



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE ACEITES ESENCIALES DE HUACATAY  
(*Tagetes minuta* L.) Y MARIASACHA (*Tagetes elliptica* Sm.)  
COMO CONSERVANTE EN LA CARNE DE CERDO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**Autor:**

**Bach. Merbelita Yalta Chappa**

**Asesor:**

**M.Sc. Segundo Grimaldo Chavez Quintana**

**Coasesor:**

**M.Sc. Erick Aldo Auquiñivín Silva  
Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE ACEITES ESENCIALES DE HUACATAY  
(*Tagetes minuta* L.) Y MARIASACHA (*Tagetes elliptica* Sm.)  
COMO CONSERVANTE EN LA CARNE DE CERDO**

**Autor:**

**Bach. Merbelita Yalta Chappa**

**Asesor:**

**M.Sc. Segundo Grimaldo Chavez Quintana**

**Coasesor:**

**M.Sc. Erick Aldo Auquiñivín Silva  
Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por darme la vida, por estar siempre conmigo, guiándome en mí camino y por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

### **A MIS PADRES**

Porque son mi mayor inspiración, el apoyo incondicional, soporte principal en mi vida y por ser el ejemplo de superación a seguir.

### **A MI HERMANO**

Por estar siempre a mi lado, por todos los momentos vividos y compartidos entre tristezas, alegrías, siempre con su apoyo para seguir adelante.

Y a todas las personas que de manera directa o indirecta formaron parte de esta investigación han hecho que esta tesis se realice con éxito en especial a aquellos que nos compartieron sus conocimientos.

*Merbelita Yasta Chappa*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme vida, salud y su amor incondicional; porque lo que soy, es el regalo de Dios para mí, en lo que me convertí, es el regalo de mí, para Dios, y no sé a qué camino me llevará la vida, pero sé que Dios estará allí y por eso le estoy eternamente agradecida.

Las más sinceras palabras de agradecimiento a mis progenitores **JOSÉ DIONICIO YALTA VALQUI** y **SILVIA MERCEDES CHAPPA ANGELES** que son el mayor regalo en la vida que Dios me ha dado, por su amor, dedicación y por ser los principales promotores de mis sueños, en cada consejo, preocupación y su incondicional apoyo en todas las áreas de mi vida. En la realización de mi tesis, porque ellos confiaron y creyeron en mí. A mi hermano **JOSÉ NÉSTOR YALTA CHAPPA** por tu fortaleza y por cada palabra de aliento que me anima seguir a delante.

A mí querido asesor Ing. M.Sc. **SEGUNDO GRIMALDO CHAVEZ QUINTANA** quien con su apoyo tanto en la ejecución y elaboración del informe ha tenido la paciencia de enseñar, instruir y guiar en la realización de esta investigación.

Agradezco el apoyo de Téc. Lab. **MARLENY ANGELES TRAUCO** del laboratorio de la UNTRM quien gustosamente me ha apoyado en los procedimientos de realización de mi investigación.

Asimismo, el agradecimiento a las autoridades de la facultad de Ingeniería Agroindustrial **FICA** y a la **UNTRM** por haber facilitado el uso equipos, materiales y reactivos en los laboratorios de Ingeniería Agroindustrial, laboratorio de Química, laboratorio de tecnología y laboratorio de biotecnología donde se desarrolló la tesis.

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**DR. POLICARPIO CHAUCA VALQUI**

**Rector**

**DR. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN**

**Vicerrector Académico**

**DRA. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN**

**Vicerrectora de Investigación**

**ING. M.SC. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA**

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

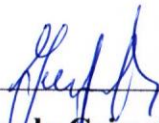
## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “**Efecto de aceites esenciales de huacatay (*Tagetes minuta* L.) y mariasacha (*Tagetes elliptica* Sm.) como conservante en la carne de cerdo**”; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

**Bach. Merbelita Yalta Chappa**

El suscrito da el visto bueno al informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar a la Tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación.

**Chachapoyas, 03 de julio del 2019**

  
\_\_\_\_\_  
**M.Sc. Segundo Grimaldo Chavez Quintana**  
Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

## VISTO BUENO DEL CO ASESOR DE TESIS

El que suscribe, de profesión Ingeniero Agroindustrial de la universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas hace constar que ha co asesorado la realización de la tesis titulada “**Efecto de aceites esenciales de huacatay (*Tagetes minuta* L.) y mariasacha (*Tagetes elliptica* Sm.) como conservante en la carne de cerdo**”, del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado dela Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

**Bach. Merbelita Yalta Chappa**

El suscrito da el visto bueno al informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

**Chachapoyas, 03 de julio del 2019**



---

**M.Sc. Erick Aldo Auquiñivín Silva**

Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

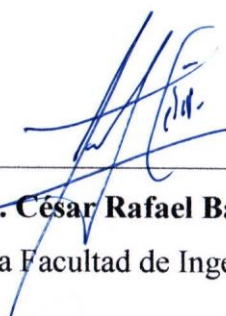
## VISTO BUENO DEL CO ASESOR DE TESIS

El que suscribe, de profesión Ingeniero Agroindustrial de la universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas hace constar que ha co asesorado la realización de la tesis titulada “**Efecto de aceites esenciales de huacatay (*Tagetes minuta* L.) y mariasacha (*Tagetes elliptica* Sm.) como conservante en la carne de cerdo**”, del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado dela Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

**Bach. Merbelita Yalta Chappa**

El suscrito da el visto bueno al informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

**Chachapoyas, 03 de julio del 2019**

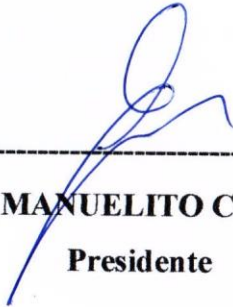


---

**Ing. César Rafael Balcázar Zumaeta**  
Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias



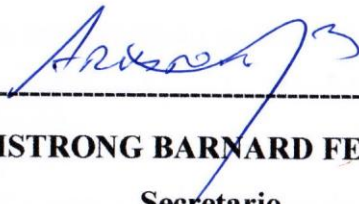
## **JURADO EVALUADOR**



---

**Ms. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO**

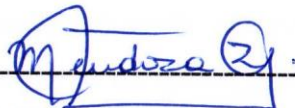
**Presidente**



---

**Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI**

**Secretario**



---

**Ms. JANNIE CARROLL MENDOZA ZUTA**

**Vocal**

## **DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo, Merbelita Yalta Chappa, identificado con DNI 70198440 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas:

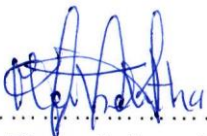
### **DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:**

1. Soy autor de la tesis titulada: **Efecto de aceites esenciales de huacatay (*Tagetes minuta* L.) y mariasacha (*Tagetes elliptica* Sm.) como conservante en la carne de cerdo** que presento para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.
2. El Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumpliendo de lo declarado o las que encontraren causas en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicada anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

**Chachapoyas, 03 de julio del 2019**

  
.....  
Firma de la tesista



**ANEXO 3-N**

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 17 de octubre del año 2019, siendo las 10:00 horas, el aspirante Merbelita Yalta Chappa defiende en sesión pública la Tesis titulada: Efecto de Queiros Esenciales de Huacatay (Tagetes minuta L.) y Marinachia (Tagetes elliptica Sm.) como conservante en la carne de cerdo

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:



Presidente: Ms. Efraim Manuelito Costo Alayo  
Secretario: MSc. Armstrong Bernard Fernández Jari  
Vocal: Ms. Gianni Espinal Mendoza Zuta

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  )      Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
VOCAL

[Signature]  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS .....	vi
VISTO BUENO DEL CO ASESOR DE TESIS .....	vii
VISTO BUENO DEL CO ASESOR DE TESIS .....	viii
JURADO EVALUADOR.....	ix
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL.....	x
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	xi
ÍNDICE GENERAL .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II.MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
2.1.Materiales.....	19
2.2.Diseño experimental .....	19
2.3.Métodos y procedimientos.....	21
III. RESULTADOS.....	25
IV. DISCUSIÓN .....	34
V. CONCLUSIONES .....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	37
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
VIII. ANEXOS.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental .....	20
Tabla 2. Características de los aceites esenciales utilizados en el experimento .....	25
Tabla 3. Efecto de aceites esenciales sobre la evaluación de conservación a temperatura ambiente.....	25
Tabla 4. Efecto de aceites esenciales sobre el estado de conservación en refrigeración. ....	26
Tabla 5. Efecto antimicrobiano de aceites esenciales sobre coliformes totales a temperatura ambiente y refrigeración.....	31
Tabla 6. Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre <i>S. aureus</i> a temperatura ambiente y refrigeración .....	31
Tabla 7. Efecto antimicrobiano de aceites esenciales sobre levaduras y mohos a temperatura ambiente .....	32
Tabla 8. Efecto antimicrobiano de aceites esenciales sobre mohos y levaduras a refrigeración.....	33
Tabla 9. Análisis de varianza para el pH .....	42
Tabla 10. Análisis de varianza de estabilidad oxidativa.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del pH de la carne de cerdo almacenado a temperatura ambiente con diferentes dosis de aceites esenciales .....	26
Figura 2. Evolución del pH de la carne de cerdo almacenado a temperatura ambiente con aceite esencial de <i>T. minuta</i> y aceite esencial de <i>T. elliptica</i> . ....	27
Figura 3. Dosis y media del pH de carne de cerdo con aceites esenciales almacenados en refrigeración.....	27
Figura 4. Evolución del pH de la carne de cerdo con aceites esenciales almacenada en refrigeración .....	28
Figura 5. Comparación del pH de la carne de cerdo almacenado en refrigeración con dos tipos de aceite esencial y testigo.....	28
Figura 6. Tiempo de inducción en función del tipo de aceites esenciales y temperatura de almacenamiento .....	29
Figura 7. Efecto de la dosis y tipo de aceite esencial en el tiempo de inducción .....	29
Figura 8. Efecto de aceites esenciales en la oxidación de las grasas de carne de cerdo en función del tiempo y temperatura de almacenamiento.....	30
Figura 9. Proceso de obtención de aceite esencial de <i>T. minuta</i> .....	43
Figura 10. Proceso de obtención de aceite esencial de <i>T. elliptica</i> .....	43
Figura 11. Proceso de preparación de la carne en diferentes dosis de aceite esencial....	44
Figura 12. Procedimiento para evaluar el estado conservación de la carne de cerdo ....	44
Figura 13. Pasos para determinar la estabilidad oxidativa de la carne de cerdo tratada...	45
Figura 14. Evaluación de aceites esenciales sobre coliformes totales.....	45
Figura 15. Procedimiento para evaluar <i>S. aureus</i> .....	46
Figura 16. Pasos para la evaluación de levaduras y mohos.....	46

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de aceites esenciales de *Tagetes elliptica* y *Tagetes minuta* como conservante en carne de cerdo. Se utilizó un arreglo factorial 2A x 2B x 4C, donde A fue el tipo de aceite esencial (*T. minuta* y *T. elliptica*), B temperatura de almacenamiento (temperatura ambiente y refrigeración), C la dosis aplicada (Testigo; 0,1; 0,3 y 0,5 %) y se midió el pH, estado de conservación (ensayo del ácido sulfhídrico), oxidación de lípidos (Rancimat) y carga microbiana (coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, levadura y mohos). Tanto el aceite esencial de *T. minuta* y *T. elliptica* tuvieron actividad antimicrobiana sobre *S. aureus*, coliformes totales y levaduras en carne de cerdo, sin embargo no se evidenció modificaciones en el pH. Los resultados para actividad antimicrobiana en mohos, no son concluyentes debido a que por la naturaleza del experimento no hubo crecimiento en los tratamientos ni el testigo. La actividad antioxidante de los aceites esenciales de *T. minuta* y *T. elliptica* no pudo evidenciarse en la estabilidad lipídica de la carne de cerdo, por el contrario se encontró una actividad prooxidante en función de la dosis aplicada.

**Palabras claves:** aceite esencial de *T. minuta* y *T. elliptica*, carne de cerdo, efecto y conservación

## ABSTRACT

The aim of this investigation was to determine the effect of essential oils of *Tagetes elliptica* and *Tagetes minuta* as a preservative in pork. 2A x 2B x 4C factorial arrangement was used, where A was the type of essential oil (*T. minuta* and *T. elliptica*), B storage temperature (room temperature and refrigeration), C the dose applied (witness; 0, 1; 0, 3 and 0, 5%) and the pH, conservation status (hydrogen sulfide test), lipid oxidation (Rancimat) and microbial load (total coliforms, *Staphylococcus aureus*, yeast and molds) were measured. Both the essential oil of *T. minuta* and *T. elliptica* had antimicrobial activity on *S. aureus*, total coliforms and yeasts in pork, however there were no changes in pH. The results for antimicrobial activity in molds are inconclusive because, due to the nature of the experiment, there was no growth in the treatments or the witness. The antioxidant activity of the essential oils of *T. minuta* y *T. elliptica* could not be evidenced in the lipid stability of pork, on the contrary a prooxidant activity was found depending on the dose applied.

**Keywords:** *T. minuta* and *T. elliptica* essential oil, pork, effect and conservation



## I. INTRODUCCIÓN

El género *Tagetes* tiene un grupo de plantas herbáceas que pertenecen a la familia Asteraceae nativas de América, de las cuales nueve son del Perú. La mariasacha (*Tagetes elliptica* Sm.) es empleada, por su agradable aroma en potajes locales y gran parte de su utilidad proviene de su contenido en aceites esenciales, los cuales le proporcionan el aroma típico (Arica *et al.*, 2017). También se puede obtener aceite esencial a partir de hojas y tallo de la planta de huacatay (*Tagetes minuta* L.) que son utilizados en la industria y la agricultura, originaria de América del Sur y del Norte (Wanjala & Wanzala, 2016).

El mercado mundial de carnes presentó diversos cambios a lo largo de la última década, que se incrementó a más de 100 millones de toneladas en la producción de carne en los periodos 1996 al 2016, registrando más de 329 millones de toneladas en este último año, donde el 36% fue de la producción de carne de cerdo (Errecart *et al.*, 2015). En el Perú los principales productores de carne de cerdo son las regiones de Lima, Arequipa y La Libertad y en los periodos 2012 al 2016 la producción nacional tuvo un incremento del 14%, registrando 149 mil toneladas en este último año (FAO, 2016), esto indica que hay una demanda creciente en el consumo de carne de cerdo, incentivando la exportación de carne porcina a Bolivia y obligando a cumplir con una serie de requisitos de calidad solicitados por este mercado (Diario Gestión, 2017), que implicó grandes desafíos para la industria cárnica en cuanto a la conservación con fines de exportación.

La conservación de productos cárnicos se realiza por distintos métodos de conservación, uno de ellos es el método de curado, que consiste en la adición de sales tales como el cloruro sódico y nitrato/nitrito (Fernández, 2015); que al ser utilizados a niveles elevados genera problemas para la salud humana (Huanca & Solís, 2010); además la elevada toxicidad de estos aditivos son dañinas para el medio ambiente. Por ello, se están investigando sustancias de origen natural que tengan la misma actividad conservante en los productos cárnicos (Vásquez *et al.*, 2014). Otro de los problemas está en la manipulación y conservación de la carne, debido a las enfermedades de transmisión por alimentos (ETA), el cual consiste en la ingesta de alimentos contaminados por agentes patógenos o por sustancias tóxicas producidas por éstos, (Eguía *et al.*, 2017) generando intoxicaciones, fiebre, diarreas y otros (OMS, 2017).

En los países en vías de desarrollo como Perú, la comercialización de carne de cerdo tiene elevada carga de contaminantes microbianos como *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria* y *Yersinia*, debido a que el control en la manipulación no es estricto y se refleja generalmente en carne fresca y procesada, como chorizos, cecinas y longanizas (Bello-Pérez *et al.*, 1990; Hernández *et al.*, 2008; Rubio *et al.*, 2013). En ese mismo sentido, investigaciones recientes evidenciaron que la carne de cerdo comercializada en la región Amazonas tiene una deficiente calidad sanitaria encontrándose microorganismos tales como: coliformes totales, *Salmonella*, *Shigella* y *Enterobacterias* (Córdova, 2017).

Los extractos y aceites esenciales son cada vez más estudiados por su poder conservante, actividad antioxidante y antimicrobiana en la industria alimentaria (Careaga *et al.*, 2002; Chuan & Nuñez, 2015). La actividad conservante de los aceites esenciales también ha sido demostrada en diferentes carnes (Hilvay, 2015). En la carne cuy con aceite esencial de *Origanum vulgare*; logró reducir la carga microbiana de *E. coli*, y *Staphylococcus aureus*, además incrementó el tiempo de vida útil hasta por 40 días almacenados en refrigeración. Por otro lado, otros investigadores lograron prolongar la vida útil de la carne de res y costillas de cerdo hasta por 70 y 45 días respectivamente, en diferentes condiciones empleando como conservante los aceites esenciales de *O. vulgare*, *Rosmarinus officinalis* y *Zingiber officinale* (Libardo *et al.*, 2016; Moreno, 2016).

El extracto de *T. elliptica* tiene gran potencial en el uso alimentario, demostrando una elevada actividad antioxidante (Lauriano & Lizaraso, 2017; Yucra, 2015), también el aceite esencial de *T. minuta*, tiene actividad antimicrobiana frente a *S. aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhi* (Vargas, 2013) y ha sido evaluado como conservante en carne de cuy empacada al vacío almacenado en refrigeración, logrando incrementar su vida útil hasta por 14 días (Culqui, 2018). No existen investigaciones realizadas en carne de cerdo con aceite esencial de *T. minuta* y *T. elliptica*, por lo tanto, la investigación tuvo como objetivo en determinar el efecto de aceites esenciales de *T. minuta* y *T. elliptica* como conservante en la carne de cerdo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materiales

#### Material biológico:

- Hojas y ramas *T. minuta*
- Hojas y ramas *T. elliptica*
- Carne de cerdo

#### Reactivos:

Ácido Acético Glacial (Ciencia y Tecnología, pureza 99,85 %), DPPH 50 mg (Sigma-Aldrich, pureza 99,10 %), Folin-Ciocalteu (Merk, 99,00%), Solución de acetato de plomo al 5% (Himedia, pureza 72,00 %), Sulfuro de sodio (Himedia, pureza 99,00 %) y Solución de hidróxido de sodio al 10% (Oxfrod, pureza 99,00 %).

#### Medios de Cultivos:

Los medios de cultivos utilizados son el agar Baird Parket, agar Sabouraud Dextrosa y Brilla de la marca “Britania” con una pureza 99,00 %.

#### Solventes:

Agua peptonada tamponada (Granucult, 99 %), Alcohol etílico (Mifarma, 96 °) y Metanol (Lichrosolv, 100 %).

### 2.2. Diseño experimental

Para esta investigación se utilizó un DCA (diseño completamente al azar) con un arreglo factorial 2A x 2B x 4C, donde A fue el tipo de aceite esencial (*T. minuta* y *T. elliptica*), B temperatura de almacenamiento (temperatura ambiente y refrigeración) y C la dosis aplicada (Testigo, 0,1; 0,3 y 0,5 %).

Tabla 1. Diseño experimental

Factor A	Factor B	Factor C	Tratamientos	Réplicas y Tiempo de Evaluación (Días)									
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Aceite esencial	Temperaturas	Dosis %	C <sub>0</sub> TESTIGO	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T
			B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>
			C <sub>2</sub> A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>
			C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>
	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>0</sub> TESTIGO	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>
			C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>
			C <sub>2</sub> A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>
			C <sub>3</sub> A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>
A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>0</sub> TESTIGO	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T	3T	
		C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	
		C <sub>2</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	
		C <sub>3</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	
	B <sub>2</sub>	C <sub>0</sub> TESTIGO	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	3T <sub>1</sub>	
		C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	
		C <sub>2</sub> A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	
		C <sub>3</sub> A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	3A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	

### 2.3. Métodos y procedimientos

#### Métodos

#### Determinación del índice de refracción

Se realizó con el equipo de refractómetro (Velaquin, Zwaj), que se calibró con agua destilada, se colocó 1 gota de aceite esencial de *T. elliptica* y *T. minuta* en la lámina, se cerró la tapa para luego manipular el corrector de dispersión y el mando; para

medir y verificar la lectura de valor el índice de refracción por medio de campo de imagen.

### **Evaluación de capacidad antioxidante de aceites esenciales**

Se determinó la capacidad antioxidante de los aceites esenciales de *T. elliptica* y *T. minuta* mediante la técnica DPPH (2,2-difenil- 1- picril hidrazilo) desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset, modificado por Castañeda, Ramos e Ibañez (2008).

### **Determinación de polifenoles de aceites esenciales**

Se determinó los fenoles totales utilizando los reactivos de tartrato de sodio potasio, carbonato de sodio, hidróxido de sodio y Folin-Ciocalteu; para luego hacer la evaluación correspondiente utilizando el equipo espectrofotómetro (Secomam, Uviline 9400). La ecuación de la curva patrón tuvo un  $R^2$  de 0,9929.

### **Evaluación de estado de conservación**

Se realizó por el método de conservación de la carne mediante el ensayo de ácido sulfhídrico NTP 201.023:1980 (Revisada el 2010 ).

### **Potencial de hidrógeno (pH)**

Se determinó utilizando el método potenciométrico por homogenización de acuerdo a la NTP 209.069 (2018).

### **Determinación de oxidación de grasas**

Se efectuó el análisis con el equipo RANCIMAT (Metrohm AG 892, CH-9100) del Laboratorio de Biotecnología de la UNTRM.

### **Evaluación microbiológica de la carne**

Las muestras fueron sometidas a un pre-enriquecimiento con agua peptona tamponada por 6 horas. Luego se procede a realizar los siguientes análisis:

#### **a. Coliformes totales**

Se pesó 40 g de medio de cultivo (Brilla) en un litro de agua destilada, calentándolo a ebullición con movimientos constantes. Luego se le agrega en tubos de ensayo 9 ml caldo brilla, insertando la campana colectora de gases. Se preparó también tubos de ensayo con agua destilada con 9 ml y se autoclavó a 121 °C por 15 min.

Se tomó 1 ml de muestra enriquecida para hacer las diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  en los tubos de ensayo con agua destilada estéril de 9 ml. Se extrajo 1 ml de cada dilución y se vertió en Caldo Brilla de 9 ml previamente preparados. Se colocó en la estufa (Ecocell-eco line, EC 55 ECO) a 37 °C por 24 horas, finalmente se realizó la lectura con el método del número más probable (NMP).

#### **b. *Staphylococcus aureus***

Se utilizó el agar Baird Parket (base), preparando 58 g en 950 ml de agua destilada, agítandole frecuentemente, para su dilución completa, también se preparó tubos de ensayos con 9 ml de agua peptonada tamponada, después se esterilizó el agar y los tubos de ensayo en autoclave (H.w.kessel, Avda20) a 121 °C durante 15 minutos. Se dejó enfriar entre 45 °C y 50 °C para agregar 50 ml de solución (Emulsión de yema de huevo con telurito potásico) al agar.

Se toma 1 ml de muestra que fue pre-enriquecida inicialmente, para agregarle en los tubos de ensayos que contiene agua peptonada tamponada estéril, obteniendo las diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ , se extrajo 1ml de la dilución de  $10^{-3}$  vertiendo en las placas Petri y a continuación se agregó el agar sobre la muestra que se adicionó anteriormente; para luego colocarle en estufa a 37 °C por 24 horas para su crecimiento.

#### **c. Mohos y levaduras**

Se utilizó Agar Sabouraud Dextrosa, el cual se preparó 65 gramos de este medio de cultivo en 1000 ml de agua destilada, luego se sometió a ebullición agítandolo frecuentemente hasta que se diluya completamente, luego se esterilizó en autoclave

a 121 °C durante 15 minutos. Se deja enfriar de 45 a 50 °C y se vierte 12 a 15 ml en placas Petri estéril. Posteriormente se realiza la siembra por estría.

## **Procedimiento**

### **Recolección de muestra**

Las especies de *T. minuta* y *T. elliptica* en estudio fueron recolectas en el distrito de Trita que se encuentra a 2728 m.s.n.m. en la provincia de Luya, región Amazonas. Se colocó en sacos para ser trasladado al laboratorio de ingeniería Agroindustrial-UNTRM, donde se realizó la extracción de los aceites esenciales.

### **Extracción de aceites esenciales**

La extracción de los aceites esenciales se realizó por el método de arrastre con vapor de agua. Se utilizó 12 kg de hojas y tallos para cada una de las especies (*T. minuta* y *T. elliptica*). Se colocó la muestra en la tolva y se sometió a fuego al balón del destilador previamente llenado con agua (6 litros aprox.). El vapor generado arrastró el aceite esencial que se condujo hacia el condensador, donde cambió al estado líquido. Se obtuvo agua con aceite esencial en un matraz de Erlenmeyer y este líquido se agregó en una pera de decantación dejando reposar por 30 minutos, pasado ese tiempo se sustrajo el aceite esencial y se vertió en un frasco de vidrio color ámbar almacenándolo a una temperatura de -4°C.

### **Preparación de las muestras de aceites esenciales (*T. minuta* y *T. elliptica*) en diferentes dosis**

En tres vasos de precipitación para cada aceite esencial (*T. minuta* y *T. elliptica*) con agua destilada de 1000 ml c/u, se agregó el emulsificante (Tween 80 al 1%), y luego se añadió la dosis de 0,1; 0,3 y 0,5 %, homogenizándolo con el agitador magnético (Cole-parmer, CAT N° 04801-56) por 15 a 20 minutos aprox.

### **Preparación de la carne de cerdo**

De 6,5 kg de carne de cerdo se obtuvo muestras realizándole cortes para los diferentes tipos de análisis (10 g para estado de conservación, 4 g para pH, 4 g para oxidación de grasas y 15 g para la evaluación microbiológica). Se sumergió las

muestras preparada para cada dilución (0,1; 0,3 y 0,5 %) correspondiente a cada aceites esenciales (*T. minuta* y *T. elliptica*), dejándole en reposo por 30 minutos. Luego se colocó en bolsa de polietileno a temperatura ambiente y en refrigeración (4 °C).

### **Análisis de datos**

Los datos fueron procesados con análisis de varianza, para determinar el efecto de los factores y sus interacciones sobre las variables de respuesta; empleando el software estadístico SPSS V 25 y Excel 2013.



### III. RESULTADOS

#### Caracterización de los aceites esenciales empleados

Tabla 2. Características de los aceites esenciales utilizados en el experimento

Especie	Índice de Refracción	Actividad antioxidante (%)	Polifenoles (mg/l AG eq.)
<i>T. minuta</i>	1,480	96,96 ±2,873	4,64 ±0,687
<i>T. elliptica</i>	1,484	27,42 ±0,064	3,31 ±0,096

±: Desviación estándar

En la Tabla 2, Se resume las características de los aceites esenciales de *T. elliptica* y *T. minuta*. En cuanto al índice de refracción los aceites esenciales de ambas fuentes fueron similares, sin embargo, el aceite esencial de *T. minuta* tuvo mayor actividad antioxidante y mayor contenido de polifenoles.

#### Estado de conservación (EC)

Tabla 3. Efecto de aceites esenciales sobre la evaluación de conservación a temperatura ambiente

Muestras	Dosis (%)	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3
Aceite esencial <i>T. minuta</i>	Testigo	-	+	+	
	0,1	-	-	+	
	0,3	-	-	+	
	0,5	-	-	+	
Aceite esencial <i>T. elliptica</i>	Testigo	-	+	+	+
	0,1	-	-	-	+
	0,3	-	-	-	+
	0,5	-	-	-	+

+: Ácido sulfhídrico positiva

-: Ácido sulfhídrico negativa

En la tabla 3, se observa que las muestras almacenadas a temperatura ambiente la presencia del ácido sulfhídrico se dio en el día 2 con el aceite esencial de *T. minuta* mientras que con aceite esencial de *T. elliptica* que fue hasta el día 3.

Tabla 4. Efecto de aceites esenciales sobre el estado de conservación en refrigeración.

Muestras	Dosis (%)	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
		<b>Testigo</b>	-	-	-	-	-	-	+	+
<b>Aceite esencial <i>T. minuta</i></b>	<b>0,1</b>	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	<b>0,3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>0,5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Testigo</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<b>Aceite esencial <i>T. elliptica</i></b>	<b>0,1</b>	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	<b>0,3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>0,5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Testigo</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+

+: Ácido sulfhídrico positiva

-: Ácido sulfhídrico negativa

En cuanto al estado conservación, tanto el aceite esencial *T. minuta* y *T. elliptica* no hubo presencia de ácido sulfhídrico en las dosis de 0,3 y 0,5 % hasta por 8 días (Tabla 4).

### Potencial de hidrógeno (pH)

En la dosis de aceite esencial *T. minuta*, no se encontró diferencias significativas por lo que se evidencia que no hay tendencia en las dosis evaluadas en la variación de pH de la carne de cerdo; y en cuanto a la dosis de aceite esencial *T. elliptica* en el pH de la carne de cerdo, los resultados encontrados son diferentes (sig.= 0,05) (Figura 1).

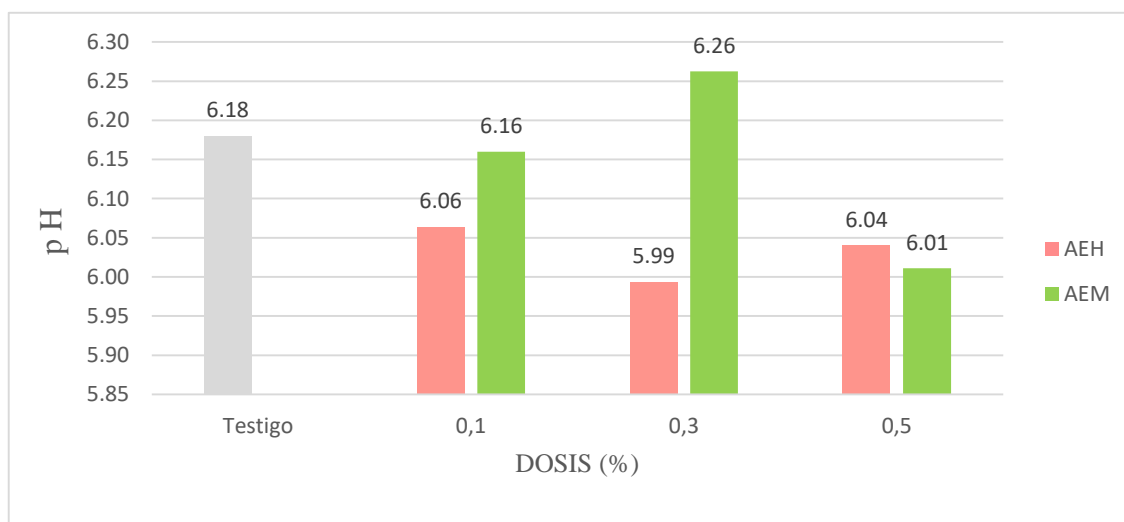


Figura 1. Evolución del pH de la carne de cerdo almacenado a temperatura ambiente con diferentes dosis de aceites esenciales

En cuanto al tiempo de almacenamiento el pH de la carne de cerdo con aceite esencial *T. minuta* muestra un descenso y aumento al pasar los días. Para el aceite esencial de *T. elliptica* se evidencia un claro efecto del tiempo de almacenamiento en el pH; éste se incrementa a medida que el tiempo de almacenamiento se prolonga mientras que para el testigo nos muestra un aumento del pH, superior a 6,4 (Figura 2).

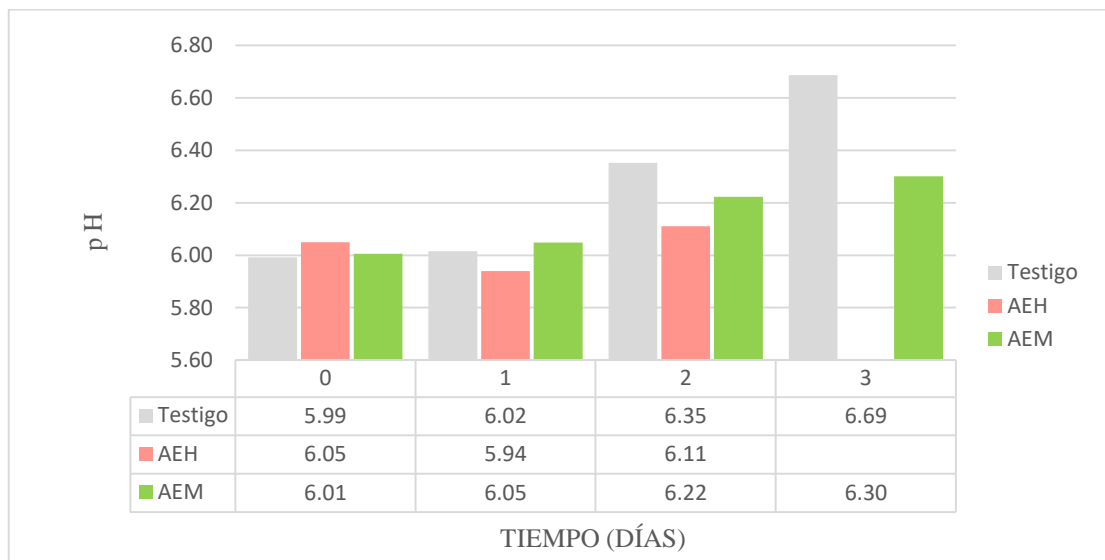


Figura 2. Evolución del pH de la carne de cerdo almacenado a temperatura ambiente con aceite esencial de *T. minuta* y aceite esencial de *T. elliptica*.

El efecto de las dosis de aceite esencial de *T. elliptica* y *T. minuta* empleadas para conservar carne de cerdo parece no tener una relación con los cambios de pH de la carne, tal como se muestra en la figura 3.

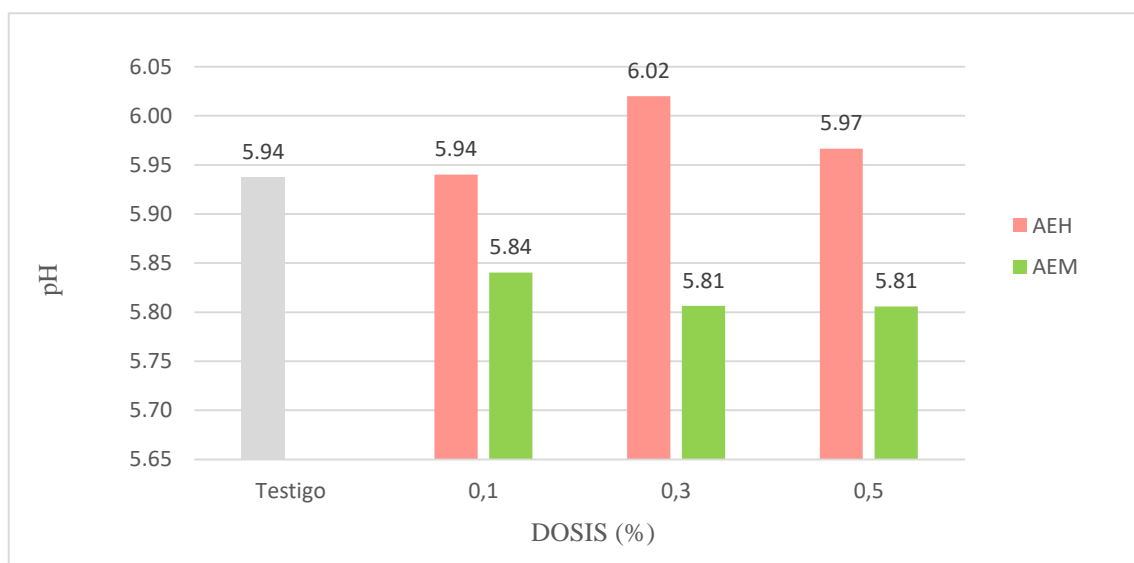


Figura 3. Dosis y media del pH de carne de cerdo con aceites esenciales almacenados en refrigeración

A medida que se incrementa el tiempo de almacenamiento de la carne de cerdo en refrigeración, el pH se incrementa significativamente, llegando a valores mayores a 6,4 para el testigo y el aceite esencial de *T. minuta* pero menor para las muestras con el esencial de *T. Elliptica* (Figura 4).

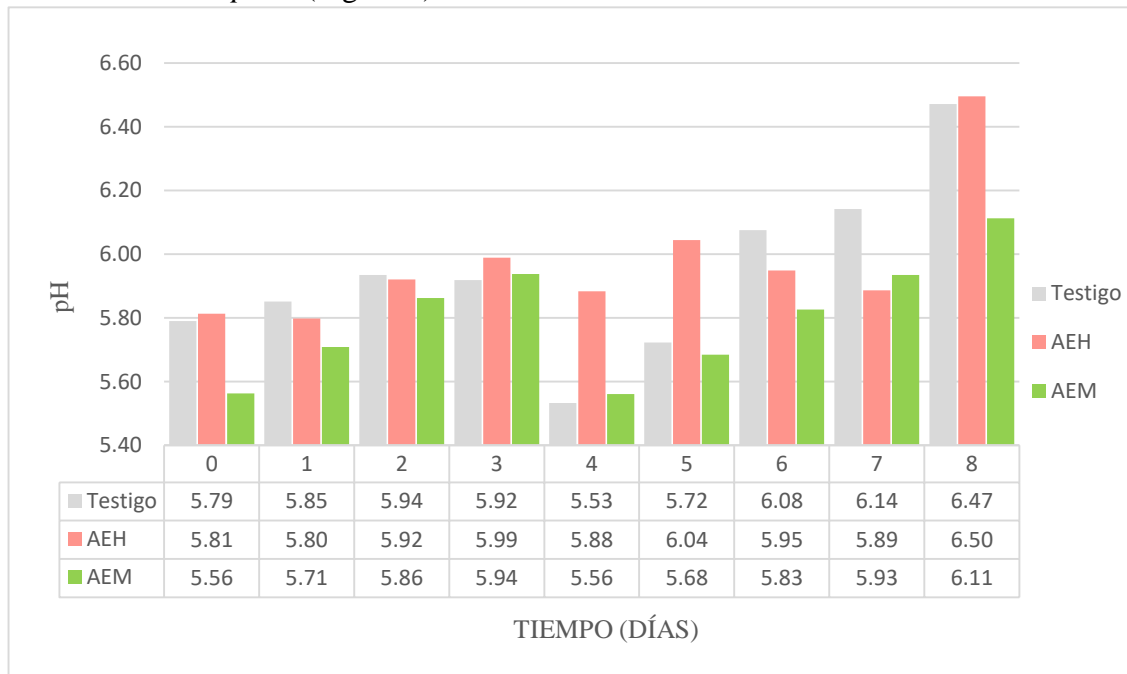


Figura 4. Evolución del pH de la carne de cerdo con aceites esenciales almacenada en refrigeración

En la figura 5, la carne de cerdo almacenada en refrigeración muestra mayor cantidad de pH con el aceite esencial de *T minuta* que con aceite esencial de *T. elliptica*

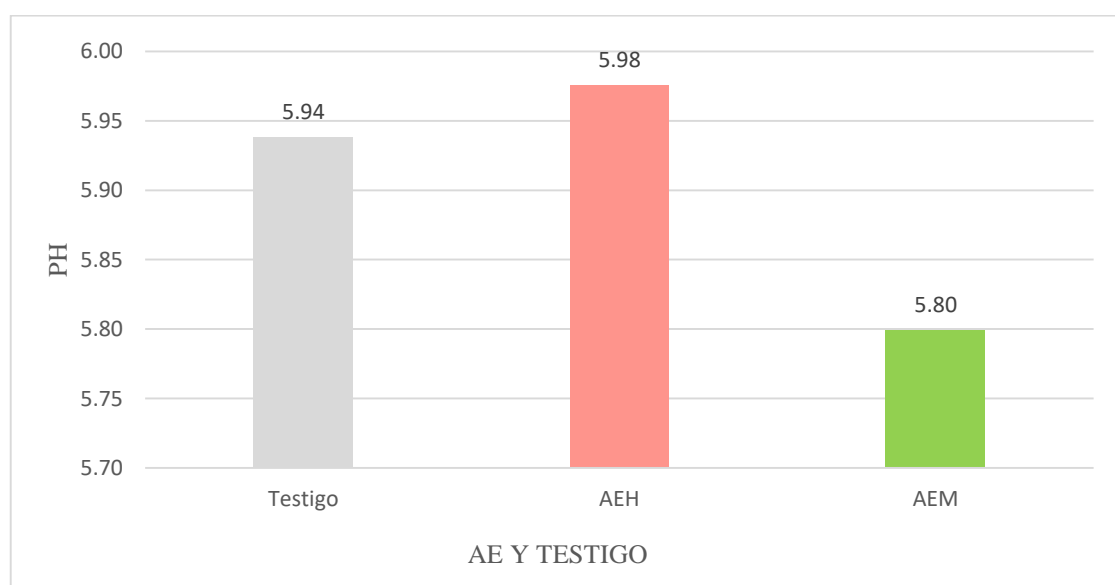


Figura 5. Comparación del pH de la carne de cerdo almacenado en refrigeración con dos tipos de aceite esencial y testigo.

### Estabilidad oxidativa (EO)

En la Figura 6, se observa que el aceite esencial de *T. minuta* a temperatura ambiente tuvo mayor resultados frente al aceite esencial *T. elliptica* en contraste con el tiempo de inducción en refrigeración; pero se verifica que el testigo es mayor en refrigeración y temperatura ambiente a los aceites esenciales.

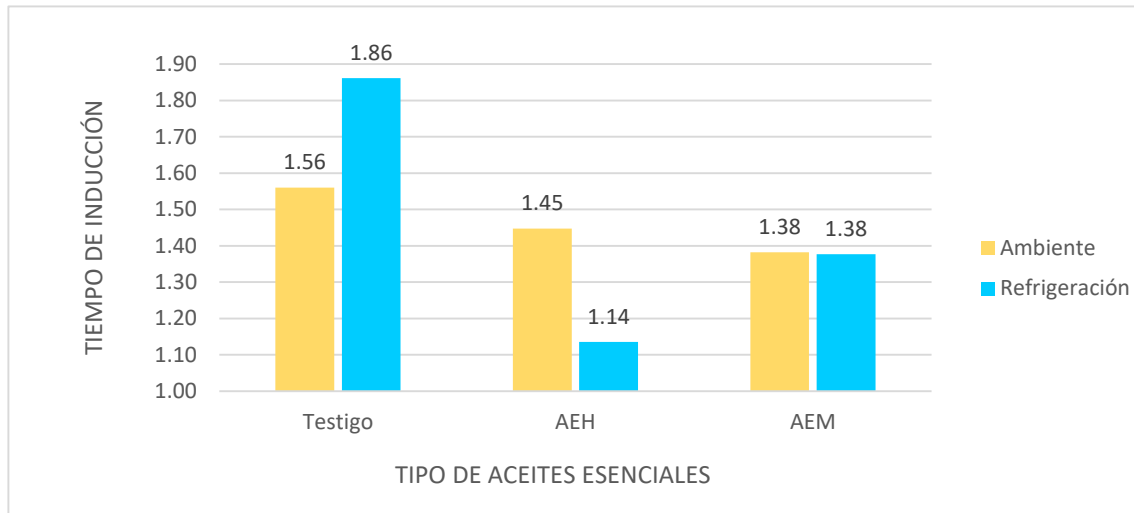


Figura 6. Tiempo de inducción en función del tipo de aceites esenciales y temperatura de almacenamiento

Aunque debería esperarse que cuando se aumenta la dosis de aceites esenciales tuvieron efecto positivo, los tiempo de inducción se redujeron; todos los tratamientos se encuentran por debajo del tratamiento testigo (sin aceite esencial) por lo que se puede evidenciar un claro efecto prooxidante (Figura 7).

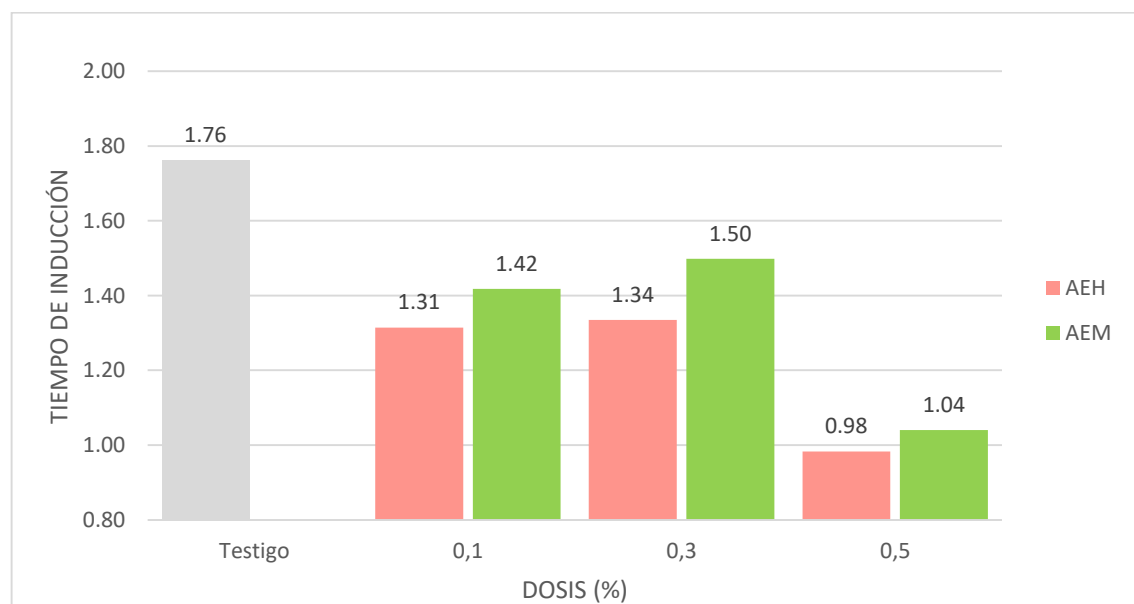


Figura 7. Efecto de la dosis y tipo de aceite esencial en el tiempo de inducción

La evaluación de la estabilidad oxidativa a temperatura ambiente se realizó hasta el segundo día porque para este día la carne se encontraba en estado de putrefacción, mientras que en refrigeración se evaluó hasta el octavo día porque la carne no presentaba descomposición en todas las muestras; por otro lado, a medida que se incrementa el tiempo de almacenamiento, el tiempo de inducción fue menor y se verifica que en refrigeración al inicio tiene mayor tiempo de inducción que a temperatura ambiente. Tal como muestra en la Figura 8.

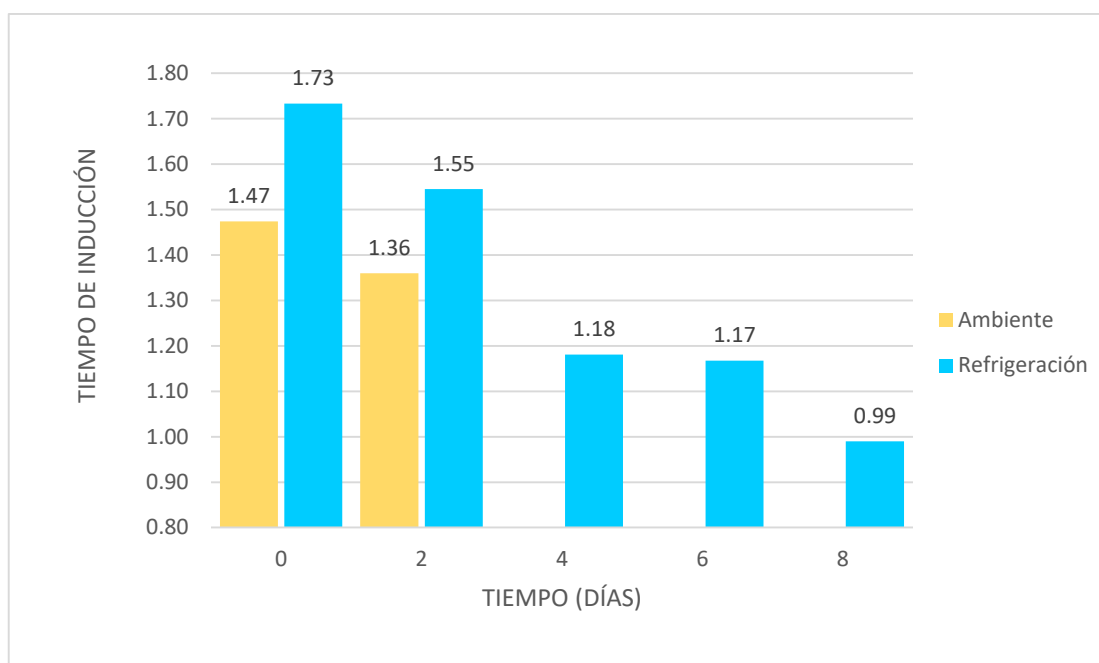


Figura 8. Efecto de aceites esenciales en la oxidación de las grasas de carne de cerdo en función del tiempo y temperatura de almacenamiento

### Capacidad antimicrobiana (CA)

Los resultados que se obtuvo durante la evaluación de carne de cerdo con aceites esenciales han sido comparados NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 donde establece los criterios microbiológicos de calidad e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Por ello los resultados obtenidos la dosis al 0,3 % de aceite esencial de *T. elliptica* nos indica que tiene mayor efecto inhibitorio que las demás dosis y el aceite esencial de *T. minuta* en el segundo día se encontraron el límite permitido y las muestras almacenadas en refrigeración evaluadas hasta el día 8, se encontró que las dosis de aceite esencial de *T. elliptica* tuvo mejores resultados que el aceite esencial de *T. minuta* y el testigo muestra crecimiento a partir del día 6 (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto antimicrobiano de aceites esenciales sobre coliformes totales a temperatura ambiente y refrigeración

Muestras para evaluar coliformes totales (NMP/ml)								
Especie	Dosis (%)	Temperatura ambiente		Refrigeración				
		Día 0	Día 2	Día 0	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8
Aceite esencial de <i>T. minuta</i>	Testigo	3	1100	9	23	23	23	1100
	0,1	3	1100	3	9	40	40	1100
	0,3	4	1100	23	21	90	20	23
	0,5	3	1100	9	9	21	210	1100
Aceite esencial de <i>T. elliptica</i>	Testigo	40	1100	3	20	23	1100	1100
	0,1	14	1100	3	3	9	21	40
	0,3	3	23	3	3	3	21	90
	0,5	15	1100	4	4	21	23	23

Los aceite esencial de *T. minuta* y *T. elliptica* en *S. aureus* tuvieron efecto inverso (a medida que se incrementa la dosis, se redujo la carga microbiana) almacenadas a temperatura ambiente y el crecimiento de *S. aureus*, las dosis de 0,3 y 0,5 % de aceites esenciales inhiben más el crecimiento que el testigo y 0,1 % hasta el día 8 almacenadas a refrigeración (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto antimicrobiano de los aceites esenciales sobre *S. aureus* a temperatura ambiente y refrigeración

Muestras para evaluar <i>S. aureus</i>								
Especie	Dosis (%)	Temperatura ambiente		Refrigeración				
		Día 0	Día 2	Día 0	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8
Aceite esencial de <i>T. minuta</i>	Testigo	200	733	0	433	367	465	667
	0,1	200	533	0	367	367	567	633
	0,3	200	500	0	0	167	133	167
	0,5	200	433	0	100	100	233	100
Aceite esencial de <i>T. elliptica</i>	Testigo	133	600	0	0	500	667	700
	0,1	167	667	0	0	0	400	567
	0,3	100	567	0	0	133	100	167
	0,5	133	400	0	0	100	100	233

En la Tabla 7, se observa que ambos aceites esenciales evitan el crecimiento de mohos, sin embargo, con excepción del 0,1 y 0,5 % de aceite esencial de *T. elliptica*, ninguna dosis pudo detener el crecimiento de levaduras. También se observa que el tratamiento control para aceite esencial de *T. minuta*, no tuvo crecimiento de mohos, por lo que en el análisis debería tenerse en cuenta cuando se pretenda determinar el efecto.

Tabla 7. Efecto antimicrobiano de aceites esenciales sobre levaduras y mohos a temperatura ambiente

<b>Muestras a temperatura ambiente</b>					
<b>Especie</b>	<b>Dosis (%)</b>	<b>DIA 0</b>		<b>DIA 2</b>	
		Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos
<b>Aceite esencial <i>T. minuta</i></b>	<b>Testigo</b>	+	-	+	-
	<b>0,1</b>	-	-	+	-
	<b>0,3</b>	+	-	+	-
	<b>0,5</b>	+	-	+	-
	<b>Testigo</b>	+	-	+	+
<b>Aceite esencial <i>T. elliptica</i></b>	<b>0,1</b>	-	+	+	+
	<b>0,3</b>	+	-	+	-
	<b>0,5</b>	-	-	-	+
	<b>Testigo</b>	+	-	+	+

+: Presencia

- : Ausencia

De igual manera que en las muestras almacenadas a temperatura ambiente, en refrigeración, los aceites esenciales no inhiben el crecimiento de levaduras y tampoco puede atribuirse una actividad anti mohos puesto que en los tratamientos control tampoco se observó crecimiento (Tabla 8).



Tabla 8. Efecto antimicrobiano de aceites esenciales sobre mohos y levaduras a refrigeración

Muestras a refrigeración a 4 ° C de mohos y levaduras											
Especie	Dosis (%)	Día 0		Día 2		Día 4		Día 6		Día 8	
		Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos	Levaduras	Mohos
Aceite esencial <i>T. minuta</i>	Testigo	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
	0,1	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
	0,3	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	0,5	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
aceite esencial <i>T. elliptica</i>	Testigo	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
	0,1	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	0,3	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-
	0,5	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+

+: Presencia

- : Ausencia

## IV. DISCUSIÓN

En la tabla 2, el aceite esencial de *T. minuta* tuvo mayor actividad antioxidante y contenido fenólico que el aceite esencial de *T. elliptica*, pero esto no pudo reflejarse en los ensayos de actividad antimicrobiana y antioxidante, puesto que se encontraron resultados opuestos; porque podría deberse a su composición fitoquímica (Lauriano & Lizaraso, 2017; Wanjala & Wanzala, 2016).

Para la preservación de carnes hay diferentes métodos de conservación (Fernández, 2015), por lo tanto, los resultados obtenidos mediante las evaluaciones realizadas en la conservación de la carne de cerdo, se evidencia que para el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente el aceite esencial de *T. elliptica* tuvo resultados superiores que el aceite esencial de *T. minuta*, probablemente a los metabolitos secundarios (Tabla 3), por otro lado se evaluó el estado de conservación en las muestras almacenadas en refrigeración, no habiendo presencia ácido sulfhídrico en las dosis 0,3 y 0,5 % hasta el día 8 para ambos aceites esenciales (Tabla 4).

La carne después del sacrificio evidencia alteraciones al pasar el tiempo en sus diferentes fases, experimentando cambios en el pH (Bedolla, y otros, 2003). Los resultados obtenidos en temperatura ambiente del aceite esencial *T. minuta* tuvo menor variación en comparación con el aceite esencial de *T. elliptica*, esto indica que la carne tiene más acidez (Figura 1) y muestran incremento del pH en los dos aceites esenciales (Figura 2). También en refrigeración los datos parecen no tener relación en los cambios de pH de la carne, con las dosis de los aceites esenciales aplicados (Figura 3), el pH de la carne se incrementó en el día 8, llegando a los valores mayores a 6,4 en el testigo y el aceite esencial de *T. minuta*, indicador de descomposición microbiana, mientras que para el aceite esencial de *T. elliptica* indica que la carne es ligeramente ácida con un pH de 6.1 (Figura 4).

*T. minuta* y otros aceites esenciales mostraron actividad antimicrobiana y antioxidante en carnes, evidenciado en otros trabajos de investigación (Culqui, 2018; Hilvay, 2015; Paucar, 2009). Los aceites esenciales de *T. minuta* y *T. elliptica* tuvieron un efecto antioxidante en la carne de cerdo (Tabla 6); sin embargo debe tenerse en cuenta que las dosis estudiadas mostraron un efecto prooxidante; es decir, que la dosis 0,3 y 0,5 % tuvo

un efecto positivo los tiempo de inducción (indicador del tiempo en que inicia a oxidarse las grasas) redujeron (Tabla 7). A temperatura ambiente se evaluó hasta el día 2 y en refrigeración hasta el día 8, con respecto al tiempo de almacenamiento, el tiempo de inducción fue menor en temperatura ambiente y mayor en refrigeración (Tabla 8); ya que probablemente los aceites esenciales se comportan como agentes prooxidantes.

Los valores de NMP/ml de coliformes totales no se estimaron crecimientos mayores, a lo establecido por norma (DIGESA, 2008) de las muestras almacenados a temperatura ambiente y a refrigeración a los 2 y 8 días respectivamente tratados con los aceites esenciales *T. minuta* y *T. elliptica* (Tabla 5).

La Dirección General de Salud Ambiental en la Norma Técnica de Sanidad N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 (MINSA, 2008), establece los criterios microbiológicos de calidad e inocuidad de carnes frescos, que indica los límites microbiológicos para la carne de cerdo (10 a 10<sup>3</sup> UFC/ml para *S. aureus*). Las muestras con aceite esencial de *T. elliptica* y *T. minuta* almacenadas a temperatura ambiente y en refrigeración, mantuvieron la carga microbiana dentro de éste límite hasta por 2 y 8 días respectivamente (Tabla 6).

Los aceites esenciales estudiados, tuvieron un efecto inhibitorio considerable sobre *S. aureus*, bacteria responsable junto a *Salmonella* de la degradación de carnes (Bello-Pérez *et al.*, 1990 ; Córdova, 2017), sin embargo, no se evidenció efecto alguno sobre mohos y un efecto mínimo sobre el crecimiento de levaduras. No se pudo estudiar el efecto inhibitorio de mohos, debido a que las muestras (por el tratamiento que tuvieron) no lo contenían, pero si el crecimiento de levaduras y solamente la dosis más alta de *T. elliptica* tuvo algún efecto inhibitoria.

## V. CONCLUSIONES

Los aceites esenciales de *T. minuta* y *T. elliptica* tuvieron índices de refracción similares, pero el aceite esencial *Tagetes minuta* muestra mayor actividad antioxidante y mayor contenido de polifenoles que el aceite de *T. elliptica*.

El estado de conservación a temperatura ambiente con el aceite esencial de *T. minuta* y *T. elliptica* fue positivo en el segundo y tercer día respectivamente. En refrigeración el testigo y al 0,1% fue positivo en el quinto y séptimo día para los dos aceites esenciales, mientras que para las otras dosis de 0,3 y 0,5% no hubo presencia de ácido sulfhídrico.

Los aceites esenciales no presentan diferencia significativa en el pH de la carne de cerdo respecto al testigo.

La actividad antioxidante de los aceites esenciales de *T. minuta* y *T. elliptica* no pudo evidenciarse en la estabilidad lipídica de la carne de cerdo, por el contrario se encontró una actividad prooxidante en función de la dosis aplicada.

Tanto el aceite esencial de *T. minuta* y *T. elliptica* tuvieron actividad antimicrobiana sobre *S. aureus*, coliformes totales y levaduras en carne de cerdo.

Los resultados para actividad antimicrobiana en mohos, no son concluyentes debido a que por la naturaleza del experimento no hubo crecimiento en los tratamientos ni el control.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Continuar con la investigación utilizando el método de envasado al vacío a temperatura ambiente y en refrigeración.

Determinar la Toxicidad de los aceites esenciales de *T. minuta* y *T. elliptica*.

Realizar estudios incorporando cepas bacterianas para determinar el efecto de aceites esenciales de *T. minuta* y *T. elliptica*.

Evaluar la dosis de aceite esencial a fin de determinar la concentración adecuada para evitar el efecto prooxidante.

Evaluar las características organolépticas de la carne aplicando los aceites esenciales para determinar la aceptabilidad de los consumidores.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arica, G., Tômas, M., & Torres, K. (2017). Efecto de la extracción asistida por microondas sobre las características fisicoquímicas y antimicrobianas del aceite esencial de chincho (tagetes elípticas). *EXPOFIAL*. Obtenido de <https://www.academia.edu/35310250/Triptico-CHINCHO?auto=download>
- Bedolla, S., Dueñas, C., Esquivel, I., Favela, T., Guerrero, R., Mendoza, E., . . . Trujillo, M. (2003). *Introducción a la tecnología de alimentos* (Segunda ed.). (N. editores, Ed.) Mexico: Limusa, S.A de C.V.
- Bello-Pérez, L. A., Ortiz-Dillanes, D., Pérez-Memije, E., & Castro-Domínguez, V. (1990). Salmonella en carnes crudas: un estudio en localidades del estado de Guerrero. *Salud Pública de México*, 32(1), 74-79. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/106/10632110.pdf>
- Castañeda, C. B., Ramos, L. E., & Ibáñez, B. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista Horizonte Médico*, 56-72.
- Careaga, M., Fernandez, E., Dorantes, L., Mota, L., Jaramillo, M. E., & Hernandez Sanchez, H. (2002). *Antibacterial activity of Capsicum extract against Salmonella typhimurium and Pseudomonas aeruginosa inoculated in raw beef meat*. Mexico. doi:[https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00382-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00382-3)
- Chuan, Y. P., & Nuñez, N. Y. (2015). *Evaluación del efecto antimicrobiano a diferentes concentraciones de aceite esencial de clavo de olor (eugenia caryophyllata) en la conservación de carne molida almacenada en refrigeración, Lambayeque- 2012*. Tesis, Pimentel. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/1766>
- Córdova, R. A. (2017). *Estudio de la calidad de la carne de cerdo (Sus scrofa domesticus) ofertada en la región Amazonas, 2016*. Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1194>
- Culqui, C. A. (2018). *Determinación de vida útil de carne de cuy empacado al vacío utilizando aceites esenciales de especias nativas de la Región Amazonas*. Tesis de grado, Chachapoyas. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1353/CARLOS%20ALEXANDER%20CULQUI%20ARCE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Diario Gestión. (01 de 09 de 2017). Perú inicia exportación de carne de cerdo a Bolivia. *Gestion* .
- Eguia, V. R., Fernandez, D., & Elichiribehety, E. (2017). *Detección y aislamiento de Escherichia coli verocitotoxigénico en medias reses bovinas y porcinas*. Obtenido de <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1507/EGUIA%2C%20VALERIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Errecart, V., Lucero, M., & Sosa, M. A. (2015). *Análisis del mercado mundial de carnes*. San Martín Tarapoto. Obtenido de [http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia\\_regional/CERE%20%20Mayo%20-%202015.pdf](http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/CERE%20%20Mayo%20-%202015.pdf)
- FAO. (2016). *ganaderia primaria* . Obtenido de FAO STAT:<http://www.fao.org/faostat/es/?#data/QL>
- Fernández, X. (2015). *Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiológica y aroma de los embutidos crudos curados*. Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/38759/1/T37606.pdf>
- Hernández, A., Ramos, A. Y., & Hurtado, E. (2008). Incidencia de Escherichia coli en chuletas crudas de cerdo vendidas al detal en Maturín, estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 8(1), 138-142. Obtenido de <http://udoagricola.orgfree.com/V8UDOAg/V8Hernandez138.pdf>
- Hilvay, L. R. (2015). *Efecto de los aceites esenciales de limón (Citrus limon), albahaca (Ocimum basilicum L.) y orégano (Origanum vulgare), en la conservación de la carne de cuy (Cavia porcellus)*. Tesis , Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11978/1/AL%20570.pdf>
- Huanca, D. A., & Solís, R. d. (2010). *Determinación de nitritos y nitratos en hot dogs de consumo directo por estudiantes del 5º y 6º grado de educación primaria del distrito de Villa el Salvador*. tesis, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1635>
- Lauriano, A., & Lizaraso, Y. K. (2017). *Caracterización y Obtención de Preservantes Microencapsulados a partir de Extractos Acuáticos de Orégano (Origanum vulgare), Chincho (Tagetes elliptica) y Acedera (Rumex crispus)*. tesis de grado , Lima. Obtenido de [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2768/1/2017\\_Lauriano\\_Caracterizacion-y-obtencion-de-preservantes-microencapsulados.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2768/1/2017_Lauriano_Caracterizacion-y-obtencion-de-preservantes-microencapsulados.pdf)
- Libardo, J., Soleno, R., Corrales, J., Godoy, H., & Marín, C. A. (2016). Efecto combinado de aceites esenciales en la conservación. *Agronomía Colombiana*. Obtenido de [www.researchgate.net/profile/Carlos\\_Marin\\_Reina/publication/312972866\\_Co](http://www.researchgate.net/profile/Carlos_Marin_Reina/publication/312972866_Co)

mbined\_effect\_of\_essential\_oils\_on\_vacuumpacked\_pork\_ribs\_conservation/links/5971fc00a6fdcc3a4b7545ea/Combined-effect-of-essential-oils-on-vacuumpacked-pork-ribs-conservatio

- Ministerio de Salud. (2008, Agosto 27). NTS N°071 MINSA/DIGESA-V 01. *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Lima, Lima, Perú: Minsa.
- Moreno, U. Y. (2016). *Efecto de la concentración de aceite de orégano y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de carne de cuy (cavia porcellus) empacada al vacío*. tesis de grado, Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3407/MORENO%20VASQUEZ%20URSULA%20YAMALY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Norma Técnica Peruana. (2012). *Carnes y productos carnicos. Ensayo de ácido sulfhidrico*. Lima. Obtenido de <https://docplayer.es/47164719-Carne-y-productos-carnicos-ensayo-de-acido-sulfhidrico.html>
- NTP 209.069. (1974). *Almidones y féculas. determinación del pH*. Lima-Perú: INACAL\_2018.
- OMS. (31 de octubre de 2017). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Paucar, L. M. (2009). *Estabilidad a la oxidación de la grasa y aceites por el metodo Rancimat*. Ancash. Obtenido de <https://docplayer.es/73956487-Estabilidad-a-la-oxidacion-de-grasas-y-aceites.html>
- Rubio, M. S., Martínez, J. F., Hernández, R., Bonilla, C., Méndez, R. D., Núñez, J. F., . . . Brashears, M. (2013). Detection of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* and *Yersinia enterocolitica* in beef at points of sale in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(1), 107-115. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200711242013000100009&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200711242013000100009&script=sci_arttext&tlng=en)
- Vargas, A. (2013). *Efecto antibacteriano del aceite esencial de Tagetes minuta, sobre el crecimiento de Staphylococcus aureus, Salmonella typhi y Bacillus cereus*. tesis de grado , Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3675/Vargas%20Huaman%2c%20Araceli%20.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Vásquez, M., Alvarado, P., Rodríguez, I., Saldaña, W., Reyes, W., & Vargas, A. (2014). Efecto del aceite esencial de *Origanum vulgare* en la supervivencia de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella thypi*, *Salmonella parathypi* y *Salmonella enteritidis* en carne de cerdo pasteurizada y refrigerada. *Revista Rebiol*, 57-68. Obtenido de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/589/551>
- Wanjala , C., & Wanzala, W. (2016). Tagetes (*Tagetes minuta*) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, 791-802. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00090-0>
- Yucra, N. Y. (26 de Enero de 2015). *Evaluación del aceite esencial de comino (Cuminum cyminum L.), en la vida útil de la carne fresca de res y la concentración inhibitoria de Escherichia coli*. Tesis de grado, Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3366>

## VIII. ANEXOS

Tabla 9. Análisis de varianza para el pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,244 <sup>a</sup>	11	0,022	0,364	0,958
Intersección	1311,164	1	1311,164	21528,806	0
Dosis	0,023	3	0,008	0,127	0,943
DÍA	0,092	2	0,046	0,753	0,482
Dosis * DÍA	0,129	6	0,022	0,353	0,901
Error	1,462	24	0,061		
Total	1312,87	36			
Total corregido	1,706	35			

a. R al cuadrado = ,143 (R al cuadrado ajustada = -,250)

Tabla 10. Análisis de varianza de estabilidad oxidativa

Variable dependiente: Origen	Estabilidad oxidativa				
	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	26,669 <sup>a</sup>	13	2,051	0,773	0,677
Intersección	46,296	1	46,296	17,452	0,001
T.DEALMACENAMIENTO	0,302	1	0,302	0,114	0,740
TIPODEAE	3,075	1	3,075	1,159	0,296
dosis	1,340	2	0,670	0,253	0,780
T.DEALMACENAMIENTO * TIPODEAE	0,988	1	0,988	0,373	0,549
T.DEALMACENAMIENTO * dosis	2,496	2	1,248	0,470	0,632
TIPODEAE * dosis	0,046	2	0,023	0,009	0,991
T.DEALMACENAMIENTO * TIPODEAE * dosis	0,307	2	0,154	0,058	0,944
Error	47,750	18	2,653		
Total	120,715	32			
Total corregido	74,419	31			

a. R al cuadrado = ,358 (R al cuadrado ajustada = -,105)

## OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE HUACATAY



Figura 9. Proceso de obtención de aceite esencial de *T. minuta*.

## OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MARIASACHA

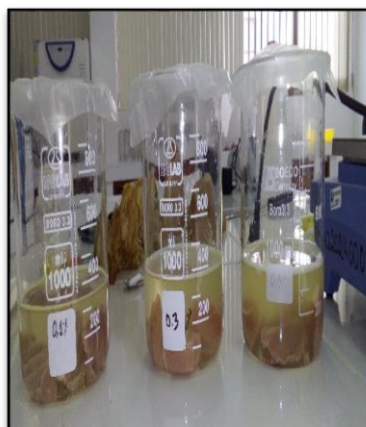


Figura 10. Proceso de obtención de aceite esencial de *T. elliptica*

## PREPARACIÓN DE MUESTRAS



Dilución de aceites esenciales



Carne de cerdo embebido en aceite esencial



Embolsado de la carne



Almacenamiento de la carne trata para luego ser evaluada.

Figura 11. Proceso de preparación de la carne en diferentes dosis de aceite esencial.

## EVALUACIÓN DE ESTADO CONSERVACIÓN



Embebiendo el papel filtro en solución de acetato de plomo



Colocando los matraz de Erlenmeyer



Ácido sulfhídrico – positiva

Figura 12. Procedimiento para evaluar el estado conservación de la carne de cerdo

## EVALUACIÓN DE LA OXIDACIÓN DE GRASAS



Figura 13. Pasos para determinar la estabilidad oxidativa de la carne de cerdo tratada

## EVALUACIÓN DE CARGA MICROBIANA



Figura 14. Evaluación de aceites esenciales sobre coliformes totales.



Preparación de agar Baird Parket



Siembra en agar Baird Parket para el conteo en UFC



Conteo de UFC para *S. aureus*

Figura 15. Procedimiento para evaluar *S. aureus*



Preparación del Agar Sabouraud Dextrosa.



Siembra de la muestra en el Agar Sabouraud Dextrosa.



Crecimiento de levaduras y mohos.

Figura 16. Pasos para la evaluación de levaduras y mohos.