



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Extracción, caracterización y evaluación del efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en carne de pollo deshuesada almacenada en refrigeración

TESIS

PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

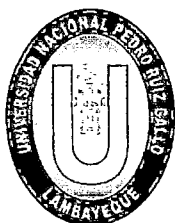
PRESENTADO POR:

Bach. Jesús Mario Vidaurre Carlos
Bach. Fernando Evert Tello Jiménez

ASESOR:

Ing. M.Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

LAMBAYEQUE – PERÚ
2016



"UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Extracción, caracterización y evaluación del efecto
antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite
esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en carne de pollo
deshuesada almacenada en refrigeración

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach. Jesús Mario Vidaurre Carlos

Bach. Fernando Evert Tello Jiménez

ASESOR:

Ing. M.Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

LAMBAYEQUE – PERÚ

2016

Extracción, caracterización y evaluación del efecto
antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite
esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en carne de pollo
deshuesada almacenada en refrigeración

ELABORADO POR:

Bach. Jesús Mario Vidaurre Carlos

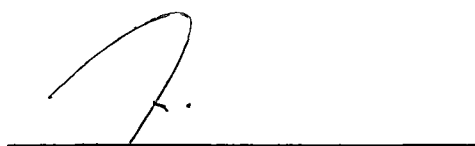
Bach. Fernando Evert Tello Jiménez

JURADO:



PRESIDENTE

Ing. M.Sc. Ronald Alfonso Gutiérrez Moreno



SECRETARIO

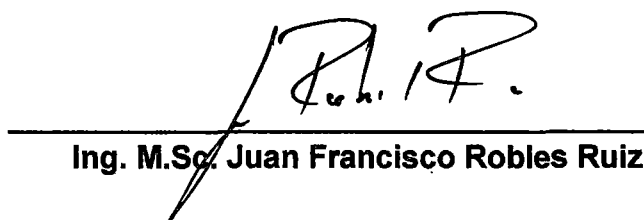
Ing. M.Sc. Jaime Lucho Cieza Sánchez



VOCAL

Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca

ASESORADO POR:



Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

Agradecimiento

Deseo expresar mi mayor agradecimiento a Dios por haber permitido ser parte de esta casa de estudios, nuestra alma mater (UNPRG). A mis padres Omar Alberto Tello guerrero y María victoria Jiménez de Tello por su constante apoyo a mis estudios, a mi hermana especialmente a Betty Yolanda mi querida hermana; por su amistad, compañía y grandes valores inculcados, por su incondicional apoyo y rectitud en mi formación a estas tres personas agradezco por estar conmigo en este camino y poder llegar a este tan ansiado día.

FERNANDO EVERT TELLO JIMENEZ

Deseo agradecer a todas las personas que con su apoyo han hecho posible este estudio en especial a mi papa: Santos Sixto Vidaurre Custodio y mama : Espíritu de san Judas Espinosa Carlos , las cuales me formaron con valores , inculcándome el respeto y la responsabilidad , sin dejar de lado a mis compañeros . Amigos que me brindaron su apoyo desinteresado y su ayuda a lo largo de este trabajo.

JESUS MARIO VIDAURRE CARLOS

LOS AUTORES



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
OFICINA CENTRAL DE BIBLIOTECA
PROCESOS TÉCNICOS
Nº DE INGRESO:
CÓD. DE CLASIFICACIÓN:

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	01
I. MARCO TEÓRICO	06
1.1.El tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	06
1.1.1 Historia	06
1.1.2 Descripción botánica del tomillo	07
1.1.3 Composición química del tomillo	08
1.1.4 Actividad antimicrobiana	09
1.1.5 Propiedades medicinales del tomillo	12
1.1.6 Aceite esencial de tomillo	14
1.1.6.1 Usos terapéuticos del aceite esencial de tomillo	14
1.1.6.1.1 Piel	15
1.1.6.1.2 Aparato respiratorio	15
1.1.6.1.3 Circulación, músculos y articulaciones	15
1.1.6.1.4 Aparato digestivo	15
1.1.6.1.5 Sistema inmunitario	15
1.1.6.1.6 Sistema nervioso	15
1.1.6.2 Toxicidad del aceite esencial de tomillo	16
1.2 Conservantes naturales	17
1.2.1 Aceites esenciales	18
1.2.1.1 Generalidades	18

1.2.1.2	Localización de los aceites esenciales	19
1.2.1.3	Función de los aceites esenciales	21
1.2.1.4	Clasificación de los aceites esenciales	21
1.2.1.4.1	Por su consistencia	21
1.2.1.4.1.1	Esencias fluidas	21
1.2.1.4.1.2	Bálsamos	22
1.2.1.4.1.3	Oleorresinas	22
1.2.1.4.2	Por su origen	22
1.2.1.5	Composición química de los aceites esenciales	23
1.2.1.5.1	Carburos terpénicos	23
1.2.1.5.2	Cetonas	23
1.2.1.5.3	Alcoholes	23
1.2.1.5.4	Fenoles	24
1.2.1.5.5	Aldehídos	24
1.2.1.5.6	Esteres	24
1.2.1.6	Propiedades de los aceites esenciales	24
1.2.1.6.1	Propiedades físicas de los aceites esenciales	24
1.2.1.6.2	Propiedades químicas de los aceites esenciales	25
1.2.1.7	Tipos de aceites esenciales	27
1.2.1.7.1	Silvestres	27
1.2.1.7.2	Biológicos	28
1.2.1.7.3	Naturales	28
1.2.1.7.4	Adulterados	28
1.2.1.7.5	Reconstituidos	28

1.2.1.7.6 Sintéticos	28
1.2.1.8 Control de Calidad en aceites esenciales	29
1.2.1.9 Métodos de extracción de aceites esenciales	29
1.2.1.9.1 Expresión	30
1.2.1.9.2 Extracción por arrastre de vapor	30
1.2.1.9.3 Extracción con agua y vapor de agua	30
1.2.1.9.4 Extracción diferencial	31
1.2.1.9.5 Evaporación instantánea	31
1.2.1.9.6 Destilación fraccionada	31
1.2.1.9.7 Extracción con disolventes volátiles	32
1.2.1.9.8 Enfluraje	33
1.2.1.9.9 Maceración	33
1.2.1.9.10 Extracción con fluidos super críticos	34
1.3 La carne de pollo	35
1.3.1 Composición de la carne de pollo	35
1.3.2 Propiedades nutritivas de la carne de pollo	35
1.3.3 Proteínas y grasas de la carne de pollo	36
1.3.4 Minerales presentes en la carne de pollo	37
1.3.5 Vitaminas presentes en la carne de pollo	37
1.3.6 Ventajas e inconvenientes del consumo de carne de pollo	38
1.3.7 Contaminación, conservación de la carne de pollo	39
1.3.7.1 Contaminación de la carne de pollo	40
1.3.7.2 Conservación de la carne de pollo	41
1.3.7.3 Alteración de la carne de pollo	42

1.3.8 Deterioro de la carne de pollo	42
1.4 Enfermedades transmitidas por alimentos	43
II. METODOLOGÍA	48
2.1 Área de ejecución	48
2.2 Tipo de investigación	48
2.3 Tipo de diseño	48
2.4 Universo y muestra	48
2.4.1 Universo	48
2.4.2 Muestra	49
2.5 Variable de estudio	49
2.5.1 Variable dependiente	49
2.5.2 Variables independientes	49
2.6 Materiales e instrumentos de recolección de datos	49
2.6.1 Equipos y materiales de laboratorio	49
2.6.1.1 Equipos	49
2.6.1.2 Materiales	50
2.6.1.3 Reactivos y soluciones	50
2.6.2 Método de análisis	51
2.6.2.1 Análisis físico químico	51
2.6.2.2 Análisis microbiológicos	52
2.6.2.3 Caracterización sensorial de la carne de pollo	53
2.7 Metodología Experimental	53
2.7.1 Caracterización de la carne de pollo	53

2.7.2 Extracción del aceite esencial de tomillo por arrastre de vapor	53
2.7.2.1 Recepción de materia prima	53
2.7.2.2 Limpieza	53
2.7.2.3 Corte	54
2.7.2.4 Pesado	54
2.7.2.5 Extracción de aceite esencial	54
2.7.2.6 Condensación	54
2.7.2.7 Decantación	54
2.7.2.8 Deshidratación	54
2.7.2.9 Filtración	55
2.7.2.10 Almacenamiento	55
2.7.3 Caracterización del Aceite esencial de Tomillo	57
2.7.4 Evaluación de los tratamientos	57
2.7.5 Análisis estadístico	58
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	59
3.1 Caracterización de la carne de pollo deshuesada	59
3.1.1 Análisis físico químico	59
3.1.2 Análisis sensorial de la carne de pollo deshuesada	60
3.1.3 Determinación microbiológica de la carne de pollo deshuesada	61

3.2 Extracción y rendimiento del aceite esencial de tomillo por arrastre de vapor	62
3.3 Caracterización del aceite esencial de tomillo	64
3.4 Evaluación de los tratamientos	65
3.4.1 Determinación de pH	66
3.4.1.1 Evaluación estadística del pH de la carne deshuesada de pollo	68
3.4.2. Determinación microbiológica	70
3.4.2.1 Evaluación estadística de la carga microbiana de la carne de pollo deshuesada	72
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
4.1 CONCLUSIONES	75
4.2 RECOMENDACIONES	76
V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	77
ANEXOS	81
ANEXO 1	82
Extracción de aceite de tomillo	82
ANEXO 2	83
Desmontado y limpieza del equipo de destilación	83
ANEXO 3	84
Acondicionamiento de la carne de pollo deshuesada	84
ANEXO 4	85
Evaluación de la carne de pollo deshuesada	85
ANEXO 5	86

Evaluación Sensorial de los tratamientos	86
ANEXO 6	87
Evaluación microbiológica de los tratamientos	87
(a) Concentración 1500 ppm	87
(b) Concentración 2000 ppm	88
(c) Concentración 2500 ppm	89
(d) Concentración 3000 ppm	90
ANEXO 7	91
Prueba para valoración de calidad con la escala de karlsruhe	91

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1: Composición nutritiva del pollo (por 100g de porción comestible).	38
Cuadro 2: Métodos de determinación físico químicos	52
Cuadro 3: Métodos de análisis microbiológicos	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Resultado de Análisis físico químico de la carne de pollo deshuesada	59
Tabla 2: Evaluación sensorial de la carne de pollo deshuesada	61
Tabla 3 Análisis microbiológicos de carne de pollo deshuesado	62
Tabla 4: Rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo	64
Tabla 5: Caracterización físico química del aceite esencial de tomillo	65
Tabla 6 Evaluación preliminar de los tratamientos	66
Tabla 7. Determinación de pH en carne de pollo deshuesada	67
Tabla 8. Análisis de varianza del pH de la carne deshuesada de pollo	68
Tabla 9. Grupos formados según Tukey	69
Tabla 10. Determinación microbiológica de las muestras (Análisis de aerobios viables)	70
Tabla 11. Análisis de varianza del recuento microbiológico de la carne pollo deshuesada	72
Tabla 12. Grupos formados según Tukey	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	06
Figura 2. Timol	08
Figura 3. Diagrama de bloque para obtención aceite esencial de tomillo	56
Figura 4. Diseño experimental para evaluación de los tratamientos	57
Figura 5. Composición físico química de la carne de pollo deshuesada	60
Figura 6. Diagrama de bloque para obtención aceite esencial de tomillo	63
Figura 7 Variación del pH en los tratamientos	68
Figura 8. Fotografías del montaje, carga y extracción de aceite esencial de tomillo	82
Figura 9. Fotografías del desmontaje, descarga del equipo de Extracción	83
Figura 10. Fotografías del corte y pesado de la carne de pollo Deshuesada	84
Figura 11. Fotografías de inmersión de las muestras en los Tratamientos	85
Figura 12. Fotografías de la evaluación sensorial de los Tratamientos	86

RESUMEN

Los últimos brotes de enfermedades transmitidas por alimentos han impulsado la búsqueda de formas innovadoras para inhibir el crecimiento microbiano en alimentos y una opción es el empleo de aditivos que proporcionen un mayor margen de seguridad y calidad, motivo por el cual el presente trabajo de investigación tuvo por finalidad extraer, caracterizar y evaluar el efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en carne de pollo deshuesada almacenada en refrigeración. Los ensayos experimentales se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias UNPRG.

Las operaciones y parámetros para la obtención de aceite esencial fueron: limpieza, cortado (a un tamaño de 1,5 cm), pesado, extracción (Temperatura de 95°C), condensación (agua a 20°C), decantación, deshidratación, filtración, envasado, almacenado (temperatura de refrigeración). Se extrajo aceite de tomillo, presentando un rendimiento de 0,6 % (ml/kg y) 0,54 % (g/kg). El aceite esencial de tomillo caracterizado físico químicamente presento una densidad de 0,921 g/L y un índice de refracción de 1,4960. El mejor tratamiento luego de la evaluación sensorial y estadística de los tratamientos es la concentración de 2500 ppm de aceite esencial de tomillo que permitió mantener por más tiempo las características sensoriales de la carne de pollo.

Llegando a recomendar hacer un estudio detallado de los componentes del aceite esencial de tomillo, para así mejorar su efectividad y aplicación, hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un

proyecto piloto para la producción de aceite esencial de tomillo y evaluar otros aceites esenciales de plantas aromáticas que presenten acción bactericida y tener alimentos más seguros...

ABSTRACT

Recent outbreaks of foodborne illness have prompted the search for innovative ways to inhibit microbial growth in food and an option is the use of additives to provide a greater margin of safety and quality, why this research was intended to extract , characterize and evaluate the antimicrobial effect at different concentrations of essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) in deboned chicken meat stored under refrigeration. Experimental tests were performed in the laboratories of the Faculty of Chemical Engineering and Food Industries UNPRG .

The operations and parameters for obtaining essential oil were: cleaning, cutting (to a size of 1.5 cm) , weighed , extraction (temperature 95 ° C) , condensation (water at 20° C) , decantation, dehydration , filtration , packaging , storage (refrigerator temperature) . Thyme oil is extracted, having a yield of 0.6 % ml / kg and 0.54 % (g/kg). The essential oil of thyme chemically characterized physical file a density of 0.921 g/L and a refractive index of 1.4960. The best treatment after sensory and statistical evaluation of treatments is the concentration of 2500 ppm of essential oil of thyme longer possible to maintain the sensory characteristics of chicken meat.

Coming to recommend a detailed study of the components of the essential oil of thyme, to improve their effectiveness and application, make a technical feasibility study of pre - economic development of a pilot project for the production of essential oil of thyme and evaluate other essential oils from aromatic plants showing bactericidal action and have safer food.

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria es un tema cada vez más importante, independientemente de los avances en la salud pública y en la conservación de productos alimentarios (Longinos *et. al.* 2005). Los últimos brotes de enfermedades transmitidas por alimentos han impulsado la búsqueda de formas innovadoras para inhibir el crecimiento microbiano en alimentos y una opción es el empleo de aditivos que proporcionen un mayor margen de seguridad y calidad. Estas tecnologías podrían desempeñar un papel importante para extender la vida de anaquel de alimentos y reducir el riesgo de contaminación por la presencia de microorganismos patógenos (Appendini y Hotchkiss, 2002).

La mayoría de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), son de origen microbiano, siendo éste uno de los problemas de salud pública de mayor impacto en el mundo. De acuerdo con lo anterior, es importante considerar la existencia de microorganismos de carácter patógeno, que son los principales responsables de dichas enfermedades y de graves intoxicaciones alimentarias (Ocares, 2012).

Algunos de los microorganismos que se han asociado a las ETA son ***Listeria monocytogenes***, ***Escherichia coli***, ***Salmonella spp***, ***Staphylococcus aureus*** y ***Bacillus cereus***. Estas bacterias, debido a su ubicuidad e incidencia, se han constituido en el blanco de acción de muchos de los sistemas de aseguramiento de la calidad en industrias alimenticias y ha

conducido a la búsqueda de nuevas alternativas para su inhibición y eliminación (Ocares, 2012).

Los aditivos son utilizados como agentes conservantes y potenciadores de sabor, buscando ampliar el tiempo de vida de un producto el cual resulte más atractivo para el consumidor y logre ser económicamente más rentable para la empresa que lo comercializa. Aunque a menudo esos aditivos no son inocuos, cuyos efectos secundarios incluso pueden resultar peligrosos. Sin embargo, ni las empresas, ni las autoridades sanitarias informan al consumidor sobre este tipo de riesgos.

Los bioconservadores son una parte esencial en los productos alimenticios ya que extienden la vida de anaquel del producto, controlan las propiedades organolépticas de los alimentos y garantizan la salud del consumidor inhibiendo el crecimiento o aniquilando a microorganismos indeseables como saprofitos alterantes, mesófilos, psicrotrofos, *Pseudomonas*, Entobacterias, Mohos, Levaduras, Coliformes, *E. coli*, *Salmonella* y *Campylobacter spp.* Las hierbas y las especias han sido empleadas durante siglos para aumentar la vida útil de los alimentos. Diversos han sido los estudios para demostrar la actividad antimicrobiana de este tipo de sustancias. Hoy en día, ha disminuido el consumo de los productos que contienen aditivos sintéticos, ya que la mercadotecnia ha generado una tendencia favorable hacia el consumo de productos con conservadores naturales o bioconservadores.



El tomillo que se utilizan en la industria alimenticia como sazónador y bioconservador culinario contiene aceite esencial que se considera de actividad inhibitoria fuerte. El reconocido principio aromático y de sabor de los extractos vegetales de diferentes tipos de plantas ha motivado el uso de varios de ellos, principalmente como agentes saborizantes o sazónadores de alimentos y bebidas. En nuestro país actualmente no se realiza aplicación de bioconservadores en las industrias alimenticias pero en investigaciones en otros países ya se utiliza bioconservadores para la conservación de carnes y alargamiento de su vida de anaquel, además se sugiere la aplicación de bioconservadores en alimentos, plantas y medicamentos. Los Aceites Esenciales son la alternativa de conservadores naturales que prometen competir con el amplio mercado de los agentes químicos o sintéticos que actualmente ofrecen productos económicos, de aplicación sencilla y amplio espectro, pero que están destinados a desaparecer porque son altamente tóxicos para el hombre y los animales, son bioacumulables, y después de un largo tiempo de aplicación son inactivos para muchos microorganismos patógenos (Holley, 2005).

En Europa, Estados Unidos y Canadá la demanda de productos orgánicos están creciendo entre un 17% y 27% ya que cuentan con regulaciones que protegen la salud de sus habitantes y en los últimos años se han producido cambios importantes en la sociedad, de países desarrollados cuyos consumidores marcan, con sus exigencias, las tendencias que deben tener los productos que forman parte del resto de la cadena alimentaria (industrias, mayoristas, distribución) (Hernández, 2011).

Las nuevas exigencias se centran en abandonar el uso de productos de síntesis químicas, lo cual demuestra mediante el creciente interés de los consumidores por los productos naturales dado que los aditivos químicos tienen gran responsabilidad sobre problemas cancerígenos y alergénicos que se manifiestan con el tiempo y afectan la salud de los consumidores.

En el Perú el consumo de alimentos naturales es muy limitado ya que no se ha difundido la cultura alimenticia entre sus pobladores. En la Región Lambayeque el comportamiento del consumidor frente a la calidad que ofrecen los productos orgánicos no se diferencian de la realidad nacional. A nivel regional existe muy poca difusión sobre los estudios realizados sobre el aceite esencial de tomillo y su acción antibacteriana, por lo cual se desestima el valor de su aplicación en los alimentos, debido a esto se ha planteado realizar esta investigación con el fin de contribuir con la salud y el bienestar del consumidor lambayecano.

Por ello se consideró realizar el presente trabajo de investigación, planteándonos los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Extraer, caracterizar y evaluar el efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en carne de pollo deshuesada en refrigeración.

Objetivos Específicos:

- Determinar el rendimiento de extracción de aceite esencial de tomillo
- Determinar los parámetros tecnológicos para la extracción de aceite esencial de tomillo.
- Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de tomillo extraído por arrastre de vapor.
- Caracterizar fisicoquímicamente y microbiológicamente la carne de pollo deshuesada.
- Determinar la mejor concentración de aceite esencial de tomillo que permita prolongar la vida útil de la carne de pollo deshuesada almacenada en refrigeración.

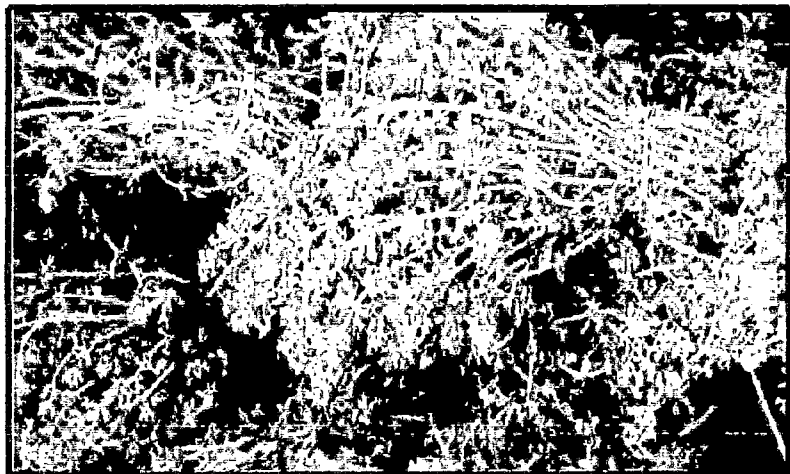
I. MARCO TEÓRICO

1.1 El tomillo (*Thymus vulgaris*)

1.1.1 Historia

El uso del tomillo data de tiempos muy antiguos. Los egipcios lo empleaban como una de las sustancias aplicadas en los procesos de momificación. El nombre *Thymus* proviene del griego thumus que significa fuerza o coraje, ya que se empleaba principalmente como infusión energizante y como antiséptico de heridas de guerreros. Esta nomenclatura fue empleada por Teofrasto para designar tanto al tomillo como a la ajedrea. Se la recomendaba como antídoto para las mordeduras de serpientes. El propio Carlo Magno ordenó su cultivo en todos los jardines para aprovechar tanto sus propiedades medicinales como culinarias (Camañas, 2012).

Figura 1. Tomillo (*Thymus vulgaris*)



Fuente: Solis (2011)

En el siglo XVI fue cultivado extensamente en toda Europa y regiones aledañas al Mediterráneo, formando parte de numerosas recetas y preparados correspondientes a las primeras farmacopeas europeas. En 1725, un boticario alemán llamado Neumann obtiene el aceite esencial, comenzando a partir de entonces su estudio con fines terapéuticos (Lee, 2005).

1.1.2 Descripción botánica del tomillo

Crece espontáneo por todo el sur de Europa, donde se reproduce bien, ya sea por semillas o, más frecuentemente por división de las matas en primavera. Prefiere los terrenos ligeros y pedregosos, y cuando es cultivado, requiere riegos repetidos durante los calores excesivos (Lee, 2005).

Reino	: <i>Plantae</i>
División	: <i>Spermatophyta</i>
Clase	: <i>Magnoliopsida</i>
Orden	: <i>Lamiales</i>
Familia	: <i>Lamiaceae</i>
Género	: <i>Thymus</i>
Especie	: <i>T. vulgaris</i>
Nombre binomial	: <i>Thymus vulgaris</i> L.

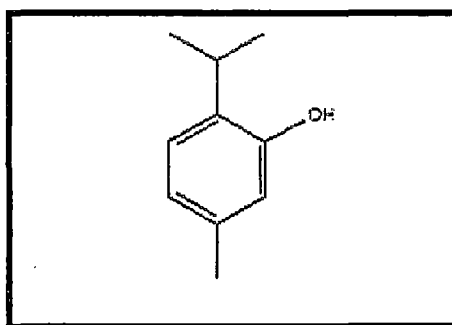
El Tomillo pertenece a la familia de las labiadas alcanza de 15 a 30 cm. de altura, muestra hojas opuestas, lanceo-ladas, con los bordes enrollados y densamente pilosas. Las flores del Tomillo son diminutas, agrupadas en

racimos terminales muy densas, rosadas o blanquecinas. Cáliz de color rojizo vinoso, con la garganta obstruida por pelitos blancos. El labio superior muestra tres dientecitos cortos, y el inferior dos largas y estrechas lacinias. La corola mide entre 7 y 8 mm y aparece dividida en dos labios: el superior escotado y en inferior subdividido en tres lóbulos divergentes. Toda la planta desprende un fuerte aroma al estar provista de glándulas esenciales. Se recolectan primordialmente el *Thymus vulgaris* y el Tomillo salsero o blanco. Los romanos lo introdujeron en la cocina, perfumando vinos y quesos (Camañas, 2012).

1.1.3 Composición química del tomillo

Aceite esencial (0,8- 2,5 %): Presenta fundamentalmente timol (40%), p-cimeno (15 – 50%), alcanfor (11 – 16%), carvacrol (2.5 – 14.6 %), linalol (4%), 1,8- cineol (3%), γterpineno (1-5%), borneol, acetato de bornilo, acetato de linalino, geraniol, α y β- pineno, limoneno.

Figura 2. Timol



Fuente: Solis (2011)

Flavonoides: Principalmente heterósidos del luteol y apigenol, y en menor medida flavonas metoxiladas: cosmosiína, timonina, isotiminina, timusina, naringenina. También se ha señalado la presencia de flavanonas, flavonoles y heterósidos de luteolina.

Otros: taninos (7-10%), serpilina (principio amargo), saponinas ácidas y neutras, ácido labiático, oleanólico y ursólico (1,5%), ácidos fenilcarboxílicos (clorogénico y cafeico), ácido rosmarínico (1%), ácido litospérmico, resinas (Alonso, 2004).

El rendimiento porcentual de aceite esencial del tomillo varía según el método utilizado para su extracción ya sea por destilación con agua, destilación con vapor de agua o la combinación de ambas (Alonso, 2004).

1.1.4 Actividad antimicrobiana

Aun cuando no se conocían los antibióticos, el tomillo era considerado como un eficaz desinfectante. Actualmente, está comprobado que sus componentes fenólicos, timol y carvacrol, tienen actividad antibacteriana frente a gérmenes gran positivos y gran negativo. Este efecto se debe a su acción sobre la membrana bacteriana. Además, tiene acción anti fúngica (eficaz contra *Candida albicans*) y antivírica (Alonso, 2004).

El timol es un producto extraído por la industria farmacéutica y ha sido extensamente documentado por su acción antibacterial, antiviral y fungicida

sobre diferentes tipos de microorganismos aún aquellos que ya son resistentes a la medicina tradicional (Alonso, 2004).

El agente activo del tomillo (*Thymus vulgaris*) es el timol que se caracteriza por su poder desinfectante y fungicida. Por su sabor agradable está presente en la formulación de diversos enjuagues bucales, pastas de dientes, etc. Una disolución de 5% de timol en etanol se utiliza para la desinfección dermal y contra infecciones con hongos (Alonso, 2004).

El timol y el carvacrol componentes del aceite esencial presente en el tomillo, se emplean en la industria alimenticia como antibacterianos; estos aceites han mostrado un efecto frente a bacterias Gram negativas y Gram positivas, con resultados similares a los dados por los antibióticos y al compararlos con el efecto del ácido láctico sobre *L. monocytogenes* se ha encontrado una inhibición superior al 50% por parte de ambos aceites (Alonso, 2004).

Al eliminarse por vía respiratoria y renal, el tomillo produce efecto antiséptico en el árbol respiratorio y en las vías urinarias (Alonso, 2004).

Dentro de la actividad antimicrobiana, el timol y el carvacrol han demostrado exhibir el mayor espectro terapéutico comparativamente con el resto de los componentes del aceite esencial. Investigadores de la Universidad de Montpellier (Francia) han identificado entre seis y siete quimiotipos diferentes en ejemplares de tomillo europeos. En estudios de actividad antibacteriana se ha visto, por ejemplo, que el quimiotipo 5 es el menos activo en función de la

concentración inhibitoria mínima de las cepas bacterianas, mientras que el quimiotipo 1 presenta la mayor actividad antifúngica (Burt, 2004).

Frente a *S aureus* y *Helicobacter pylori* resultó activo in vitro el extracto acuoso de las hojas de tomillo. Así como la propiedad inhibitoria del aceite esencial frente a *Listeria monocytogens* (Alonso, 2004).

Tanto el extracto acuoso como el acetónico de tomillo han desarrollado actividad inhibitoria in vitro frente a M. tuberculosis (Alonso, 2004).

El tomillo está clasificado como planta medicinal expectorante y atiespasmódica en las vías respiratorias y ejerce un efecto relajante del músculo liso bronquial que justifica su uso como antitusivo (Alonso, 2004).

La acción espasmolítica se debe al timol y al carvacrol del aceite esencial, que se cree tienen la capacidad de inhibir la disponibilidad del calcio, con lo que podrían bloquear la conducción nerviosa. Por otro lado, se ha comprobado que la acción de los flavonoides derivados del luteol potencia la acción espasmolítica de los fenoles, actuando sobre todo en la tráquea (Shur y Nielsen, 2006).

Por su actividad antiséptica, el tomillo también tiene interés como antibacteriano de la cavidad bucofaríngea, así como para el lavado de heridas. La acción antibacteriana del tomillo se ve potenciada por la capacidad que tiene de producir una estimulación de la leucopoyesis y una elevación de los

valores de trombocitos en la sangre, por lo que también se considera su uso como potenciador de la acción de otros inmunosupresores (Shur y Nielsen, 2006).

El aceite esencial de Tomillo actúa como tónico nervioso, y en forma similar al romero estimula el cerebro y la memoria por lo que resulta útil en casos de fatiga o debilidad. La acción primaria del aceite esencial de Tomillo es sobre el tracto genito-urinario y sobre las vías respiratorias compartiendo incluso propiedades antisépticas con el eucalipto. El aceite esencial posee timol, carvacrol, γ -Terpineno, *p*-Cimeno (Burt, 2004).

1.1.5 Propiedades medicinales del tomillo

El aceite esencial de tomillo contiene compuestos tales como timol, carvacrol, borneol, linaol, cimeno, pineno, dipenteno y acetato de bornila), un principio amargo, tanino y materias resinosas y pépticas el tomillo actúa como digestivo, antiséptico, vermífugo, y como estimulante sedativo en las crisis de tos (Domínguez, 2004).

La esencia tiene un poder antiséptico superior del fenol al del agua oxigenada en la actualidad está bien comprobada la acción bactericida de la esencia de tomillo sobre los bacilos tífico, diftérico, tuberculoso (bacilo de Koch), y sobre los meningococos (causantes de la meningitis), los neumococos y los estafilococos. Su acción antiséptica se localiza sobre el aparato digestivo, el respiratorio y el genitourinario, y especialmente sobre las mucosas de la boca

y garganta, así como las de los órganos genitales. Su acción antimicrobiana se ve potenciada por la capacidad que tiene para estimular el fenómeno de la leucocitosis (aumento de los glóbulos blancos en la sangre). Tal como se ha podido demostrar experimentalmente. Al contrario que los antibióticos los cuales deprimen el sistema inmunitario (defensas), el tomillo lo estimula, favoreciendo la actividad de los leucocitos (glóbulos blancos). El uso del tomillo se halla pues indicado en todas las enfermedades infecciosas, en especial las de origen bacteriano que afecta a los órganos digestivos, respiratorios y genitourinarios.

En el sistema nervioso actúa como tonificante general del organismo estimula las facultades intelectuales y la agilidad mental.

Antiespasmódico, eupéptico, carminativo abre el apetito, favorece la digestión y combate las putrefacciones intestinales por desequilibrios en la microbiota del colon. Indicado en gastroenteritis y colitis provocadas por bacterias del genero *Salmonella* responsables de numerosas infecciones por alimentos en mal estado, especialmente durante el verano.

También se emplea como vermífugo, para afecciones bucales y faríngeas, como expectorante, antitusígeno y balsámico y por sus propiedades diuréticas y antisépticas, resulta indicando en las infecciones urinarias (Solis 2011).

1.1.6 Aceite esencial de tomillo

El aceite esencial de tomillo se extrae mediante un proceso de destilación de las partes aéreas de la planta. El componente principal del aceite esencial de tomillo es el timol, que tiene propiedades medicinales sobresalientes. El timol es una sustancia muy potente y puede llegar a ser peligroso para la salud si no lo utilizamos correctamente (Baltazar, 2003).

Estos aceites esenciales son usados en sesiones de aromaterapia para recuperar la vitalidad, suprimir la ansiedad y para darle tonicidad a los músculos. Además desprende un agradable aroma si lo usamos en un difusor o un hornillo para perfumar el ambiente, y al mismo tiempo, estaremos aprovechando las múltiples propiedades medicinales del tomillo en aromaterapia (Lee, 2005).

El aceite de tomillo puede ser un muy buen remedio natural expectorante, estimulante del sistema respiratorio, antiviral, antiséptico, antibacterial y como tónico energizante natural. Para esto podemos mezclar unas pocas gotas no más de 4 o 5 gotas en una taza de infusión de eucaliptos, menta, té verde u otras infusiones según el efecto buscado (Baltazar, 2003).

1.1.6.1 Usos terapéuticos del aceite esencial de tomillo

Tiene un efecto antihelmíntico, antimicrobiano, antioxidante, antiputrescente, antirreumático, antiséptico (intestinal, pulmonar genitourinario), antiespasmódico, antitusígeno, antitóxico, astringente, diurético, afrodisíaco,

bactericida, tónico nervioso, balsámico, revulsivo, carminativo, cicatrizante, emenagogo, rubefaciente, parasitocida, estimulante del sistema inmunitario y de la circulación, vermífugo (Baltazar, 2003).

1.1.6.1.1 Piel

Cortes, contusiones, quemaduras, abscesos, acné, dermatitis, sarna, piojos, picaduras de insectos, piel grasa, infecciones de las encías.

1.1.6.1.2 Aparato respiratorio

Bronquitis, laringitis, sinusitis, amigdalitis, catarro, tos, asma.

1.1.6.1.3 Circulación, músculos y articulaciones

Artritis, reumatismo, dolor muscular, torceduras, lesiones deportivas, celulitis, gota, obesidad, mala circulación, edema.

1.1.6.1.4 Aparato digestivo

Dispepsia, flatulencia, diarrea,

1.1.6.1.5 Sistema inmunitario

Enfermedades infecciosas.

1.1.6.1.6 Sistema nervioso

Insomnio, debilidad nerviosa, enfermedades por estrés, dolor de cabeza (Baltazar, 2003).

1.1.6.2 Toxicidad del aceite esencial de tomillo

La planta de tomillo es en general muy segura de consumir, en especial si se ingieren preparados naturales en base a esta planta y se consume en dosis adecuadas. Sin embargo, los aceites esenciales de tomillo pueden provocar efectos tóxicos en las personas que lo consumen (Lee, 2005).

No se recomienda el consumo, mediante aplicación oral, de los aceites esenciales del tomillo, conocido científicamente como *Thymus vulgaris*, a las mujeres que se encuentren embarazadas o en la etapa de lactancia.

Esto se debe a que no se conoce en detalle, los efectos que podría provocar el tomillo en estas situaciones. Debido a los componentes de esta planta, se especula, que podría provocar reacciones abortivas.

El consumo, en dosis elevadas, de los aceites esenciales de esta planta podría ocasionar algún tipo de intoxicación, la cual se caracterizaría por fuertes dolores estomacales y de cabeza, mareos, diarreas y vómitos.

El tomillo puede provocar reacciones alérgicas en las personas que son hipersensibles a esta planta, por lo tanto, no se recomienda su ingesta a aquellas personas que son alérgicas a las plantas de la familia de las labiadas (Baltazar, 2003).

1.2 Conservantes naturales

Las especias y aceites esenciales desde la antigüedad ya eran utilizados para embalsamar cadáveres y evitar la putrefacción, por la presencia de fenoles, flavonoides, que retrasan la autooxidación de las grasas (Arashisar, 2004).

Actualmente, el creciente interés de los consumidores por la seguridad y calidad de los alimentos que ingieren, las nuevas tendencias revelan una clara preferencia de la industria alimentaria hacia los conservantes naturales, como es el caso de antioxidantes procedentes de extractos de plantas. Así, el mercado de los antioxidantes sintéticos está en declive mientras que los antioxidantes naturales ganan importancia debido a la aceptación de los consumidores y a los requerimientos legales para acceder al mercado (Holley, 2005).

Ciertas especias inhiben el crecimiento de microorganismos. En general son más efectivos frente a organismos grampositivos que frente a bacterias gramnegativas. En estos productos se han determinado: gran poder conservante (canela, clavo de olor, mostaza). Inhibición débil de una gran variedad de microorganismos (*Micrococcus pyogenes*, *Sarcina lutea*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhi* *Penecillum notatum*) (Arashisar, 2004).

Los aceites esenciales de los cítricos (naranja, limón) son inhibidores del desarrollo de *Aspergillus flavus*, eliminando la producción de aflatoxina. Los extractos de ajo y cebolla inhiben el desarrollo de levaduras y son también



antibacterianos. Los cereales, rábanos, plátano, berza contienen también sustancias antimicrobianas.

Las sustancias antimicrobianas de numerosas especias son los principios de los aceites esenciales, que son mezclas de diferentes productos volátiles, con frecuencia afines, entre los que se encuentran los hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, esteres fenólicos y ácidos.

Los marinados también son otra forma de conservar alimentos, están compuestos por líquidos y elementos aromatizantes que tienen por objeto eliminar los fuertes sabores que pudieran tener los distintos tipos de carne. Además de aromatizarlas se consigue ablandarlas y prolongar su conservación al formar en la preparación una película externa que aísla los microorganismos (Akgul y Kivanc, 2006).

1.2.1 Aceites esenciales

1.2.1.1 Generalidades

Son mezclas complejas de fragancias y aromas o sustancias aromáticas originadas en plantas. Muchas de estas sustancias son utilizadas totalmente, otras una parte y otras un solo componente, dependiendo de su actividad. A los aceites esenciales se les denomina también quinta esencia; se los puede clasificar de acuerdo al uso industria, medicinal: sea como aroma y fragancia en cosmética, saborizante y bactericida en alimentos, antisépticos y medicinales (James, 2006).

Los aceites esenciales no se encuentran prácticamente más que en vegetales superiores. Se calcula que existen aproximadamente unas 17500 especies aromáticas, son productos químicos que forman las esencias odoríferas de un gran número de vegetales, se encuentran ampliamente distribuidos en unas 60 familias de plantas que incluyen las Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Mirtáceas, Pináceas, Rosáceas, Rutáceas, Umbelíferas, etc. (Solis, 2011).

Los aceites esenciales o esencias vegetales son mezclas de un número variable de sustancias orgánicas olorosas. Por lo general se obtienen por arrastre de vapor. Las propiedades físico químicas de los aceites esenciales son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas, de las que en la esencia de una planta, prácticamente puede encontrarse solo uno o más compuestos. El rendimiento de esencia obtenido de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento del peso vegetal hasta 1-3%. La composición de una esencia puede cambiar con la época de la recolección, el lugar geográfico (James, 2006).

1.2.1.2 Localización de los aceites esenciales

Generalmente, la síntesis y acumulación de los aceites esenciales se asocia a la presencia de estructuras histológicas especializadas, a menudo localizadas sobre o en la proximidad de la superficie de la planta.

Los aceites esenciales se pueden aislar de diferentes partes de la planta:

- En las hojas (ajenjo, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.)
- En las raíces (angélica, asaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, galanga, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, vetiver, etc.).
- En el pericarpio del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.).
- En las semillas (anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino, etc.).
- En el tallo (canela, caparrapí, etc.).
- En las flores (árnica, lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, clavo de olor, rosa, etc.).
- En los frutos (alcaravea, cilantro, laurel, nuez moscada, perejil, pimienta, etc.).

Los aceites esenciales son volátiles, arrastrables por vapor de agua o gas supercrítico y a ello se debe su aroma. Los aceites esenciales están presentes en glándulas, pelos glandulares o disueltos en las resinas. Son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos, generalmente son líquidos, pero en algunos casos se solidifica una parte por enfriamiento. Ello se aprovecha para separar los componentes sólidos que conforman la parte conocida como estereopteno (alcanfor) de los aceites, olcopteno (Fan, 2008).

Las aplicaciones de los aceites esenciales son muy variadas, sea en perfumería especialmente los terpenos oxigenados tienen olor agradable, mientras mayor cantidad de compuestos oxigenados tenga es más valorada

una esencia. Como saborizantes de alimentos como son los aceites de anís, de menta (Fan, 2008).

En medicina son muy utilizadas como carminativas y saporíferas las esencias de anís, clavo, canela, la esencia de clavo de olor es muy utilizada como analgésico dental y como precursor de vainillina. Los monoterpenos sirven a las plantas entre otras cosas, para inhibir la germinación de otras especies y así evitar la competencia especialmente de agua, si esta es escasa (Fan, 2008).

1.2.1.3 Función de los aceites esenciales

En general, la función biológica de los terpenoides de los aceites esenciales sigue estando poco clara. Sin embargo, es probable que tengan un papel ecológico. Apoya esta hipótesis el haber establecido experimentalmente el papel de algunos de ellos, tanto en el campo de las interacciones vegetales (agentes alelopáticos, especialmente inhibidores de la germinación) como en las interacciones vegetal-animal: protección contra los depredadores (insectos y hongos) y atracción de polinizadores (Burbano, 2000).

1.2.1.4 Clasificación de los aceites esenciales

1.2.1.4.1 Por su consistencia

1.2.1.4.1.1 Esencias fluidas

Son líquidos volátiles a temperatura ambiente.

1.2.1.4.1.2 Bálsamos

Son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, son ejemplos: el bálsamo de copaiba, el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque, etc.

1.2.1.4.1.3 Oleorresinas

Tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (Isenberg, 2005).

1.2.1.4.2 Por su origen

Aceites Naturales: Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Estos aceites esenciales son los llamados Aceites esenciales de aromaterapia (Loza-Tavera, 2001).

En Aromaterapia o la Aromacología sólo se deben de utilizar aceites esenciales naturales, puros y completos, que no hayan sufrido ningún tipo de agregado natural o sintético y que no hayan sufrido ningún proceso de rectificación etc. El concepto básico de la Aromaterapia es que el aceite esencial no debe tener ninguna transformación para mantener las características químicas que tiene el vegetal.

Aceites Artificiales: Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes (Loza y Tavera, 2001).

1.2.1.5 Composición química de los aceites esenciales

1.2.1.5.1 Carbueros terpénicos

Los terpenos son una clase de sustancias químicas que se hallan en los aceites esenciales, resinas y otras sustancias aromáticas de muchas plantas, como por ejemplo los pinos y muchos tipos de cítricos. Uno de los terpenos más comunes es el pineno, que se encuentra, entre otros, en la trementina, extraída del pino. Aunque no siempre se han de considerar tóxicos, los terpenos, tomados en dosis suficientemente elevadas, pueden producir convulsiones, insomnio, náuseas, pesadillas, temblores y vértigo, entre otros problemas. Algunos de los terpenos más usuales son el limoneno, felandreno, camfeno, cariofileno.

1.2.1.5.2 Cetonas

Parecidas químicamente a los terpenos, algunas cetonas como la thuyona, se hallan en el ajeno (*Artemisia absinthium*), utilizado en la fabricación de numerosas bebidas alcohólicas como la absenta o el vermut.

1.2.1.5.3 Alcoholes

Como el borneol, mentol, geraniol, linalol o cineol.

1.2.1.5.4 Fenoles

Timol, eugenol, eucaliptol, carvacrol, anetol.

1.2.1.5.5 Aldehídos

Cinámico, anísico y benzoico.

1.2.1.5.6 Esteres

Acetato de linalilo, salicilato de metilo (compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina).

Y otros como: Carburos saturados, ácidos, compuestos sulfurados.
(Hernández, 2002).

1.2.1.6 Propiedades de los aceites esenciales

1.2.1.6.1 Propiedades físicas de los aceites esenciales

Los aceites generalmente tienen color amarillo, a veces verdoso o pardusco. Esta coloración puede ser destruida por la acción de la luz o de los oxidantes. Además, tienen sabor y olor que recuerdan los de la materia prima de que proceden.

Los aceites son casi todos insolubles en agua y solubles en alcohol etílico a 78°C, éter, sulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, cloroformo, benzol y esencia de petróleo. Los aceites empiezan a descomponerse entre 280 y 300°C. En este caso toman color oscuro y producen vapores inflamables de olor desagradable y asfixiante.

El peso específico de los aceites es menor que el de agua; oscila entre 900 y 970kg/m³. La temperatura influye en el peso específico de los aceites y varía según el lugar en que crecen y se desarrollan las plantas o animales productores del aceite y según el método que se emplea para su obtención. La viscosidad de los aceites se mide a través de su fluidez y depende de la temperatura, siendo su parámetro de comparación la viscosidad del agua (Khalil de León, 2000).

1.2.1.6.2 Propiedades químicas de los aceites esenciales

Los aceites se dividen en vegetales y animales. Los aceites de origen vegetal se diferencian de los procedentes del reino animal, en que los primeros contienen fitosterina y los segundos colessterina. Los aceites vegetales se dividen en fijos y esenciales; y los aceites fijos en: secantes, semisecantes y no secantes, y los aceites animales en marinos y terrestres.

Los aceites vegetales fijos son líquidos de consistencia de jarabe, de color amarillo o rojizo más o menos marcado al ser extraídos y, luego de ser tratados son casi incoloros o ligeramente amarillos. Los olores y sabores de los aceites fijos son variados y casi imperceptibles luego de ser tratados. Los aceites vegetales esenciales o volátiles son líquidos volátiles a la temperatura ambiente, que al ponerlos en contacto con una hoja de papel o mejor dejando caer una gota sobre éste, forma una mancha que se extiende, pero que al poco rato desaparece sin dejar rastros, debido a la volatilización del aceite. Algunos aceites esenciales tienen olor agradable y más o menos intenso,

peculiares a cada uno y dependiendo de la planta productora (Khalil de León, 2000).

Los aceites secantes son los que tienen la propiedad de absorber oxígeno del aire convirtiéndose en una masa sólida y elástica, de apariencia de barniz. Esta propiedad es debida a la presencia de glicéridos de ácidos pertenecientes al grupo linoleico. En estos aceites, el ácido oleico se encuentra en pequeña proporción, por lo cual no se solidifican por la acción de los reactivos nitrosos. El índice de yodo de los aceites secantes es más alto que el de los no secantes. Una propiedad notable de estos aceites es que su facultad secante aumenta por la cocción a 200 o 250°C en presencia de algunos compuestos metálicos.

Los aceites semisecantes forman la transición entre los secantes y los no secantes. Se diferencian de los primeros por la ausencia de linoleína (ácido linoleico y glicerina), y de los últimos, por la presencia de grandes cantidades de linolina (ácido linolénico y glicerina). Su índice de yodo es bastante alto, estando relacionado con la proporción de ácido linolénico.

Entre estos aceites se encuentran los de algodón, soya, trigo, ajonjolí y otros. Forman además grupo aparte, entre los aceites semisecantes, los de mucha crucíferas (aceite de colza, de mostaza), menos secantes todavía y caracterizados por un índice de saponificación muy bajo, debido a la presencia de erucina.

Los aceites no secantes tienen índices de yodo sumamente bajos; carecen de ácido linolénico, y contienen el linoleico en cantidades muy pequeñas. A consecuencia de su riqueza en ácido oleico, dan por la acción de los reactivos nitrosos, elaidina dura. Pertenecen a este grupo los aceites de olivas, almendras, bellotas, manías, arroz, avellanas y otros.

Los aceites de animales marinos se asemejan a los aceites secantes en que tienen índice de yodo muy alto, absorben fácilmente oxígeno y no pueden producir elaidina por la acción de los reactivos nitrosos. Entre estos se encuentran los aceites de pescado y de hígado de bacalao.

Los aceites de animales terrestres tienen mucho más bajo el índice de yodo, no absorben el oxígeno con facilidad y dan, con los reactivos nitrosos, elaidina dura (Khalil de León, 2000).

1.2.1.7 Tipos de aceites esenciales

1.2.1.7.1 Silvestres

Silvestres: son los mejores aceites. Proceden de plantas que encontramos en la naturaleza en estado puro; así se puede encontrar todavía: eucalipto, hisopo, romero, tomillo, hinojo. Con todo, hay muchas que ya no se encuentran. Es importante señalar que nunca se debe cortar las plantas de raíz.

1.2.1.7.2 Biológicos

Biológicos: procedentes de plantas cultivadas orgánicamente, sin abonos químicos. Se puede conseguir lavanda, salvia, mejorana.

1.2.1.7.3 Naturales

Naturales: es muy difícil tener la garantía de que han sido cultivados orgánicamente: limón, naranja, menta.

1.2.1.7.4 Adulterados

Adulterados: se pueden adulterar con aceites esenciales naturales. Por ejemplo, añadiendo geranio o palmarosa al aceite de rosa. También se pueden adulterar con elementos químicos. Por ejemplo, se puede añadir rosenol al aceite esencial de rosa.

1.2.1.7.5 Reconstituidos

Reconstituidos: se obtienen alcoholes de otras esencias a través de la extracción, se separan los componentes y se unen nuevamente para imitar esencias.

1.2.1.7.6 Sintéticos

Sintéticos: son esencias químicas que imitan los olores de las esencias naturales.

No obstante, existe una enorme diferencia cuando se conoce el olor auténtico. Estos productos no son saludables y producen problemas al cabo del tiempo (Hernández, 2002).

1.2.1.8 Control de Calidad en aceites esenciales

La calidad se ha convertido en algo cada vez más importante para toda actividad productiva; la competencia de los mercados, y la globalización de la economía hacen imperativo que los productos sean de alta calidad y los costos se controlen en cada etapa del proceso (Gallegos, 2003).

Concretamente y desde el punto de vista productivo, la calidad de los aceites esenciales implica la valoración de las necesidades del cliente desde el estudio del mercado y su traducción en un diseño y en producto que satisfaga las necesidades en cuanto a funcionalidad, precio, vida y servicio de agentes naturales que han centrado recientemente en la ampliación de la vida útil de los alimentos, para reducir o eliminar las bacterias patógenas, y aumentar la calidad global de sus productos (Gallegos, 2003).

1.2.1.9 Métodos de extracción de aceites esenciales

Los aceites esenciales se obtienen mediante diversos procesos de extracción. La elección del proceso de extracción depende de la parte de la planta que se utilizará para la fabricación del aceite esencial.

Los métodos de extracción básicos son: presión, destilación, normalmente con agua y/o vapor, y extracción mediante un disolvente. Es precisamente la correcta aplicación del método de extracción de un aceite esencial lo que determinará la calidad final del producto (Flores, 2010).

1.2.1.9.1 Expresión

Al exprimir por máquinas puede producirse un aceite casi idéntico al producto exprimido a mano y es el método aplicado en forma industrial. De los procesos de exprimir a mano, el proceso de esponja es el más importante, ya que produce el aceite de mayor calidad. En la expresión el material vegetal es exprimido mecánicamente para liberar el aceite y éste es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para el caso de las esencias de cítricos.

1.2.1.9.2 Extracción por arrastre de vapor

Este método es el que tiene mayor aplicación para obtener el aceite crudo, consiste en colocar la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños en un recipiente cerrado y sometido a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Se utiliza a escala industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada (Flores, 2010).

1.2.1.9.3 Extracción con agua y vapor de agua

Se emplea cuando los aceites esenciales contenidos en la droga seca o fresca se alteran por ebullición. Si el material es seco (canela, clavo de olor) se muele previamente, se cubre con una capa de agua para humectarlo y se pasa el vapor generado en una cámara independiente a través de la mezcla macerada.

Se evita de esta manera la alteración de la esencia por ebullición directa. Nuevamente el destilado así obtenido es condensado en una cámara refrigerante (Roldán, 2010).

1.2.1.9.4 Extracción diferencial

En este método la mezcla se hace hervir y el vapor generado se separa del líquido, condensándolo tan rápidamente como se genera. Los aparatos usados para este fin reciben el nombre de alambiques (Grosse, 2000).

1.2.1.9.5 Evaporación instantánea

La evaporación instantánea (flash), implica la evaporación de una fracción del líquido, generalmente por calentamiento a alta presión, manteniendo al vapor y al líquido el tiempo necesario para que el vapor alcance el equilibrio con el líquido, separando ambos finalmente (Araujo y Valencia, 2002).

1.2.1.9.6 Destilación fraccionada

La destilación fraccionada es el método más empleado actualmente para separar los componentes de una mezcla líquida. Incluye el retorno de una parte del vapor condensado al equipo, de tal manera que el líquido que se regresa entra en contacto íntimo a contracorriente con los vapores que se dirigen al condensador.

Este tipo de destilación es continua y permite manipular grandes cantidades de materiales y el reflujo hace posible alcanzar purezas elevadas en los productos destilados. Los equipos empleados en este tipo de destilación son torres o cilindros metálicos por los que pasan los vapores y los líquidos generados. Dentro de estas columnas se encuentran platos con perforaciones o empaques de cerámica para un mayor contacto líquido-vapor (Araujo y Valencia, 2002).

Los residuos en esta operación se localizan como sedimentos o lodos y en algunos casos breas en el fondo de las torres o tanques de destilación, como cabezas líquidas o gaseosas en lo alto de las torres y como colas líquidas en la parte baja de ésta (Araujo y Valencia, 2002).

1.2.1.9.7 Extracción con disolventes volátiles

Es un sistema moderno de obtener las esencias, cada vez más utilizado en la industria de los perfumes. La muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia, pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura.

Se utiliza a escala de laboratorio pues a escala industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles.

El factor más importante para lograr el éxito en este método es la selección del disolvente. El disolvente debe ser selectivo esto es disolver rápida y totalmente los componentes odoríferos, con sólo una mínima parte de materia inerte; tener un bajo punto de ebullición; ser químicamente inerte al aceite; evaporarse completamente sin dejar cualquier residuo odorífero; ser de bajo precio y de ser posible no inflamable (Araujo y Valencia, 2002).

1.2.1.9.8 Enfluraje

En el método de enflorado o enfleurage, el material vegetal (generalmente flores) es puesto en contacto con una grasa. La esencia es solubilizada en la grasa que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla (concreto) de aceite esencial y grasa la cual es separada posteriormente por otro medio físico-químicos.

En general se recurre al agregado de alcohol caliente a la mezcla y su posterior enfriamiento para separar la grasa (insoluble) y el extracto aromático (absoluto). Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa (Grosse, 2000).



1.2.1.9.9 Maceración

La maceración se asemeja a la extracción por disolventes, la diferencia es que el material permanece varios días sumergido; en este sistema se usa aceite, grasa fundida y aún alcohol etílico. En general, los productos de la

maceración son de calidad inferior a los de la extracción con solventes volátiles.

Es un sistema poco usado, se usa más que todo para el tratamiento de materiales en pequeña cantidad, produciendo esencias semejantes a las obtenidas por enflorado, pero el rendimiento es menor (Grosse, 2000).

1.2.1.9.10 Extracción con fluidos súper críticos

El método de extracción con fluidos supercríticos es de desarrollo más reciente. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un fluido en estado supercrítico (por ejemplo CO₂), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el fluido supercrítico, que actúa como solvente extractor, se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción.

El método de extracción presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones (Flores, 2010).

1.3 La carne de pollo

Dentro del reino animal las aves ocupan un gran papel dentro de la incorporación de proteínas por parte del hombre, desde tiempos remotos la humanidad se ha valido de ellas para su alimentación, ya sea a través de su carne o de sus huevos (Isidro, 2009).

1.3.1 Composición de la carne de pollo

La composición de la carne de pollo es particularmente favorable para el hombre. Se trata de un alimento de gran valor como fuente de proteínas. Por su proporción relativamente escasa de sustancias colágena, es muy digerible y de ahí su utilidad como alimento de enfermos y convalecientes. La carne de pollo es además estimulante del apetito y de la digestión por su elevado contenido en sustancias básicas, entre ellas, la creatina. La creatinina y la anserina (N- metilcarnosina). Entre los diversos compuestos nitrogenados, los principios biológicamente más importantes de esta carne son las proteínas. Según Grau (1969); en su composición participan los 21 aminoácidos. La proporción de los llamados esenciales sirve de índice para establecer el valor biológico de las proteínas animales y vegetales. Por lo tanto. La carne de ave, con un valor bilógico de 90, es superada únicamente por la leche y los huevos (Carvajal, 2001).

1.3.2 Propiedades nutritivas de la carne de pollo

Dependiendo de la composición de las distintas piezas cárnicas, existen diferencias nutricionales. La pechuga sin piel es la menos grasa, con menos

del 1% en peso, y la parte del animal con menos colesterol. Los muslos tienen menos proteínas que la pechuga y el triple de grasa, así como las vísceras, con cinco veces más de grasa. El hígado tiene nueve veces más contenido de colesterol que la pechuga. Se pueden apreciar variaciones en la composición de la carne, en función de la edad del animal sacrificado.

En relación con las carnes rojas la carne de pollo tiene un aporte proteico similar. En vitaminas, destaca la presencia de ácido fólico y vitamina B₃ o niacina. Entre los minerales, el nivel de hierro y de zinc es menor que en el caso de la carne roja, aunque supone una fuente más importante de fósforo y potasio. El valor nutritivo de la menudencia de pollo es muy alto, especialmente en proteínas y lípidos similares al de la carne roja, aunque destaca su aporte en minerales y vitaminas, principalmente vitamina B₁₂, A, vitamina C y ácido fólico. Cada 100 g de carne de pollo aportan unas 130 calorías (Carvajal, 2001). (Ver cuadro 1)

1.3.3 Proteínas y grasas de la carne de pollo

La carne de pollo contiene proteínas de alta calidad (aminoácidos esenciales de alta digestibilidad), y además aporta poca carga calórica. De hecho, el pollo está considerado como carne magra porque contiene menos de un 10% de grasa en su composición. Su contenido en ácidos grasos monoinsaturados (AGM) o 'grasas buenas', es mayor que el de ácidos grasos saturados (AGS) o 'grasas malas', por lo que resulta muy recomendable como parte integrante de una dieta saludable.

Las distintas partes de éste ave aportan diferentes cantidades de nutrientes. Así, la pechuga de pollo es la parte del ave que contiene una menor proporción de ácidos grasos saturados y de colesterol, pero una mayor cantidad de proteínas, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Si conservamos la piel de pollo a la hora de consumirlo, aumenta el contenido de calórico, proteico y lipídico, así como el nivel de colesterol, por lo que se recomiendan eliminarla previamente a su ingesta (Carvajal, 2001).

1.3.4 Minerales presentes en la carne de pollo

El pollo es además una buena fuente de fósforo, también. El fósforo es uno de los minerales más presentes en nuestros tejidos, por lo que es importante ingerirlo en mayor proporción que otros nutrientes. Forma parte de todas las membranas celulares, sobre todo en los tejidos cerebrales, y participa en el mantenimiento de huesos y dientes (Carvajal, 2001).

1.3.5 Vitaminas presentes en la carne de pollo

Aporta vitamina B6 o piridoxina, que ayuda a mantener la función normal de nuestro cerebro, y participa en la formación de glóbulos rojos. Su consumo nos reporta además ácido fólico, cuya ingesta regular antes y durante la gestación (sobre todo durante el primer trimestre), contribuye a prevenir defectos de nacimiento en el cerebro y la médula espinal denominados defectos del tubo neural. Además, el ácido fólico se relaciona con la formación de glóbulos rojos, que cuando se encuentran en baja proporción en sangre, se asocian con un aumento del riesgo cardiovascular. Tampoco es

despreciable su contenido de la antioxidante vitamina E, en comparación con otros tipos de carne (Carvajal, 2001).

Cuadro 1: Composición nutritiva del pollo (por 100g de porción comestible).

Componente	Pollo con piel	Pollo en filetes
Agua, g.	70,3	75,4
Energía, Kcal	167	112
Proteína, g.	20	21,8
Grasa, g.	9,7	2,8
Cinc, mg.	1	0,7
Sodio, mg.	64	81
Vitamina B1, mg.	0,10	0,10
Vitamina B2, mg.	0,15	0,15
Niacina, mg.	10,4	14
AGS, g.	3,2	0,9
AGM, g.	4,4	1,3
AGP, g.	1,5	0,4
Colesterol, mg.	110	69

AGS = Grasas saturadas
AGM = Grasas monoinsaturadas
AGP = Grasas poliinsaturadas

Fuente: Solis (2011)

1.3.6 Ventajas e inconvenientes del consumo de carne de pollo

La carne de pollo es muy fácil de digerir, más incluso que la de pavo. Además, por su versatilidad en el modo de cocinado, es un alimento muy adecuado en

dietas de control de peso, siempre y cuando se elijan las piezas del animal más magras como la pechuga, se elimine la piel y se prepare a la plancha o al horno, técnicas culinarias que exigen poco aceite.

Puesto que los menudillos de pollo contienen gran cantidad de colesterol, este aspecto ha de ser tenido en cuenta en caso de padecer hipercolesterolemia o enfermedades cardiovasculares.

La carne de pollo es una de las más bajas en purinas, así que limitando la cantidad a 80 -100 g por ración, puede formar parte de la dieta de personas con hiperuricemia (ácidoúrico elevado) (Arenas, 2011).

1.3.7 Contaminación, conservación de la carne de pollo

La carne de pollo es un producto muy alterable por lo que deben manejarse con especial cuidado durante todas las operaciones de procesado. La alteración se inicia pronto, después de la sangría, como resultado de acciones microbianas, químicas y físicas. Si no se frenasen pronto estas acciones se convertiría la carne en un producto no apto para el consumo. Es necesario minimizar su deterioro para prolongar el tiempo durante el que la carne mantiene un nivel de calidad aceptable.

El no aplicar las medidas de control de calidad, durante cualquier operación de procesado, aumenta generalmente la velocidad y la extensión de los

cambios alterativos que llevan al deterioro y finalmente a la putrefacción de la carne (Muller, 2000).

1.3.7.1 Contaminación de la carne de pollo

Las fuentes de contaminación para la carne de aves es la piel de estos animales, cuando están vivos, pueden contener un promedio de 1.500 bacterias por centímetro cuadrado. Probablemente, estas cifras corresponden a la microbiota natural de la piel, más otros microorganismos procedentes de las patas, plumas y heces. La contaminación de la piel y de las paredes de la cavidad abdominal tiene lugar durante las fases de lavado, desplumado y evisceración.

La cantidad de bacterias en la superficie externa de los pollos varía considerablemente, sin embargo, esta variación es más acusada entre cada una de las aves que entre las diferentes zonas de las mismas. Las clases de microorganismos aislados dependerán de donde se hayan recogido las muestras y de la fase o etapa de procesado. En aves y productos derivados se han encontrado miembros de los siguientes géneros:

Enterobacter, Alcaligenes, Escherichia, Bacillus, Flavobacterium, Micrococcus, Paracolobactrum, Proteus, Pseudomonas, Staphylococcus, Corynebacterium y Salmonella. Los menudillos como mollejas, corazones e hígado se preparan separadamente, pudiendo diferir la carga y tipos de microorganismos, se han recibido una considerable atención

la incidencia de Salmonelas ya que se encuentra una incidencia del 0 y el 20% (Molero, 2012).

1.3.7.2 Conservación de la carne de pollo

Como el sacrificio de los mamíferos para la producción de carne, el método de matanza y sangría de las aves tiene un efecto importante en la calidad del producto. Los métodos modernos implican el corte de la vena yugular, estando el ave suspendida de sus patas para facilitar la sangría (Molero, 2012).

Se dice que el corte es externo cuando la tráquea se deja intacta, mientras que el corte denominado kosher o semita secciona la tráquea. Cuando se escaldan las aves el agua puede pasar por aspiración al saco aéreo. Al parecer el corte kosher determina que la inhalación del agua de escaldado sea mínima, ya que la sección final de la tráquea hace que esta se retraiga bajo la piel. El método de desplumado influye también en la capacidad de conservación del ave. Las desplumadas en seco son más resistentes a la descomposición que las escaldadas o semiescaldadas, ya que la piel queda menos lesionada, aunque es mayor la cantidad de cañones en la piel. La mayoría de las aves se despluman por semiescaldado, que consiste en sumergir las aves en agua a unos 55°C durante 2 minutos. La experiencia demuestra que el agua utilizada para el semiescaldado no es una fuente importante de contaminación siempre que se tomen las debidas precauciones en relación con el cambio de agua. El escaldado de las aves con vapor es

más efectivo que con agua caliente para reducir la cantidad de bacterias, con inclusión de coliformes y salmonelas (Doyle, et. al. 2001).

1.3.7.3 Alteración de la carne de pollo

Aunque las enzimas contribuyen a la alteración de las aves terminadas, la causa fundamental de la misma son las bacterias, principalmente las procedentes del tubo digestivo. El número limitado de trabajos acerca de la alteración de las aves indica que la mayor parte del crecimiento bacteriano tiene lugar sobre las superficies, como son la piel, las paredes de la cavidad abdominal y las superficies de corte, difundiendo los productos de descomposición lentamente hacia la carne.

1.3.8 Deterioro de la carne de pollo

Los estudios sobre la microbiota bacteriana de carnes frescas de ave, han demostrado la intervención de diversos microorganismos, pero se considera que las carnes se alteran a bajas temperaturas y el causante de esto son los organismos que pertenecen al género de las *Pseudomonas*.

Las principales razones por las cuales el deterioro de las aves está sobre todo limitado a las superficies son las siguientes: las partes internas de los tejidos generalmente son estériles o contienen relativamente pocos organismos, que no suelen crecer a bajas temperaturas en consecuencia, la microbiota productora de la alteración queda reducida a las superficies y piel, a donde llega a través del agua o del proceso de elaboración o manipulación.

Las superficies de las aves frescas y almacenadas en un ambiente muy húmedo son muy susceptibles al crecimiento de bacterias aerobias, como son las *Pseudomonadáceas*. Estos organismos crecen bien en las superficies donde forman colonias muy pequeñas que posteriormente confluyen para producir el limo característico de la carne de ave alterada. Cuando las carnes de ave sufren deterioro, los malos olores se perciben antes que la presencia de limosidad, investigaciones recientes sobre los orígenes específicos de los malos olores asociados con la alteración de la carne de pollo han demostrado que *Ps. Putrefaciens* es uno de los microorganismos más importantes, se sospecha la existencia de una selección de especies que originan un potente mal olor a partir de la variada microbiota que se halla en el pollo fresco (Doyle, et. al. 2001).

1.4 Enfermedades transmitidas por alimentos

Es el síndrome originado por la ingesta de alimentos o agua, que contengan agentes etiológicos en cantidades tales que afecten la salud del consumidor a nivel individual o grupos de población. Las alergias por hipersensibilidad individual a ciertos alimentos no se consideran ETA.

Entre los agentes de estas enfermedades se cuentan: bacterias o toxinas bacterianas, micotoxinas, virus, rickettsia, protozoos, helmintos o sustancias tóxicas de origen distinto al microbiano.

Las ETAS se clasifican en intoxicaciones e infecciones: Las intoxicaciones alimentarias son las producidas por la ingestión de toxinas formadas en tejidos de plantas o animales, o de productos metabólicos de microorganismos en los alimentos, o por sustancias químicas que se incorporan a ellos de modo accidental, incidental, o intencional desde su producción hasta su consumo (Grupo Latino, 2008).

Las infecciones alimentarias son las producidas por la ingesta de alimentos y agua contaminada con agentes infecciosos específicos tales como bacterias, virus, hongos, parásitos, que en la luz intestinal puedan multiplicarse o lisarse y producir toxinas o invadir la pared intestinal y desde allí alcanzar otros aparatos o sistemas (Grupo Latino, 2008).

La vigilancia epidemiológica de las Enfermedades Transmitidas a través de los Alimentos es un sistema de información oportuna y continua de ciertas afecciones que se adquiere con el consumo de alimentos o agua, que incluye la investigación de los factores determinantes y que permite formular un diagnóstico de la situación. Sobre esta base se logran establecer estrategias de acción para su control y prevención. Los alimentos son el probable vector de numerosos peligros biológicos, químicos y físicos y sin duda de varios problemas nutricionales (Grupo Latino, 2008).

El posible incremento de las enfermedades microbianas transmitidas por alimentos puede deberse a los factores siguientes:

- La plasticidad genética de los microorganismos y su adaptabilidad a los cambios ambientales.

- La evolución de la susceptibilidad del huésped a las infecciones, en la que influyen en particular la edad y la inmunodepresión, unida al aumento de la proporción de subpoblaciones susceptibles como resultado del cambio demográfico en las poblaciones. Esta situación se agrava con la malnutrición que, a nivel mundial, es tal vez la principal causa del aumento de la susceptibilidad del huésped a las infecciones transmitidas por alimentos. Los cambios en las prácticas agrícolas, la zootecnia y los sistemas de elaboración y distribución de alimentos, así como en las modalidades de consumo o en las conductas relacionadas con los alimentos.
- El aumento espectacular del comercio internacional de alimentos, que ha tenido como resultado la propagación de microorganismos patógenos fuera de las fronteras de los distintos países (Grupo Latino, 2008).

Por lo que respecta a los peligros tanto microbiológicos como químicos, los factores tecnológicos pueden influir unos en otros de dos formas:

- En el mundo desarrollado, los elaboradores de alimentos están estudiando nuevas técnicas de elaboración y conservación. A pesar de sus ventajas, las nuevas tecnologías pueden llevar también consigo nuevos riesgos, especialmente cuando no se han evaluado suficientemente los efectos complejos de las nuevas mejoras tecnológicas en poblaciones microbiológicas complejas o en la composición de los alimentos.
- En los países en desarrollo, en concreto, puede que la infraestructura básica o el conocimiento tecnológico básico de los procesos utilizados

en la recolección, así como antes y después de ésta, sea insuficiente o inexistente. Este es un motivo de preocupación habitual en los países pobres, que tiene como resultado dificultades para asegurar o mantener la inocuidad de los productos alimenticios, así como pérdidas de alimentos, inseguridad alimentaria o restricciones al comercio (Doyle, 2001).

- La actitud de los consumidores está evolucionando, siendo cada vez mayor la inaceptabilidad social de los riesgos relacionados con los alimentos, al menos en los países desarrollados. Conforme aumenta la inocuidad objetiva de los alimentos, los riesgos restantes y ocasionales tienden a provocar una indignación desproporcionada con el incidente y son aún menos tolerados por el público en general. Se han hecho en todo el mundo llamamientos en favor de la democratización de las decisiones relativas a la inocuidad de los alimentos, con la expectativa de aumentar la "participación de los interesados", la "apertura" y la "transparencia".

La actitud de los consumidores guarda también relación con la disponibilidad de alimentos sanos y nutritivos y el acceso a ellos. Las preocupaciones relacionadas con la prevención de enfermedades crónicas, como las cardiopatías y el cáncer en edades avanzadas y sus efectos sobre la calidad de vida y el envejecimiento, están aumentando en el mundo desarrollado paralelamente a la inocuidad de los alimentos. Las exigencias de los consumidores han aumentado la sensibilización con respecto al contenido de nutrientes de la alimentación y cuestiones relativas al suministro de

información adecuada y fiable y al etiquetado nutricional de los alimentos elaborados. Se trata de cuestiones importantes que tal vez haya que abordar de forma adecuada cuando se promueven una alimentación sana y nutritiva entre unos consumidores cada vez más sensibles y más dispuestos a hacer oír su opinión sobre las cuestiones relacionadas con la alimentación y la nutrición (Doyle, 2001).

II. METODOLOGÍA

2.1 Área de ejecución

Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – Laboratorio de Físico Química, Laboratorio de Operaciones Unitarias, Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Biológicas.

2.2 Tipo de investigación

Experimental.

2.3 Tipo de diseño

Diseño experimental clásico con pre prueba, post prueba y grupo de control.

2.4 Universo y muestra

2.4.1 Universo

Constituido por 50 kg de tomillo (*Thymus vulgaris*) expendido en el mercado mayorista de Moshoqueque de la ciudad de Chiclayo.

Así mismo 20 kg de carne de pollo, procedente del mercado Modelo del distrito de Lambayeque, de los diferentes establecimientos de venta.

2.4.2 Muestra

Tomillo: La muestra estuvo constituida por 15 kg. de tomillo seco el mismo que fue acondicionado de forma correcta para su extracción.

Carne de pollo: La muestra estuvo constituida por 5 pollos beneficiados enteros de aproximadamente 1,8 kg. adquiridos en el mercado modelo del distrito de Lambayeque, los mismos que fueron acondicionados (deshuesado y cortado) para ser evaluados.

2.5 Variable de estudio

2.5.1 Variable dependiente

- Características sensoriales (Olor, color, textura y sabor)
- Número de microorganismos (Ufc/ g. o ml)

2.5.2 Variables independientes

Concentración de aceite esencial de tomillo (500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm, 3000 ppm y 3500 ppm)

2.6 Materiales e instrumentos de recolección de datos

2.6.1 Equipos y materiales de laboratorio

2.6.1.1 Equipos

- Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.
- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.

- Congeladora Faeda.
- Estufa marca Memmertelectric tipo IR-202.
- Extractor tipo Soxhlet.
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- Refrigerador.
- Equipo de titulación

2.6.1.2 Materiales

- Agitador de vidrio.
- Buretas de 25 y 50 ml
- Crisoles
- Cronómetro.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudos de vidrio y porcelana
- Fiolas de 50, 100, 250 y 500 ml
- Equipo de titulación

2.6.1.3 Reactivos y soluciones

- Ácido acético Q:P
- Agua destilada
- Azul de Metileno en polvo
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Acetato de sodio Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Alcohol etílico al 96% de pureza.

- Almidón soluble.
- Ácido Ascórbico grado reactivo
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4,5
- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5,0
- Cloruro de sodio Q.P.
- Etanol 96% v/v
- Glucosa anhidra grado reactivo
- Hexano Q.P.
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Solución de Yodo 1%
- Tiosulfato de sodio 5 H₂O Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

2.6.2 Método de análisis

2.6.21 Análisis físico químico

Los métodos de análisis físico químico empleado tanto para caracterizar la carne de pollo y el aceite esencial de tomillo se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2: Métodos de determinación físico químicos

Análisis	Método	Nombre del método
Para la materia prima		
Determinación de Humedad	AOAC (2005)	Secado con estufa.
Determinación de Grasa	AOAC (2005)	Método Soxhlet.
Determinación de Proteínas	AOAC (2005)	Método Micro Kjeldahl
Determinación de Ceniza	AOAC (2005)	Método por calcinación
Determinación de fibra cruda	AOAC (2005)	Método Henneberg
Extracto libre de nitrógeno	Por diferencia	
Determinación de acidez	AOAC (2005)	Método volumétrico por titulación
pH	AOAC (2005)	Potenciómetro
Para el aceite esencial		
Densidad	NTP 19.081:1974	
Índice de refracción	NTP 19.085:1974 (Revisada el 2011)	

Fuente: Elaboración propia (2015)

2.6.22 Análisis microbiológicos

Los métodos de análisis microbiológicos empleados para evaluar los tratamientos se detallan en el cuadro 3.

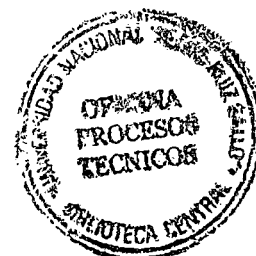
Cuadro 3: Métodos de análisis microbiológicos

Análisis	Método	Nombre del método
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP

Fuente: Lab. de Microbiología- Facultad de Ciencias Biológicas- UNPRG (2015)

2.6.23 Caracterización sensorial de la carne de pollo

Se desarrolló teniendo en cuenta los atributos de color, olor y textura, para lo cual se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, los que serán evaluados por panelistas semi entrenados (Anzaldúa, 1994).



2.7 Metodología Experimental

2.7.1 Caracterización de la carne de pollo

La caracterización de la carne de pollo deshuesada se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.6.2.1

2.7.2 Extracción del aceite esencial de tomillo por arrastre de vapor

En la figura 6 se aprecia el diagrama para la obtención de aceite esencial de tomillo. Las operaciones se describen a continuación:

2.7.2.1 Recepción de materia prima

La materia prima fue evaluada con la finalidad de evitar posteriores inconvenientes en el proceso.

2.7.2.2 Limpieza

Se sometió a un aireado y selección para eliminar cualquier materia extraña.

2.7.2.3 Corte

Para facilitar la extracción, incrementando el área en contacto con el vapor de agua. Los cortes tuvieron una longitud de 1,5 cm.

2.7.2.4 Pesado

Operación que permitió evaluar el rendimiento del proceso.

2.7.2.5 Extracción del aceite esencial

El proceso de extracción se realizó en una torre de destilación de columna empacada en un proceso por lotes. El vapor tuvo una temperatura de 95 °C.

2.7.2.6 Condensación

El vapor de agua y los aceites esenciales se condensaron, empleando agua con una temperatura promedio de 20 °C a través del refrigerante.

2.7.2.7 Decantación

Se realizó en peras de vidrio con capacidad de 500 ml.

2.7.2.8 Deshidratación

El aceite esencial obtenido fue deshidratado adicionando sulfato de sodio anhidro aproximadamente 3 gramos por cada 10 ml de aceite. El tiempo de contacto con agitación permanente entre el aceite y el sulfato será aproximadamente de 20 a 30 minutos.

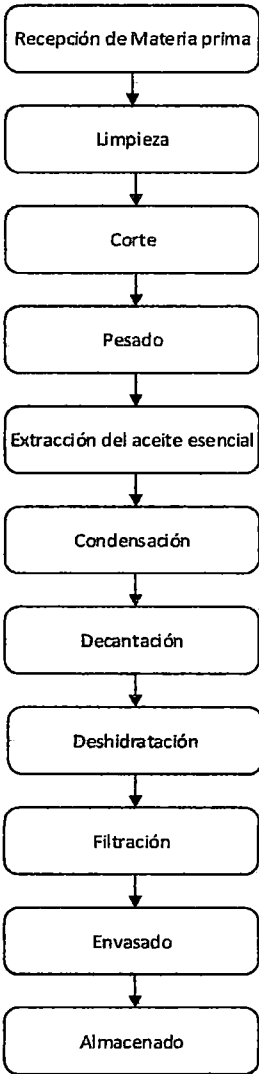
2.7.2.9 Filtración

Permitió eliminar las partículas de sulfato de amonio hidratadas.

2.7.2.10 Almacenamiento

Se almaceno a temperaturas no mayor de 20 °C para su posterior caracterización.

Figura 3. Diagrama de bloque para obtención aceite esencial de tomillo



Fuente: Elaboración propia (2015)

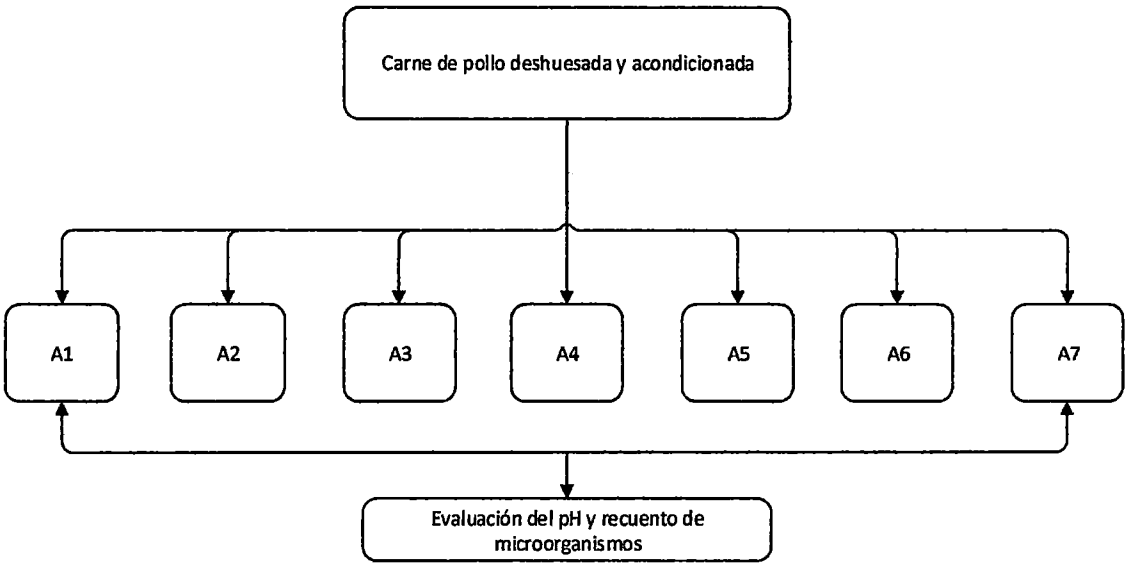
2.7.3 Caracterización del Aceite esencial de Tomillo

La caracterización del aceite esencial de tomillo se realizó de acuerdo a los análisis indicados en el marco metodológico sección 2.6.2.1.

2.7.4 Evaluación de los tratamientos

La carne de pollo deshuesada se sometió a los tratamientos indicados en la figura 4 y cada 3 días se realizaron evaluación del pH, acidez y recuento de microorganismos. Los análisis se realizaron de acuerdo a los métodos indicados en los cuadros 2 y 3.

Figura 4. Diseño experimental para evaluación de los tratamientos



Fuente: Elaboración propia (2015)

Dónde:

A: es la variable concentración en ppm de aceite esencial de tomillo

A1: 500 ppm

A2: 1000 ppm
A3: 1500 ppm
A4: 2000 ppm
A5: 2500 ppm
A6: 3000 ppm
A7: 3500 ppm

2.6.24 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de tukey para determinar la diferencia existente entre los tratamientos. . Se empleó el software estadístico SPSS versión19.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Caracterización de la carne de pollo deshuesada

3.1.1 Análisis físico químico

La carne de pollo deshuesada antes de ser empleada para evaluar los tratamientos fue caracterizada físico químicamente y los resultados se muestran en la tabla 1, donde se puede observar claramente una diferencia marcada en los valores de humedad, proteína y grasa con respecto a los valores reportados por reportes las tabla del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud (2009). Dicha diferencia puede ser producto de variables como edad del animal, tipo de alimentación, raza, parte de canal entre otros tal como lo sostiene Cervantes (2002).

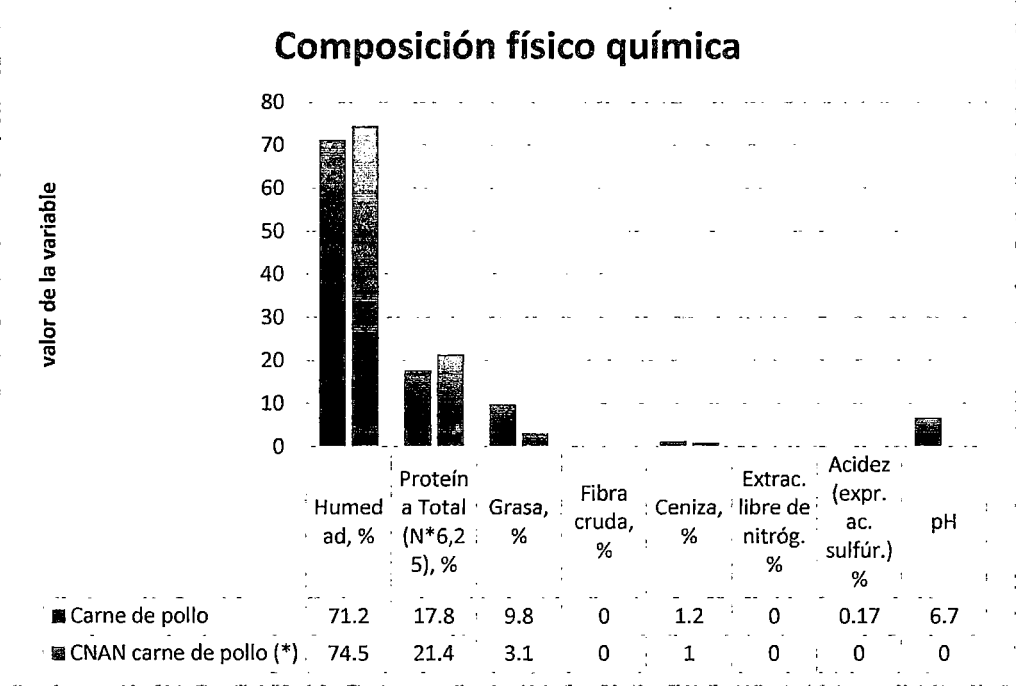
Tabla 1: Resultado de Análisis físico químico de la carne de pollo deshuesada

Análisis	Carne de pollo	CNAN carne de pollo (*)
Humedad, %	71,2	74,5
Proteína Total (N*6,25), %	17,8	21,4
Grasa, %	9,8	3,1
Fibra cruda, %	0,0	0,0
Ceniza, %	1,2	1,0
Extrac. libre de nitróg. %	0,0	0,0
Acidez (expr. ac. sulfúr.) %	0,17	-
pH	6,7	-

(*)Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud (2009)

Fuente: Elaboración propia (2015)

Figura 5: composición físico química de la carne de pollo deshuesada



Fuente: Elaboración propia (2015)

3.1.2 Análisis sensorial de la carne de pollo deshuesada

La caracterización sensorial de la carne de pollo deshuesada se realizó a través de los sentidos de la vista, olfato y tacto, evaluándose color, olor y textura. Las evaluaciones se realizaron el mismo día de adquisición del material biológico para evitar distorsiones en esta etapa, luego las muestras se acondicionaron y fueron sometidas a los tratamientos. En el anexo 6 se detalla la Prueba para valoración de calidad con la escala de karlsruhe. En la tabla 2 se muestran los resultados de la evaluación sensorial de la carne de pollo deshuesada, así mismo se debe detallar que el resultado es el promedio de 8 evaluadores.

Tabla 2: Evaluación sensorial de la carne de pollo deshuesada

Muestra	Características sensoriales			Promedio
	Color	Olor	Textura	
Carne de pollo deshuesada	9	9	8	8,67

Fuente: Elaboración propia (2015)

Apreciando los resultados de la tabla 2 se puede observar que la muestra de carne de pollo deshuesada y evaluada a temperatura ambiente está categorizada con un valor de 8,67 y de acuerdo a la escala de Karlshure es una carne de color natural, típico, excepcional, agradable, brillante; de olor específico de la especie, excepcionalmente pronunciado; de textura muy buena, típica, por ej., dura, firme, tierna, por lo que se puede decir que no presentó ningún tipo de alteración, por lo que ésta es analizada en el momento que se lleva al laboratorio.

3.1.3 Determinación microbiológica de la carne de pollo deshuesada

En la tabla 3 se muestran los resultados del análisis microbiológico de la carne de pollo deshuesada, empleada como materia prima antes de ser sometida a los tratamientos. Se puede observar que la carne de pollo deshuesada presento un número de bacterias aerobias viables en niveles aceptables y dentro de los límites permisibles según Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).

Cabe resaltar que este análisis se realizó el mismo día de la adquisición de las muestras y de evaluación de los tratamientos.

Tabla 3 Análisis microbiológicos de carne de pollo deshuesado

Determinaciones	Carne de pollo deshuesada	Dato referencial (*)
Aerobio mesófilos viables	1,8x10 ³ ufc/g.	<10 ⁵
(*) Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)		

Fuente: Elaboración propia (2015)

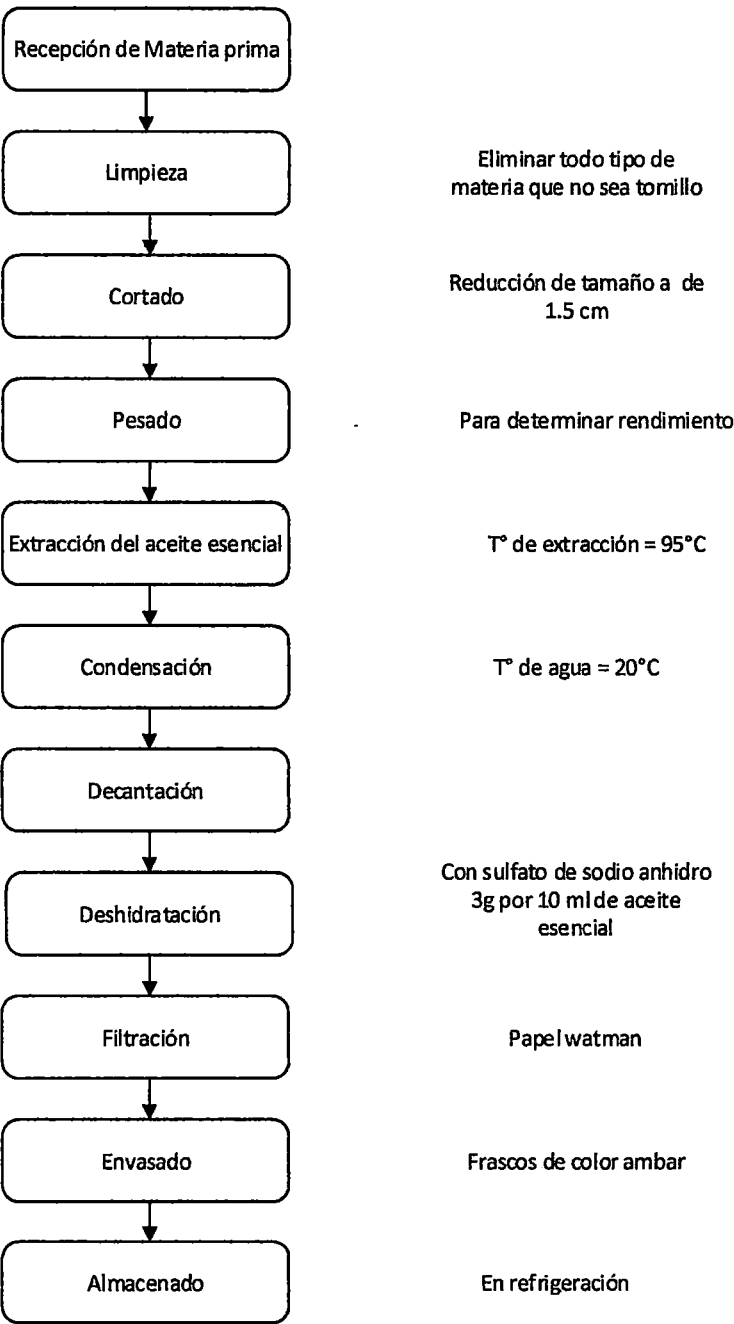
3.2 Extracción y rendimiento del aceite esencial de tomillo por arrastre de vapor

Para la extracción de aceite esencial crudo de tomillo se utilizó el método de extracción por arrastre con vapor de agua a nivel de laboratorio. La materia prima utilizada para el proceso se adquirió seca con un nivel de humedad del 11%.

La materia prima empleada fue de 6 kg de tomillo seco, empleada para la extracción, el proceso se realizó en 2 lotes para luego mezclar el aceite extraído. El tiempo necesario para la extracción fue de 2 horas para cada unidad experimental, ya que este tiempo es el recomendado por Fuentes (2005).

En la figura 6 se muestran las operaciones y parámetros tecnológicos para la obtención de aceite esencial de tomillo.

Figura 6: Diagrama de bloque para obtención aceite esencial de tomillo



Fuente: Elaboración propia (2015)

En la tabla 4 se observan los valores del rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo, donde se observa que el rendimiento es de 0,54 % (g/Kg.) y de 0,6 % (ml/Kg.) valores que se asemejan a los reportados por Fuentes (2005) (rendimiento del 0,61 %, ml/Kg.). Así mismo debemos resaltar que la materia prima se procesó en estado fresco, reportando el mismo autor un valor superior cuando el tomillo se encuentra deshidratado (1, 218%, ml/kg).

Tabla 04: Rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo

Característica	Porcentaje (%)
Aceite esencial, (ml/kg)	0,6
Aceite esencial, (g/kg)	0,54

Fuente: Elaboración propia (2015)

3.3 Caracterización del aceite esencial de tomillo

Luego de extraer dicho aceite se caracterizó fisicoquímicamente, por medio de la densidad y del índice de refracción. Según la literatura el aceite esencial tiene una gran heterogeneidad en cuanto a sus componentes, tiene una densidad de 0,921 g/L y un índice de refracción 1,4960. La densidad promedio tanto a nivel de laboratorio son muy cercanas a las proporcionadas por Fuentes (2005), quien reporta valores de 0,910 (g/L) para la densidad y 1,4950 para el índice de refracción. La diferencia de la densidad e índice de refracción entre los reportados en la investigación y los de Fuentes (2005) se debe a la diferencia entre la cantidad presente de componentes volátiles del aceite

esencial, componentes que se ven influenciados por temperatura de secado, humedad de la muestra, suelo entre otros.

Tabla 5: Caracterización físico química del aceite esencial de tomillo

Característica	Valor
Densidad, (g/L)	0,921
Índice de refracción	1,4960
Fuente: Elaboración propia (2015)	

3.4 Evaluación de los tratamientos

Cabe aclarar que los tratamientos formulados para la presente investigación fueron concentraciones de tomillo que van de 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm, 3000 ppm y 3500ppm. De estas formulaciones se desestimaron las concentraciones de 500 ppm y 1000 ppm, pues estas formulaciones en los tres primeros días de evaluación mostraron un elevado incremento microbiano tal como se muestra en la tabla 6, por lo que se eliminaron de la evaluación.

Con respecto a la concentración de 3500 ppm se tuvo que desconsiderar también pues impartió un olor demasiado fuerte que distorsiono por completo las características sensoriales de la carne de pollo y la presente investigación los que busca es conservar y mejorar las características de las mismas sin alterarlas.

Tabla 6. Evaluación preliminar de los tratamientos

Tratamiento	Carga Microbiana (Aerobios mesófilos ufc/g)			
	Tiempo			
	0	3	6	9
500 ppm	1,8 x 10 ³	1,9 x 10 ⁶	Presencia de descomposición	N.E.
1000 ppm	1,8 x 10 ³	2,0 x 10 ⁷	Presencia de descomposición	N.E.
1500 ppm	1,8 x 10 ³	2,1 x 10 ²	2,1 x 10 ⁵	N.E.
2000 ppm	1,8 x 10 ³	2,4 x 10 ²	2,1 x 10 ⁴	N.E.
2500 ppm	1,8 x 10 ³	2,2 x 10 ²	2,1 x 10 ⁴	N.E.
3000 ppm	1,8 x 10 ³	2,2 x 10 ²	2,1 x 10 ⁴	N.E.
3500 ppm	1,8 x 10 ³	1,8 x 10	2 x 10 ³	N.E.

Fuente: Elaboración propia (2015)

La carne de pollo deshuesada se sometió a los tratamientos indicados en la figura 4 y cada 3 días se realizaron evaluación del pH, acidez y recuento de microorganismos, los mismos que a continuación se detallan:

3.4.1 Determinación de pH

Las características de calidad de la carne dependen no sólo de factores inherentes al propio animal como son la edad, sexo, raza, alimentación, etc., sino también, de la naturaleza y extensión de los cambios químicos que tienen lugar durante el metabolismo post mortem. Luego de realizar numerosos estudios para conocer la realidad existente entre estos cambios y las características de calidad de la carne se ha comprobado que la velocidad del

descenso del pH, son factores que tienen influencia decisiva sobre las características fisiológicas del animal y de las condiciones de sacrificio (Kubeczka, 2002).

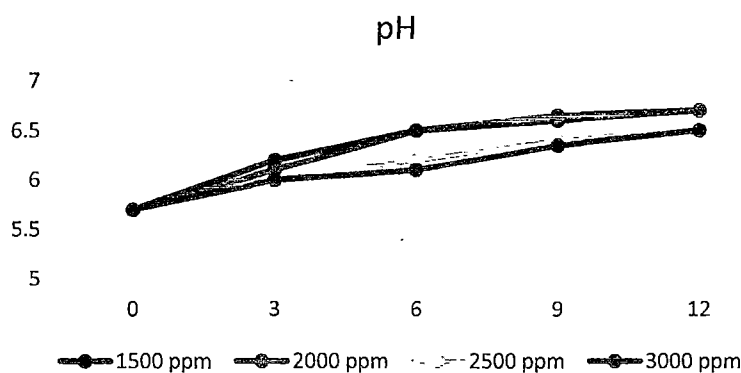
Tabla 7. Determinación de pH en carne de pollo deshuesada

Tratamiento	Determinación del pH				
	Tiempo				
	0	3	6	9	12
Testigo	5,7	6,5	7	7,4	-
1500 ppm	5,7	6,2	6,5	6,6	6,7
2000 ppm	5,7	6,1	6,5	6,65	6,7
2500 ppm	5,7	6	6,2	6,4	6,5
3000 ppm	5,7	6	6,1	6,35	6,5

Fuente: Elaboración propia (2015)

El pH es un factor muy importante para permitir o no el crecimiento de microorganismos alteradores en los alimentos, la carne de pollo deshuesada a una temperatura de 4°C a cero días presenta un pH promedio de 6 que indica que la carne no permite el fácil crecimiento de bacterias, por lo tanto es de buena calidad ya que se encuentra dentro de los rangos de aceptabilidad. Mientras que al pasar 0 y 12 días de conservación en refrigeración, el pH ha aumentado y eso indica la proliferación de microorganismos en especial para la proliferación de bacterias proteolíticas que ocasionan la descomposición de la carne (Kubeczka, 2002).

Figura 7. Variación del pH en los tratamientos



Fuente: Elaboración propia (2015)

3.4.1.1 Evaluación estadística del pH de la carne deshuesada de pollo

Tabla 8. Análisis de varianza del pH de la carne deshuesada de pollo

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: pH					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7,059 ^a	19	,372	30,641	,000
Intersección	2336,256	1	2336,256	192680,907	,000
Concentración	,549	3	,183	15,093	,000
Tiempo	6,279	4	1,570	129,464	,000
Concentración * Tiempo	,231	12	,019	1,588	,135
Error	,485	40	,012		
Total	2343,800	60			
Total corregida	7,544	59			

a. R cuadrado = .936 (R cuadrado corregida = .905)

Fuente: Elaboración propia (2015)

Al evaluar la existencia de diferencia entre los valores de pH de la carne deshuesada en los diferentes tratamientos, se encontró que ésta es significativa ($p < 0.05$), indicando que al menos una concentración de solución de tomillo tenían puntajes promedios diferentes entre sí.

Dado que se encontró la existencia de diferencia significativa cabe evaluar la significancia de las diferencias entre los tratamientos, por lo que se utilizó la prueba de Tukey.

A continuación se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos, basadas en las medias observadas.

Tabla 9. Grupos formados según Tukey

		pH	
DHS de Tukey ^{a,b}			
Formulación	N	Subconjunto	
		1	2
3000 ppm	15	6,1300	
2500 ppm	15	6,1600	
2000 ppm	15		6,3300
1500 ppm	15		6,3400
Sig.		,878	,995

El término de error es la media cuadrática (Error) = .012.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15.000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia (2015)

En la tabla 9 se observa la agrupación de los datos en dos subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo uno contiene los valores de pH con menor puntuación. Claro está que en ese grupo están contenidas las soluciones formuladas con 3000 ppm y 2500 ppm de aceite esencial de tomillo. A esto, podemos resaltar que las concentraciones mencionadas presentan una

escasa diferencia por lo que se creyó conveniente dar como mejor tratamiento a la concentración de 2500 ppm (pH = 6,16), por representar un menor consumo de aceite de tomillo y un igual efecto inhibitorio frente a los microorganismos.

3.4.2 Determinación microbiológica

De igual forma los tratamientos fueron evaluados microbiológicamente mediante la evaluación de microorganismos mesófilos viables tal como se detalla en la tabla 8.

Tabla 10. Determinación microbiológica de las muestras (Análisis de aerobios viables)

Tratamiento	Determinación de aerobios viables (ufc/g)				
	Tiempo				
	0	3	6	9	12
Testigo	18 x 10 ²	9 x 10 ⁶	15 x 10 ⁷	28 x 10 ⁸	-
1500 ppm	18 x 10 ²	20 x 10 ⁴	94 x 10 ⁶	24 x 10 ⁷	116 x 10 ⁸
2000 ppm	18 x 10 ²	53 x 10 ³	64 x 10 ⁵	75 x 10 ⁶	86 x 10 ⁷
2500 ppm	18 x 10 ²	34 x 10 ³	47 x 10 ⁵	36 x 10 ⁶	52 x 10 ⁷
3000 ppm	18 x 10 ²	21 x 10 ³	34 x 10 ⁵	27 x 10 ⁶	36 x 10 ⁷

Fuente: Elaboración propia (2015)

La actividad antimicrobiana podría darse por componentes fenólicos con acción principal sobre la membrana bacteriana (Loza y Tavera, 2001), siendo

las bacterias gram positivas más sensibles que las gram negativas (Domínguez, 2004).

En la actividad antimicrobiana, de compuestos naturales es posible que el componente principal esté modulado por otras moléculas que se encuentran en menor proporción, y es probable que varios componentes jueguen un rol en los atributos de los productos naturales tales como la fragancia, densidad, textura, color y sobre todo la penetración celular de aceites esenciales; las atracciones lipofílicas o hidrofílicas y fijación en las paredes celulares y membranas y la distribución celular. Esta característica es muy importante porque la distribución del aceite en la célula determina los diferentes tipos de reacciones producidas dependiendo de su compartimentalización en la célula. En este sentido da más información el estudio de un aceite completo antes en lugar de sus componentes individuales (Bakkali, *et al*, 2008), en este estudio los productos ensayados fueron el aceite de tomillo extraído de hojas y tallo de la planta (De las Cuevas, 2006).

En resumen, la actividad del aceite de tomillo es fundamentalmente por sus componentes fenólicos, timol y carvacrol, que tienen una actividad antibacteriana tanto frente a gérmenes gram positivos como gram negativos. Este efecto es debido a su acción sobre la membrana bacteriana. Este estudio confirma que el tomillo así como varias hierbas y especias poseen actividad antibacteriana "in vitro". En particular el hallazgo de la actividad antimicrobiana de algunos extractos de agua puede ser útil para la industria alimentaria ya que los compuestos solubles en agua penetran más fácilmente en la matriz

del alimento que el solvente las oleorresinas de extracción o aceites esenciales. Estas hierbas y extractos de especias por lo tanto tienen el potencial para extender la vida útil o mejorar la seguridad de los alimentos (Nimsha, 2008).

3.4.2.1 Evaluación estadística de la carga microbiana de la carne de pollo deshuesada

Tabla 11. Análisis de varianza del recuento microbiológico de la carne pollo deshuesada

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: N° de microorganismos					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,788E20	19	1,994E19	9936,653	,000
Intersección	2,826E19	1	2,826E19	14087,859	,000
Concentración	5,794E19	3	1,931E19	9626,820	,000
Tiempo	1,033E20	4	2,583E19	12875,334	,000
Concentración * Tiempo	2,175E20	12	1,813E19	9034,551	,000
Error	8,025E16	40	2,006E15		
Total	4,071E20	60			
Total corregida	3,789E20	59			

a. R cuadrado = 1.000 (R cuadrado corregida = 1.000)

Fuente: Elaboración propia (2015)

De igual forma se puede observar en la tabla 11 que al evaluar la existencia de diferencia entre el número de microorganismos de los diferentes

tratamientos, se encontró que ésta es significativa ($p < 0.05$), indicando que al menos uno es diferente o son diferentes entre sí.

Dado que se encontró la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, cabe evaluar la significancia a través de la prueba de Tukey.

A continuación se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos, basadas en las medias observadas.

Tabla 12. Grupos formados según Tukey

		N° de microorganismos		
DHS de Tukey ^{a,b}				
Concentración	N	Subconjunto		
		1	2	3
3000 ppm	15	78084560,00		
2500 ppm	15	92147160,00		
2000 ppm	15		1,88E8	
1500 ppm	15			2,39E9
Sig.		,825	1,000	1,000

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2006263391935486.000.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 15.000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia (2015)

Como se observa en la tabla 12, los datos se han agrupado en tres subconjuntos donde los elementos dentro de cada grupo no se diferencian significativamente, pero si existe diferencia significativa entre los grupos.

Se podrá notar que el grupo uno contiene a las valores más bajos del recuento de microorganismos; Claro está que en ese grupo están contenidas las

soluciones formuladas con 3000 ppm y 2500 ppm de aceite esencial de tomillo.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos y de los respectivos análisis estadísticos se creyó por conveniente seleccionar como mejor tratamiento a la concentración de 2500 ppm, por presentar un mejor efecto inhibitorio frente al crecimiento de los microorganismos.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados y discusiones obtenidos podemos indicar las siguientes conclusiones:

1. Se extrajo, caracterizó y evaluó satisfactoriamente el efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en carne de pollo deshuesada en refrigeración.
2. Las operaciones y parámetros para la obtención de aceite esencial son: limpieza, cortado (a un tamaño de 1,5 cm), pesado, extracción (Temperatura de 95°C), condensación (agua a 20°C), decantación, deshidratación, filtración, Envasado, almacenado (temperatura de refrigeración).
3. El aceite de tomillo presento un rendimiento de 0,6 % (ml/kg) y 0,54 % (g/kg).
4. El aceite esencial de tomillo caracterizado físicamente presento una densidad de 0,921 g/L y un índice de refracción de 1,4960.
5. El mejor tratamiento luego de la evaluación sensorial y estadística de los tratamientos es la concentración de 2500 ppm de aceite esencial de tomillo que permitió mantener por más tiempo las características sensoriales de la carne de pollo.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Hacer un estudio detallado de los componentes del aceite esencial de tomillo, para así mejorar su efectividad y aplicación
2. Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción de aceite esencial de tomillo.
3. Evaluar otros aceites esenciales de plantas aromáticas que presenten acción bactericida y tener alimentos más seguros.

V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. AKGUL, A. y KIVANC, M. (2006). Inhibitory Effect of Six Turkish Thymelike Spices on Some Common Food-Borne Bacteria. *Molecular Nutrition & Food*, octubre 2006, vol. 32, nº001, pp. 201-203.
2. ALONSO, J. (2004). Tratado de Fitofármacos y Nutraceuticos. 1ª ed. Argentina. 2004. Pp. 928 - 230 , 1037-1041
3. ARASHISAR. S. (2004). Efects of modied atmosphere and vacuum packaying on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*). *International Journal of Food Microbiology*., Vol. 97., 2004., Pp. 209- 214.
4. ARAUJO, M. y VALENCIA, C. (2002). "Extracción y estudio de los aceites esencialedel limón (*Citrus limonun*) y naranja (*Citrus cinensis*). " Tesis de grado. FCIAL– UTA. Ambato _ Ecuador. Pp 13 _ 18.
5. ARENAS, A. (2011). Caracterización de los consumidores de carne de pollo en la zona metropolitana del valle de México. Tesis. Colegio de Postgraduados – I.E.I:C.A..Montecillo. Texcoco. México.
6. BALTAZAR, F. (2003). Mezclas de antimicrobianos naturales y sintéticos para inhibir el crecimiento bacteriano. Tesis de Maestría. Universidad de las Américas. Puebla. México.
7. BURBANO, J. (2000). Plantas Medicinales, Hierbas y Vitaminas., 3a. ed.. Guayaquil- Ecuador., pp. 41. Septiembre 2000.
8. BURT, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International Journal of Food Microbiology*. 94: 223-253.

9. CARVAJAL, G. (2001). Valor nutricional de la carne de res, cerdo y pollo. Edit. Corporación de fomento ganadero. San José. Costa Rica.
10. DE LAS CUEVAS, V. (2006). Funcionamiento de un Sistema de Peligros y Puntos de Control., Madrid - España., pp. 4,5. Enero 2006
11. DOMÍNGUEZ, X. (2004). Métodos de Investigación Fitoquímica., Chiros-México., pp. 229. Abril 2004
12. DOYLE, P., BEUCHAT, R., MONTVILLE, T. (2001). Microbiología de los alimentos fundamentos y fronteras. 1ra Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España pp. 69- 77.
13. FAN, W. (2008). The use of tea polyphenol dip to extend the shelf life of silvers carp during storage in ice. Food chemistry., Vol. 6., 2008., Pp 108, 148- 153
14. FLORES, M. (2010). Investigación de los aceites esenciales, sus características y finalidad de uso. Análisis del estado de su regulación en Chile y el Mundo. Tesis. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Chile.
15. FUENTES, A. (2005). Evaluación del rendimiento y calidad de aceite esencial crudo de tomillo (*Thymus vulgaris L.*); cultivado en chaquijá, sololá extraído a nivel laboratorio y planta piloto.
16. GALLEGOS, J. (2003). Manual de Prácticas de Microbiología de Alimentos: Texto Básico . Riobamba. pp 98- 99. 2003.
17. GROSSE, R. (2000). Extracción del Aceite Esencial de Naranja Cajera citrus. Acta Científica
18. HERNÁNDEZ, D. (2002). Comparación del rendimiento del aceite esencial de la Matricaria courrantiana (N.C. Manzanilla) y la Matricaria recutita (N.C. Manzanilla), cultivadas en el Departamento de Sololá;

- obtenido por los métodos de hidrodestilación y maceración. Tesis Ing. Química. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 11-21 pp.
19. HERNÁNDEZ, M. (2002). Comparación de los rendimientos de los métodos de arrastre con vapor directo y arrastre con vapor directo aplicando maceración a nivel planta piloto, en la extracción de aceite esencial de albahaca. Tesis Ingeniero Químico. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
 20. ISENBERG, H. (2005) Clinical Microbiology Procedures Handbook. Guideto Regulatory Requirementsa Special Supplementfor Usersor the Clinica Microbiology Procedures Hanbook., WASHINGTON, D.C. USA., Vol. 1., 2005. Pp. 5.16.1 a 5.20.20.r
 21. Isidro, F. (2009). Carne de pollo, Alimento saludable. Disponible en: <http://www.parasaber.com>.
 22. JAMES, J. (2006). Microbiología Moderna de los Alimentos., 4 ta. ed., Zaragoza- España., Pp. 138,139. Octubre 2006.
 23. KHALIL DE LEÓN, F. (2000). Extracción de aceite de nuez de macadamia. Tesis Ing. Química. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 15-19pp.
 24. KUBECZKA K. H. (2002). Essential Oils Analysis by Capillary Gas Chromatography and Carbon-13 nmr Spectroscopy.2a. Ed.Nueva York, John Wiley.
 25. LEE, S.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T. Y LEE K. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves

- (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. Food Chemistry, 91, 131–137.
26. LOZA-TAVERA, H. (2001). Monoterpenes in essential Oils. Biosynthesis and properties. Adv. Exp. Med. Biol. 2001; 464: 49-62.
 27. NIMSHA, S. (2008). In vitro antimicrobial activity of less-utilized spice and herb extracts against selected food-borne bacteria School of Land, Crop and Food Science, University of Queensland, St. Lucia 4072, Australia. International Journal of Food Microbiology., No. 22., Pp 1410-1414
 28. MOLERO, G. (2012). Análisis microbiológico de canales de pollo en los mataderos del estado zulía, Venezuela. Tesis para optar el grado de Doctor. Instituto de Estudios de Postgrado. Córdoba. Venezuela.
 29. MULLER, G. (2000). Microbiología de los Alimentos Vegetales. Zaragoza – España., ed. Acribia. pp. 151. Febrero 1981.
 30. ROLDÁN, L. (2010). Evaluación del uso de los aceites esenciales como alternativa al uso de los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
 31. SOLIS, P. (2011). Evaluación de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare* L.) y tomillo (*Thymus vulgaris* L.) como potenciales bioconservadores en carne de pollo. Tesis. Escuela Superior politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
 1. SUHR, K. y NIELSEN, P. (2003). Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. Journal of Applied Microbiology. 94:665-674.

ANEXOS

ANEXO 1

Extracción de aceite esencial de tomillo

Figura 8. Fotografías del montaje, carga y extracción de aceite esencial de tomillo



Fuente: Toma propia (2015)

ANEXO 2

Desmontado y limpieza del equipo de destilación

Figura 9. Fotografías del desmontaje, descarga del equipo de extracción



Fuente: Toma propia (2015)

ANEXO 3

Acondicionamiento de la carne de pollo deshuesada

Figura 10. Fotografías del corte y pesado de la carne de pollo deshuesada

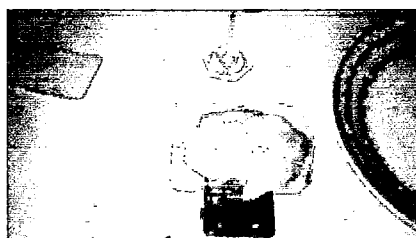


Fuente: Toma propia (2015)

ANEXO 4

Evaluación de la carne de pollo deshuesada

Figura 11. Fotografías de inmersión de las muestras en los tratamientos



Fuente: Toma propia (2015)

ANEXO 5

Evaluación Sensorial de los tratamientos

Figura 12. Fotografías de la evaluación sensorial de los tratamientos



Fuente: Toma propia (2015)

ANEXO 6

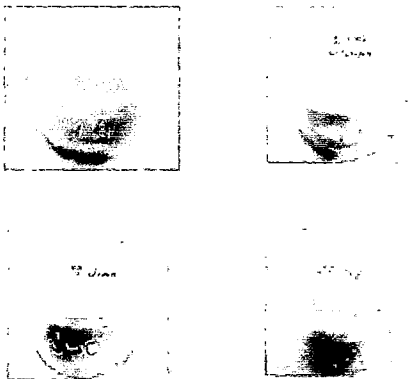
Evaluación microbiológica de los tratamientos

a. Concentración 1500 ppm

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE CARNE DE POLLO CON ACEITE DE TOMILLO A CONCENTRACION DE 1.5 PPM

1. OBJETIVOS

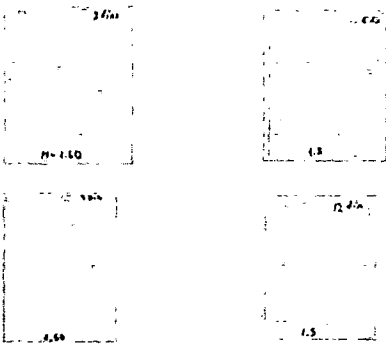
- ✓ Analizar los parámetros microbiológicos de la carne de pollo.
- ✓ Interpretar y evaluar los resultados obtenidos de la carne de pollo



2. METODO DE ENSAYO:

Tipos de Microorganismos	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos	Petrí Film

3. RESULTADOS



Tipos de microorganismos	Resultados
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 12 días	116 x 10 ⁴
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 9 días	24 x 10 ⁴
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 6 días	94 x 10 ⁴
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 3 días	20 x 10 ⁴

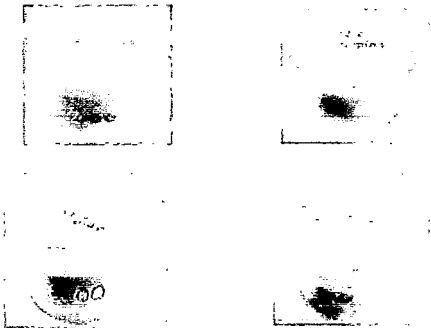


b. Concentración 2000 ppm

INFORME DE ANALISIS MICROBIOLOGICO DE CARNE DE POLLO CON
ACEITE DE TOMILLO A CONCENTRACION DE 2.0 PPM

1. OBJETIVOS

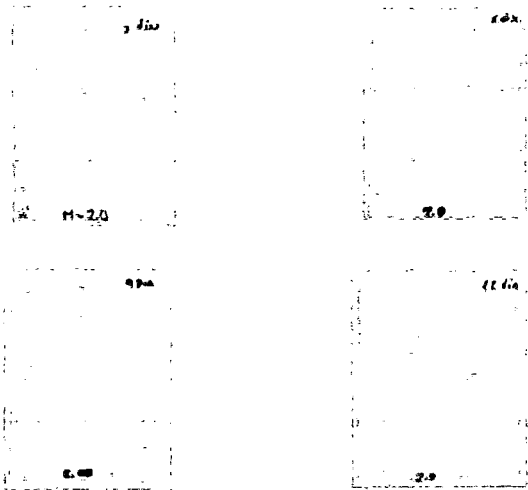
- ✓ Analizar los parámetros microbiológicos de la carne de pollo
- ✓ Interpretar y evaluar los resultados obtenidos de la carne de pollo



2. METODO DE ENSAYO:

Tipos de Microorganismos	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos	Petri Film

3. RESULTADOS



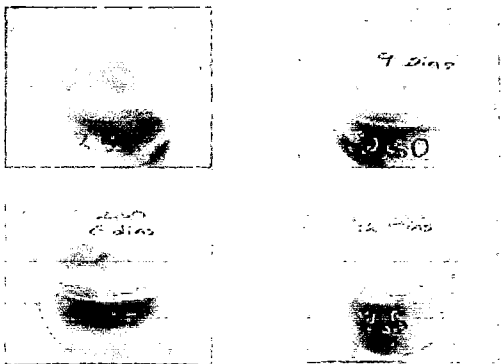
Tipos de microorganismos	Resultados
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 12 días	86×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 9 días	75×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 6 días	64×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 3 días	53×10^4

c. Concentración 2500 ppm

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE CARNE DE POLLO CON ACEITE DE TOMILLO A CONCENTRACION DE 2.5 PPM

1. OBJETIVOS

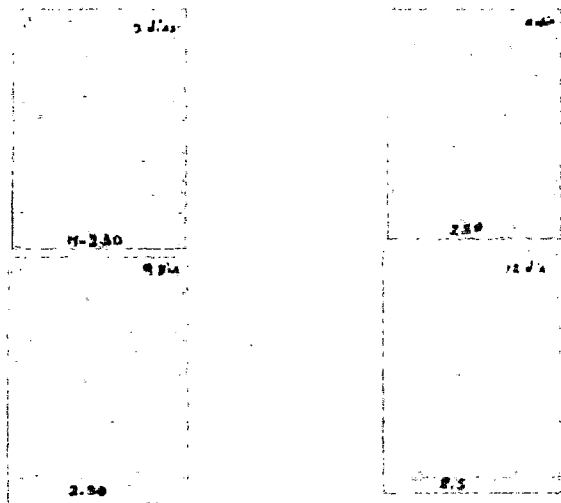
- ✓ Analizar los parámetros microbiológicos de la carne de pollo
- ✓ Interpretar y evaluar los resultados obtenidos de la carne de pollo



2. METODO DE ENSAYO:

Tipos de Microorganismos	Método de Ensayo
Aerobios Mesófilos	Petri Fím

3. RESULTADOS



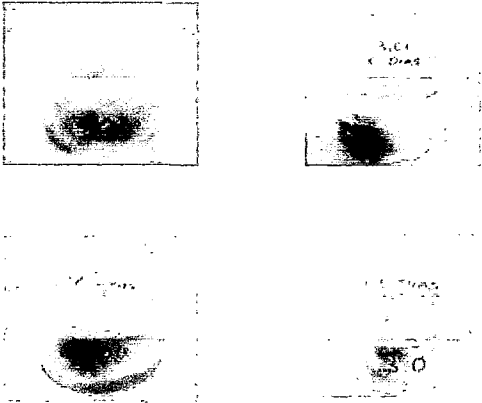
Tipos de microorganismos	Resultados
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 12 días	52×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 9 días	36×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 6 días	47×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 3 días	34×10^4

d. Concentración 3000 ppm

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE CARNE DE POLLO CON ACEITE DE TOMILLO A CONCENTRACION DE 3.0 PPM

1. OBJETIVOS

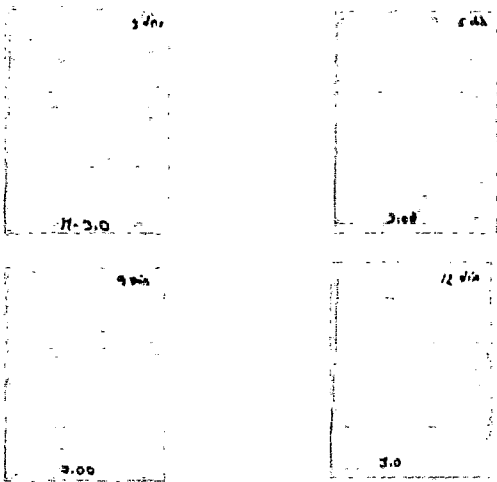
- ✓ Analizar los parámetros microbiológicos de la carne de pollo
- ✓ Interpretar y evaluar los resultados obtenidos de la carne de pollo



2. METODO DE ENSAYO:

Tipos de Microorganismos	Método de Ensayo
Aerobios Totales	Petrí Film

3. RESULTADOS



Tipos de microorganismos	Resultados
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 12 días	36×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 9 días	27×10^4
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 6 días	34×10^5
Aerobios Mesófilos (UFC/g) 3 días	21×10^4

ANEXO 7
Prueba para valoración de calidad con la escala de karlsruhe

Características	Calidad grado 1: Características típicas			Calidad grado 2: Deterioro tolerable			Calidad grado 3: Deterioro Indeseable		
	Excelente 9	Muy buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Satisfactoria 3	Mala 2	Muy mala 1
Color	Natural, típico, excepcional, agradable, brillante.	Brillante, natural, típico, algunas unidades más o menos coloreadas.	Natural, típico, algo palido u oscuro, pocas unidades más coloreadas.	Ligeramente alterado, p. ej., algo claro o algo oscuro.	Aparece alterado, por ej., ligeramente descompensado.	La superficie aparece teñida, por ej., con estrías de otro tono. No es desagradable.	Superficie intensamente teñida, por ej., grisácea o azulada.	Superficie intensamente teñida. El color típico ha desaparecido.	Superficie inensamente teñida, color francamente alterado Repugnate.
Olor	Específico de la especie, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la especie, completo, intenso.	Específicos de la especie, bueno.	Levemente perjudicado, normal, por ej., ligeramente plano, no redondeado.	Daño todavía aceptable, por ej., bastante plano, aspero perfumado, ligeramente a pasto.	Claramente dañado, por ej., insípido perfumado, olor a humo, enmohecido.	Alterado. Por ej., completamente disminuido, rancio, fermentado. No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio a pescado, intenso a heno.	Extraño, desagradable, putrefacto, fermentado. Francamente deteriorado.
Textura	Excepcionalmente buena, típica, por ej., firme, muy tierna, turgente, jugoso.	Muy buena, típica, por ej., dura, firme, tierna.	Buena, típica, por ej., dura, firme, tierna.	Normal, ligeramente alterada. Levemente reblandecida, por ej., continúa tierna.	Alterada, dejando al producto aceptable. Por ej., ligera desuniformidad, muy blanda, muy dura.	Claramente alterada. Por ej., desuniformidad: muy dura, ligeramente acuosa, cutícula dura.	Claramente alterada, modificada. Muy desuniforme: muy blanda, muy dura, resistente, espesa, viscosa, como suela.	Desagradablemente modificada, por ej., modificada, por ej., completamente desahuecha, hasta puré, muy licuada, intensamente dura.	Repugnante

Fuente: Solis (2011)