultos mayores o personas inmunosuprimidas, puede llegar a ser bastante grave, e inclusive provocarles la muerte.

Se considera que existe falta de información sobre los efectos negativos que tiene esta bacteria sobre la salud del consumidor, y lo importante que es la mejora continua de las buenas prácticas de manufactura (BPM) utilizadas por los productores y consumidores.

A pesar del impacto socioeconómico, generado por la presencia latente de esta bacteria en la carne de pollo cruda, se considera que no hay reportes de diarrea en los diferentes hospitales y clínicas del país, y su causa asociada, porque los afectados por la enfermedad transmitida por alimentos (ETA), no lo reportan.

Justificación de Impacto del proyecto:

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) son un problema que, debe ser considerado en un ámbito de carácter social, tecnológico, económico, cultural y político. Por ser un problema recurrente en los países en vías de desarrollo, las autoridades e instancias gubernamentales y otras instituciones afines, tanto del sector público como privado, deberían dirigir campañas de vigilancia y asistencia continua, a fin de prevenir o corregir situaciones que pueden ser muy peligrosas y que pueden afectar, adversamente, en la salud de la población.

En la actualidad, las ETA, incluyendo las diarreas e intoxicaciones, constituyen uno de los problemas de salud pública de mayor importancia a nivel mundial, ya que, ocasionan alta morbilidad y mortalidad, generan grandes costos a los servicios de salud, pérdidas económicas, demandas y pérdida de confianza de los consumidores.

El problema se ha incrementado en los últimos años, debido a la globalización, la producción centralizada de alimentos y, a los cambios en los hábitos alimentarios. Por lo anterior, organismos internacionales como la Organización Mundial de Salud (OMS), ha recomendado el establecimiento de sistemas de vigilancia de estas enfermedades en humanos, que permitan detectar, oportunamente, la aparición de brotes, conocer la magnitud del problema y diseñar estrategias de prevención y control de las mismas

En Costa Rica, aún no se cuenta con un sistema de vigilancia de las enfermedades de transmisión alimentaria (VETA) en humanos, por lo que no se dispone de información sistematizada sobre el problema. El Centro Nacional de Referencia en Bacteriología del INCIENSA (CNRB), desde hace 15 años ha brindado apoyo al sistema de vigilancia epidemiológica y a los laboratorios de la red nacional en la investigación de brotes de diarrea que se presentan en el país.

Además, nos vemos en la necesidad de vigilar la bacteria *Campylobacter spp.* en nuestro medio, con énfasis en plantas de sacrificio y procesamiento de aves, donde se realice un análisis de riesgo, y se pueda observar la importancia que tiene la enfermedad que produce (campylobacteriosis), a nivel de salud pública; así mismo, crear una propuesta de plan de muestreo anual, para que sirva como punto de referencia entre las diferentes entidades sanitarias, para el inicio de su vigilancia y control, a nivel nacional.

Restricciones:

Dificultad en la obtención de reportes limitados sobre diarreas en pacientes

humanos a nivel nacional.

Identificación de Grupos de Interés:

Cliente(s) directos(s): Consumidor final y autoridades sanitarias.

Cliente(s) indirectos(s): Productor, distribuidor y vendedor.



Referencias Bibliográficas:

- Bolívar Soto, Karla Vanessa. Actividad Profesional Final. **Presencia de *Campylobacter spp.* en diferentes Etapas de Proceso en una Planta de Sacrificio de Aves.** Universidad Veritas, Escuela de Medicina Y Cirugía Veterinaria San Francisco de Asís. Costa Rica, Abril 2015.
- Departamento de Agricultura. (2000). **5. Identificación de Peligros, Caracterización de Peligros y Evaluación de Exposición de *Campylobacter spp.* en Pollos para asar.** Junio 2016, disponible en FAO, Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/008/ae521s/ae521s06.htm>.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). ***Campylobacter*.** Junio 2016, de OMS Sitio web: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/es/>.
- Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (2011). ***Campylobacter: Preguntas y Respuestas.*** Junio 2016, de FSIS. Sitio web: http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/b5043546-9cf4-4be0-8a24-09e1885326a2/Campylobacter_QAs_SP.pdf?MOD=AJPERES.

Aprobado por director MIA:

Félix Modesto Cañet Prades

Firma:

Aprobado por Profesora Seminario de Graduación: Ana Cecilia Segreda Rodríguez	Firma: 
Estudiante: Silvia Andrea Ruiz Blard	Firma: 

9.2. ANEXO N° 2: - Cronograma de Actividades del PFG – Silvia Ruiz Blard

Semana	Actividad
Semana # 1 (06 al 10 de Setiembre)	Investigación sobre la bacteria <i>Campylobacter spp.</i> , y su presencia y prevalencia en Costa Rica.
Semana # 2 (11 al 17 de Setiembre)	Investigación sobre Análisis de Riesgo en la Inocuidad Alimentaria; con énfasis en <i>Campylobacter spp.</i>
Semana # 3 (18 al 24 de Setiembre)	Inicio con la redacción del Marco Teórico.
Semana # 4 (25 de Setiembre al 1ero de Octubre)	Análisis del Riesgo – Análisis de pruebas que han realizado otros autores.
Semana # 5 (02 al 08 de Octubre)	Evaluación de Riesgo - Identificación del Peligro.
Semana # 6 (09 al 15 de Octubre)	Evaluación de Riesgo - Caracterización del Peligro.
Semana # 7 (16 al 22 de Octubre)	Evaluación de Riesgo - Evaluación de la Exposición.
Semana # 8 (23 al 29 de Octubre)	Evaluación de Riesgo – Evaluación de la Exposición. Análisis Estadístico
Semana # 9 (30 de Octubre al 5 de Noviembre)	Evaluación de Riesgo – Análisis Estadístico
Semana # 10 (06 al 12 de Noviembre)	Gestión del Riesgo – Recomendaciones de acuerdo a los resultados de la evaluación.
Semana # 11 (13 al 19 de Noviembre)	Elaboración de la propuesta para la gestión del Riesgo.
Semana # 12 (20 al 26 de Noviembre)	Comunicación del Riesgo – Propuestas para comunicar resultados a las autoridades

	sanitarias y al público general.
Semana # 13 (27 de Noviembre al 03 de Diciembre)	Entrega del trabajo completo para revisión final por parte del tutor.
Semana # 14 (04 al 06 de Diciembre)	Entrega del trabajo final para revisión por parte del lector.