

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Evaluación del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en la conservación de carne de pollo empacada al vacío”

Trabajo de integración curricular previa a la obtención del

Título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Mejía Villarreal Katerine Brigitte

TUTOR: Ing. Domínguez Rodríguez Francisco Javier, PhD.

Tulcán, 2022

## **CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR**

Certificamos que la estudiante Katerine Brigitte Mejía Villarreal con el número de cédula 0401868484 ha desarrollado el trabajo de titulación: “Evaluación del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en la conservación de carne de pollo empacada al vacío”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f.....

Ing. Francisco Javier Domínguez Rodríguez, MSc., PhD

**TUTOR**

Tulcán, septiembre de 2022

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Mejía Villarreal Katerine Brigitte con cédula de identidad número 0401868484 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

-----  
Mejía Villarreal Katerine Brigitte

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Mejía Villarreal Katerine Brigitte declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en la conservación de carne de pollo envasada al vacío” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

-----

Mejía Villarreal Katerine Brigitte

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño, gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por permitirme alcanzar esta meta, por sus infinitas bendiciones que han plasmado fortaleza, esperanza, sabiduría y deseos de superación en mi camino.

A mi tutor de tesis Ing. Francisco Domínguez PhD, por sus conocimientos compartidos a lo largo de mi carrera como estudiante, por confiar en mí, su constante apoyo y su valiosa asesoría en la realización del presente trabajo.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por permitirme adquirir conocimientos de excelentes maestros y grandes personas.

A mi familia, por su amor y sacrificio en todos los años de estudio. Gracias a ustedes he logrado convertirme en una profesional, es un orgullo ser su hija y hermana.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
I. EL PROBLEMA .....	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.4.1. Objetivo General.....	16
1.4.2. Objetivos Específicos .....	16
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
2.2. MARCO TEÓRICO .....	20
2.2.1. Tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	20
2.2.2. Aceites esenciales (AEs) .....	22
2.2.3. Aceite esencial (AE) de tomillo .....	22
2.2.4. Métodos de extracción de aceites esenciales .....	23
2.2.5. Carne de pollo.....	24
2.2.6. Métodos de conservación .....	26
2.2.6.2. Empacado al vacío.....	26
2.2.7. Vida útil .....	27
III. METODOLOGÍA.....	29
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	29
3.1.1. Enfoque.....	29
3.1.2. Tipo de Investigación .....	29

3.2. HIPÓTESIS .....	29
3.2.1. Hipótesis afirmativa.....	29
3.2.2. Hipótesis nula .....	29
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	30
3.3.1. Definición de variables .....	30
3.3.2. Operacionalización de variables .....	31
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	33
3.4.1. Flujograma del proceso de extracción del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) por arrastre de vapor .....	33
3.4.2. Proceso para la extracción de aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus Vulgaris</i> ) por arrastre de vapor .....	34
3.4.3. Análisis del rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ).....	35
3.4.4. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	36
3.4.4. Vida útil .....	37
3.4.5. Análisis sensorial .....	42
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	43
3.5.1. Tratamientos .....	43
3.4.3. Formulaciones .....	44
3.4.4. Diseño experimental .....	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1. RESULTADOS .....	45
4.1.1. Rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	45
4.1.2. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	45
4.1.3. Análisis sensorial del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	46
4.1.4. Análisis fisicoquímico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) y empacada al vacío .....	46



4.1.5. Análisis microbiológico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) y empacada al vacío .....	48
4.1.6. Análisis sensorial del mejor tratamiento en la prolongación de vida útil de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ).....	52
4.2. DISCUSIÓN .....	53
4.2.1. Rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	53
4.2.2. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	53
4.2.3. Análisis sensorial del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) .....	54
4.2.4. Análisis fisicoquímico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) y empacada al vacío. ....	54
4.2.5. Análisis microbiológico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) y empacada al vacío. ....	55
4.1.5. Análisis sensorial del mejor tratamiento en la prolongación de vida útil de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ).....	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
5.1. CONCLUSIONES .....	58
5.2. RECOMENDACIONES .....	58
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
V. ANEXOS .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	31
Tabla 2. Escala hedónica de 7 puntos de la hoja de cata .....	42
Tabla 3. Variables y tratamientos .....	43
Tabla 4. Formulación de los tratamientos para el experimento.....	44
Tabla 5. Parámetros obtenidos al final del proceso de destilación mediante arrastre de vapor.....	45
Tabla 6. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ).....	45
Tabla 7. Análisis sensorial del aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ).....	46
Tabla 8. Análisis de pH en la carne de pollo empacada al vacío .....	47

Tabla 9. Análisis de cenizas en la carne de pollo empacada al vacío.....	47
Tabla 10. Análisis de la actividad de agua en la carne de pollo empacada al vacío .....	48
Tabla 11. Análisis de proteína en la carne de pollo empacada al vacío .....	48
Tabla 12. Resultados del recuento de colonias de <i>Lactobacillus</i> spp.....	49
Tabla 13. Resultados del recuento de colonias de Anaerobios mesófilos .....	50
Tabla 14. Resultados del recuento de colonias de <i>E. coli</i> .....	50
Tabla 15. Resultados del recuento de colonias de <i>Salmonella</i> .....	51
Tabla 16. Análisis de varianza ANOVA .....	51
Tabla 17. Prueba de comparación de Tukey y una confianza del 95 % .....	51
Tabla 18. Escala hedónica de 7 puntos.....	52
Tabla 19. Rendimiento del aceite esencial por el método de arrastre con vapor .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de tomillo .....	20
Figura 2: Aceite esencial de tomillo .....	23
Figura 3. Carne de pollo .....	25
Figura 4. Pechugas de pollo empacadas al vacío.....	27
Figura 5. Flujograma del proceso de extracción de aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> ) por arrastre de vapor .....	33
Figura 7. Porcentajes de la aceptación del análisis sensorial del tratamiento T2.....	52
Figura 7. Recepción de la materia prima .....	65
Figura 8. corte y secado de la materia prima.....	65
Figura 9. Equipo de arrastre de vapor .....	66
Figura 10. Extracción de AE de tomillo .....	66
Figura 11. Equipo rotavapor.....	66
Figura 12. Acidez titulable .....	66
Figura 13. Agar para <i>Lactobacillus</i> spp.....	66
Figura 14. Agua peptona .....	66
Figura 15. Tratamientos de pollo empacado al vacío.....	66
Figura 16. Incubación de <i>Lactobacillus</i> spp. en una caja de anaerobiosis .....	67
Figura 17. Aislamiento de <i>Lactobacillus</i> spp. ....	67
Figura 18. Mejor tratamiento en la extensión de vida útil de la carne de pollo .....	67
Figura 19. Evaluación sensorial.....	67

## RESUMEN

Se evaluó el efecto antimicrobiano del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) como conservante natural, en la extensión de la vida útil de carne de pollo empacado al vacío almacenada en refrigeración. *Lactobacillus spp*, *E. coli*, *Salmonella* y anaerobios mesófilos son los principales microorganismos alterantes de la carne de pollo, empacada en condiciones anaeróbicas. Se extrajo aceite esencial de tomillo con un rendimiento del 0.60 %, de igual manera se realizó el análisis fisicoquímico y se evaluó la actividad antimicrobiana del aceite en la carne de pollo empacada al vacío. Se propusieron 4 tratamientos donde se combinaron dos concentraciones del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) 0.4 % y 0.2 % y dos temperaturas de refrigeración 4 °C y 10 °C, además se utilizaron dos testigos (0 % aceite esencial de tomillo), a los cuales se les realizó el análisis de varianza ANOVA y la prueba de comparación de Tukey. El estudio se basó en la Norma Española UNE-ISO 198117 para determinar la calidad del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*), y para el control microbiológico se usaron las siguientes normas: Norma Española UNE-EN 15787 para *Lactobacillus spp*, normativa NTE INEN 1 529 – 13:98 para anaerobios mesófilos, normativa NTE INEN 346 para *E. coli* y normativa NTE INEN 346 para *Salmonella*. Se demostró que el tratamiento T2 fue el mejor para prolongar la vida útil de la carne de pollo empacada al vacío, es decir, 0.4 % aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y 4 °C con una duración de 14 días.

**Palabras clave:** Vida útil, conservante natural, efecto antimicrobiano, empacado al vacío, *Lactobacillus spp*.

## ABSTRACT

The research was based on the study of the antimicrobial effect of thyme essential oil (*Thymus vulgaris*) as a natural preservative. So that, it was evaluated the extension of the shelf life of vacuum-packed chicken meat stored under refrigeration. *Lactobacillus spp*, *E. coli*, *Salmonella* y anaerobios mesófilos are the main spoilage microorganisms in chicken meat, packaged under anaerobic conditions. Thyme essential oil was extracted with a yield of 0.60 %, in the same way the physicochemical analysis was conducted and the antimicrobial activity of the oil in vacuum-packed chicken meat was assessed. Four treatments were proposed where two concentrations of essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) 0.4% and 0.2% and two refrigeration temperatures of 4 °C and 10 °C were combined. In addition, two samples (0% essential oil of thyme) were assessed by using ANOVA analysis of variance and Tukey's comparison test. The study was based on the Spanish Standard UNE-ISO 198117 to determine the quality of essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) and on the Spanish Standard UNE-EN 15787 or *Lactobacillus spp*, NTE INEN standard 1 529 – 13:98 for mesophilic anaerobes, NTE INEN 346 regulation for *E. coli* and NTE INEN 346 regulation for *Salmonella*. They proved that vacuum-packed chicken meat must have a maximum of 300 CFU. Finally, it was shown that the T2 treatment was the best to prolong the shelf life of vacuum-packed chicken meat, that is, 0.4 % essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) and 4 °C, with a duration of 14 days.

**Keywords:** Shelf life, natural preservative, antimicrobial effect, vacuum packaging, *Lactobacillus spp*.

## INTRODUCCIÓN

El uso de aditivos naturales en la prolongación de la vida útil de los alimentos ha cobrado gran importancia, esto se debe al interés de los consumidores por el cuidado de su salud. La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su elaboración en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá pérdidas en sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, además, sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Carrillo & Reyes, 2013).

Una de las causas principales de la deficiencia en la seguridad alimentaria es la proliferación de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), los cuales tienen efectos nocivos en la salud y economía de los consumidores, fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de imagen de la marca, etc.) y distribuidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo) (Condori, 2014).

“La carne de pollo es un producto de fácil deterioro, esto se debe a su composición química (proteína y glucógeno) y su alta actividad de agua que favorece el crecimiento microbiano que reduce su vida útil” (Sáenz, 2021). “Uno de los principales microorganismos alterantes de esta es *Lactobacillus spp*, las temperaturas de refrigeración y el empacado al vacío, favorecen el crecimiento de este microorganismo” (Pérez, 2015).

El tomillo (*Thymus vulgaris*) se comercializa principalmente por sus hojas y por la extracción de su aceite esencial (AE), destaca por su efectividad sobre algunos microorganismos alterantes en los alimentos (Pérez, 2015). Como menciona Araujo (2019), “el uso de aceites esenciales surge como efecto de poseer poder antimicrobiano sobre los alimentos”

A nivel regional existe muy poca difusión sobre los estudios realizados sobre el aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y su acción antibacteriana, por lo cual no se aprovecha el valor de su aplicación en los alimentos (Vidaurre & Tello, 2016).

Por ello se consideró evaluar el efecto conservante del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en la prolongación de la vida útil de la carne de pollo empacada al vacío.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la población mundial está interesada en consumir alimentos con la menor cantidad de aditivos químicos y que sean sensorialmente aceptables, ya que uno de los mayores riesgos sanitarios asociados con el consumo de carne de aves reside en la posibilidad de que este alimento sea vehículo de bacterias como *Salmonella* y *E. coli*. Además, exigen que los alimentos tengan una larga vida útil a precios accesibles (Fuente & Barboza, 2010).

Las malas prácticas de manipulación de alimentos provocan la aparición de enfermedades de transmisión por alimentos (ETAS) las cuales provocan efectos nocivos en la salud de los consumidores y aumentan los gastos del sistema de salud público. La ingestión de alimentos contaminados con microorganismos patógenos puede provocar enfermedades de insuficiencia multiorgánica y pueden ser causa de mortalidad (OMS, 2018).

En el sector avícola no se estima la calidad microbiológica de la carne. La aglomeración de los animales en la cría, las grandes plantas de sacrificio y el procesado facilitan la propagación de los microorganismos especialmente de bacterias enteropatógenas (Ripoll, 2014). El no aplicar las medidas de control de calidad durante cualquier operación del proceso aumenta la velocidad del deterioro y finalmente a la putrefacción de la carne.

La carne de pollo es un producto de fácil deterioro debido a diferentes factores, entre los cuales se encuentran las reacciones químicas, que están relacionadas con el proceso de envejecimiento o por la acción de los microorganismos, los cuales pueden producir toxinas que son nocivas para los seres humanos y si son ingeridas en alimentos pueden causar infecciones o intoxicaciones (Kamenik, 2013).

El deterioro de la carne de pollo representa una gran pérdida económica para los productores y un efecto nocivo hacia los consumidores, por ello, para inhibir o prevenir el deterioro de la carne por la acción de los microorganismos, se emplean diferentes aditivos alimentarios como conservantes, sin embargo, como señala Rodríguez (2011) los conservantes alimentarios, a las concentraciones autorizadas, no eliminan en general a los microorganismos, solo evitan su proliferación. Por lo tanto, solamente son útiles con materias primas de buena calidad.

Los aditivos alimentarios son sustancias que se adicionan a los productos alimenticios para proporcionar estabilidad fisicoquímica y microbiológica. Los aditivos químicos se obtienen a

partir de productos que no son de la naturaleza y pueden ocasionar daños a la salud a largo plazo, en cambio los aditivos naturales se obtienen de plantas, bacterias u hongos. El uso de conservantes naturales se presenta como una alternativa para sustituir a los aditivos químicos para evitar posibles enfermedades o daños a la salud.

Los aceites esenciales se han utilizado por su potencial plaguicida en las prácticas tradicionales. Sin embargo, su aplicación como agente antimicrobiano y antioxidante es una tendencia creciente y reciente que refleja el interés hacia la bioconservación (López, Ruíz, & Delgadillo, 2016). Actualmente su estudio se ha enfocado en sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y la forma en que pueden ser adicionados directamente al alimento o pueden ser incorporados en los envases y envolturas de estos para preservar su calidad y extender su vida útil

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el efecto del aceite esencial de tomillo en la prolongación de vida útil de la carne de pollo empacada al vacío?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La industria alimentaria recurre a la búsqueda de aditivos más saludables, con menos efectos secundarios y más económicos. La investigación de aditivos naturales ha dado lugar a la bioconservación la cual se basa en utilizar sustancias naturales derivadas de seres vivos como bacterias, hongos, plantas o animales, con el objetivo de extender la vida útil de productos alimentarios garantizando su seguridad (Ripoll, 2014).

Diversos estudios han permitido establecer que la actividad antimicrobiana de hierbas y plantas es atribuida a los compuestos fenólicos presentes en sus extractos o aceites esenciales (AE), ya sea que se apliquen de manera directa o indirecta en el alimento. La bioconservación promete competir con el amplio mercado de los agentes químicos o sintéticos ya que se incluyen técnicas para obtener alimentos más seguros hasta la producción de alimentos mínimamente procesados y sin aditivos (Fuente & Barboza, 2010).

El tomillo ha sido muy utilizado y recomendado desde la antigüedad, comúnmente se usa como té de hierbas, condimento y para diversos fines medicinales. Esta última propiedad se atribuye al AE de sus hojas; se usa como tónico, carminativo, digestivo, antiespasmódico, antimicrobiano, antioxidante, antiviral, antiinflamatorio, sedante y expectorante. El AE de

tomillo presenta actividad antitumoral, antibacteriana (frente a grampositivas y gramnegativas), posee propiedades antifúngicas y antioxidantes (López, Ruíz, & Delgadillo, 2016).

El interés por los aceites esenciales ha aumentado notablemente por sus propiedades bactericidas, fungicidas y antioxidantes (Argote & et al., 2017). Las cualidades del AE de tomillo se deben principalmente a sus componentes: timol y carvacrol. El timol que conforma 50% del AE de tomillo, ha sido reportado como potente agente antimicrobiano, capaz de desintegrar la membrana externa de las bacterias, debido a que se une a la membrana bacteriana de manera hidrofóbica por puentes de hidrógeno, lo que causa perturbaciones en la membrana, incrementando la permeabilidad, que conducen a la pérdida de iones de potasio y ATP intracelular, y finalmente la muerte celular. También se ha reportado que el timol inhibe la germinación de esporas, el crecimiento y multiplicación celular en bacterias (Nikolic, & et al., 2014).

En el Ecuador actualmente no se realiza la aplicación de conservantes naturales en las industrias alimenticias, pero en investigaciones en otros países ya se utiliza bioconservadores para la preservación de carnes y alargamiento de su vida de anaquel. Es por ello por lo que se desea investigar el efecto inhibitor de aceite esencial de tomillo como una sustitución de conservantes químicos en la carne de pollo (Vidaurre & Tello, 2016).

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Evaluar el efecto conservante del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en la prolongación de la vida útil de la carne de pollo empacada al vacío.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Extraer aceite esencial de tomillo mediante destilación por arrastre de vapor.
- Determinar el tiempo de vida útil de la carne de pollo empacada al vacío con la aplicación de aceite esencial de tomillo.
- Realizar un análisis sensorial del mejor tratamiento de la carne de pollo empacada al vacío.



### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

- ¿Qué rendimiento se obtiene al extraer aceite de tomillo destilado por arrastre de vapor?
- ¿Qué concentraciones de aceite de tomillo se utilizarán en la carne de pollo al empacar al vacío?
- ¿Cuál será el tiempo de vida útil de la carne de pollo empacada al vacío?
- ¿Cuál tratamiento presentará mejores resultados en la prolongación de la vida útil?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Morales (2015), evaluó la utilidad del Aceite Esencial (AE) de tomillo como un aditivo alimentario con el objetivo de otorgar un efecto antimicrobiano en la prolongación de vida de anaquel del queso Ricotta. La extracción del AE de tomillo (*Thymus vulgaris*) se llevó a cabo a través del método de arrastre con vapor, alcanzando rendimientos cercanos al 0.6 %, para determinar el efecto antimicrobiano se desarrolló la prueba In Vitro donde a través de la formación de halos de inhibición se determinó la menor concentración con efecto inhibitorio. El aceite esencial de tomillo presentó actividad al ser usado en concentraciones no menores del 1.6 %, mostrando halos de inhibición de 11.67 mm Se determinó que el AE de tomillo adicionado al queso Ricotta afecta de manera significativa algunos matices sensoriales del queso, no siendo igual para la composición fisicoquímica ya que posee un efecto biocida contra microorganismos patógenos.

Solomakos, Govaris, Koidis, & Botsoglou (2008), estudiaron el efecto antimicrobiano del aceite esencial de tomillo y su combinación con la nisina contra la *Listeria monocytogenes* en carne picada durante almacenamiento refrigerado. Se evaluó el efecto antimicrobiano del aceite esencial de tomillo (AE) al 0.3 %, 0.6 % y 0.9 %, nisina a 500 o 1000 UI / g, y su combinación contra la *Listeria monocytogenes* se examinó en caldo de soja trípico (TSB) y en carne de res picada. El AE de tomillo al 0.3 % poseía una débil actividad antibacteriana contra el patógeno en TSB, mientras que a 0.9 % mostró características sensoriales aceptables en carne picada. El tratamiento de carne picada con nisina a 500 o 1000 UI / g mostraron actividad antibacteriana contra *L. monocytogenes*, que dependía del nivel de concentración de nisina y cepas utilizadas. El tratamiento de carne de res picada con AE al 0.6 % mostró una actividad inhibitoria más fuerte contra *L. monocytogenes* que el tratamiento con nisina a 500 o 1000 UI / g. Todos los tratamientos mostraron una actividad inhibitoria más fuerte contra los patógenos a 10 °C que a 4 °C. Los resultados de este estudio muestran que la combinación de tomillo AE al 0.6 % con nisina a 1000 UI / g es un medio eficiente para inhibir el crecimiento de *L. monocytogenes* en carne picada porque disminuyó la población de este patógeno por debajo del límite oficial de la Unión Europea durante el almacenamiento a 4 °C (Reglamento CE 2073, 2005 ).

Kykkidou, Giatrakou, Kontominas, & Savvaidis (2009), investigaron sobre el efecto del aceite esencial de tomillo en filetes frescos de pez espada en almacenamiento a 4 °C, para lo cual incluyeron los siguientes tratamientos: aire (A), empacado en atmósfera modificada (M), aire con aceite de tomillo (AT) y atmósfera modificada con aceite de tomillo (MT). Las muestras de pez espada A y M indicaron una tendencia a la rancidez oxidativa, mientras que el tratamiento con MT inhibió la oxidación de lípidos en el pez espada durante el almacenamiento. Los tratamientos MT y M fueron los más efectivos para la inhibición de pseudomonas. La vida útil del pez espada fresco refrigerado fue de 8 y 13 días bajo condiciones aeróbicas y condiciones de MT, respectivamente. La adición de 0.1% de aceite esencial de tomillo extendió la vida útil del producto bajo condiciones aeróbicas por 5 días, mientras que la combinación de MT y aceite de tomillo resultó en una significativa extensión de la vida útil de los filetes de pez espada, es decir, aproximadamente 7½ días. El tratamiento MT fue el más efectivo en términos de extensión de la vida útil de rodajas de pez espada, ya que dio el recuento final de microorganismos más bajo ( $< 8 \log \text{ UFC/ g}$ ), como resultado se obtuvo un producto sensorialmente aceptable con un mínimo de combinación de marcadores de descomposición química.

Boskovic, et al. (2015), investigaron la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales del tomillo (*Tymus vulgaris*) y del orégano (*Origanum vulgare*) contra algunos microorganismos transmitidos por alimentos. El estudio de los efectos antibacterianos de los AE se realizó en *Salmonella enteritidis*, *Salmonella thyphimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Bacillus cereus*. La susceptibilidad de las cepas bacterianas a los aceites esenciales se investigó mediante microdilución en caldo, se diluyó 10 veces en solución salina estéril y se obtuvieron 5 µl de esta suspensión inoculado en 0,1 mL de caldo. Después de la inoculación, las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Los AE poseen las propiedades antibacterianas más fuertes cuando contienen un alto porcentaje de compuestos fenólicos. Los AEs utilizados en este estudio contenían una alta concentración de fenoles, especialmente el de orégano AE, que exhibió una mayor efecto antimicrobiano en comparación con el de tomillo AE. Mecanismo antimicrobiano de carvacrol y timol, que son los dos componentes principales de los AE utilizados estos se basan en su capacidad para desintegrar la membrana externa de las bacterias gramnegativas, liberando lipopolisacáridos y aumentando la permeabilidad de la membrana citoplasmática al ATP.

Zengin & Handan, (2014), estudiaron los aceites esenciales de tomillo y clavo (AE) para determinar su actividad antibacteriana y su aplicación en la carne molida. Se utilizó el método

de micro dilución en caldo (MIC) para verificar las bacterias inhibidas por los AE, así se demostró que *Shewanella putrefaciens* y *Listeria innocua* fueron las bacterias más resistentes al tomillo y al clavo AE. Los tratamientos de AE restringieron el crecimiento de *Salmonella typhimurium* inoculada artificialmente y Coliformes nativos en la carne molida. AE de clavo ejerció notablemente mayor actividad antioxidante en carne molida que AE de tomillo. Los resultados indicaron que los AEs de tomillo y clavo mostraron una fuerte actividad antimicrobiana contra el deterioro de bacterias patógenas con diferentes valores de MIC. Por lo tanto, los AEs podrían tener potenciales aplicaciones en las industrias cárnicas. A pesar de que los AEs de tomillo y clavo restringieron el crecimiento de *Sa. typhimurium* y bacterias coliformes, no parecía estar inhibiendo los mesófilos, levaduras, mohos aeróbicos y microorganismos psicrotrofos. Los parámetros de color ligereza, enrojecimiento y amarillez no se vieron afectados por la adición de AEs. El efecto importante y destacado de los AEs fue la capacidad antioxidante en el estudio de aplicación en la carne de res molida.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Tomillo (*Thymus vulgaris*)

El género *Thymus* (proviene del verbo griego *Thym*, en alusión a su intenso y agradable aroma), pertenece a la familia de las labiadas, es de clima templado y originario de los países de la cuenca mediterránea occidental. Crece sobre suelos secos y soleados y resiste bien las heladas y sequías (Kowalczyk, Przychodna, Sopata, Bodalska, & Fecka, 2020). Se trata de una planta aromática, leñosa, de 10-30 cm de altura y muy ramificada, con hojas alargadas y flores axilares, tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Planta de tomillo

Fuente. Jimenez (2018)

Es una especie muy variable, tanto en su fenología como en la composición química de su aceite esencial, en el que ya se han detectado 7 quimiotipos. Esto ha dado lugar a confusiones taxonómicas en este género, ya que se han considerado como especies distintas a sus variedades (Morales, 2015).

#### **2.2.1.1. Composición química**

En su composición química se han detectado flavonoides como la apigenina y luteolina, varias flavonas metoxiladas, flavonoles, heterósidos de luteonina y taninos como: serpilina, saponinas ácidas y neutras, ácidos labiáticos, litospermicos y resinas (Reina, Roche, Bianchi, Languasco, & Rocca, 2016).

#### **2.2.1.2. Actividad antiséptica**

La esencia de tomillo tiene un efecto antiséptico superior al del fenol y al del agua oxigenada. Actualmente, está comprobado que sus componentes fenólicos, timol y carvacrol, han demostrado tener actividad antibacteriana frente a bacterias grampositivas y gramnegativas. Este efecto se debe a su acción sobre la membrana bacteriana (Ortega, 2018)

#### **2.2.1.3. Actividad antioxidante**

Tiene acción antirradical, en la que se consideran implicados el timol y el carvacrol de la esencia, así como los flavonoides y otros polifenoles (Muñoz, Castañeda, Blanco, Cardenas, & Reyes, 2017).

#### **2.2.1.4. Gastronomía**

El tomillo se utiliza habitualmente como condimento en gastronomía y en la elaboración de encurtidos. Favorece la conservación de los alimentos que se aliñan con él, gracias a las propiedades antimicrobianas y a las antioxidantes, en las que intervendrían timol, carvacrol, flavonoides y polifenoles (Vidaurre & Tello, 2016).

#### **2.2.1.5. Contraindicaciones, efectos secundarios y toxicidad**

Los preparados a base de tomillo están contraindicados en caso de hipersensibilidad a alguno de sus componentes. Tampoco debe utilizarse durante el embarazo ni la lactancia debido a la ausencia de datos que avalen su seguridad (Fuentes, 2015).

No se han descrito interacciones medicamentosas ni tampoco se han descrito reacciones adversas a las dosis terapéuticas recomendadas. Sin embargo, a altas dosis, en tratamientos crónicos o en individuos especialmente sensibles se pueden producir reacciones alérgicas de tipo dermatológico, como dermatitis por contacto (Stahl-Biskup & Venskutonis, 2020).

### **2.2.2. Aceites esenciales (AEs)**

Los AEs son líquidos aceitosos obtenidos a partir de diferentes partes de las plantas como flores, semillas, hojas, ramas, corteza, frutos y raíces. Son mezclas complejas de ésteres, aldehídos, cetonas y terpenos. Además, son compuestos olorosos, muy solubles en alcohol y poco solubles en agua. Los aceites esenciales derivados de plantas son conocidos por su actividad antimicrobiana contra un amplio rango de bacterias y hongos (Oliveira et al., 2022).

Son mezclas de componentes y compuestos casi siempre oxigenados (alcoholes, ésteres, éteres, aldehídos y compuestos fenólicos) que son los que transmiten a los aceites el aroma que los caracteriza. Estas fracciones líquidas volátiles, generalmente son destilables por arrastre con vapor de agua, contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (Astudillo, 2014).

### **2.2.3. Aceite esencial (AE) 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 (Coimbira, Fereira, & Duarte, 2022).

Las cualidades del AE de tomillo se deben principalmente a sus componentes: timol y carvacrol. El timol conforma el 50% del AE de tomillo, ha sido reportado como potente agente antimicrobiano, capaz de desintegrar la membrana externa de las bacterias, debido a que se une a la membrana bacteriana de manera hidrofóbica por puentes de hidrógeno, lo que causa perturbaciones en la membrana, incrementando la permeabilidad, que conducen a la pérdida de iones de potasio y ATP intracelular, y finalmente la muerte celular (Nikolic, et al., 2014). El AE de tomillo presenta un color amarillo claro, tal como se evidencia en la Figura 2.



Figura 2: Aceite esencial de tomillo

Fuente. Jimenez (2018)

### **2.2.3.1. Toxicidad del aceite esencial de tomillo**

La planta de tomillo es muy segura de consumir, sin embargo, los aceites esenciales de tomillo pueden provocar efectos tóxicos en las personas que lo consumen (Astudillo, 2014). 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 (Nikolic, et al., 2014).

No se recomienda su consumo mediante aplicación oral del aceite esencial de tomillo, a las mujeres que se encuentren embarazadas o en la etapa de lactancia. Esto se debe a que no se conocen en detalle, los efectos que podrían provocar el tomillo en estas situaciones. Debido a los componentes de esta planta, se especula, que podría provocar reacciones abortivas (Nickavar, Mojab, & Dolat, 2018).

### **2.2.4. Métodos de extracción de aceites esenciales**

Los aceites esenciales se obtienen mediante diversos procesos de extracción, la elección del proceso depende de la parte de la planta que se utilizará para la fabricación del aceite esencial (Véliz, González, & Martínez, 2019).

#### **2.2.4.1 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 (Araujo, 2019).

#### **2.2.4.2. 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 (Chambi & Quiroz, 2017).

#### **2.2.4.3. 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 equipos utilizados para este fin reciben el nombre de alambiques (Vidaurre & Tello, 2016).

#### **2.2.4.4. 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, separando ambos finalmente (Ortega, 2018).

#### **2.2.5. Carne de pollo**

Dentro del reino animal las aves ocupan un gran papel para la nutrición de las personas ya que se trata de una carne blanca, baja en grasa y en calorías, con altos niveles de proteínas, nutrientes y vitaminas (Zaboli, Huang, Feng, & Dong, 2019). Posee bajos niveles de grasa y colesterol. Además, se encuentra frecuentemente empacada en porciones de conveniencia y no tiene restricciones religiosas hacia su consumo (Ripoll, 2014).

La carne de pollo es un producto muy alterable por lo que debe manejarse con especial cuidado durante todas las operaciones del proceso. La alteración se inicia después de la sangría, como resultado de acciones microbianas, químicas y físicas. Si no se frenasen pronto estas acciones, la carne se convertiría en un producto no apto para el consumo. Es necesario minimizar su deterioro para prolongar el tiempo durante el cual la carne mantiene un nivel de calidad aceptable (Saenz & Nava, 202). En la Figura 3 podemos evidenciar una muestra de pechuga de pollo.





Figura 3. Carne de pollo

Fuente. Jimenez (2018)

### 2.2.5.1. Composición

La carne de pollo es una fuente de proteína de alto valor nutricional (21 – 24 %), al ser rica en aminoácidos esenciales como lisina, y ser una fuente de niacina, hierro, zinc, fósforo y potasio. Además, aporta bajos contenidos de ácidos grasos saturados, altos valores de ácidos grasos monoinsaturados y una adecuada cantidad de ácidos grasos de las familias omega 6 y omega 3 (Youssef, Mohammed, Korish, & Shiboob, 2016).

### 2.2.5.2. Contaminación

La carne de pollo se ve afectada por la contaminación de su propia piel, 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 (Sáenz, 2021). La contaminación de la piel y de las paredes de la cavidad abdominal tiene lugar durante las fases de lavado, desplumado y evisceración. 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* (Pérez, 2015).

### 2.2.5.3. Parámetros de calidad

Según León, Orduz, & Velandia (2017), el pH es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne puesto que afecta varias de sus cualidades como el color, la actividad de agua y la degradación proteica. Su valor disminuye por la degradación del glucógeno a ácido láctico debido a la ausencia de oxígeno (p.64). El pH de la carne debe ser menor a 7,0 y mayor a 5,5 (INEN , 2016).

### **2.2.6. Métodos de conservación**

Para mantener la calidad de los alimentos y conseguir la seguridad alimentaria es necesario controlar las diferentes reacciones que se producen en los alimentos, para ello se emplean métodos físicos o químicos (Clayton, Bush, & Keener, 2017).

Los métodos físicos intervienen sobre el estado físico del alimento, aplicando frío o calor, o sometiéndolo a irradiación, altas presiones o deshidratación. En los métodos químicos se consigue la conservación del alimento mediante el uso de sustancias externas (INACAP, 2019).

#### **2.2.6.1. Refrigeración**

Es un método de conservación a corto plazo, el cual permite que los productos se mantengan a bajos niveles de temperatura y crecimiento bacteriano. Se realiza a temperaturas próximas a 0 °C, generalmente entre 2 y 5 °C en frigoríficos industriales, y entre 8 y 12 °C en frigoríficos domésticos (Salvatierra, 2019).

Estas condiciones no eliminan a los microorganismos, solamente evitan su crecimiento hasta un punto y retrasan las reacciones de descomposición. Además, modifican las características sensoriales y el valor nutritivo del alimento, debido a que conserva al alimento por un tiempo relativamente corto (no más de quince días para la mayoría de los alimentos), pero esta vida útil dependerá tanto de la naturaleza del alimento, como del envase que lo proteja (Clayton, Bush, & Keener, 2017).

#### **2.2.6.2 Adición de aditivos**

INACAP (2019) afirma que “los aditivos alimentarios deben ser añadidos en pequeñas cantidades a los alimentos según sea su finalidad”

#### **2.2.6.2. Empacado al vacío**

Consiste en eliminar todo el aire que rodea al producto que se va a empacar. Si el proceso se realiza de forma adecuada la cantidad de oxígeno residual es inferior al 1%. De este modo se consigue una atmósfera libre de oxígeno, la cual retarda la proliferación de bacterias y hongos, que necesitan este elemento para sobrevivir. El empacado al vacío se complementa con otros métodos de conservación ya que después, el alimento puede ser refrigerado o congelado (Martín, 2019). En la Figura 4 podemos observar una pechuga de pollo empacada al vacío.



Figura 4. Pechugas de pollo empacadas al vacío

Fuente. Jimenez (2018)

### **2.2.7. Vida útil**

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que sufrirá un cambio en su perfil microbiológico y tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas (Alapont, Soriano, & Torrejón, 2020).

#### **2.2.7.1. Determinación de la vida útil**

En el estudio de la vida útil puede haber uno o más criterios que constituyan la falta de idoneidad de la muestra. Un criterio es el incremento o disminución de la media de un panel sensorial. Otro criterio puede ser la contaminación microbiana de una muestra que hace que esta sea inadecuada o insegura para el consumo humano. Finalmente, cambios en el olor, color, textura, flavor, etc. que hacen que la muestra sea rechazable por los consumidores (Araujo, 2019).

En la conservación de la vida útil de la carne de pollo empacada al vacío es esencial realizar un estudio de: *Lactobacillus spp*, Anaerobios mesófilos, *E. coli* y *Salmonella*.

#### **2.2.7.2. *Lactobacillus spp***

*Lactobacillus spp* se ha asociado con la alteración de la carne de pollo envasada en condiciones anaerobias; las temperaturas de refrigeración y el empacado al vacío, favorecen el crecimiento de este (Pérez, 2015).

#### **2.2.7.3. Anaerobios mesófilos**

A este grupo pertenecen las bacterias, mohos y levaduras que pueden desarrollarse óptimamente en rangos de temperaturas entre los 15°C a los 35°C con presencia de oxígeno, que son capaces de causar cualquier tipo de infección (Lorenzo, et al., 2019).

#### **2.2.7.4. *E. coli***

Es una bacteria mesófila, su óptimo de desarrollo se encuentra en el rango de temperatura (35-43 °C). las industrias de alimentos usan un control de frío para evitar la proliferación de este microorganismo (Araujo, 2019).

#### **2.2.7.5. *Salmonella***

Es una bacteria que provoca infecciones por medio del consumo de alimentos contaminados. Las enfermedades se relacionan al consumo de huevos crudos o carne de pollo poco cocinada. Es un microorganismo que se destruye con tratamiento térmico (Sáenz, 2021).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

El enfoque Cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Mientras que el método Cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica, para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación (Cabezas, Andrade, & Torres, 2018).

El presente estudio tuvo un enfoque mixto ya que se realizó la medición numérica de los análisis de rendimiento, fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos para ello se utilizaron herramientas como encuestas para conocer la opinión de los panelistas, además las encuestas fueron valoradas a través de una escala hedónica para su interpretación estadística.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

**Investigación experimental:** Baena (2017) afirma que “La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular” (p. 34). Esta investigación experimental es netamente explicativa, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente.

#### 3.2. HIPÓTESIS

##### 3.2.1. Hipótesis afirmativa

El empleo de aceite esencial de tomillo tiene un efecto conservante en la carne de pollo empacada al vacío.

##### 3.2.2. Hipótesis nula

El empleo de aceite esencial de tomillo no tiene un efecto conservante en la carne de pollo empacada al vacío.

### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

#### **3.3.1. Definición de variables**

##### **Variables independientes**

##### **Aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)**

- Testigo (0 %)
- 0.2 % (m/m)
- 0.4 % (m/m)

##### **Temperatura de refrigeración**

- 4 °C
- 10 °C

##### **Variables dependientes**

Vida útil de la carne de pollo empacada al vacío en días

##### **Respuestas experimentales**

- Características microbiológicas (UFC)
- Análisis fisicoquímico
- Análisis sensorial

### 3.3.2. Operacionalización de variables

En la Tabla 1 se presenta la operacionalización de variables dependientes e independientes.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
<b>Independientes</b>		Densidad	Masa/Volumen	
Aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> )				
Concentraciones 0.2 % (m/m) 0.4 % (m/m)	Análisis fisicoquímico	Acidez	Volumetría	Norma Española UNE-ISO 198117 Aceite esencial de tomillo rojo español ( <i>Thymus vulgaris</i> y <i>Thymus Zygis l.</i> ) tipo timol
Temperaturas 4 °C 10 °C		pH	Potenciometría	
		Proteínas	Kjeldahl	
	Análisis fisicoquímico	Cenizas	Incineración	NTE INEN 1338:2012 NTE INEN 781 NTE INEN 776 INEN 786 NTE INEN-ISO 936:2013
		Actividad de agua	Altas presiones	León, Orduz, & Velandia (2017)
		pH	Potenciometría	NTE INEN 2346 NTE INEN-ISO 2917:2013
<b>Dependientes</b>		<i>Lactobacillus spp</i>	Siembra en doble capa en caja Petri	Norma Española UNE-EN 15787 Normas ISO 15214
Vida útil de la carne de pollo empacada al vacío y almacenado en refrigeración	Análisis microbiológico	Anaerobios mesofilos	Siembra en doble capa en caja Petri	NTE INEN 1 529 – 13:98
		<i>E. coli</i>	Siembra por inmersión en caja Petri	NTE INEN 2346 NTE INEN 1338:2012
		<i>Sallmonella</i>	Siembra por inmersión en caja Petri	NTE INEN 2346 NTE INEN 1338:2012

---

Análisis sensorial

Color  
Olor  
Sabor  
Textura

Prueba hedónica de  
aceptación

Hojas de cata  
Panelista  
Programa Minitab

---



### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Flujograma del proceso de extracción del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) por arrastre de vapor

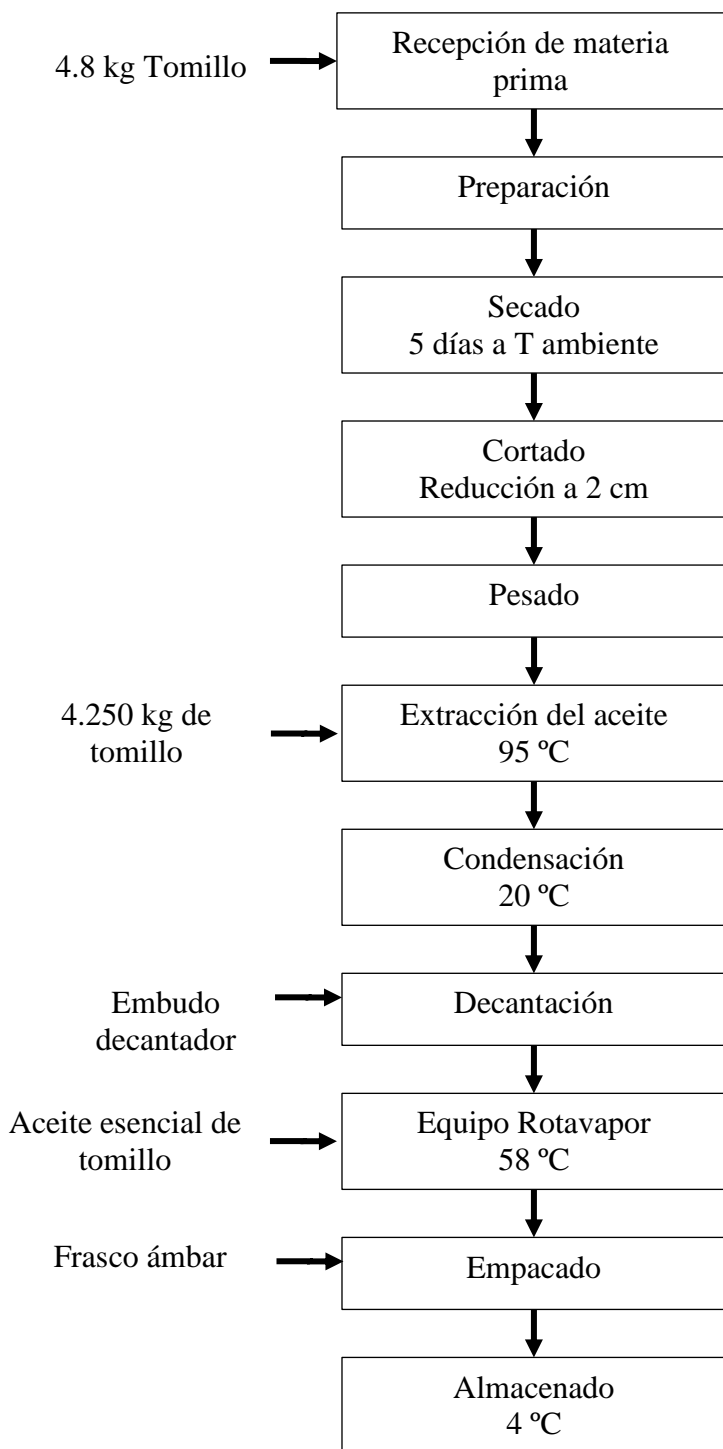


Figura 5. Flujograma del proceso de extracción de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) por arrastre de vapor

### **3.4.2. Proceso para la extracción de aceite esencial de tomillo (*Thymus Vulgaris*) por arrastre de vapor**

#### **Materiales**

- Balanza analítica
- Tijeras
- 2 kitsatos
- 2 soportes universales
- 2 pinzas para soporte
- Vidrio fusible
- 2 corchos
- Refrigerante
- 2 hornillas
- Mangueras de látex
- Vaso de precipitación de 50 mL
- Embudo decantador
- Equipo rotavapor
- Frascos ámbar

#### **Recepción de materia prima**

Se recibieron 4.8 kg de tomillo (*Thymus vulgaris*) fresco del cual se utilizaron las hojas, los tallos y las flores de la planta.

#### **Preparación**

Un factor importante para la obtención de un AE de calidad es la selección de la materia prima, por ello se eliminó cualquier desecho que no pertenezca a la planta y material con signos de degradación.

#### **Secado**

Se deshizo los ramilletes de la planta, eliminando sus raíces, y colocamos en forma horizontal en los mesones de secado, se dejó secar de 5 a 8 días a temperatura ambiente, sin embargo, cada día se intentaba mover las plantas para que adquiriesen un secado uniforme.

## **Cortado**

Para facilitar el método de destilación por arrastre con vapor se cortó la planta en fragmentos de 2 cm aproximadamente.

## **Pesado**

Se determinó el peso perdido en el secado de la planta de tomillo (*Thymus vulgaris*), obteniendo un peso final de 4.250 kg de tomillo.

## **Extracción del aceite esencial**

Se montó un equipo de destilación donde se realizó una extracción por lotes con un total de 17 ensayos a una temperatura de 95 °C. La condensación se efectuó a una temperatura de 20 °C por medio del tubo refrigerante. Cabe mencionar que no se sobrepasó las 3 horas en la destilación.

## **Decantación**

Se utilizó un embudo de decantación de 100 mL.

## **Rotavapor**

Para mejorar la calidad del AE se utilizó el equipo de rotavapor a 58 °C por 15 min para eliminar cualquier partícula de agua que pudo haber quedado en la decantación.

## **Empacado**

Se extrajo 25.81 g de AE de tomillo, el cual fue empacado en un frasco ámbar para proteger sus características sensoriales de la luz.

## **Almacenamiento**

El AE de tomillo se almacenó a una temperatura de 4 °C para evitar que pierda sus características sensoriales. 7

### **3.4.3. Análisis del rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)**

El aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) se obtuvo mediante el método de destilación de arrastre con vapor a una temperatura de 95 °C, el aceite adquirido se recolectó y guardó en un

frasco de vidrio color ámbar a una temperatura de 4 °C. Según Pantoja, Hurtado & Martínez (2017), el rendimiento de la extracción del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) se puede obtener mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{M_2}{M_1} * 100$$

P = Porcentaje de rendimiento de la extracción

M<sub>2</sub> = Masa final del aceite (g)

M<sub>1</sub> = Masa inicial del material vegetal (g)

$$P = \frac{25.81 \text{ g}}{4\ 250 \text{ g}} * 100$$

$$P = 0.60 \%$$

#### 3.4.4. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

##### Densidad aparente 20 °C

##### Materiales

- Vaso de precipitación de 50 mL
- Hornilla
- Pipeta de 2 mL
- Balanza analítica

La densidad se determinó con el propósito de encontrar la relación entre el peso y el volumen de la muestra, él estudio se basó en la norma ISO 279. Para calcular la densidad aparente el AE se calentó 20 °C, posteriormente se procedió a pesar 1 mL en la balanza analítica.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa AE}}{\text{volumen AE}}$$

$$\text{Densidad} = \frac{0.91 \text{ g}}{1 \text{ mL}}$$

$$\text{Densidad} = 0.91 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

## Acidez titulable

### Materiales

- Acidómetro
- Vaso de precipitación de 50 mL
- Fenolftaleína

Se adicionaron 5 mL de AE en un vaso de precipitación de 50 mL y se agregaron 2 gotas de fenolftaleína, se procedió a titular con NaOH al 0.1 N hasta que la muestra presentó un tono rosa pálido. Berreta, Bassahum, Muselli, & García (2017), mencionan que la acidez titulable se la obtiene con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(0.64)(N)(\text{mL NaOH})}{\text{g muestra}} * 100$$

$$\% \text{ de acidez} = \frac{(0.64)(0.1)(3 \text{ mL NaOH})}{4.21 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ de acidez} = 4.52 \text{ mL KOH/g}$$

## pH

### Materiales

- Potenciómetro
- Vaso de precipitación de 50 mL

Se colocaron 5 mL de la muestra en un vaso de precipitación de 50 mL, luego se colocó el potenciómetro dentro del vaso y se procedió a tomar su lectura.

### 3.4.4. Vida útil

#### Cálculo del aceite esencial utilizado

$$\% \frac{p}{p} = \frac{\text{g de soluto}}{\text{g de solución}} * 100 \%$$

$$\text{g de soluto} = \frac{\% \frac{p}{p} * \text{g de solución}}{100 \%}$$

### 0.2 % de concentración de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

$$\text{g de soluto} = \frac{0.2 \% * 10 \text{ g}}{100 \%}$$

$$\text{g de soluto} = 0.02 \text{ g}$$

Tratamiento	Muestras	Repeticiones	Total
2	48	3	288

$$0.02 \text{ g} * 288 = 5,76 \text{ g}$$

### 0.4 % de concentración de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

$$\text{g de soluto} = \frac{0.4 \% * 10 \text{ g}}{100 \%}$$

$$\text{g de soluto} = 0.04 \text{ g}$$

Tratamiento	Muestras	Repeticiones	Total
2	48	3	288

$$0.04 \text{ g} * 288 = 11,52 \text{ g}$$

$$5,76 + 11,52 = 17,28 \text{ g}$$

Se utilizaron 17,28 g de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y 5 850 g de carne de pollo para la investigación.

### Aplicación del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

#### Materiales

- 5 850 g de carne de pollo
- Ollas de acero inoxidable
- Cuchillos y cucharas
- Empacadora al vacío
- Fundas de polietileno
- Refrigerador

La carne de pollo fue adquirida en el Mercado del Sur de la ciudad de Tulcán, de esta se tomaron muestras de carne de 10 g. En ollas de acero inoxidable se realizó el proceso de inmersión de las muestras de pollo con el aceite esencial de tomillo a concentraciones del 0.2 y 0.4 % m/ durante dos minutos. A continuación, se procedió a empacar al vacío en fundas de polietileno y almacenar las muestras a temperaturas de 4 y 10 °C.

#### **3.4.4.1. Análisis microbiológico**

##### **Materiales**

- Erlenmeyer de 500 mL
- Cajas Petri
- Tubos de ensayo
- Frascos autoclavables
- Pipetas de 2 mL
- Varillas de agitación
- Hornillas
- Canastillas para tubos de ensayo
- Estufa
- Caja de anaerobiosis
- Pera de succión
- Cámara de flujo laminar
- Lámparas de alcohol
- Agua peptona
- Medio selectivo para *Lactobacillus spp*
- Papel Kraft, algodón y papel aluminio

Se realizaron estudios microbiológicos de algunos microorganismos que intervienen en la degradación de la calidad de la carne de pollo empacada al vacío, tales como *Lactobacillus spp*, Anaerobios facultativos, *E. coli* y *Salmonella*, a los 3, 7, 9, 11 y 14 días. Con el fin de analizar el tiempo de vida útil de la carne de pollo empacada al vacío que fue sometida a concentraciones de 0.2 % y 0.4 % de AE de tomillo y a temperaturas de almacenamiento de 4 °C y 10 °C. El análisis microbiológico para *Lactobacillus spp* se sustentó en la Norma Española UNE-EN 15787 debido a que no se encontró una normativa nacional para basarse en el recuento de este. El análisis de Anaerobios facultativos se basó en la normativa nacional NTE INEN 1 529 –

13:98, mientras que para el estudio de *E. coli* y *Salmonella* se apoyó en la normativa NTE INEN 2346.

Se preparó el agua peptona añadiendo 15 g del medio en un litro de agua destilada a 20 °C. Se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Para preparar el medio selectivo de *Lactobacillus spp* se usaron 63 g en un litro de agua destilada y se agregaron 10 mL de MRS Supplement. Se agitó frecuente hasta que el medio de cultivo hirvió. Para *E. coli* el medio de cultivo se preparó a partir de 50 g en un litro de agua destilada hasta el punto de ebullición agitando constantemente. Para *Salmonella* se agregó 60 g del cultivo en un litro de agua destilada, dejando reposar por 5 min y luego se llevó a ebullición. Finalmente, para Anaerobios facultativos se suspendió 41,5 g de medio en un litro de agua destilada y se llevó a ebullición por un minuto. Las esterilizaciones de los medios de cultivos se realizaron en autoclave a 115 °C por 15 min. El material de laboratorio fue lavado, secado, empacado en papel Kraft y esterilizado a 130 °C por dos horas en la estufa.

La muestra madre se preparó a partir de 90 mL de agua peptona y 10 g de pollo, de los respectivos tratamientos. Las muestras se homogenizaron y se prepararon diluciones a la -1, -3 y -5 en agua peptona. De cada dilución se inoculó 1 mL en el medio selectivo. *Lactobacillus spp* y Anaerobios facultativos se sembraron en doble capa y se incubó en una caja de anaerobiosis a 30 °C durante 48 horas. Mientras que para *E. coli* y *Salmonella* se realizaron siembras por inmersión y se incubaron a 37 °C por 24 h. Posteriormente se hizo el recuento de colonias en UFC.

#### **3.4.4.2. Análisis fisicoquímico**

##### **Análisis de proteínas**

##### **Materiales**

- Mortero
- Papel celofán
- Equipo de Kjeldhal
- Equipo de titulación
- Ácido sulfúrico, ácido bórico, ácido clorhídrico e hidróxido de sodio



El contenido de proteína se fundamentó en la norma NTE INEN 781 que relaciona la cantidad de nitrógeno con el amoníaco producido. El método de Kjeldahl se basa en tres fases: digestión, destilación y titulación. La preparación de la muestra se basó en la NTE INEN 776 donde indica que la muestra debe ser triturada y homogenizada, para ellos se usaron 0,5 g de carne pollo, la cual se preparó con la ayuda de un mortero. En la digestión se busca la conversión de amonio de todos los compuestos nitrogenados. La muestra homogenizada fue envuelta en papel celofán y llevada al tubo digestor con 10 mL de ácido sulfúrico y el catalizador, se dejó en el equipo de Kjeldahl por una hora. El amonio adherido en la solución de ácido bórico se mide por titulación con una solución de ácido clorhídrico al 0.1 N.

### **Análisis de pH**

Para el análisis del pH se procede a calibrar el potenciómetro con agua destilada. Según el método empleado por la normativa NTE INEN 2346 se pesaron 10 gramos de carne de pollo, se transfirieron a un vaso de licuadora y se adicionaron 100 mL de agua destilada homogeneizando durante 1 minuto. Filtrando el homogeneizado con gasa. Tomando lectura del pH introduciendo el electrodo del potenciómetro realizado por triplicado.

### **Actividad de agua**

La medida de la capacidad de retención de agua se midió aplicando fuerzas externas. Se uso el método evaluado por León, Orduz, & Velandia (2017), el cual consiste en usar papel filtro mojado por el jugo que queda fuera de la carne y es proporcional al agua liberada. Para ello se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ jugo liberado} = \frac{\text{peso final del papel filtro} - \text{peso final del papel filtro}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

### **Análisis de cenizas**

Para la determinación del contenido de cenizas se usaron crisoles, los cuales fueron lavados y secados en la estufa a 103 °C durante 3 horas, posteriormente se los llevó al desecador para enfriarlos y pesarlos en la balanza analítica. El análisis se basó en la normativa NTE INEN 786 la cual indica que se deben usar 5 g de la muestra y transferir a la mufla a una temperatura de

525 °C hasta obtener las cenizas con una tonalidad totalmente blanquecino. Para determinar el contenido de cenizas se usó la siguiente ecuación:

$$C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

### 3.4.5. Análisis sensorial

Se realizó el análisis sensorial para medir, analizar e interpretar la aceptabilidad del tratamiento T2 (0.4 % AE y 4 °C), a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto y tacto que comprenden las características de olor, color, sabor y textura (Cárdenas & et al., 2018).

Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos, sin embargo, cuando se emplean muchas descripciones se ha demostrado, que se le puede originar confusión a los panelistas, de ahí que las más empleadas son las escalas de 7 puntos (Osorio, 2018). En tal sentido, se presenta una prueba de aceptación y una hoja de escala hedónica de 7 puntos de evaluación sensorial a 50 panelistas no entrenados.

Las muestras fueron condimentadas y cocidas a la plancha. En la Tabla 2 se indica la escala hedónica que se utilizó en la prueba de aceptación para el T2.

Tabla 2. Escala hedónica de 7 puntos de la hoja de cata

Escala	Características
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta levemente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta levemente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La presente investigación evaluó la prolongación de vida útil de la carne de pollo empacada al vacío, esta fue sometida a concentraciones de 0.2 % y 0.4 % m/v de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y temperaturas de 4 °C y 10 °C.

Con el propósito de establecer la relación entre los factores de estudio: concentraciones del aceite esencial y temperaturas de refrigeración, se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) para comparar los tratamientos.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para analizar los datos obtenidos del diseño experimental, posteriormente se aplicó la prueba de comparación de Tukey con una confiabilidad del 95 % y un error del 5 % para determinar el mejor tratamiento en cuanto a características microbiológicas. Para ello se utilizó el programa estadístico de Minitab.

El objetivo del análisis de varianza fue probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta:

$$H_0 = Y_A = Y_B = Y_C = Y_D$$

$$H_A \neq Y_A \neq Y_B \neq Y_C \neq Y_D$$

Si se acepta  $H_0$ , se confirma que todos los tratamientos son iguales y en caso de ser rechazada se concluye que al menos uno de los tratamientos es diferente.

#### 3.5.1. Tratamientos

En la Tabla 3 se evidencian los factores que intervienen en el estudio de la prolongación de la vida útil de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*).

Tabla 3. Variables y tratamientos

Variables	Factores	Simbología	Descripción	Tratamientos
A	Aceite esencial de tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> )	A0	0.2 %	A0B0
		A1	0.4 %	A1B0
B	Temperatura de refrigeración	B0	4 °C	A0B1
		B1	10 °C	A1B1

### 3.4.3. Formulaciones

En la Tabla 4 se muestra la combinación de los tratamientos propuestos para el estudio de la prolongación de vida útil de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*).

Tabla 4. Formulación de los tratamientos para el experimento

Numero de tratamiento	Simbología	Descripción
T1	A0B0	0.2 % de aceite esencial de tomillo + 4 °C temperatura de refrigeración
T2	A1B0	0.4 % de aceite esencial de tomillo + 4 °C temperatura de refrigeración
T3	A0B1	0.2 % de aceite esencial de tomillo + 10 °C temperatura de refrigeración
T4	A1B1	0.4 % de aceite esencial de tomillo + 10 °C temperatura de refrigeración

### 3.4.4. Diseño experimental

Se extrajo aceite esencial de tomillo y se aplicó en la carne de pollo empacada al vacío.

El arreglo factorial A\*B dependió de lo siguiente:

Numero de testigos: 2

Numero de tratamientos: 4

Numero de repeticiones: 3

Número de unidades experimentales: 12

Unidad experimental: 5 850 g de pollo

Para la comparación de los resultados de la experimentación no se usa una concentración de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) en los testigos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

En la extracción del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) se utilizó material vegetal que posee aceite esencial en sus tejidos como: hojas, flores y tallos de la planta, de los cuales se extrajo mediante el método de destilación por arrastre de vapor. El material vegetal fue secado de 5 a 8 días a temperatura ambiente y luego fue reducido a 2 cm para facilitar la extracción del AE. Se realizaron 17 ensayos para obtener el total de AE a utilizar en la investigación, tomando en cuenta a Morales (2015), que sugiere que el tiempo de extracción para AEs utilizando el método de arrastre con vapor no sea mayor a 3 horas, por ello el tiempo máximo de destilación que se utilizó fue de 2 h y 55 min, como se evidencia en el Anexo 1. La Tabla 5 indica la cantidad de aceite esencial extraído, la masa vegetal utilizada y el promedio del porcentaje de rendimiento de la extracción.

Tabla 5. Parámetros obtenidos al final del proceso de destilación mediante arrastre de vapor

Aceite Esencial (g)	Masa Material Vegetal (g)	Porcentaje de Rendimiento
25.81 g	4 250 g	0.60 %

Nota: % Rendimiento = Masa vegetal (g) / Masa del material vegetal (g) \* 100

#### 4.1.2. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

Con el objetivo de evaluar la calidad del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) se realizó el análisis fisicoquímico basado en la norma española UNE-ISO 198117 Aceite esencial de tomillo rojo español (*Thymus vulgaris* y *Thymus Zygis l.*) tipo timol, ya que no se encontró una normativa nacional para este AE. Se evaluaron los parámetros de densidad a 20 °C, la acidez y el pH. Los análisis fueron verificados por triplicado y en la Tabla 6 se indican los valores obtenidos.

Tabla 6. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

Parámetros	Aceite esencial
Densidad 20 °C	0.91 g/mL a 20 °C
Acidez	4.52 mL NaOH/g
pH	5.4

### 4.1.3. Análisis sensorial del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

Según Jiménez & Carpio (2009), “no es posible predecir de forma absoluta la calidad de un producto por su análisis fisicoquímico” (p.81), por ello, para definir la calidad del aceite fue preciso llevar a cabo un análisis sensorial que dependió de las sensaciones buconasales como el sabor, el olor y la textura; el sentido de la vista intervino en el color, por ello, se apreció y analizó el producto mediante los sentidos (Ghalayini & Fendri, 2018).

Chambi & Quiroz (2017), obtuvieron un AE de tomillo de color amarillento pálido, de olor fuerte, aromático característico, de sabor picante y un aspecto general limpio y fluido. De igual manera en la investigación se obtuvo un AE de tomillo de olor fragante intenso, con tonalidad amarillenta casi incoloro, de sabor amargo y de textura líquida. En la Tabla 7 se muestran las características sensoriales analizadas y la descripción de cada una de ellas.

Tabla 7. Análisis sensorial del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

Características	Descripción
Olor	Fragante intenso
Color	Tonalidad amarillenta casi incoloro
Sabor	Amargo
Textura	Líquido a temperatura ambiente

### 4.1.4. Análisis fisicoquímico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y empacada al vacío

#### 4.1.4.1. pH

León, Orduz, & Velandia (2017), definen al pH como uno de los principales parámetros para verificar la calidad de la carne, ya que disminuye tras la muerte del animal, esto se debe a la degradación del glucógeno en ácido láctico. Según la NTE INEN 23 46 el pH de la carne debe ser menor a 7.0 y mayor a 5.5, de acuerdo con la NTE INEN – ISO 2917.

En la Tabla 8 se evidencian las medias y desviación estándar de los diferentes tratamientos. La investigación tuvo un período de 14 días, al iniciar los análisis de resultados de la medición de pH en la carne de pollo empacada al vacío los rangos se establecieron entre 6.69 y 6.47, por lo tanto, se encontraban dentro de la normativa correspondiente.

Al tercer día los resultados de pH empezaron a disminuir en los testigos. El mejor tratamiento fue el T2 (0.4 % AE y 4 °C) con 14 días y un pH de 5.54. El tratamiento menos efectivo fue el T3 (0.2 % AE y 10 °C) con una duración de 9 días y un pH de 5.56.

Tabla 8. Análisis de pH en la carne de pollo empacada al vacío

Días de conservación	Análisis de pH en la carne de pollo empacada al vacío					
	B1 4 °C	T1 0.2 % + 4 °C	T2 0.4 % + 4 °C	B2 10 °C	T3 0.2 % + 10 °C	T4 0.4 % + 10 °C
1	6.47 ± 0.15	6.60 ± 0.05	6.60 ± 0.02	6.48 ± 0.05	6.61 ± 0.05	6.69 ± 0.02
3	6.00 ± 0.08	6.19 ± 0.05	6.42 ± 0.02	5.67 ± 0.06	5.83 ± 0.08	6.40 ± 0.08
7	5.60 ± 0.06	5.96 ± 0.05	6.11 ± 0.04	5.42 ± 0.08	5.98 ± 0.05	6.02 ± 0.05
9		5.77 ± 0.05	5.99 ± 0.01		5.56 ± 0.05	5.70 ± 0.06
11		5.53 ± 0.05	5.70 ± 0.02			5.39 ± 0.07
14			5.54 ± 0.04			

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### 4.1.4.2. Cenizas

“El porcentaje de ceniza se obtiene a partir de la destrucción de la materia por calcinación y determinación gravimétrica” (Araujo, 2019). El análisis de cenizas se realizó en 14 días basándose en la norma INEN 786, en general los resultados no bajaron del 0.90 %. En la tabla 9 se evidencian las medias aritméticas y desviaciones estándar de los respectivos tratamientos.

Tabla 9. Análisis de cenizas en la carne de pollo empacada al vacío

Días de conservación	Análisis de cenizas en la carne de pollo empacada al vacío					
	B1 4 °C	T1 0.2 % + 4 °C	T2 0.4 % + 4 °C	B2 10 °C	T3 0.2 % + 10 °C	T4 0.4 % + 10 °C
1	0.97 ± 0.01	0.97 ± 0.01	0.97 ± 0.01	0.97 ± 0.01	0.97 ± 0.01	0.97 ± 0.01
3	0.93 ± 0.01	0.96 ± 0.01	0.97 ± 0.01	0.94 ± 0.01	0.94 ± 0.01	0.95 ± 0.01
7	0.90 ± 0.01	0.94 ± 0.01	0.96 ± 0.01	0.90 ± 0.01	0.93 ± 0.01	0.93 ± 0.01
9		0.93 ± 0.01	0.94 ± 0.01		0.91 ± 0.01	0.91 ± 0.01
11		0.91 ± 0.01	0.93 ± 0.01			0.90 ± 0.01
14			0.91 ± 0.01			

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### 4.1.4.3. Actividad de agua

Clayton, Bush, & Keener (2017), afirman que la actividad de agua es el estado de energía del agua en un alimento que determina si se producirán reacciones químicas o crecerán microorganismos, los alimentos con mayor actividad de agua son más propensos a descomponerse.

Haciendo alusión Leah & Jaczynski (2018), determinaron que la actividad de agua en la carne de pollo esta entre 0.94 y 0.96 aw, este estudio encontró una aw inicial entre 0.92 y 0.96, al pasar los días el aw empezó a bajar, siendo el Blanco 1 el tratamiento que perdió más agua llegando a 0.65 ± 0.03 % a los 7 días. El tratamiento T2 fue el que tuvo la mayor duración siendo 14 días con una aw final de 0.72 ± 0.03 %. En la Tabla 10 se muestran las medias aritméticas y desviaciones estándar de los respectivos tratamientos en la determinación de la actividad de agua.

Tabla 10. Análisis de la actividad de agua en la carne de pollo empacada al vacío

Dia de conservación	Análisis de la actividad de agua en la carne de pollo empacada al vacío					
	B1	T1	T2	B2	T3	T4
	4 °C	0.2 % + 4 °C	0.4 % + 4 °C	10 °C	0.2 % + 10 °C	0.4 % + 10 °C
1	0.92 ± 0.03	0.95 ± 0.02	0.96 ± 0.01	0.94 ± 0.01	0.96 ± 0.01	0.95 ± 0.01
3	0.74 ± 0.02	0.90 ± 0.03	0.92 ± 0.03	0.85 ± 0.01	0.87 ± 0.01	0.90 ± 0.03
7	0.65 ± 0.03	0.86 ± 0.03	0.87 ± 0.03	0.72 ± 0.01	0.80 ± 0.01	0.84 ± 0.01
9		0.83 ± 0.02	0.82 ± 0.02		0.72 ± 0.01	0.77 ± 0.02
11		0.73 ± 0.02	0.77 ± 0.01			0.72 ± 0.02
14			0.72 ± 0.03			

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### 4.1.4.4. Proteína

La cantidad mínima de proteína requerida según la normativa NTE INEN 1338:2012 es del 14 %, sin embargo, los análisis se realizaron en 14 días tomando como referencia los análisis de pH. El mejor tratamiento fue el T2 (0.4 % AE y 4 °C) con un porcentaje final de 17.77 % de proteína. En la Tabla 11 se evidencian las medias y desviaciones estándar de los diferentes tratamientos.

Tabla 11. Análisis de proteína en la carne de pollo empacada al vacío

Dia de conservación	Análisis de proteína en la carne de pollo empacada al vacío					
	B1	T1	T2	B2	T3	T4
	4 °C	0.2 % + 4 °C	0.4 % + 4 °C	10 °C	0.2 % + 10 °C	0.4 % + 10 °C
1	21.33 ± 0.58	22.33 ± 0.58	21.77 ± 0.25	21.77 ± 0.25	21.63 ± 0.32	22.23 ± 0.21
3	19.33 ± 0.51	20.67 ± 0.58	20.80 ± 0.20	19.60 ± 0.40	19.93 ± 0.15	21.37 ± 0.32
7	17.33 ± 0.55	19.50 ± 0.50	19.77 ± 0.31	17.53 ± 0.25	18.50 ± 0.51	20.20 ± 0.30
9		18.67 ± 0.29	19.23 ± 0.21		17.50 ± 0.36	18.97 ± 0.15
11		17.33 ± 0.42	18.63 ± 0.15			17.33 ± 0.25
14			17.77 ± 0.25			

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### 4.1.5. Análisis microbiológico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y empacada al vacío

Para estimar la vida útil de la carne de pollo empacada al vacío se analizaron los principales grupos microbianos como indicadores de calidad tales como *Lactobacillus spp* (Norma Española UNE-EN 15787), anaerobios mesófilos (NTE INEN 1 529 – 13:98), *E. coli* y *Salmonella* (NTE INEN 2346 - NTE INEN 1338:2012).

Los análisis microbiológicos se sustentaron en sus respectivas normativas para los recuentos de colonias, con el fin de analizar el tiempo de vida útil de la carne de pollo empacada al vacío que fue sometida a concentraciones de 0.2 % y 0.4 % m/v de AE de tomillo y a temperaturas de almacenamiento de 4 °C y 10 °C. Los estudios se realizaron a los 3, 5, 7, 9, 11, 14 y 16 días.



#### 4.1.5.1. Determinación de *Lactobacillus spp*

La carne de pollo es un excelente medio para el desarrollo microbiológico, gracias a sus propiedades biológicas y composición química (Noguera, et al., 2018). Para Pérez (2015), “uno de los microorganismos alterantes de la carne de pollo empacada al vacío es *Lactobacillus spp* por su habilidad acidificante” por ello se realizó un análisis de bacterias ácido lácticas sustentado en la Norma Española UNE-EN 15787 debido a que no se encontró una normativa nacional.

Al igual que Ripoll (2014), no se encontraron recuentos de bacterias lácticas hasta los 3 días de almacenamiento en los testigos (0% AE) y tratamientos. El mejor tratamiento fue el T2 (0.4 % AE y 4 °C) con 14 días y el tratamiento menos efectivo fue el T3 (0.2 % AE y 10 °C) con 9 días. En la Tabla 12 se evidencian las medias y desviaciones estándar de los diferentes tratamientos del análisis microbiológico de *Lactobacillus spp*.

Tabla 12. Resultados del recuento de colonias de *Lactobacillus spp*

Días de conservación	Análisis microbiológico de <i>Lactobacillus spp</i> UFC/g						Normativa UNE-EN 15787	
	B1 4 °C	T1 0.2 % + 4 °C	T2 0.4 % + 4 °C	B2 10 °C	T3 0.2 % + 10 °C	T4 0.4 % + 10 °C	Mi n.	Máx.
3	45 ± 0.50	50 ± 0.47	5 ± 0.61	60 ± 0.65	40 ± 0.52	36 ± 0.52		
5	100 ± 0.53	78 ± 0.53	20 ± 0.54	110 ± 0.61	70 ± 0.62	80 ± 0.46		
7	180 ± 0.61	130 ± 0.48	80 ± 0.51	260 ± 0.67	130 ± 0.61	142 ± 0.52	>10 UF C	<300 UFC
9		190 ± 0.62	130 ± 0.54		240 ± 0.55	181 ± 0.47		
11		240 ± 0.56	210 ± 0.47			267 ± 0.58		
14			280 ± 0.51					

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### 4.1.5.2. Determinación de anaerobios mesófilos

El recuento de anaerobios mesófilos se basó en la normativa NTE INEN 1 529 – 13:98. El mejor tratamiento fue el T2 (0.4 % AE y 4 °C) con 16 días y el tratamiento menos efectivo fue el T3 (0.2 % AE y 10 °C) con 11 días. Sin embargo, en el tiempo de estudio no se excedió el límite máximo de colonias requeridas por la normativa. En la Tabla 13 se evidencian las medias y desviaciones estándar de los diferentes tratamientos del análisis microbiológico de anaerobios mesófilos.

Tabla 13. Resultados del recuento de colonias de Anaerobios mesófilos

Días de conservación n	Análisis microbiológico de Anaerobios mesófilos en UFC/g						Normativa NTE INEN 1 529 – 17:98	
	B1 4 °C	T1 0.2 % + 4 °C	T2 0.4 % + 4 °C	B2 10 °C	T3 0.2 % + 10 °C	T4 0.4 % + 10 °C	Min.	Máx.
3	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
5	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
7	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
9		<10	<10		<10	<10	<1,0x1 0	---
11		<10	<10			<10		
14			<10					

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### 4.1.5.3. Determinación de *E. coli*

Según Chavarría (2017), “el análisis de *E. coli* se utiliza como indicador para medir la contaminación fecal en la inocuidad de los alimentos”. La investigación se basó en la normativa NTE INEN 346 la cual indica que las muestras no deben sobrepasar los  $1.0 \times 10^3$  UFC/g. los recuentos iniciales de *E. coli* fueron bajos y se mantuvieron en estos valores durante el estudio de la vida útil. En la Tabla 14 se evidencian las medias y desviaciones estándar de los diferentes tratamientos del análisis microbiológico de *E. coli*.

Tabla 14. Resultados del recuento de colonias de *E. coli*

Días de conservación	Análisis microbiológico de <i>E. coli</i> UFC/g						Normativa NTE INEN 346	
	B1 4 °C	T1 0.2 % + 4 °C	T2 0.4 % + 4 °C	B2 10 °C	T3 0.2 % + 10 °C	T4 0.4 % + 10 °C	Min.	Máx.
3	<10	<10	<10	<10	<10	<10	$1.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^3$
5	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
7	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
9		<10	<10		<10	<10		
11		<10	<10			<10		
14			<10					

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### 4.1.5.1. Determinación de *Salmonella*

En la tabla 15 se evidencian los resultados del recuento de *Salmonella* que se basó en la normativa NTE INEN 346.

Tabla 15. Resultados del recuento de colonias de *Salmonella*

Días de conservación	Análisis microbiológico de <i>Salmonella</i> UFC/g						Normativa NTE INEN 346	
	B1 4 °C	T1 0.2 % + 4 °C	T2 0.4 % + 4 °C	B2 10 °C	T3 0.2 % + 10 °C	T4 0.4 % + 10 °C	Min.	Máx.
3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		
5	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		
7	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia		
9		Ausencia	Ausencia		Ausencia	Ausencia		
11		Ausencia	Ausencia			Ausencia	Ausencia	----
14			Ausencia					

Nota: nivel de significancia (p<0.05)

#### ANOVA

“El objetivo del análisis de varianza es comparar los diversos valores medios para determinar si alguno de ellos difiere significativamente del resto” (Rojas, 2020). Se utilizó el programa estadístico MINITAB para calcular el análisis de varianza. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de los tratamientos entre un nivel de Vida Útil y otro, con un nivel del 95.0 % de confianza. En la Tabla 16 se muestra el análisis de Varianza.

Tabla 16. Análisis de varianza ANOVA

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F
Tratamientos	3	38.25	12.75	0.001
Error	8	8	0	
Total	11	38.25		

En la tabla 17 se evidencia la prueba de comparación de Tukey que determinó que el tratamiento más aceptado fue el tratamiento T2 (14 días), sin embargo, el tratamiento T3 (9 días) fue el menos aceptado.

Tabla 17. Prueba de comparación de Tukey y una confianza del 95 %

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2	3	14,00	A
T4	3	11,00	B
T1	3	10,333	B
T3	3	9,000	C

Nota: las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

#### 4.1.6. Análisis sensorial del mejor tratamiento en la prolongación de vida útil de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

Se realizó una cata ya que hace referencia a una prueba más hedonística que no tiene en cuenta el nivel de entrenamiento de las personas (Ghalayini & Fendri, 2018). En el análisis sensorial se realizó una prueba con un panel de degustación compuesto por 50 personas. Los atributos sensoriales evaluados fueron: color, olor, sabor y textura. Se estableció una escala hedónica de 7 puntos que se detalla en la Tabla 23.

Tabla 18. Escala hedónica de 7 puntos

Escala	Características
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta levemente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta levemente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

El parámetro más valorado fue el sabor con 5.98 y de acuerdo con la escala de 7 puntos estaría entre me gusta levemente y me gusta moderadamente, seguido de la textura con un valor de 5.3 y el color con 5.2, sin embargo, el olor fue el parámetro que tuvo la media más baja con un valor de 5.1 que en la escala hedónica estaría en me gusta levemente.

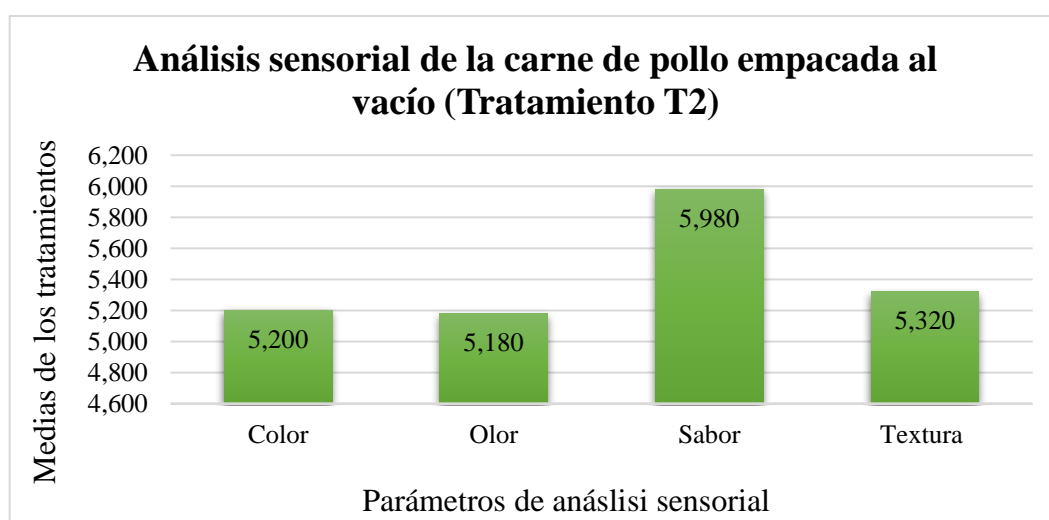


Figura 6. Porcentajes de la aceptación del análisis sensorial del tratamiento T2

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Rendimiento de extracción del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

Para la extracción de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) se utilizó el método de arrastre con vapor, la materia prima utilizada tuvo un proceso de secado de 5 a 8 días. Hay que utilizar el menor tiempo de secado posible porque de lo contrario se puede perder aceite esencial por evaporación (Fuentes, 2015). La extracción se realizó a nivel de laboratorio utilizando muestras de 200 a 300 g, el tiempo de extracción no sobrepasó las 3 horas, tal como lo recomienda Morales (2015).

En la Tabla 5 se evidencia el rendimiento de la extracción del aceite esencial de tomillo obtenido, que fue del 0.60 %, este se mantuvo en el rango de referencia de diversos autores que aplicaron el método de destilación por arrastre con vapor usando como materia prima tomillo (*Thymus vulgaris*). Según Vidaurre & Tello (2016), en su estudio obtuvieron un rendimiento del 0.54 % g/kg secando la planta de tomillo por 5 días a temperatura ambiente, mientras que Morales (2015), alcanzó un rendimiento de 0.60 % g/kg secando el tomillo a 60 °C por 48 horas y Chambí & Quiroz (2017), consiguieron un rendimiento de 0.71 % g/kg realizando un secado natural del material vegetal bajo el sol a temperatura ambiente entre 20 y 23 °C.

El rendimiento de aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) se ve influenciado por factores como el origen, especie, cosecha, condiciones climáticas y de crecimiento (temperatura, fertilizantes, tierra de cultivo), de igual manera la forma de secado de la planta con anterioridad a la extracción (Fuentes, 2015).

### 4.2.2. Análisis fisicoquímico del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)

En la Tabla 6 se mencionan los datos obtenidos a partir del análisis fisicoquímico del AE de tomillo, tales como densidad, pH y acidez; basados en la Norma Española UNE-ISO 198117 Aceite esencial de tomillo rojo español (*Thymus vulgaris* y *Thymus zygis* L.) tipo timol, debido a que no se encontró una normativa nacional para el estudio de este.

La densidad es una cualidad que se tiene en cuenta para determinar si un aceite esencial es de calidad o no, puesto que, en el proceso de elaboración, se pueden incluir otras sustancias que modifican la densidad, como agua o sedimentos. La densidad obtenida fue de 0.91 g/mL a 20 °C. Según la bibliografía el aceite esencial tiene una gran heterogeneidad en cuanto a sus componentes, por ello Vidaurre & Tello (2016), en su estudio verificaron que la densidad del

aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) es de 0.92 g/mL, mientras que Chambi & Quiroz (2017), obtuvieron una densidad de 0.91 g/mL. La densidad del AE de tomillo es menor a la del agua (1.00 g/mL) como se esperaba.

Se obtuvo un pH de 5.34, siendo un valor muy parecido, teniendo en cuenta el estudio de Morales (2015), quien obtuvo un pH de 5.45, así mismo, los aceites esenciales de alta calidad presentan pH cercanos a 5 máximo 5.8 (González & Véliz, 2020). En cuanto al índice de acidez se obtuvo un resultado de 4.52 mL NaOH/g, en comparación con Ortega (2018), quien obtuvo un índice de acidez de 4.02 mL NaOH/g, se obtuvo un valor aproximado. En consideración a las referencias analizadas se determinó que se obtuvo un AE de buena calidad, ya que cumple con todos los requisitos fisicoquímicos.

#### **4.2.3. Análisis sensorial del aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)**

En la Tabla 7 se indican los resultados del análisis sensorial, se evaluaron parámetros como: color, olor, sabor y textura. Se obtuvo un AE de tomillo de olor fragante intenso, con tonalidad amarillenta casi incoloro, de sabor amargo y de textura líquida, estos resultados se muestran aceptables de acuerdo con Chambi & Quiroz (2017), quienes obtuvieron un AE de tomillo de color amarillento pálido, de olor fuerte, aromático característico, de sabor picante y un aspecto general limpio y fluido. Por lo tanto, el aceite esencial obtenido cumple con las características sensoriales encontradas en la bibliografía para los aceites esenciales.

#### **4.2.4. Análisis fisicoquímico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y empacada al vacío.**

Estudios previos han señalado la importancia de que el pH de la carne debe ser menor a 7.0 y mayor a 5.5 (NTE INEN 2346, 2016). En la Tabla 8 se mencionan los datos obtenidos en 14 días a partir del análisis de pH de la carne de pollo empacada al vacío con AE de tomillo.

Los resultados de este estudio mostraron que el pH inicial de las muestras estuvo en un rango de 6.47 – 6.69, estos resultados son consistentes con la investigación de López, Ruíz, & Delgadillo (2016), quienes encontraron en su investigación rangos iniciales de pH en carne de pollo entre 6.65 – 5.30, mientras que Soler, Otero, Safón, & Garcés (2018) obtuvieron un valor inicial de 6.64 y un pH final de 5.32 a los 7 días de almacenamiento a 4 °C.

El análisis de cenizas se basó en la Norma INEN 786 obteniendo un 0.97 % inicial en las muestras, en comparación con la investigación de Márquez (2017), que obtuvo un 1.0 %, se

puede evidenciar que no hay diferencias significativas entre los resultados, tal como se indica en la Tabla 9.

En la investigación se obtuvieron datos entre 0.92 – 0.96 aw. Haciendo alusión a León, Orduz, & Velandia (2017), que obtuvieron una actividad de agua inicial de 0.92 – 0.85 aw, mientras que Leah & Jaczynski (2018), determinaron que la actividad de agua en la carne de pollo esta entre 0.94 y 0.76 aw. En la Tabla 10 se muestran los datos obtenidos en el análisis de la actividad de agua.

El estudio de León, Orduz, & Velandia (2017) afirma que “La proteína es el mayor componente en las carnes y su concentración depende de la raza, alimentación y edad del animal”. En su investigación encontraron un 21.8 % de proteína inicial y a los 6 días de almacenamiento se redujo al 17.85 %. Estos datos coinciden con los obtenidos en la investigación ya que se obtuvo un porcentaje de proteína inicial entre 21.33 – 22.33 y un porcentaje final en el mejor tratamiento (T2) de 17.77 %, tal como se evidencia en la Tabla 11.

#### **4.2.5. Análisis microbiológico de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) y empacada al vacío.**

La mayor causa del deterioro de la calidad de la carne y productos cárnicos es la oxidación lipídica. En este proceso se forman compuestos responsables del olor y sabor a rancio que, además, disminuyen la calidad nutricional (Isaza, Restrepo, & López, 2013). Uno de los principales microorganismos alterantes de la carne de pollo es *Lactobacillus spp.* ya que está asociado a la alteración de la carne de pollo empacada en condiciones anaeróbicas, sin embargo, las temperaturas de refrigeración y el empacado al vacío favorecen la proliferación de este (Pérez, 2015).

En la Tabla 12 se muestran los resultados del recuento de bacterias lácticas se basaron se basó en la Norma Española UNE-EN 15787 la cual menciona que se debe contar en dos diluciones sucesivas en placas con < 300 colonias. Los resultados fueron similares a Ripoll (2014), no se encontraron recuentos de bacterias lácticas hasta los 3 días de almacenamiento en los testigos (0% AE), mientras que para los tratamientos el recuento microbiológico se dio a los 3 días. El mejor tratamiento fue el T2 con 0.4 % AE y 4 °C y el tratamiento menos efectivo fue el T3 con 0.2 % AE y 10 °C.

De igual manera se comparo el tiempo de vida útil de la carne de pollo empacada al vacío con el trabajo de Pérez (2015), quien utilizó una atmosfera de 75 % CO<sub>2</sub> , 20 % N<sub>2</sub> y 5 % O<sub>2</sub>,

combinado con un almacenamiento a temperaturas de 1 – 3 °C para obtener una vida útil de 10 a 14 días.

En análisis de anaerobios mesófilos se basó en la normativa NTE INEN 1 529 – 17:98, se obtuvo el recuento de colonias desde el tercer día excepto en el T2 (0.4 % AE y 4 °C) que se obtuvo en recuento de colonias hasta el séptimo día. Lorenzo, et al. (2019), obtuvo  $9.87 \times 10^4$  UFC/g a los 6 días de almacenamiento mientras que en la investigación el mejor tratamiento T2 se obtuvo  $1.8 \times 10^2$  a los 14 días. Tal como se evidencia en la tabla 13.

En la tabla 14 se indican los resultados del análisis de *E. coli*, este basó en la normativa NTE INEN 346 el estudio duro 16 días, el recuento microbiológico empezó a los 3 días al igual que la investigación de Lorenzo, et al. (2019), y el mejor tratamiento antes de sobrepasar la normativa duro 14 días.

En la Tabla 15 se indican los resultados de recuento de *Salmonella*, podemos observar que todo el recuento es 0, por lo tanto, podemos afirmar que los resultados cumplen con la normativa NTE INEN 346.

En la Tabla 16 se indica el análisis de varianza ANOVA, donde se compararon las medias de los tratamientos determinando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ellos. Se utilizaron 4 tratamientos, donde se combinaron dos concentraciones del AE de tomillo 0.2 % y 0.4 % y dos temperaturas de refrigeración 4 °C y 10 °C, para realizar el análisis de varianza y la prueba de Tukey.

El mejor tratamiento es el T2 para prolongar la vida útil de la carne de pollo empacada al vacío, es decir, 0.4 % AE tomillo y 4 °C, con una duración de 14 días y el tratamiento menos eficaz fue el T3, es decir, 0.2 % AE + 10 °C ya que presenta la media más baja de los tratamientos y una vida útil de 9 días.

#### **4.1.5. Análisis sensorial del mejor tratamiento en la prolongación de vida útil de la carne de pollo con aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*)**

En la Tabla 23 se indica la escala hedónica de 7 puntos que incluyó atributos de color, olor, sabor y textura. Se analizó sensorialmente el mejor tratamiento en la prolongación de la vida útil de la carne de pollo (0.4 % AE tomillo y 4 °C). Se realizó una prueba de aceptación a 50 panelistas no entrenados. Los resultados se muestran en la Figura 7 donde se puede observar que el parámetro más aceptado fue el sabor con una media del 5.98 el cual podría ser valorado



en la escala hedónica con “me gusta moderadamente”, mientras que los parámetros textura, color y olor con valores de 5.3, 5.2 y 5.1 se encuentran en la escala hedónica con “me gusta levemente”.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se logró extraer el aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) por el método de arrastre de vapor dando un rendimiento del 0.58 %.
- Se evaluó la eficiencia del aceite esencial de tomillo en la conservación de la carne de pollo empacada al vacío y se determinó que se puede usar como un sustituto de un conservante químico.
- El mejor tratamiento para la conservación de la carne de pollo empacada al vacío con AE de tomillo fue el T2 (0.4 % AE de tomillo y 4 °C) ya que prolongó la vida útil de la carne de pollo a 14 días.
- Los parámetros fisicoquímicos del mejor tratamiento (T2) fueron: pH  $5.54 \pm 0.04$ , cenizas  $0.91 \pm 0.01$ , actividad de agua  $0.72 \pm 0.03$  y proteína 17.77 %.
- Los panelistas mostraron una gran aceptabilidad en la evaluación sensorial respecto al olor, color, sabor y textura, siendo el parámetro más destacado el sabor.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar la especie vegetal cuando se encuentre en floración ya que se alcanza una mayor extracción de aceite esencial.
- Evaluar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de tomillo en productos cárnicos sin refrigeración.
- Determinar la rentabilidad de la aplicación del aceite esencial de tomillo en el empleo de productos cárnicos.
- Probar la efectividad del aceite esencial en carne de pollo empacado en bandejas de icopor envueltas en PVC que son las que más se consumen en la vida cotidiana.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alapont, C., Soriano, P., & Torrejón, J. (2020). *GUÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS (1 ed.)*. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpegglefindmkaj/https://www.fedacova.org/wp-content/uploads/2020/11/Guia-Determinaci%C3%B3n-Vida-%C3%Atil-2020.pdf
- Araujo, C. (2019). *Efecto antimicrobiano de aceites esenciales de orégano (Origanum vulgare) y tomillo (Thymus vulgare) individuales y en combinación contra Salmonella Typhimurium [ Tesis de pregrado ]*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano .
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. EPISTEME, C.A.
- Astudillo, S. (2014). *Utilización de aceites esenciales naturales como onservantes en la elaboración de salchichas de pollo [ Tesis de pregrado ]*. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador .
- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Berreta, A., Bassahum, D., Muselli, R., & García, L. (2017). Acidez titulable a pH = 7 estimada a partir del pH de una mezcla suelo:buffer. *Nota Técnica*, 21(1), 105-108.
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica* (Vol. 33). ESPE.
- Cárdenas, N., Cevallos, C., Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P., & Cáceres, M. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Ciencias técnicas y aplicadas*, 4(3), 253-263.
- Carrillo, M., & Reyes, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 1-25.
- Chambi, L., & Quiroz, K. (2017). *EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (Thymus Vulgaris L.) Y SU EVALUACIÓN APLICADA A LA CONSERVACIÓN DE EMBUTIDOS TIPO CHORIZO [Tesis de grado]*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA.
- Chavarría, S. (2017). Determinación de escherichia coli en bebidas de frutas mixtas no pasteurizadas comercializadas en establecimientos especializados en san ramón, alajuela. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 26(2).
- Clayton, K., Bush, D., & Keener, K. (2017). Métodos para la conservación de alimentos. *PURDUE EXTENSION*, 34(3), 1-6.

- Coimbira, A., Ferreira, S., & Duarte, A. (2022). Biological properties of *Thymus zygis* essential oil with emphasis on antimicrobial activity and food application. *Food Chemistry*, 393(1), 13-27.
- Condori, C. (2014). *DETERIORO Y CONSERVACION DE ALIMENTOS [Tipo de pregrado]*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Fuente, N., & Barboza, J. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria*, 20(1), 43-52.
- Fuentes, A. (2015). *EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE ACEITE ESENCIAL CRUDO DE TOMILLO (thymus vulgaris L.); CULTIVADO EN CHAQUIJYÁ, SOLOLÁ EXTRAÍDO A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO [Tesis de grado]*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ghalayini, Y., & Fendri, M. (2018). Mecanismos metafóricos en el léxico de la cata de aceite de oliva en español. *Language Design*, 20(1), 41-56.
- Gómez, E., Navas, D., Aponte, G., & Bentacourt, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158-163.
- González, Y., & Véliz, M. (2020). Extracción y cracterización del aceite esencial de mango obtenido de residuos agroindustriales. *Scielo*, 40(3), 488-501.
- INACAP. (2019). *Manual Conservación de Alimentos (2 ed.)*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual\_Conservacion\_de\_Alimentos.pdf
- INEN . (2016). CARNE Y MENUDENCIAS COMESTIBLES DE ANIMALES DE ABASTO. REQUISITOS (NTE INEN-ISO 2917).
- Isaza, Y., Restrepo, D., & López, J. (2013). Oxidación lipídica y antioxidantes naturales en derivados cárnicos. *Journal of engineering and technology*, 2(2), 50-66.
- Jiménez, B., & Carpio, A. (2009). *LA CATA DE ACEITES: ACEITE DE OLIVA VIRGEN. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y ANÁLISIS SENSORIAL*. Instituto de investigación y Formación Agraria y Pesquera . [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/\(La%20Cata%20de%20Aceites\\_baja.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/(La%20Cata%20de%20Aceites_baja.pdf)
- Kamenik, J. (2013). *The microbiology of meat spoilage: a review*. University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno.

- Kowalczyk, A., Przychodna, M., Sopata, S., Bodalska, A., & Fecka, I. (2020). Thymol and Thyme Essential Oil—New Insights into Selected Therapeutic Applications. *Molecules*, 25(18), 1-18.
- Lancelle, M. (2015). *Estudio de tratamientos con sobrenadantes de cultivos de bacterias lácticas bacteriocinogénicas para el control de Salmonella y de la microflora de alteración en carcasas de pollo [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Litoral]*. Universidad Nacional del Litoral. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/849/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Leah, J., & Jaczynski, J. (2018). Efecto de la actividad del agua sobre la cinética de inactivación de Escherichia coli O157:H7 por haz de electrones en carne molida de res, pechuga de pollo y filetes de trucha. *Revista internacional de ciencia y tecnología de los alimentos*, 43(1), 579–586.
- León, M., Orduz, A., & Velandia, M. (2017). COMPOSICIÓN FISICOQUIMICA DE LA CARNE DE OVEJO, POLLO, RES Y CERDO. @LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA , 15(2), 62-75.
- López, A., Ruíz, L., & Delgadillo, J. (2016). ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE TOMILLO (Thymus vulgaris L.). *Agroproductividad*, 9(11), 76-82.
- Lorenzo, J., García, G., Garrido, E., Bermúdez, R., Purriños, L., & Fontán, C. (2019). Efecto del tipo de despiece sobre la vida útil de carne de gallinas de desvieje. *SIMPOSIO CIENTÍFICO DE AVICULTURA*, 7(5), 50-63.
- Márquez, B. (2017). *CENIZAS Y GRASAS [Tesis de pregrado ]*. Universidad Nacional de San Agustín , Perú.
- Martín, F. (2019). *El envasado al vacío, una técnica muy segura pero no totalmente exenta de peligros*. <https://www.restauracioncolectiva.com/n/en-ensado-al-vacio>
- Martínez, T., & Mora, D. (2010). Conocimientos y opiniones sobre la carne de pollo de dos comunidades rural-urbana de Costa Rica. *Salud pública*, 19(1), 9-29.
- Morales, A. (2015). *Efecto antimicrobiano del Aceite Esencial de Tomillo (Thymus vulgaris) sobre la contaminación del de Listeria monocytogenes en queso Ricotta (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Colombia .
- Moreno, R. (2005). Calidad de la carne de pollo. *Selecciones avícolas*, 17(2), 423-430.

- Muñoz, A., Castañeda, M., Blanco, K., Cardenas, C., & Reyes, J. (2017). Composición y capacidad antioxidante de especies aromáticas y medicinales con alto contenido de TIMOL Y CARVACROL. *Scientia Et Technica*, 14(33), 125-128.
- Nickavar, B., Mojab, F., & Dolat, R. (2018). Analysis of the essential oils of two *Thymus* species from Iran. *Food Chemistry*, 90(4), 609-611.
- Nikolic, M., Glamoclija, J., Ferreira, J., Calhelha, R., Fernandes, A., Markovic, T., . . . Sokovic, M. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*, 52, 183-190.
- Noguera, F., Gigante, S., Menoni, C., Aude, I., Montero, D., & Peña, N. (2018 ). Principios de la preparación de los alimentos . Uruguay : Comisión Sectorial de Enseñanza .
- NTE INEN 2346. (2016). *CARNE Y MENUDENCIAS COMESTIBLES DE ANIMALES DE ABASTO. REQUISITOS.* file:///C:/Users/Katerine%20Brigitte/OneDrive%20-%20Universidad%20Politécnica%20Estatl%20del%20Carchi/Escritorio/color%20y%20pH%20de%20la%20carne%20de%20pollo/nte\_inen\_2346-2.pdf
- Oliveira, L., Trigueiro, P., Nery, J., Carvalho, M., Osajima, J., Silva, E., & Fonseca, M. (2022). Montmorillonite with essential oils as antimicrobial agents, packaging, repellents, and insecticides: an overview. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 209(2), 11-21.
- OMS. (2018). *Enfermedades de transmisión alimentaria.* [https://www.who.int/topics/foodborne\\_diseases/es/](https://www.who.int/topics/foodborne_diseases/es/)
- Ortega, A. (2018). *Determinación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de tomillo (Thymus vulgaris) y orégano (Origanum vulgare) frente a la bacteria Staphylococcus aureus ATCC: 12600 [Tesis de pregrado].* Universidad Politécnica Salesiana .
- Osorio, M. (2018). *TÉCNICAS MODERNAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS [ Tesis de pregrado].* UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA,.
- Pantoja, A., Hurtado, A., & Martínez, H. (2017). Evaluación del Rendimiento, Composición y Actividad Antioxidante de Aceite de Semillas de Mora (*Rubus glaucus*) Extraído con CO2 Supercrítico. *Información Tecnológica*, 28(1), 35-46.
- Pérez, I. (2015). *Calidad y Seguridad microbiológica de la carne de pollo: con especial referencia a la incidencia de Salmonella, Campylobacter y Listeria Monocytogenes en las disintas etapas de la producción y procesado [Tesis doctoral].* Universidd de la Rioja.

- Reina, F., Roche, L., Bianchi, M., Languasco, J., & Rocca, P. (2016). Análisis químico de las especias: tomillo y salvia. *Proyecciones*, 14(1), 89-96.
- Ripoll, G. (2014). *Vida útil de la pechuga de pollo: Uso de envases activos con nanopartículas y valoración de los consumidores españoles [ Tesis de doctorado]*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ÁVILA.
- Rodríguez, E. (2011). USO DE AGENTES ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS. *Ra Ximhai*, 7(1), 150-170.
- Rojas, T. (2020). *REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE MIELES MONOFLORES ESPAÑOLAS [Tesis de maestría]*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Sáenz, C. (2021). *Caracterización genética de las bacterias específicas del deterioro en la carne de pollo [Tesis de doctorado]*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Saenz, C., & Nava, G. (202). Identificación de bacterias específicas del deterioro en carne de pollo. *Universidad Autónoma de Querétaro*, 9(2), 51.
- Salvatierra, I. (2019). *MANUAL CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS*. Obtenido de [http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual\\_Conseervacion\\_de\\_Alimentos.pdf](http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual_Conseervacion_de_Alimentos.pdf).
- Soler, M., Otero, M., Safón, E., & Garcés, C. (2018). Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el procesado de las canales en matadero. *SIMPOSIO CIENTÍFICO DE AVICULTURA*, 5(7), 1-6.
- Solís, 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 de grado]*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Stahl-Biskup, E., & Venskutonis, R. (2020). Thymus. *Handbook of Herbs ans Spices*, 1, 499-525.
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 3(1), 155-165.
- Véliz, M., González, Y., & Martínez, Y. (2019). Evaluación técnica y económica del proyecto de obtención de aceites esenciales. *Tecnología Química*, 39(1), 34-46.
- Vidaurre, J., & Tello, F. (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 [Tesis de pregrado]*. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO.

- Youssef, A., Mohammed, A., Korish, M., & Shiboob, M. (2016). Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(3), 321-339.
- Zaboli, G., Huang, X., Feng, S., & Dong, U. (2019). How can heat stress affect chicken meat quality? *Poultry Science*, 98(3), 1551-1556.



## V. ANEXOS

### Anexo 1. Rendimiento del aceite esencial por el método de arrastre con vapor

Tabla 19. Rendimiento del aceite esencial por el método de arrastre con vapor

Nº de ensayo	Tiempo	Masa del Aceite Esencial (g)	Masa Material Vegetal (g)	Porcentaje de Rendimiento
1	1 h y 56 min	1.19	205	0.58
2	2 h y 25 min	1.67	294	0.57
3	2 h y 48 min	1.76	302	0.58
4	2 h y 13 min	1.64	287	0.57
5	2 h y 05 min	1.34	230	0.58
6	2 h y 15 min	1.49	252	0.59
7	2 h y 42 min	1.74	295	0.59
8	2 h y 55 min	1.84	311	0.59
9	2 h y 0 min	1.32	229	0.58
10	2 h y 11 min	1.38	233	0.59
11	2 h y 45 min	1.7	296	0.57
12	2 h y 11 min	1.46	247	0.59
13	2 h y 24 min	1.58	271	0.58
14	2 h y 30 min	1.62	281	0.58
15	2 h y 10 min	1.33	230	0.58
16	2 h y 5 min	1.54	265	0.58
17	2 h	1.21	210	0.58

Nota: % Rendimiento = Masa del aceite esencial (g) / Masa del material vegetal (g) X 100

### Anexo 2. Extracción del aceite esencial de tomillo por arrastre de vapor y su aplicación en carne de pollo empacada al vacío



Figura 7. Recepción de la materia prima



Figura 8. corte y secado de la materia prima



Figura 9. Equipo de arrastre de vapor



Figura 12. Acidez titulable



Figura 10. Extracción de AE de tomillo

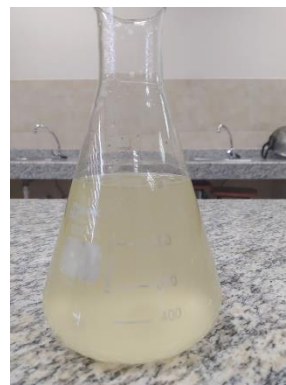


Figura 13. Agar para *Lactobacillus* spp.



Figura 11. Equipo rotavapor

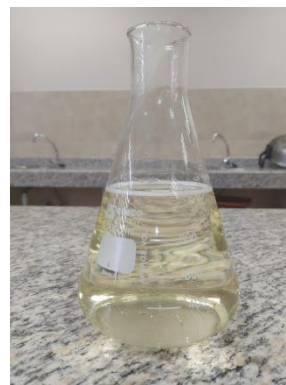


Figura 14. Agua peptona



Figura 15. Tratamientos de pollo empacado al vacío



Figura 16. Incubación de *Lactobacillus spp.* en una caja de anaerobiosis



Figura 18. Mejor tratamiento en la extensión de vida útil de la carne de pollo

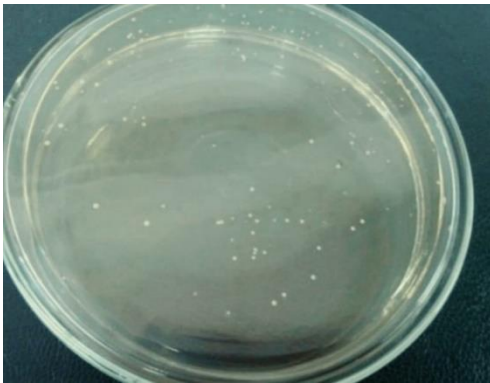


Figura 17. Aislamiento de *Lactobacillus spp.*



Figura 19. Evaluación sensorial

### Anexo 3. Hoja de cata para el pollo con AE de tomillo empacado al vacío

#### Instrucciones

Frente a usted se presenta una muestra de pollo. Por favor, observe y pruebe indicando el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de la muestra, de acuerdo con el puntaje/ categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea de la muestra.

Escala	Características
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta levemente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta levemente
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

