

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DE 3  
DILUCIONES DE UN DERIVADO CÍTRICO COMERCIAL  
(EXTRACTO DE PULPA DE TORONJA) APLICADO EN  
CANALES DE POLLO FRESCO**

**WAGNER YAISSINIO MORALES CUADRA**

**Médico Veterinario**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2,016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DE 3 DILUCIONES DE  
UN DERIVADO CÍTRICO COMERCIAL (EXTRACTO DE PULPA DE  
TORONJA) APLICADO EN CANALES DE POLLO FRESCO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTANDO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**WAGNER YAISSINIO MORALES CUADRA**

Al conferírsele el título profesional de

**Médico Veterinario**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2,016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
SECRETARIA: M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda  
VOCAL I: M.Sc. Juan José Prem González  
VOCAL II: Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel  
VOCAL III: M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco  
VOCAL V: Br. Javier Augusto Castro Vásquez

**ASESORES**

**M.A LUDWIG ESTUARDO FIGUEROA HERNÁNDEZ**

**M.V. LUIS ALFONSO MORALES RODRÍGUEZ**

**M.A. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

### **EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DE 3 DILUCIONES DE UN DERIVADO CÍTRICO COMERCIAL (EXTRACTO DE PULPA DE TORONJA) APLICADO EN CANALES DE POLLO FRESCO**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar el título de:

**MÉDICO VETERINARIO**

## **ACTO QUE DEDICO A**

- A DIOS:** Por haberme dado la vida, guiarme y darme la oportunidad de llegar a culminar una de mis metas.
- A MI TIA MADRE:** Marcy Morales Dávila, por su amor, cuidados y esmero en la crianza que me dio para hacerme un hombre de bien y desarrollarme como profesional.
- A MI PADRE:** Oscar Obdulio Morales Dávila, por apoyarme a lo largo de mi vida, facilitando las herramientas para alcanzar mis metas y por ser ejemplo de superación y aporte para la sociedad.
- A MIS ABUELOS:** Ramón Morales Obregón y Olivia Antonia Dávila de Paz de Morales, por el amor, el cariño, la sabiduría y apoyo incondicional que me brindaron para hacerme un hombre de bien con buenos principios y que aquí obtienen lo que tanto desearon para su nieto. (Q.E.P.D).
- A MIS TIOS:** Y muy en especial a Denis Minicio Morales Dávila y Uta Lausberg de Morales, por el apoyo incondicional económico, moral por sus consejos y cariño ya que forman parte importante de mi vida para poder culminar mis estudios como profesional.

**A MI ESPOSA:** Ana Leslie Meza Muñoz de Morales, por estar allí cuando te necesite, en mis momentos de desesperación, fuiste apoyo incondicional, gracias por ser muy especial en mi vida gran parte de lo que soy te lo debo, siempre serás muy especial en mi vida.

**A MIS PRIMOS:** Ernesto Leonel Morales Cuadra, Ramón Israel Valladares Morales, Sigrid Yubitza Valladares Morales y Boniek Cuadra Mancio, por ser mis hermanos y cómplices de cuanta travesura y compañía los quiero hermanos.

**A MIS AMIGOS:** De infancia y de Universidad gracias por su amistad y compañía.

**A USTED:** Que me acompaña en este día tan especial,  
¡Muchas Gracias!

## **AGRADECIMIENTOS**

**A LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA DE LA USAC:**

Por permitirme culminar un sueño de niño y formarme profesionalmente.

**A MIS ASESORES:**

Por su paciencia, su guía y colaboración para poder llevar a cabo esta investigación.

**A MIS ABUELOS:**

Gracias por su amor y crianza, por enseñarme a ser un hombre de bien, siempre están en mi corazón, un beso y abrazos hasta el cielo.

**A MI PAPÁ:**

Gracias por ser mi ejemplo de perseverancia y fortaleza por enseñarme a que en la vida hay que luchar muy fuerte para lograr la superación.

**A MI FAMILIA:**

Por ser ese apoyo en los momentos más difíciles y en las necesidades, gracias por siempre estar allí para mi, los amo familia.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	4
3.1 Objetivo General.....	4
3.2 Objetivo Específico.....	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
4.1 Toronja.....	5
4.2 Extracto de pulpa de toronja.....	6
4.3 Carne de pollo.....	8
4.4 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).....	10
4.4.1 Las ETAS pueden manifestarse a través de.....	11
4.4.2 Síntomas.....	11
4.4.3 ¿Cómo se contaminan los alimentos?.....	12
4.4.4 Diez enemigos para un alimento sano.....	12
4.4.5 ¿Qué dice la OMS sobre las ETAS?.....	13
4.5 Salmonella.....	14
4.5.1 Clasificación.....	14
4.5.2 Características morfológicas.....	15
4.5.3 Toxinas.....	15
4.5.4 Poder patógeno.....	16
4.5.5 Características culturales.....	16
4.6 Escherichia.....	17
4.6.1 Epidemiología.....	17
4.7 Listeria.....	18
4.7.1 Características del género.....	19
4.7.2 Distribución natural.....	20
4.8 Medio cultivo.....	21
4.8.1 Composición.....	21



4.8.2	Técnica para el recuento en masa.....	21
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
5.1	Materiales.....	23
5.1.1	Recursos humanos.....	23
5.1.2	Material biológico.....	23
5.1.3	Recursos químicos.....	23
5.1.4	Equipo de laboratorio.....	23
5.2	Metodología.....	24
5.3	Análisis.....	25
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>IX.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>37</b>
	<b>SUMMARY.....</b>	<b>39</b>
<b>X.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>
<b>XI.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### **Cuadro No. 1**

Reducción de la carga bacteriana en carne de pollo fresca  
con dilución (1ml/1000ml) de pulpa de toronja .....27

### **Cuadro No. 2**

Reducción de la carga bacteriana en carne de pollo fresca  
con dilución (2.5ml/1000ml) de pulpa de toronja .....28

### **Cuadro No. 3**

Reducción de la carga bacteriana en carne de pollo fresca  
con dilución (5ml/1000ml) de pulpa de toronja .....29

### **Cuadro No.4.**

Comparación del porcentaje de reducción de la carga bacteriana  
con las tres diluciones .....30

### **Cuadro No. 5**

Prueba de Tukey .....31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1</b>	
Análisis de la varianza.....	30
<b>Figura No. 2</b>	
Comparación de medios.....	32
<b>Figura No. 3</b>	
Diagrama de contaminación por ETAS.....	43
<b>Figura No. 4</b>	
Colonia bacteriana.....	44
<b>Figura No. 5</b>	
Siembra de campana de flujo laminar.....	44
<b>Figura No. 6</b>	
Conto de unidades formadoras de colonias.....	45

## I. INTRODUCCIÓN

Es común observar que tanto en mercados municipales como en algunos expendios informales, se expenden grandes cantidades de carne de pollo, los cuales en algunos casos son faenados en los mismos lugares de venta. En donde el proceso se realiza hasta obtener las canales terminadas para la venta

El extracto de toronja tiene como ventajas básicas su bajo costo y de ser totalmente inocuo para el consumidor, al administrarlo en canal propicia un producto libre de microorganismos patógenos causante de enfermedades transmitidas por alimentos. Otras propiedades de este producto comercial es ser hipoalergénico y de fácil aplicación, biodegradable, de gran solubilidad y estabilidad, (Cedillo, 2010). Este aspecto puede ser favorable para la comercialización de productos cárnicos al no presentar efectos nocivos para la salud humana.

Este producto puede ser utilizado por los vendedores de mercados municipales, cantonales o ventas ambulantes, para cuidar de la inocuidad de la carne de pollo, ya que su utilización es de forma artesanal y de fácil manipulación por el vendedor.

A los productos derivados de la toronja, se le atribuyen propiedades contra una gran variedad de microorganismos, incluyendo bacterias gram positivas y gram negativas, virus, hongos y protozoarios.

El extracto cítrico actúa sobre las bacterias por contacto, provocando la ruptura de la membrana celular de los microorganismos interrumpiendo su ciclo vital y por ende su multiplicación. También se le atribuye su efecto bactericida del extracto de toronja a las propiedades antioxidantes de los polifenoles propios del fruto. (revista.ciencia@gmail.com/issn1315-2076)

En esencia la toronja es un fruto noble al cual se le puede dar una gran cantidad de usos, por sus propiedades antimicrobianas, fúngicas, para la reducción de peso, que proveerán beneficios para la salud humana. (Cedillo, 2010)

El presente estudio se evaluó el efecto bactericida de tres diluciones de extracto de toronja aplicado en canales de pollo obtenidas de un mercado.

## **II. HIPÓTESIS**

No hay diferencia significativa del efecto bactericida de las tres diluciones del derivado cítrico comercial aplicadas a la carne de pollo en canal.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

- Contribuir al conocimiento del efecto de un derivado cítrico comercial (extracto de pulpa de toronja) como bactericida en la carne de pollo en canal.

#### **3.2 Objetivo Específico**

- Determinar el efecto bactericida de tres diluciones del derivado cítrico comercial (extracto de pulpa de toronja) en carne de pollo en canal.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Toronja

La toronja también conocida como pomelo o pampelmusa es un hesperidio globoso o apenas piriforme, de hasta 15 cm de diámetro. Está recubierto de una cáscara gruesa, carnosa, despegada del endocarpo, de color amarillo o rosáceo, con glándulas oleosas pequeñas y muy aromáticas, rugosa. Tiene 11 a 14 carpelos, firmes, muy jugosos, dulces o ácidos según la variedad, separados por paredes membranosas de característico sabor amargo que contienen pulpa de color que va del amarillo pálido al rojo muy intenso. Las semillas son escasas, de hasta 1,25 cm de largo, normalmente poliembriónicas, lisas, elípticas o apicadas, blancas por dentro. (Pamplona, 2002)

Es el cítrico más grande en cuanto a tamaño, su nombre científico *Citrus Maxima* (Burm.) Merr., *Citrus decumanus* L., Fruto en baya del árbol "Citrus Paradisi" MacFad., de la familia de las Rutaceas, es originaria del sudeste asiático, su cultivo se ha extendido a Israel, países mediterráneos, islas caribeñas y a los estados norteamericanos de Florida y California. (Pamplona, 2002)

La pulpa de la toronja o pomelo contiene una cantidad moderada de hidratos de carbono y muy pocas proteínas y lípidos, entre sus vitaminas destaca la vitamina C aunque en menor cantidad que la naranja. Puesto a que, el contenido en nutrientes de la toronja es reducido, la mayor parte de sus propiedades dietoterápicas son atribuibles a los componentes no nutritivos del fruto.

Aunque en la toronja se encuentran cientos de componentes no nutritivos solo se conoce la función de algunos de ellos entre los que destacan la pectina, los flavonoides y los limonoides. (Pamplona, 2002)



Pectina: Es un tipo de fibra vegetal soluble que se encuentra en muchas frutas como los cítricos y las manzanas, se encuentra entre en la fibra que forma su pulpa y en la capa blanquecina que se encuentra debajo de la corteza y entre los gajos. Destaca por sus efectos anticolesterol y protectores de las arterias demostrado en numerosos experimentos científicos. (Pamplona, 2002)

Flavonoides: Forman parte de los llamados elementos bioquímicos. Químicamente se trata de glucósidos, los cuales se hallan ampliamente repartidos entre los vegetales, y cuyas propiedades medicinales no cesan de sorprender a los investigadores, el flavonoide más abundante en la toronja es la narinjina que tiene propiedades fluidificantes de la sangre, antioxidantes y anticancerígenas. Limonoides. Son terpenoides que constituyen la esencia de los cítricos, el más abundante en la toronja es el limoneno, al que debe su sabor amargo y función anticancerígenas. (Pamplona, 2002)

#### **4.2 Extracto de pulpa de toronja**

Se denomina abreviado GSE, siglas inglesas de Grapefruit Seed Extract. Es un compuesto antimicrobiano de amplio espectro no tóxico sintetizado a base de las semillas, pulpa y membranas blancas de la toronja con certificación orgánica. El principio activo se denomina "Citricidal" El proceso de fabricación convierte los bioflavonoides de la toronja (Polifenoles) en un compuesto muy potente que ha demostrado ser muy eficaz en numerosas aplicaciones. (Bioterapias, 2012)

El extracto de semilla de toronja es eficaz para combatir más de 800 tipos de bacterias y virus así como un centenar de hongos además de un gran número de parásitos unicelulares. Sin efectos secundarios ya que para ser tóxico se necesitaría ingerir 4000 veces la dosis terapéutica. Es hipoalérgico, salvo para las personas alérgicas a los cítricos, y aumenta notablemente las defensas del sistema inmunitario. Incluso preserva la flora bacteriana ya que elimina las

levaduras responsables de la fermentación y otros agentes patógenos. Se ha demostrado su capacidad in vitro para matar o inhibir el crecimiento de una gran cantidad de bacterias gram negativas y gram positivas potencialmente perjudiciales, hongos, virus y parásitos protozoarios. Por todo esto se lo considera el antibiótico natural más potente que se haya desarrollado hasta el momento.(Bioterapias, 2012.)

Los estudios se han limitado a estudios puntuales de toxicidad, pero su utilización, cada vez más importante, ha determinado que el extracto de semilla de toronja presente una gran cantidad de aplicaciones clínicas, y lo que es más importante, sea efectivo a muy bajos niveles de concentración el líquido resultante es muy ácido y amargo.

El producto final es una combinación de elementos naturales que incluyen bioflavonoides, aminoácidos, ácidos grasos, oligosacáridos, compuestos polifenólicos (quercitina, hesperidina, neohesperidina, glicósido de camperol, naringina, apigenina, rutinosidos, poncirina, etc.), tocoferoles, ácido ascórbico y ácido dihidroascórbico. . (Bioterapias, 2012)

La semilla es la parte de la toronja que más principios activos contiene. El bioextracto de semillas de toronja 100% Natural es muy rico en bioflavonoides (600 mg/100 ml) y vitamina C (3g/100ml).

Por sus cualidades antioxidantes se considera a los bioflavonoides imprescindibles para protegernos frente al daño oxidativo.

Se ha probado que tienen efectos terapéuticos importantes en un gran número de dolencias incluidas la cardiopatía isquémica, la arterioesclerosis o el cáncer. (Bioterapias, 2012)

Estos extractos cítricos son fundamentalmente aceites esenciales obtenidos de las semillas de diferentes variedades de cítricos, en este caso como es el aceite esencial de semillas de toronja (citrus máxima), son sustancias multicomponentes que dentro del fruto tienen funciones biológicas específicas, que al extraerse y contraerse se modifican para encontrar usos diversos en la industria, siendo uno de los más recientes, el de agente bactericida y fungicida. (Cedillo, 2010)

Su mecanismo de acción es el de romper la pared celular, precipitando las proteínas y oxidación del protoplasma e inactivación de enzimas. Estos mecanismos se activan por contacto entre el producto a tratar y los extractos cítricos lo que hace que sean seguros ya que generan un mínimo de resistencia bacteriana. (Cedillo, 2010)

La importancia de la aplicación de estos agentes en la industria de alimentos y servicio es crucial, ya que con esto se eliminan riesgos microbiológicos, ya que al ser productos que actúan por contacto pueden aplicarse a través de aspersiones, inmersiones, nebulizaciones y mezclas con otros productos afines, asegurando la eficacia de éstos. Dada su versatilidad los EC han encontrado en el ambiente agrícola, pecuario e industria de proceso su aplicación sustituyendo a los agentes químicos de uso común en las contaminaciones fúngicas y bacterianas sin afectar a las materias primas y /o los consumidores. (Cedillo, 2010)

### **4.3 Carne de pollo**

La carne de pollo tiene un importante papel en la dieta. Son alimentos con una alta densidad de nutrientes y baja densidad energética. No sólo son de especial relevancia en la dieta de la población en general, sino también en algunos grupos específicos como ancianos, adolescentes, mujeres embarazadas, personas sometidas a dietas hipocalóricas, etc.

Los principales componentes de la carne de pollo son agua (70-75%), proteína (20-22%) y grasa (3-10%), cuyas proporciones pueden variar dependiendo de la zona anatómica analizada. También posee cantidades considerables de minerales y vitaminas: hierro y zinc de alta biodisponibilidad, tiamina, niacina, retinol, vitaminas B6 y B12, cobre, magnesio, selenio, cobalto, fósforo, cromo y níquel.

La carne de pollo es una buena fuente de proteína desde el punto de vista tanto de la cantidad como de la calidad, con niveles equivalentes a los del resto de las carnes (20-22%). En promedio, 40% de los aminoácidos de la carne son esenciales. Gracias a este perfil, la proteína de la carne puede considerarse de alto valor biológico. Esto es importante porque el organismo humano necesita la presencia de todos los aminoácidos para sintetizar proteínas; si falta alguno, la síntesis puede fallar. (Nutrinfo, 2011)

Por ello, si la proteína ingerida contiene todos los aminoácidos esenciales en las proporciones necesarias para el ser humano, se dice que es de alto valor biológico y, por tanto, completamente utilizable. En cambio, si tiene un nivel reducido de alguno de ellos (el denominado aminoácido limitante), será de menor calidad. En general, las proteínas de los alimentos de origen animal tienen mayor valor biológico que las de origen vegetal porque su composición de aminoácidos es más parecida a las nuestras. (Nutrinfo, 2011)

La cantidad de grasa en la carne de pollo puede variar significativamente dependiendo de la parte consumida, pero es realmente reducida en las partes magras: 2.8 gr (por cada 100 gr de alimento) en la pechuga y un promedio de 9.7 g/100g cuando se trata del animal entero. La mayor parte se encuentra en la piel, que puede llegar a tener hasta 48 gr de grasa/100gr. Éste es un aspecto importante por considerar pues al retirar la piel al pollo, como si fuera la cáscara de una naranja, se elimina con gran facilidad la mayor parte de la grasa. Por este motivo, la mayor parte de los países desarrollados incluyen en sus recomendaciones

dietéticas el consumo de pollo, entre otros alimentos, como una alternativa para sustituir carnes con más contenido de grasa. (Nutrinfo, 2011)

Tanto el contenido como la calidad de la grasa varían dependiendo de la alimentación del animal, lo que se ha aprovechado con éxito para modificar el perfil de los ácidos grasos de animales monogástricos como las aves. (Nutrinfo, 2011)

El pollo sin piel contiene unos 110 mg de colesterol/100g de parte comestible y 69 mg/100g en el caso de la pechuga, una cantidad ligeramente mayor a la que contienen el resto de las carnes. Por sus características nutricionales con respecto a la grasa, menor cantidad y mejor calidad, el consumidor siempre ha considerado la carne de pollo como “la carne más sana y con menos grasa”. (Nutrinfo, 2011)

En menor medida que las carnes rojas, es también fuente de hierro y zinc de alta biodisponibilidad, pero de gran importancia si se compara con alimentos de origen vegetal. (Nutrinfo, 2011)

Aporta vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, niacina y vitamina B6), aunque el contenido de vitamina B12 es menor que el de otras carnes y sólo tiene pequeñas cantidades de vitamina E, ácido pantoténico, folato y biotina. (Nutrinfo, 2011)

Tradicionalmente, la carne se considera una fuente poco importante de vitamina D. No obstante, análisis recientes demuestran que contiene cantidades significativamente mayores que las que antes se pensaba. (Nutrinfo, 2011)

#### **4.4 Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA)**

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos pueden generarse a partir de

un alimento o de agua contaminada. Son llamadas así porque el alimento actúa como vehículo de transmisión de organismos dañinos y sustancias tóxicas. (Panalimentos, 2012)

#### **4.4.1 Las ETA pueden manifestarse a través de**

- Infecciones transmitidas por alimentos: son enfermedades que resultan de la ingestión de alimentos que contienen microorganismos perjudiciales vivos. Por ejemplo: salmonelosis, hepatitis viral tipo A y toxoplasmosis. (Panalimentos, 2012)
- Toxi-Infección Alimentaria: ocurren cuando las toxinas o venenos de bacterias o mohos están presentes en el alimento ingerido. Estas toxinas generalmente no poseen olor o sabor y son capaces de causar enfermedades después que el microorganismo es eliminado. Algunas toxinas pueden estar presentes de manera natural en el alimento, como en el caso de ciertos hongos y animales como el pez globo. Ejemplo: botulismo, intoxicación estafilocócica o por toxinas transmitidas por hongos. (Panalimentos, 2012)

#### **4.4.2 Síntomas**

Los síntomas varían de acuerdo al tipo de contaminación, así como también según la cantidad del alimento contaminado consumido. Los síntomas más comunes son vómitos y diarreas, también pueden presentarse dolores abdominales, dolor de cabeza, fiebre, síntomas neurológicos, visión doble, ojos hinchados, dificultades renales, etc. Según la Food and Drug Administration (FDA) del Gobierno de EE. UU. el 2% o 3% de ETA pueden llevar a una enfermedad de largo plazo. (Panalimentos, 2012)

Por ejemplo, *Escherichia coli* O157: H7 puede provocar fallas en el riñón en niños e infantes, la Salmonella puede provocar artritis reactiva y serias infecciones y *Listeria monocytogens* puede generar meningitis o aborto. Sin embargo, existen malestares provocados por los alimentos que no se consideran ETA, como las alergias, las que no se pueden asociar con los alimentos que la provocan y que son los que han sufrido un proceso de fermentación (vinos, cerveza, quesos, yogurt). (Panalimentos, 2012)

Para las personas sanas, la mayoría de las ETA son enfermedades pasajeras, que sólo duran un par de días y sin ningún tipo de complicación. Pero algunas ETA más graves pueden llegar a ser muy severas, dejar secuelas o incluso hasta provocar la muerte en personas susceptibles como son los niños, los ancianos, mujeres embarazadas y las personas enfermas. (Panalimentos, 2012)

#### **4.4.3 ¿Cómo se contaminan los alimentos?**

Una defectuosa preparación, cocción o almacenamiento de un alimento, son las principales causas para la aparición de las bacterias en cualquier plato de comida, que comienzan a multiplicarse y hacen que el consumo del alimento sea peligroso para la salud. (Panalimentos, 2012)

La presencia de bacterias no siempre se hace visible en los alimentos, no siempre presentan cambios de sabor, olor o, incluso, alteraciones en su aspecto. El objetivo de la higiene en este sentido es garantizar la producción y elaboración de alimentos que sean inocuos y limpios. (Panalimentos, 2012)

#### **4.4.4 Diez enemigos para un alimento sano**

Si se revisan las causas de cómo se produjo una ETA, pueden encontrarse los siguientes factores:

- Enfriamiento inadecuado
- Preparación con demasiada anticipación al consumo
- Almacenamiento inadecuado
- Conservación a temperatura ambiente
- Cocción insuficiente. (temperaturas inadecuadas de cocción)
- Conservación caliente a temperatura inadecuada
- Higiene personal insuficiente
- Contaminación cruzada
- Ingredientes de origen dudoso
- Contacto de alimentos con animales y/o sus excrementos. (Panalimentos, 2012)

#### **4.4.5 ¿Qué dice la OMS sobre las ETA?**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido a las ETA como *“una enfermedad de carácter infeccioso o tóxico que es causada, o que se cree que es causada, por el consumo de alimentos o de agua contaminada”*. El Comité de Expertos de la OMS analizó que la mayoría de las enfermedades por alimentos son de origen microbiano, que tal vez sea el problema más extendido en el mundo contemporáneo y una causa importante de la reducida productividad económica. (Panalimentos, 2012)

Según los investigadores de la OMS, las ETA constituyen una patología con proporción de personas en condiciones de contraer la enfermedad que alcanza a todos los estratos poblacionales, es decir que todos somos susceptibles a las enfermedades causadas por alimentos contaminados. (Panalimentos, 2012)

La Organización estima que cada año mueren un millón de niños menores de 5 años en países en vías de desarrollo, lo que implica 2,700 decesos por día. Según el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de ETA (SIRVETA), en América



Latina durante el año 2000 se reportaron más de 500 brotes de ETA, los cuales ocurren en un 40% en el ámbito doméstico y sólo un 9% en puestos callejeros y restaurantes. (Panalimentos, 2012)

## **4.5 Salmonella**

El Género Salmonella causa la salmonelosis, enfermedad de distribución mundial que afecta a humanos y a animales de sangre caliente y fría, varía según la gravedad de los casos en la morbilidad y mortalidad, y ocasiona importantes pérdidas económicas. La epidemiología de Salmonella es muy compleja debido a su distribución ubicua, su creciente número de serovares, su amplio rango de hospedadores y su compleja patogénesis. Habita el tracto intestinal de animales vertebrados e invertebrados, y su excreción de cómo resultado la contaminación del agua, los alimentos y del medio ambiente. (Stanchi, 2007)

### **4.5.1 Clasificación**

La más reciente clasificación deriva de estudios realizados sobre la base de técnicas de hibridación del DNA de Salmonella. Esto ha permitido determinar que existen dos especies. (Stanchi, 2007)

Es muy importante aclarar que aunque existan sólo dos especies de salmonelas según su hibridación de DNA, tanto las especies como las subespecies mencionadas se encuentran constituidas por más de 2400 variedades serológicas, delimitadas por distintas asociaciones de antígenos somáticos O y flagelares H. (Stanchi, 2007)

También puede hacerse una clasificación de las salmonelas desde el punto de vista epidemiológico. De esta manera, pueden distinguirse tres grupos diferentes:

Grupo 1: está integrado por aquellas salmonelas que o tienen afinidad por ningún hospedador en particular y pueden infectar por igual al hombre y a los animales. A este grupo pertenecen la mayor parte de las serovares causantes de salmonelosis, *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, etc. (Stanchi, 2007)

- Grupo 2: abarca las salmonellas que afectan únicamente al ser humano, o sea, *S. Typhi*, *S. Paratyphi A* y *S. Paratyphi C*. Estas bacterias son transmisibles de manera directa o indirecta del enfermo y/o portador sano al nuevo hospedador. (Stanchi, 2007)
- Grupo 3: está constituido por las salmonellas que se hallan adaptadas a un hospedador animal exclusivamente. Son las siguientes: *S. abortus ovis* (afecta al ovino); *S. abortus equi* (produce patologías en equinos) y *S. Gallinarum* (causante de tifus aviar). (Stanchi, 2007)

#### **4.5.2 Características morfológicas**

Su morfología corresponde a la de la familia Enterobacteriaceae. Se trata de bastones gramnegativos, de 0,7 a 1,5  $\mu\text{m}$  de ancho y 2,0 a 5  $\mu\text{m}$  de largo, móviles por flagelos distribuidos en forma peritrica (únicamente dos especies son inmóviles: *S. Gallinarum-Pullorum*, responsables del tifus aviar y pullorosis respectivamente, aunque el fenómeno de inmovilidad también puede presentarse en algunas cepas de otras subespecies de salmonelas) debido a la pérdida de sus flagelos. Son anaerobios facultativos y no formadores de esporas. (Stanchi, 2007)

#### **4.5.3 Toxinas**

La endotoxina es un complejo lipo-polisacárido-proteína, que debe encontrarse completo para tener real eficacia en su acción patógena. Es responsable del

acúmulo de líquido que se produce en la prueba del ansa intestinal ligada, a posterior de la administración de un sacarolítico. (Stanchi, 2007)

#### **4.5.4 Poder patógeno**

Todas las salmonelas son potencialmente patógenas. En medicina humana están descritas diversas presentaciones de salmonelosis, fiebre entérica, septicemia y finalmente como gastroenteritis. Mientras tanto en Medicina Veterinaria se ha determinado que esta bacteria puede provocar septicemia y enteritis aguda, subaguda, crónica y abortos en diferentes especies animales. (Stanchi, 2007)

#### **4.5.5 Características culturales**

Todas las especies de *Salmonella* tienen su hábitat en el intestino tanto humano como animal. Pero pese a tratarse de una enterobacteria, su aislamiento no es tan sencillo como puede suponerse, pues la metodología depende del tipo de muestra a estudiar. (Stanchi, 2007)

Alimentos humanos: la muestra (25 g de alimento problema) se coloca en caldo preenriquecido (225 ml caldo lactosado, agua peptonada buferada). Luego se replica 1 ml del caldo de preenriquecimiento en 10 ml del caldo de enriquecimiento (caldo selenito, caldo tetratoinato de Müller-Kauffmann), se toma de una ansada del medio de enriquecimiento y se la siembra en un medio sólido selectivo: agar XLD, agar entérico de Hektoen, agar BGA, etc. Las colonias compatibles con el género *Salmonella* se repican a un medio no selectivo como agar Tripticasa Soya, agar Nutritivo, etc., a fin de comprobar la pureza del aislamiento. Posteriormente se realizan las pruebas bioquímicas para llegar a identificar el aislamiento como perteneciente al género *Salmonella*. Para identificar la serovar se necesita realizar la serotipificación, como se explicó anteriormente, de acuerdo con los antígenos somáticos (O) y flagelares (H). (Stanchi, 2007)

## 4.6 Escherichia

*Escherichia coli* es conocida como habitante saprófito del intestino. Sin embargo, otros serotipos se identifican como un frecuente agente causal de diarrea en animales neonatos, adultos y en el hombre. Las diferentes cepas aisladas de estos procesos se clasifican en patotipos: enteropatógenicas (EPEC), enteroinvasivas (EIEC), enterotoxigénicas (ETEC), enteroagregativas (EAEC) y verotoxigénicas (VTEC), dependiendo de los factores de virulencia que poseen. Aquellas VTEC que han sido causal de colitis hemorrágica o síndrome urémico hemolítico en el hombre se designan enterohemorrágicas (EHEC), siendo entonces este patotipo una subclase de VTEC. A pesar de esta distinción, las distintas categorías presentan coincidencias; todas interactúan con la mucosa intestinal, producen enterotoxinas o citotoxinas, y pertenecen a ciertos serotipos O:H. (Stanchi, 2007)

Clínicamente, la infección puede cursar con grandes pérdidas de agua y electrolitos, colitis hemorrágica, desaparición de las vellosidades de la mucosa intestinal y complicaciones clínicas diversas en vasos sanguíneos mesentéricos, absorción deficiente de alimentos, desnutrición, pérdida de peso y muerte en los casos sin tratamiento. Aunque con menor frecuencia, puede causar infecciones extraentéricas, particularmente en vías urinarias. Anualmente, este agente infeccioso causa importantes pérdidas en la economía rural. (Stanchi, 2007)

### 4.6.1 Epidemiología

Puede hallarse en todo el planeta, aun en el sector antártico. No obstante, la situación geográfica, temperatura y humedad ambiente son factores que determinan su incidencia. La prevalencia es mayor en zonas húmedas y cálidas, condiciones que prolongan la sobrevivencia del microorganismo en el medio ambiente. El suelo y el agua suelen ser fuentes de infección, contaminados por las eyecciones

de los animales diarreicos. Desde las fuentes, el microorganismo es transmitido al animal por la vía digestiva, a través de la bebida y los alimentos. (Stanchi, 2007)

La mortalidad es baja si se administra una rápida y oportuna terapéutica, pero puede aniquilar un criadero en pocos días si no se toman medidas a tiempo. El hacinamiento, la falta de higiene, el inadecuado manejo son causas de mermas importantes en un establecimiento. (Stanchi, 2007)

Como es de esperar, los ejemplares más susceptibles resultan ser los neonatos, particularmente si no han recibido adecuada inmunoprotección materna. Por esa razón, la prevalencia es mayor entre los terneros nacidos de madres que no han sido expuestas anteriormente a cepas patógenas de *E. coli* o vacunadas. (Stanchi, 2007)

#### **4.7 Listeria**

El género *Listeria* fue incluido primero en un grupo amplio de bacterias corineiformes, pero a partir de secuenciación de la fracción 16S RNA, fue cambiado su posición filogenética, siendo compatible con el bajo contenido de guanina y citosina (G+C) de su DNA (menor de 50%), la presencia de ácidos lipoteicoicos y la carencia de ácidos micólicos. (Stanchi, 2007)

Desde el momento de su descubrimiento, la única especie conocida fue durante largo tiempo *Listeria monocytogenes*, hasta la descripción de *L. denitrificans* por Prévot en 1961, la cual fue transferida posteriormente al nuevo género *Jonesia* creado por Rocourt en 1987. En la actualidad, por estudios de homología DNA-DNA y secuenciación de la fracción ribosomal 16S, se ha demostrado que el género *Listeria* contiene dos líneas de descendencia. Una de ellas comprende a *L. monocytogenes* y varias especies muy relacionadas genómicamente, tales como *L. innocua*, *L. ivanovii* (la cual posee dos sub-especies: *L. ivanocii* y *L. londonien-*

sis), *L. welshimeri* y *L. seeligeri*. La otra línea posee una sola especie: *L. grayi*, la cual incluye las cepas de la anteriormente denominada *L. murrayi*, hoy eliminada como especie diferente. Este ordenamiento del género *Listeria* está basado en los resultados por análisis de multilocus enzimático. (Stanchi, 2007)

*Listeria monocytogenes* es la única especie hasta el momento considerada patógena para el hombre, mientras que en infecciones animales además se menciona *L. ivanovii* como causa ocasional de aborto. Sin embargo, se han encontrado seis artículos que citan 7 aislamientos de *L. ivanovii* en listeriosis humana. A las restantes especies no se les asigna patogenicidad. En 1986, en Suiza un de meningitis por *L. seeligeri*. La especie no patogénica hallada más frecuentemente es la *L. innocua*. (Stanchi, 2007)

#### **4.7.1 Caracteres del género**

Son bacilos gram positivos no esporulados, no capsulados, no ramificados, pequeños, casi coloides, aislados o en cadenas cortas. Su tamaño es de 1 a 2  $\mu\text{m}$  de longitud, pero en cultivos viejos o en fase rugosa se presentan formas filamentosas que pueden alcanzar hasta 20  $\mu\text{m}$ . Por su apariencia cocobacilar y por formar a veces cadenas cortas, pueden ser confundidos con estreptococos, así como con corinebacterias cuando presentan su forma bacilar, aislados o en pares. Son microorganismos móviles por medio de 1 a 5 flagelos peritricos, los cuales se generan mejor a temperaturas menores de 25 °C, siendo su motilidad mayor a temperatura ambiente que por incubación a 36-37 °C, ya que a estas temperaturas son aflagelados o tienen sólo un flagelo y aparecen como inmóviles. La motilidad es de gran importancia diagnóstica. (Stanchi, 2007)

El rango óptimo de temperaturas para su desarrollo es de 30 a 37 °C, pero pueden crecer en pocos días a temperaturas tan bajas como de 4 °C, o sea, valores térmicos de refrigeración. Esta característica, que no es usual para la

mayoría de bacterias, tiene un valor predictivo y constituye un gran problema para la industria alimentaria, tan dependiente del mantenimiento de las cadenas de frío. (Stanchi, 2007)

Las colonias son pequeñas, de 1 a 2 mm de diámetro al cabo de 1 a 2 días de incubación a 36 °C, lisas, brillantes y en algunos cultivos muy parecidas a las de enterococos. Cuando se las observa con luz oblicua, adquieren un tono azulado pálido. Todas las especies de *Listeria* poseen un metabolismo anaeróbico facultativo; son serófilas pero se desarrollan bien en microaerofilia. (Stanchi, 2007)

Son productoras de catalasa y oxidasa negativa. Utilizan glucosa y otros carbohidratos, dando productos finales ácidos. Tanto la prueba del rojo de metilo como la de Voges-Proskauer son positivas. Producen hidrólisis de esculina en horas. No hidrolizan gelatina ni urea. No producen indol, ni ácido sulfhídrico. (Stanchi, 2007)

#### **4.7.2 Distribución natural**

Es una bacteria absolutamente ubicua. Todas las especies son de amplia distribución geográfica y se hallan en la naturaleza, ya sea desde el punto de vista estrictamente ambiental, y por hallarse también muy difundidas en numerosas especies animales en las cuales pueden provocar patologías, o bien permanecen como colonizantes intestinales, contribuyendo así a las persistencia en el hábitat y como consecuencia de ello, a la contaminación de los alimentos que serán consumidos por el hombre. (Stanchi, 2007)

*Listeria monocytogenes* se ha encontrado y puede vivir en cualquier lugar relacionado con el suelo, el estiércol y las pasturas. También en hojas en putrefacción, aguas residuales, polvo ambiente, ensilado, ganado, diversos animales de granja, aves de corral, pájaros, peces, crustáceos, insectos, tracto intestinal huma-

no y de muchos animales domésticos. Hay estudios que demuestran que en humanos existe un 5% de portadores sanos. Ese porcentaje se eleva entre los trabajadores rurales y de los mataderos. (Stanchi, 2007)

Ha sido aislada de todo tipo de ganado: bovino, ovino, caprino, porcino, en animales salvajes y aun en algunos de parques temáticos. Se considera que el ganado ovino es el que presenta mayor excreción intestinal de *Listeria*. (Stanchi, 2007)

#### **4.8 Medio de cultivo**

Agar Nutritivo de Recuento (Plate Count Agar: P.C.A)

##### **4.8.1 Composición**

Triptona -----	5	gramos
Extracto de Levadura -----	2.5	gramos
Dextrosa -----	1	gramo
Agar -----	12	gramos
Agua Destilada -----	1000	gramos

Disolver los ingredientes por calentamiento. Ajustar el pH 7. Distribuir en tubos o matraces y esterilizar en autoclave a 121 °C durante 15 minutos.

##### **4.8.2 Técnica para el recuento en masa**

A partir de la serie de diluciones decimales, y por duplicado, depositar con pipeta estéril 1 ml. de cada dilución entre otras tantas placas de petri estériles. (Pascual, 1989)



Añadir, aproximadamente, 15 ml. de agar nutritivo de recuento (Plate Count Agar: P.C.A previamente licuado y atemperado a 47 °C, en cada placa. (Pascual, 1989)

El tiempo transcurrido desde que se deposita la muestra y se vierte el medio de cultivo no debe sobrepasar los diez minutos. Igualmente, desde que se prepara la primera dilución en la serie de diluciones decimales, hasta que se vierte el agar en la última placa, no se superarán los veinte minutos. (Pascual, 1989)

Mezclar perfectamente el medio y el inóculo, con movimientos circulares de la placa a favor y en contra de las agujas del reloj, y otros tantos formando ángulo recto, evitando que el medio impregne la tapa. (Pascual, 1989)

Mantener las placas en superficie horizontal hasta que se solidifique el agar completamente. (Pascual, 1989)

Una vez solidificado el agar, se invierte las placas e introducen en la estufa, evitando que se apilen en exceso. Tampoco deben contactar con las paredes. Incubación a 31 +/- 1 °C durante 72 horas. (Pascual, 1989)

Después del período de incubación se cuentan las colonias de aquellas placas en las cuales sean visibles entre 30-300 de dichas colonias, que se irán marcando para evitar a ser contadas. (Pascual, 1989)

El número total de colonias contadas, multiplicado por el factor de dilución de la placa elegida, dará el recuento total de colonias por gramo o milímetro de alimento. (Pascual, 1989)

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.1 Recursos humanos**

- Estudiante tesista
- Asesores de tesis
- Técnicos de Laboratorio de Microbiología

#### **5.1.2 Material biológico**

- Piezas de pollo fresco
- Extracto de pulpa de toronja
- Agua
- Hisopado superficial de la canal de pollo

#### **5.1.3 Recursos químicos**

- Agua peptonada
- Agar Plate Count (conteo de UFC/gr)

#### **5.1.4 Equipo de laboratorio**

- Tubos de ensayo de 10 ml
- Agua destilada
- Pipetas estériles de 1 ml
- Placas de petri con agar Plate Count
- Incubadora a 37 °C
- Contador de colonias de Québec

- Hisopo con muestra para siembra
- Guantes estériles
- Recipientes de 5 litros de agua
- Paleta mezcladora
- Bolsas plásticas
- Marcador Permanente
- Tijera
- Refrigeradora
- Campana de Flujo Laminar

## **5.2 Metodología**

Se tomaron 30 piezas de pollo (cuadril y pierna) de un puesto de venta, en un mercado municipal de la ciudad de Guatemala, donde el producto se encontraba expuesto al público. Las piezas de pollo fueron colocadas en una hielera y transportadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Se prepararon tres diferentes diluciones de extracto de toronja; grupo A: con un mililitro de extracto de toronja en un litro de agua (1/1000), grupo B: con dos punto cinco mililitros de extracto de toronja en un litro de agua (2.5/1000) y grupo C: con cinco mililitros de extracto de toronja en un litro de agua (5/1000).

Las muestras fueron identificadas y almacenadas en refrigeración. Se trabajaron 1 grupo de 10 piezas de pollo al día. Se procedió a realizar un hisopado por cada pieza de pollo, fue colocado en un tubo de ensayo con su identificación. Una vez finalizado el hisopado de la muestra sin tratamiento se procedió a la siembra en placas con medios de cultivo, obteniéndose resultados de la carga bacteriana 24 horas después.

Luego del hisopado de las muestras sin tratamiento se procedió a la aplicación del producto por inmersión, según el grupo evaluado en 400 ml de la solución, colocada en un beaker se sumergió cada una de las 10 muestras, por un lapso de treinta segundos. Cada muestra después de la inmersión se dejó escurrir por 15 segundos, luego de eso, se procedió tomar un hisopado. De igual forma, los hisopos fueron colocados en tubos de ensayo debidamente identificados, se realizó la siembra en placas y 24 horas después se obtuvieron los resultados de las cargas bacterianas después de la aplicación del producto.

El medio de cultivo para siembra fue en placas agar Plate Count (agar peptona caseína-glucosa-extracto de levaduras), un medio con micronutrientes que simula las condiciones que los alimentos proveen para el crecimiento bacteriano (rico en hidratos de carbono, vitamina B y sustancias nitrogenadas), por eso es que la literatura lo recomienda para este tipo de estudios.

El conteo de los microorganismos por placa se hizo mediante la técnica del número más probable por unidad formadora de colonia, en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

### **5.3 Análisis**

La variable respuesta para este estudio la carga bacteriana, antes y después de la aplicación de las diluciones, las comparación entre el antes y el después permitió el cálculo del porcentaje de reducción de la carga bacteriana. El porcentaje de reducción de la carga bacteriana permitió la comparación del efecto de las tres diluciones (cuadro No. 4 y gráfico No. 1), y la evaluación de estadística de la existencia de diferencias significativas entre los porcentajes de reducción.

Para la comparación se realizó un Análisis de Varianza (Cuadro No. 5), para establecer la existencia a fin de establecer de diferencia significativa entre los porcentajes de reducción de la carga bacteriana, como se encontró diferencia también se aplicó la prueba de Tukey (Cuadro No. 6), para establecer en cuál de

los tratamientos se observan mejores resultados. El análisis estadístico se realizó con la ayuda del programa estadístico MEGASTAT 2007, a un nivel de confianza del 95%. Además se elaboró un gráfico (gráfico No. 3), para la comparación de las medias a fin de complementar la prueba de Tukey.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de la reducción de la carga bacteriana por aplicación de tres diluciones de extracto de toronja (1ml/1000ml, 2.5ml /1000ml y 5ml/100ml) en muestras de pollo (pierna y cuadril).

**Cuadro No. 1. Reducción de la carga bacteriana en carne de pollo fresca con dilución (1ml/1000ml) de pulpa de toronja**

MUESTRAS DE POLLO	CARGA BACTERIANA HISOPADO SIN EXTRACO	CARGA BACTERIANA HISOPADO CON EXTRACO	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA
MUESTRA DE POLLO No. 1	188 UFC	97 UFC	48.40
MUESTRA DE POLLO No. 2	265 UFC	102 UFC	61.51
MUESTRA DE POLLO No. 3	255 UFC	185 UFC	27.45
MUESTRA DE POLLO No. 4	313 UFC	157 UFC	49.84
MUESTRA DE POLLO No. 5	272 UFC	189 UFC	30.51
MUESTRA DE POLLO No. 6	361 UFC	183 UFC	49.31
MUESTRA DE POLLO No. 7	312 UFC	266 UFC	14.74
MUESTRA DE POLLO No. 8	250 UFC	165 UFC	34.00
MUESTRA DE POLLO No. 9	483 UFC	340 UFC	29.61
MUESTRA DE POLLO No. 10	684 UFC	239 UFC	65.06
<b>PORCENTAJE PROMEDIO DE REDUCCION</b>			<b>41.04</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro No. 2. Reducción de la carga bacteriana en carne de pollo fresca con dilución (2.5ml/1000ml) de pulpa de toronja**

<b>MUESTRAS DE POLLO</b>	<b>CARGA BACTERIANA HISOPADO SIN EXTRACO</b>	<b>CARGA BACTERIANA HISOPADO CON EXTRACO</b>	<b>PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA</b>
MUESTRA DE POLLO No. 1	73 UFC	39 UFC	46.58
MUESTRA DE POLLO No. 2	82 UFC	11 UFC	86.59
MUESTRA DE POLLO No. 3	92 UFC	45 UFC	51.09
MUESTRA DE POLLO No. 4	49 UFC	14 UFC	71.43
MUESTRA DE POLLO No. 5	122 UFC	66 UFC	45.90
MUESTRA DE POLLO No. 6	49 UFC	5 UFC	89.80
MUESTRA DE POLLO No. 7	113 UFC	7 UFC	93.81
MUESTRA DE POLLO No. 8	44 UFC	17 UFC	61.36
MUESTRA DE POLLO No. 9	136 UFC	28 UFC	79.41
MUESTRA DE POLLO No. 10	118 UFC	79 UFC	33.05
<b>PORCENTAJE PROMEDIO</b>			<b>65.90</b>

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro No. 3. Reducción de la carga bacteriana en carne de pollo fresca con dilución (5ml/1000ml) de pulpa de toronja**

<b>MUESTRAS DE POLLO</b>	<b>CARGA BACTERIANA HISOPADO SIN EXTRACO</b>	<b>CARGA BACTERIANA HISOPADO CON EXTRACO</b>	<b>PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA CARGA BACTERIANA</b>
MUESTRA DE POLLO No. 1	312 UFC	14 UFC	95.51
MUESTRA DE POLLO No. 2	378 UFC	11 UFC	97.09
MUESTRA DE POLLO No. 3	494 UFC	46 UFC	90.69
MUESTRA DE POLLO No. 4	98 UFC	18 UFC	81.63
MUESTRA DE POLLO No. 5	334 UFC	70 UFC	79.04
MUESTRA DE POLLO No. 6	317 UFC	13 UFC	95.90
MUESTRA DE POLLO No. 7	441 UFC	52 UFC	88.21
MUESTRA DE POLLO No. 8	325 UFC	4 UFC	98.77
MUESTRA DE POLLO No. 9	406 UFC	18 UFC	95.57
MUESTRA DE POLLO No. 10	311 UFC	8 UFC	97.43
<b>PORCENTAJE PROMEDIO</b>			<b>91.98</b>

Fuente: Elaboración propia

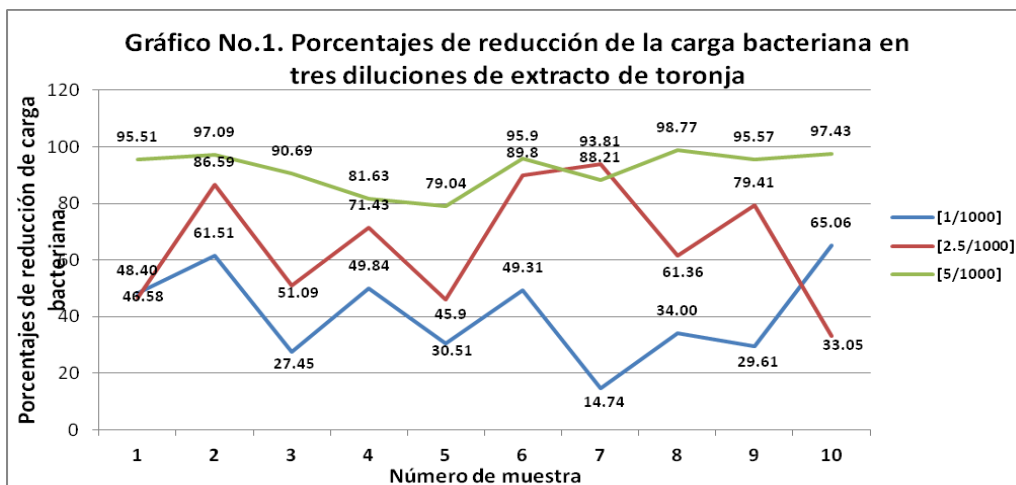


**Cuadro No.4. Comparación del porcentaje de reducción de la carga bacteriana con las tres diluciones**

Concentraciones			
Porcentajes de reducción de la carga bacteriana	[1/1000]	[2.5/1000]	[5/1000]
	48.40	46.58	95.51
	61.51	86.59	97.09
	27.45	51.09	90.69
	49.84	71.43	81.63
	30.51	45.90	79.04
	49.31	89.80	95.90
	14.74	93.81	88.21
	34.00	61.36	98.77
	29.61	79.41	95.57
	65.06	33.05	97.43
	<b>X</b>	<b>41.04</b>	<b>65.90</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura No. 1. Análisis de varianza**



Fuente: Elaboración propia

<b>Source</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p-value</b>
<b>Treatment</b>	<b>12,976.9670</b>	<b>2</b>	<b>6,488.48351</b>	<b>25.47</b>	<b>6.10E-07</b>
<b>Error</b>	<b>6,879.2663</b>	<b>27</b>	<b>254.78764</b>		
<b>Total</b>	<b>19,856.2333</b>	<b>29</b>			

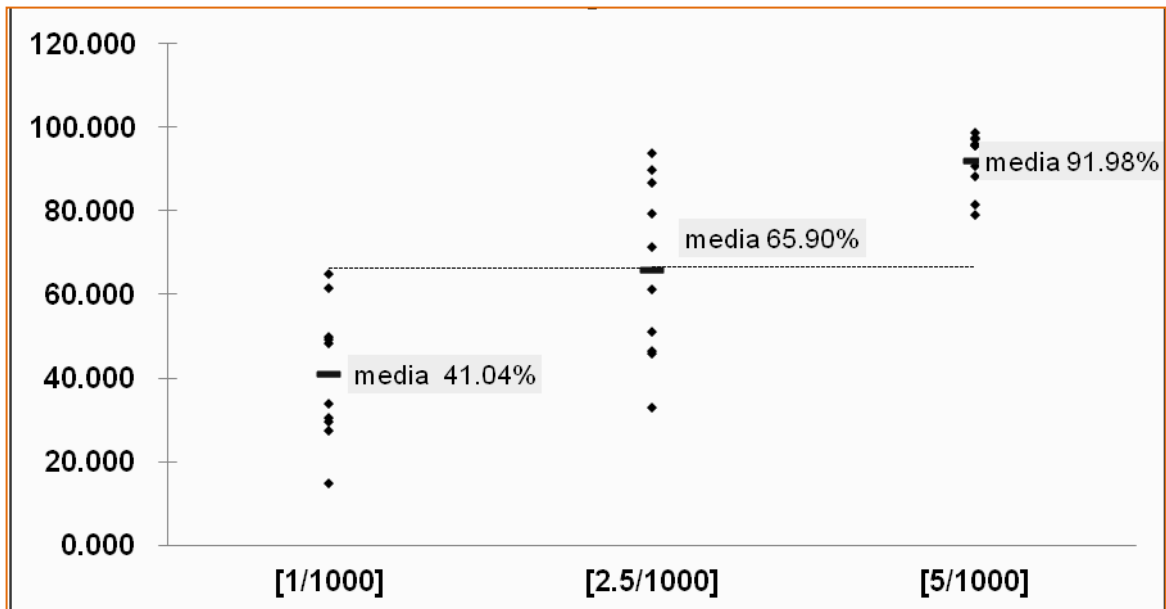
Fuente: Elaboración propia

### Cuadro No. 5. Prueba de Tukey

<b>Tukey simultaneous comparison t-values (d.f. = 27)</b>					
		<b>[1/1000]</b>	<b>[2.5/1000]</b>	<b>[5/1000]</b>	
		<b>41.04</b>	<b>65.90</b>	<b>91.98</b>	
<b>[1/1000]</b>	<b>41.04</b>				
<b>[2.5/1000]</b>	<b>65.90</b>	<b>3.48</b>			
<b>[5/1000]</b>	<b>91.98</b>	<b>7.14</b>	<b>3.65</b>		
<b>critical values for experimentwise error rate:</b>					
	<b>0.05</b>	<b>2.49</b>			
	<b>0.01</b>	<b>3.18</b>			

Fuente: Elaboración propia

**Figura No. 2 Comparación de medias**



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los cuadros del No.1 al No. 4, el porcentaje de la reducción de la carga bacteriana aumenta en relación a mayor concentración del extracto de toronja así; se obtuvieron los siguientes promedios: para la dilución 1/1000 fue de 41.04%, para la dilución 2.5/1000 fué de 65.90% y para la dilución 5/1000 fue de 91.98%. De acuerdo a los resultados se determinó que la concentración si influye en el porcentaje de reducción de la carga bacteriana, ya que la dilución de 5/1000 fue la que disminuyó el mayor porcentaje de la carga bacteriana.

Los resultados del análisis estadístico confirman lo anteriormente dicho, en primer lugar el cuadro resumen del análisis de varianza muestra un valor crítico menor que el nivel de significancia ( $p < 0.05$ ), lo cual indica que existe diferencias estadísticamente significativa entre los porcentajes de reducción de la carga bacteriana utilizando diferentes diluciones.

La prueba de Tukey, por otro lado indica que es la dilución de 5/1000 la que

mejores resultados en cuanto al porcentaje de reducción de la carga bacteriana en las muestras de pollo estudiadas.

La figura de comparación de medias refuerza las conclusiones estadísticas ya que si se observa para la dilución 5/1000 no solo la media es mayor sino que la dispersión de datos alrededor de dicha media es menor que para las otras diluciones. Es decir que la dilución de 5/1000 presenta menor dispersión de sus datos alrededor de la media, interpretándose como una buena confiabilidad de resultados.

Según los resultados obtenidos, se encontró que la dilución 5/1000 se obtuvo un 91.98% menos de carga bacteriana en la carne de pollo a canal, esto se debe a la acción antioxidante de los bioflavonoides que se encuentran en la parte blanca interna de la piel de la toronja, los cuales en la naturaleza cumplen la función de proteger a la planta de insectos, parásitos, bacterias, hongos. Estos evitan que la vitamina C se oxide multiplicando su acción protectora veinte veces. (Casapia, 2015). Ya que pueden unirse a los polímeros biológicos, enzimas, transportadores de hormonas y ADN, porque en su estructura química posee un número variable de grupos hidroxilos fenólicos y por sus propiedades de quelación de iones metálicos transitorios como el hierro, cobre y zinc, catalizar electrones y la depuración de radicales libres.

Este estudio encuentra que el efecto bactericida del extracto de pulpa aumenta en relación a la concentración del mismo, teniendo mejores resultados en concentraciones arriba de 5/1000, por lo que la hipótesis de investigación se rechaza. Los resultados indican que la concentración es importante para el control de microorganismos bacterianos, aunque la bibliografía haga inferir sobre la influencia que tienen los bioflavonoides, aunque no existen estudios relacionados con este tema en Guatemala, sería necesario realizar estudios posteriores a fin de

establecer si en efecto esto es lo que sucede, o pueda haber algún otro factor involucrado.

## VII. CONCLUSIONES

- Existe diferencia significativa entre los porcentajes de reducción de la carga bacteriana por efecto de aplicación de tres diluciones de extracto de toronja 5/1000, 2.5/1000 y 1/1000, en muestras de carne de pollo.
- La mayor concentración del extracto de toronja utilizada en este estudio [5/1000] presentó mayor efecto sobre la reducción de la carga bacteriana (obteniéndose un promedio de reducción de 91.98%) los datos fueron más homogéneos estadísticamente en comparación de las diluciones 2.5/1000 fue de 65.90% y 1/1000 (promedio de reducción de 41.04%).

## VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto bactericida de diluciones con mayor concentración del extracto de toronja (5ml /1000).
- Evaluar diferentes tiempos de inmersión de la dilución de extracto de toronja (10, 20, 30, 40, 50, 60 segundos, etc...) a fin de establecer el tiempo óptimo de acción bactericida de las diluciones utilizadas.
- Evaluar otras formas de aplicación de las diluciones, como por ejemplo, por aspersión.
- Evaluar el efecto bactericida de las diluciones de toronja después de las 2 horas, 3 horas, 4 horas de estar al ambiente propio de un mercado.
- Evaluar el efecto residual del derivado cítrico, (extracto de pulpa toronja).
- Evaluar la utilización del derivado cítrico (extracto de pulpa de toronja) en otras carnes (pescado, mariscos, cerdo, res).

## IX. RESUMEN

El extracto de pulpa de toronja es un producto de origen natural que presenta propiedades antimicrobianas de amplio espectro, también presenta propiedades antivirales, anti fúngicas y antiparasitarias. Su aplicación en los alimentos de origen animal como los son los productos cárnicos es una alternativa prometedora en el sentido de que los productos de origen natural normalmente presentan poco impacto para la salud humana.

El objetivo del estudio realizado es contribuir al conocimiento del efecto bactericida de un derivado cítrico aplicado en carne de pollo fresco en canal. El trabajo de campo se dividió en dos partes, una la obtención de las muestras de pollo de un mercado municipal de la ciudad de Guatemala, la otra la evaluación de un producto a base de pulpa de toronja, en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, para lo cual se utilizaron tres diferentes diluciones de extracto de toronja; grupo A: con un mililitro de extracto de toronja en un litro de agua (1/1000), grupo B: con dos punto cinco mililitros de extracto de toronja en un litro de agua (2.5/1000) y grupo C: con cinco mililitros de extracto de toronja en un litro de agua (5/1000).

Para cada dilución utilizamos 10 piezas de pollo frescas adquiridas en un mercado cantonal donde el producto se encontraba al aire libre, la aplicación del producto a la carne de pollo en canal se realizó mediante el método de inmersión, haciendo un hisopado previo a la inmersión de la carne de pollo en las diferentes diluciones y otro después de haber inmerso la carne de pollo en las diferentes diluciones.

A las 24 horas de haber realizado la siembra de los hisopados, se procedió a realizar el conteo de unidades formadoras de colonias para determinar la eficacia de cada una de las diluciones.



La variable respuesta fue la carga bacteriana antes y después de la aplicación de las diluciones, con los datos del antes y el después se calculó el porcentaje de reducción de la carga bacteriana.

El porcentaje de reducción de la carga bacteriana permitió la comparación del efecto de las tres diluciones y la evaluación de estadística de la existencia de diferencias significativas entre los porcentajes de reducción.

La dilución del extracto de toronja de 5/1000 fue la más efectiva, ya que redujo el 91.98% de la carga bacteriana y se obtuvieron datos más homogéneos en comparación de las diluciones 2.5/1000 que fue de 65.90% y 1/1000 fue de 41.04%. El cuadro resumen del análisis de varianza muestra que existe diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de reducción de la carga bacteriana utilizando diferentes diluciones ( $p < 0.05$ ). La prueba de Tukey, indicó que es la dilución de 5/1000 la que mejores resultados en cuanto al porcentaje de reducción de la carga bacteriana.

## SUMMARY

Grapefruit pulp extract is a product of natural origin with wide-spectrum antimicrobial properties. Additionally, it exhibits antiviral, antifungal, and antiparasitic properties. Its application in foods of animal origin such as meat products is a promising alternative given that natural products usually have low impact on human health.

The aim of the study is to contribute to the knowledge of the bactericidal effect of a citric derivative applied in fresh chicken carcasses. Fieldwork was divided into two parts: first, obtaining chicken samples at a municipal market in Guatemala City, and second, evaluating a product based on grapefruit pulp at the Microbiology Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine at San Carlos University, Guatemala. The product was tested with three different dilution levels: for Group A, one milliliter of grapefruit extract was dissolved in one liter of water [1/1000], for Group B, two point five milliliters of grapefruit extract were dissolved in one liter of water [2.5/1000], and for Group C, five milliliters of grapefruit extract were dissolved in one liter of water [5/1000].

Each dilution was tested with ten pieces of fresh chicken purchased at a cantonal market where the product was offered in an outdoor environment. Product application to chicken meat was performed by using the immersion method. The chicken meat was immersed in the different dilutions, and specimens were taken prior to chicken meat immersion and after chicken meat immersion.

After 24 hours of cultivating the specimens, a colony-forming unit count was performed in order to determine the effectiveness of each dilution level.

The response variable was the bacterial load before and after applying the dilutions, comparing the data obtained in order to calculate and statistically analyze the bacterial load reduction percentages.

Based on this statistical analysis, significant differences could be determined between the different dilution levels.

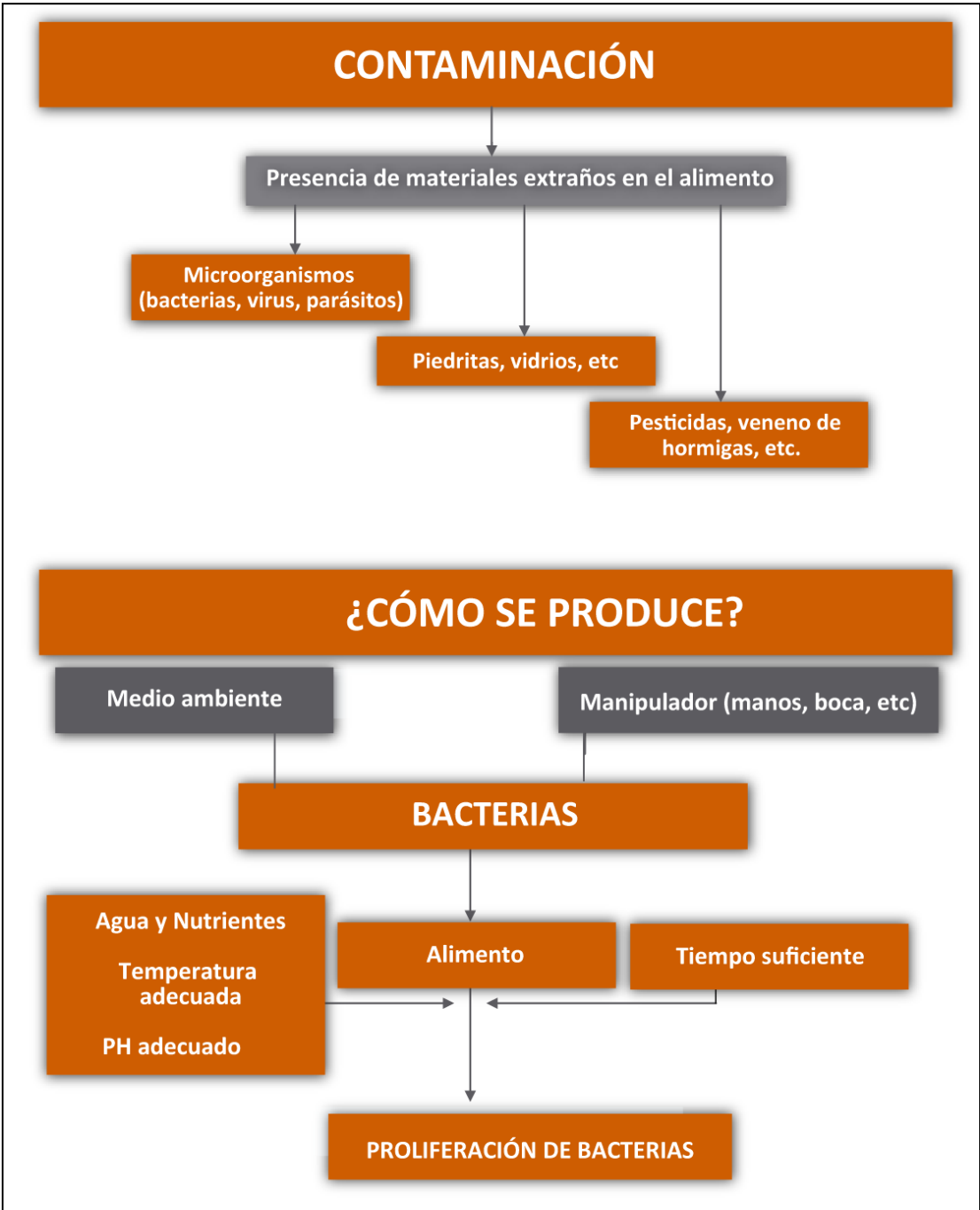
The [5/1000] dilution of grapefruit extract was most effective, reducing the bacterial load by 91.8%, and yielding more homogeneous data than the other dilutions: a bacterial load reduction by 65.0% was achieved with the [2.5/1000] dilution, and the [1/1000] dilution reduced the bacterial load by 41.04%. The summary table of the variance analysis shows that there are statistically significant differences between the bacterial load reduction percentages using different dilutions ( $P < 0.05$ ). The Tukey test indicated that the [5/1000] dilution yields better results in terms of bacterial load reduction percentage.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bioterapias. (2012). *Extracto de semilla de oronja*. Recuperado de <http://www.bio-terapias.com/pro.php?id=209545>
2. Casapia. (2015). *Los bioflavonoides*. Recuperado de <http://blog.casapia.com/los-bioflavonoides-propiedades-y-acciones-antioxidantes/>
3. Chinchilla, C. (2007). *Análisis de varianza, material de apoyo de curso de diseño y análisis de experimentos*. Guatemala: Editorial Universitaria.
3. Ferreira, K. (2010). *Calidad nutricional de la carne de pollo*. Recuperado de <http://www.wattagnet.com/IA/113555.html>
5. Pamplona, R. (2002). *Enciclopedia de los alimentos y su poder curativo* (Vol. 2). Zaragoza, España: Safeliz
6. Panalimentos. (2012). *Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)*. Recuperado de <http://www.panalimentos.org/comunidad/educacion.asp?id=67>
7. Pascual, M. (1989). *Microbiología aliamentaria: deteccción de bacterias con significado higiénico-sanitario*. Madrid, España: Editorial AGISA.
8. Salud, M. D. (2011). *Manual de capacitacion en manipulacion de alimentos*. Recuperado de [http://www.nutrinfo.com/archivos/ebooks/manipulación de alimentos.pdf](http://www.nutrinfo.com/archivos/ebooks/manipulación%20de%20alimentos.pdf)
9. Stanchi, O. (2007). *Microbiología alimentaria*. Buenos Aires, Argentina: Inter-Médica.

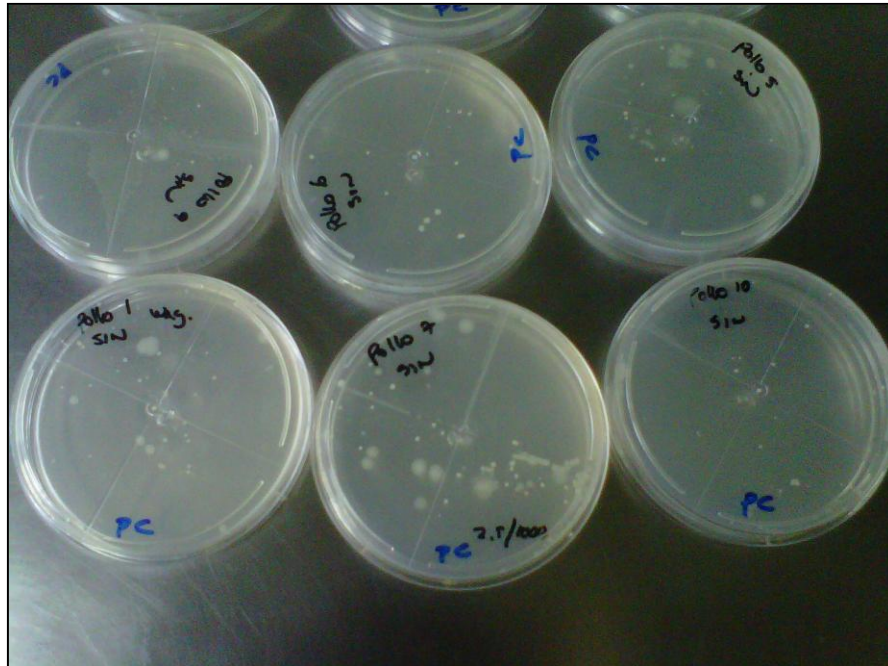
# **XI. ANEXOS**

Figura No. 3 Diagrama de contaminación por ETAS



Fuente: Elaboración propia

**Figura No. 4 Colonias bacterianas**



Fuente: Elaboración propia

**Figura No. 5 Siembra de campana de flujo laminar**



Fuente: Elaboración propia

**Figura No. 6** Conteo de unidades formadoras de colonias



Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DE 3 DILUCIONES DE  
UN DERIVADO CÍTRICO COMERCIAL (EXTRACTO DE PULPA DE  
TORONJA) APLICADO EN CANALES DE POLLO FRESCO**

f. \_\_\_\_\_  
Wagner Yaissinio Morales Cuadra

f. \_\_\_\_\_  
M.A. Ludwig Estuardo Figueroa  
Hernández  
ASESOR PRINCIPAL

f. \_\_\_\_\_  
M.V. Luis Alfonso Morales  
Rodríguez  
ASESOR

f. \_\_\_\_\_  
M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa  
ASESOR

f. \_\_\_\_\_  
M.A. Dora Elena Chang de Jó  
EVALUADOR

**IMPRÍMASE**

f. \_\_\_\_\_  
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
DECANO