



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

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

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

**EFEECTO DEL ACEITE ESENCIAL Y EXTRACTO
ACUOSO DEL POLEO (*Minthostachys mollis*) EN LA
ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE CUY
EMPACADO AL VACÍO**

Autor: Bach. Edson Arantes Loja Silva

Asesor: Ms. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme Y por haberme dado la dicha de nacer ya que, sin su voluntad, este sueño no se hubiese realizado.

A MIS PADRES, DELICIA Y LEONCIO, A MI TIO RANULFO que, con su ejemplo, comprensión sacrificio y trabajo constante me ayudaron a culminar mi carrera.

A mi familia y amigos en general que me brindaron su apoyo desinteresadamente para cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme y darme la dicha de nacer, la capacidad de pensar y la fuerza para salir adelante y culminar con éxito esta meta que me he planteado para ser un buen profesional.

A MIS PADRES quienes fueron mi inspiración, ejemplo y trabajo constante, **MI ESPOSA, MIS HIJOS, MIS HERMANOS** que incondicionalmente fueron fuente de apoyo y comprensión cuando más lo necesite.

A TODOS MIS MAESTROS Y AMIGOS de mi vida estudiantil que con su sabiduría y conocimiento me brindaron su ayuda constante.

A MI ASESOR ING. SEGUNDO GRIMALDO por darse el tiempo de darme las indicaciones constantes durante el desarrollo del proyecto.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor de Teresa García Huamán

Vicerrectora de Investigación

Mg. Erick Aldo Auquiñivin 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 **EFEECTO DEL ACEITE ESENCIAL Y EXTRACTO ACUOSO DEL POLEO (*Minthostachys mollis*) EN LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE CUY EMPACADO AL VACÍO**; del Bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial:

Edson Arantes Loja Silva

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, 15 de mayo de 2019



Segundo Grimaldo Chavez Quintana

Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

JURADO EVALUADOR



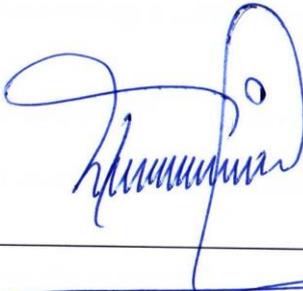
Mg.Sc. Walter Daniel Sanchez Aguilar

Presidente



Mg. Veronica Zuta Chamoli

Secretaria



Mg. Robert Javier Cruzalegui Fernández

Vocal



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 25 de junio del año 2019, siendo las 12:08 horas, el aspirante: Edson Arantes Lora Silva defiende públicamente la Tesis titulada: "Efecto del aceite esencial y extracto acuoso del Peleco (*Montenostachys mollis*) en la estabilidad oxidativa de carne de cerdo empacado al vacío" para optar el Título Profesional en Ingeniería Agroindustrial otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:
 Presidente: Mg. se Walter Daniel Sánchez Aguilar
 Secretario: Mg. Veronica Zuta Chameli
 Vocal: Mg. Robert Javier Cruzalegui Ferrández

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

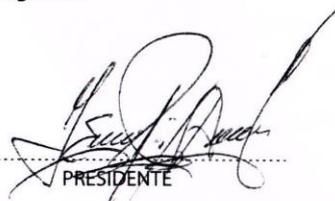
Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

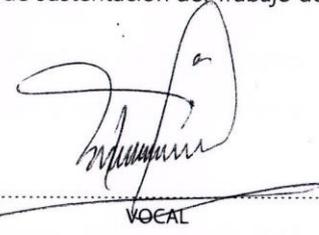
Notable o sobresaliente () Aprobado (X) No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 13:05 del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

OBSERVACIONES:

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Edson Arantes Loja Silva, identificado con DNI N° 42890784, Bachiller 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:

I. Soy autor de la tesis titulada: **EFFECTO DEL ACEITE ESENCIAL Y EXTRACTO ACUOSO DEL POLEO (*Minthostachys mollis*) EN LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE CUY EMPACADO AL VACÍO**

La misma que presento para optar: Título Profesional de Ingeniera Agroindustrial.

II. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

III. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

IV. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

V. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, 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 motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.



42890784

Chachapoyas, 15 de mayo de 2019

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iiiiv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	v
JURADO EVALUADOR	vi
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	vii
ÍNDICE	ix
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y METODOS	3
Material de estudio	3
Procedimiento experimental	3
Extracción de aceite esencial	3
Obtención de extractos de poleo	3
Ejecución del experimento	3
Procedimiento	4
Evaluación de capacidad antioxidante de los extractos	4
Determinación de la oxidación de las grasas	4
Análisis de datos	4
III. RESULTADOS	5
Actividad antioxidante del aceite esencial de <i>M. mollis</i>	5
Efecto de la concentración de aceite esencial de <i>M. mollis</i> en la estabilidad oxidativa de carne de cuy	6

Efecto de la concentración del extracto acuoso de <i>M. mollis</i> en la estabilidad oxidativa de carne de cuy	8
IV. DISCUSIÓN	10
V. CONCLUSIONES	12
VI. RECOMENDACIONES	13
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
ANEXOS	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividad antioxidante de los extractos y aceite esencial de poleo	6
Tabla 2. Análisis de varianza para aceite esencial de <i>M. mollis</i> (efectos intersujetos)	6
Tabla 3. Análisis de varianza para extractos de <i>M. mollis</i> (efectos intersujetos)	8
Tabla 4. Datos tabulados del tiempo de inducción en función de los factores (tipo de extracto, concentración y tiempo de almacenamiento)	19
Tabla 5. Rendimiento del aceite esencial de <i>M. mollis</i>	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva patrón de vitamina C para actividad antioxidante	5
Figura 2. Evolución de las medias marginales del tiempo de inducción en función del día de almacenamiento	7
Figura 3. Tiempo de inducción versus concentración de aceite esencial en %	7
Figura 4. Evolución de las medias marginales del tiempo de inducción en función del día de almacenamiento	8
Figura 5. Tiempo de inducción versus concentración del extracto en g/L	9
Figura 6. Flujograma de ejecución del experimento	18
Figura 7. Planta de <i>M. mollis</i> silvestre de la localidad de San Francisco de Daguanas	21
Figura 8. Extracción del aceite esencial de hojas y ramas de <i>M. mollis</i> por arrastre de vapor	22
Figura 9. Aceite esencial de ramas de <i>M. mollis</i>	23
Figura 10. Filtrado de extractos de hojas de <i>M. mollis</i> obtenidos por infusión.....	24
Figura 11. Seccionado y preparado de muestras de carne de cuy.....	25
Figura 12. Determinación de la actividad antioxidante del aceite esencial y el extracto de <i>M. mollis</i>	26
Figura 13. Análisis de la estabilidad oxidativa de los tratamientos por Rancimat	27

RESUMEN

Una de las causas más comunes del deterioro de los productos cárnicos, está dado por la oxidación de los ácidos grasos insaturados causando la síntesis de compuestos responsables del desarrollo de sabores extraños, afectando la apariencia general del alimento y disminuyendo así, su valor comercial; sin embargo, el uso de compuestos bioactivos de fuentes vegetales, representan una alternativa ante el uso de antioxidantes sintéticos para prevenir las pérdidas de calidad. El objetivo de investigación es evaluar el efecto del aceite esencial y extracto acuoso de *Minthostachys mollis* en la estabilidad oxidativa de carne de cuy empacada al vacío. El extracto acuoso y aceite esencial se obtuvieron por maceración y extracción por arrastre de vapor, respectivamente. Se utilizó un diseño factorial 2A x 3B con 4 repeticiones, donde A es el tipo de antioxidante y B, las concentraciones. Se evaluaron la estabilidad oxidativa utilizando el método rancimat a los 0, 4, 8, 12,16 y 20 días de almacenamiento a 4°C y finalmente se realizó un análisis de varianza con medidas repetidas para determinar si existe diferencia significativa. Se concluye que tanto el aceite esencial cuanto el extracto acuoso de *M. mollis*, mejoran la estabilidad oxidativa de las grasas de la carne de cuy.

Palabras clave: Cuy, poleo, rancimat, estabilidad oxidativa.

ABSTRACT

One of the most common causes of the deterioration of meat products, is given by the oxidation of unsaturated fatty acids causing the synthesis of compounds responsible for the development of foreign flavors, affecting the general appearance of the food and thus decreasing its commercial value; However, the use of bioactive compounds from vegetable sources represents an alternative to the use of synthetic antioxidants to prevent quality losses. The objective of the research is to evaluate the effect of the essential oil and aqueous extract of *Minthostachys mollis* on the oxidative stability of guinea pig meat packed in vacuum. The aqueous extract and essential oil were obtained by maceration and extraction by steam drag, respectively. A 2A x 3B factorial design with 4 replications was used, where A is the type of antioxidant and B, the concentrations. Oxidative stability was evaluated using the rancimat method at 0, 4, 8, 12, 16 and 20 days of storage at 4 ° C and finally an analysis of variance was performed with repeated measures to determine if there is a significant difference. It is concluded that both the essential oil and the aqueous extract of M. mollis, improve the oxidative stability of the fats of guinea pig meat.

Keywords: Cuy, pennyroyal, rancimat, oxidative stability.

I. INTRODUCCIÓN

El deterioro de los alimentos está relacionado con reacciones químicas como la oxidación de los lípidos, que afecta la vida útil de aquellos alimentos que contienen especialmente ácidos grasos con altos niveles de insaturación; afectando la apariencia general del alimento y favoreciendo el rechazo del consumidor (Kong & Singh, 2016).

La carne es susceptible a la oxidación debido a la rápida reducción de antioxidantes endógenos después del sacrificio; también influyen factores internos (raza, especie, tipo de músculo, ubicación anatómica), externos (alimentación) y las técnicas de conservación y procesamiento (Falowo, Fayemi, & Muchenje, 2014).

La carne de cuy que presenta un alto valor nutricional con proporciones PUFA (ácidos grasos poliinsaturados) de más del 50,00 % de los ácidos grasos totales, siendo la piel uno de los principales sitios de acumulación de ácidos grasos n-3; además es opción barata para satisfacer la demanda nutricional de los países en desarrollo, y su comercialización ayuda a permitir el crecimiento económico sostenible de las zonas rurales (Sánchez-Macías et al., 2018). Las actividades económicas relacionadas a la producción y consumo de cuy son importantes para las comunidades como fuente económica de nutrientes (Avilés, Martínez, Landi, & Delgado, 2014). En la actualidad se está promoviendo el consumo de carne de animales nativos como el cuy, por lo que algunas metodologías de conservación y comercialización como el empacado al vacío, se ha estudiado para una fácil comercialización y aseguramiento de la calidad (Argote, Velasco, & Paz, 2007; Guevara, y otros, 2016; Ramos, 2015).

Ante estas problemáticas, diversas metodologías son empleadas para asegurar la calidad de la carne, entre ellas el empacado al vacío, uso de extractos y aceites esenciales de vegetales (Zhou, Xu, & Liu, 2010). También, Los antioxidantes de fuentes vegetales, como por ejemplo los extractos de ortiga, brócoli, menta, orégano, té verde, romero, etc., ricos en compuestos fenólicos, representan una alternativa al uso amplio de antioxidantes sintéticos como el hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT), terc-butilhidroquinona (TBHQ), y el galato de propilo (PG) para prevenir los efectos en la textura, sabor, olor y el valor nutritivo (Shah, Bosco, & Mir, 2014; Chivandi, Dangarembizi, Nyakudya, & Erlwanger, 2016).

Los usos de compuestos bioactivos procedentes de fuentes vegetales tienen un gran potencial como agentes antioxidantes de lípidos y proteínas en la carne y productos cárnicos (Falowo et al., 2014). Comercialmente se utilizan extractos de: romero, pepa de uva, piel de uva, orégano, etc. y los extractos de: ortiga, menta, clavo, etc., son fuentes que vienen siendo estudiados (Shah et al., 2014).

Los aceites esenciales tienen propiedades antioxidantes que han sido evaluadas por administración oral junto a los piensos (Smeti, Hajji, Mekki, Mahouachi, & Atti, 2018) y en adición a la carne cruda y cocida (Fasseas, Mountzouris, Tarantilis, Polissiou, & Zervas, 2008), encontrando resultados muy buenos en la mejora y conservación de los productos cárnicos.

El poleo (*Minthostachys mollis* Gricebatch), conocida en los Andes Peruanos como muña, según Gómez, y otros (2007) junto a *M. mollis* (Bentham), crece a altitudes entre 500 y 3 500 msnm. El extracto acuoso y el aceite esencial de esta planta presenta una elevada capacidad antioxidante (Castañeda, Ramos, & Ibáñez, 2008; Mejía, 2017). También se ha demostrado su elevado potencial antimicótico (Cano, Bonilla, Roque, & Ruiz, 2008) y antibacteriano contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis* y *Escherichia coli* (Torrenegra, y otros, 2016).

También, se ha demostrado que se puede conservar carne de cuy hasta por 28 días, a 5 °C, con una dosis de 0,33 % de aceite esencial de orégano (Condori, 2011) y en concentraciones más reducidas (0,1 %) junto a aceite esencial de perejil (0,2 %) se ha conservado carne de cuy empacada al vacío hasta por 14 días (Palomino, 2011).

El objetivo de investigación fue evaluar el efecto del aceite esencial y extracto acuoso de poleo (*M. mollis*) en la estabilidad oxidativa de carne de cuy empacado al vacío.

II. MATERIAL Y METODOS

Material de estudio

El material vegetal fue recolectado en el distrito de San Francisco de Daguas (2 275 msnm), provincia de Chachapoyas y estuvo constituido por tallos y hojas de *M. mollis*. La recolección se realizó en el mes de diciembre y se georreferenciaron los puntos de muestreo empleando un GPS marca "GARMIN" modelo OREGON serie 650.

Los cuyes fueron comprados vivos de una granja local, en la ciudad de Chachapoyas, todos machos de la misma edad (3,5 meses de edad), raza Perú, peso 1 300 g c/u.

Procedimiento experimental

Extracción de aceite esencial

El aceite esencial fue obtenido por el método de arrastre por vapor utilizando un equipo de destilación de 2,5 kg, de acero inoxidable en el Laboratorio de Ingeniería de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM). Las muestras de aceite esencial fueron secadas con Na₂SO₄ y almacenadas en congelación (rendimiento final 0,59%).

Obtención de extractos de poleo

Secado del poleo al ambiente (10 % humedad), se trituró y pesó 50, 100 y 150 g. Luego en vasos de precipitado, se preparó 1 L de infusiones con agua hirviendo por 20 min. Posteriormente se filtró en un tamiz estándar y luego en papel filtro Watman N° 02. Se envasó en recipientes de vidrio oscuros y se conservó en refrigeración hasta su posterior uso.

Ejecución del experimento

Se ejecutó un experimento con dos factores A= tipo de extracto antioxidante (aceite esencial e infusión) y B= dosis del extracto (aceite esencial: 0,2; 0,4 y 0,6 %; y para infusión: 50, 100 y 150 g/L pv), aplicado a muestras de carne de cuy (4 g), realizando 6 tratamientos, un control negativo, por cuadruplicado (28 unidades experimentales).

Procedimiento

Se realizó el sacrificio de los cuyes en laboratorio de tecnología Agroindustrial con todos los cuidados de higiene durante todo el proceso, siguiendo el flujograma del Anexo 1.

Las carcasas fueron lavadas seccionadas, eliminadas el pellejo y los huesos empleando un bisturí.

Para la aplicación del aceite esencial de poleo, se preparó emulsiones en agua con Tween 80 (1%) con un agitador magnético durante 15 minutos.

Las muestras de carne de cuy fueron untadas por inmersión en las emulsiones de aceite esencial y las infusiones de hojas durante 5 min, luego se dejó secar por 10 min. Posteriormente fueron empacadas al vacío en bolsas de polietileno de alta densidad y almacenadas en refrigeración a 4°C.

Evaluación de capacidad antioxidante de los extractos

Tanto para el aceite esencial cuanto para los extractos se determinó la capacidad antioxidante mediante la técnica DPPH (2,2-difenil- 1- picril hidrazilo) desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset, modificado por Castañeda, Ramos e Ibañez (2008). Además se calculó los equivalentes en vitamina C para cada muestra, para lo cual se preparó cinco diluciones en metanol (40 a 90 ppm), a la que se le midió la actividad antioxidante para luego obtener la función lineal y cálculo de vitamina C equivalente.

Determinación de la oxidación de las grasas

Se realizaron cinco mediciones cada cuatro días en el equipo RANCIMAT Metrohm AG 892. Se tomó las lecturas de tiempo de inducción o tiempo de estabilidad oxidativa, entendido como el tiempo en que la muestra inicia el proceso de oxidación.

Análisis de datos

Se realizó análisis de varianza con medidas repetidas y comparaciones múltiples empleando el software estadístico SPSS V 23.

III. RESULTADOS

El aceite esencial de *M. mollis*, tuvo un rendimiento de 0,59 %, calculado mediante la división del volumen obtenido de aceite esencial y el peso de las hojas y ramas secas de la planta, por lo tanto se expresa como v/p seco.

Actividad antioxidante del aceite esencial de *M. mollis*

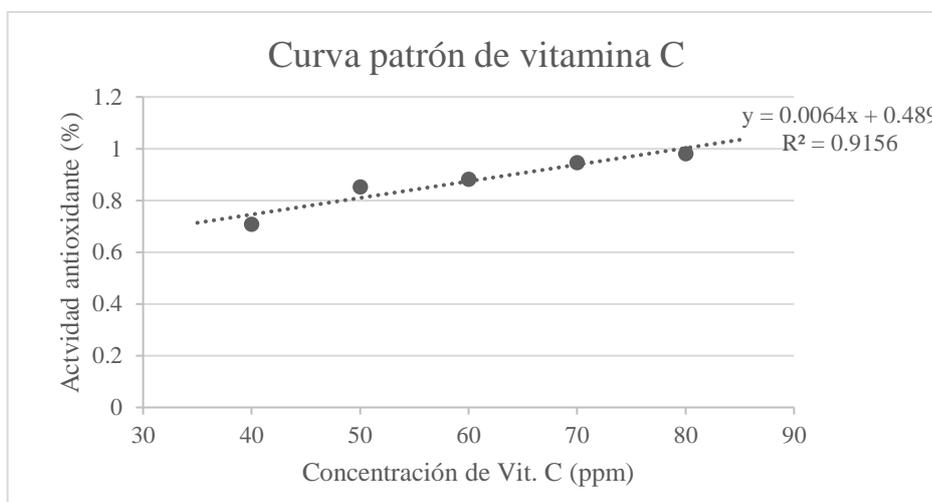


Figura 1. Curva patrón de vitamina C para actividad antioxidante

La curva de calibración para calcular la vitamina C equivalente, tiene R (coeficiente de determinación) de 0,9156; por lo que se puede emplear como tal (Figura 1).

Tanto el aceite esencial obtenido, cuanto los extractos por infusión, tuvieron entre 15 y 34 ppm de vitamina C equivalente. Aunque se esperaba que el aceite esencial tuviera mayor capacidad antioxidante, fue el que menor valor obtuvo (15,45 ppm Vit.C eq.) y los extractos, a medida que se incrementa la concentración, tienen mayor actividad antioxidante (Tabla 1)

Tabla 1. Actividad antioxidante de los extractos y aceite esencial de poleo

Extracto	Actividad antioxidante (%)	Vitamina C equivalente (ppm)
Aceite esencial	58,78 ± 0,28	15,45
Extracto acuoso 150 g/L	71,10 ± 1,03	34,67
Extracto acuoso 100 g/L	69,29 ± 1,87	31,87
Extracto acuoso 50 g/L	69,29 ± 1,24	31,87

Efecto de la concentración de aceite esencial de *M. mollis* en la estabilidad oxidativa de carne de cuy

Tabla 2. Análisis de varianza para aceite esencial de *M. mollis* (efectos intersujetos)

Variable dependiente:	Tiempo de inducción					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig,	
Modelo corregido	255,162	22	11,598	8,033	,000	
Intersección	287,043	1	287,043	198,818	,000	
DÍA	98,202	5	19,640	13,604	,000	
Concentración	106,745	3	35,582	24,645	,000	
DÍA * Concentración	99,554	14	7,111	4,925	,000	
Error	59,194	41	1,444			
Total	516,600	64				
Total corregido	314,356	63				

Sig. 0,05

Como se observa en la Tabla 2, la concentración del aceite esencial, el día de evaluación y la combinación de estos factores tuvieron efecto en el tiempo de inducción (Sig. menor a 0,05).

Luego, al observar la Figura 2, con la tendencia de las medias marginales del tiempo de inducción en función del tiempo de almacenamiento; hay un incremento progresivo del tiempo de inducción (indicador de mayor estabilidad oxidativa en las grasas) y a partir del día 12, se evidencia un decrecimiento.

Por otro lado, en la Figura 3, se evidencia un efecto prooxidante de la concentración de aceite esencial, puesto que a medida que se ésta variable incrementa, el tiempo de inducción se reduce.

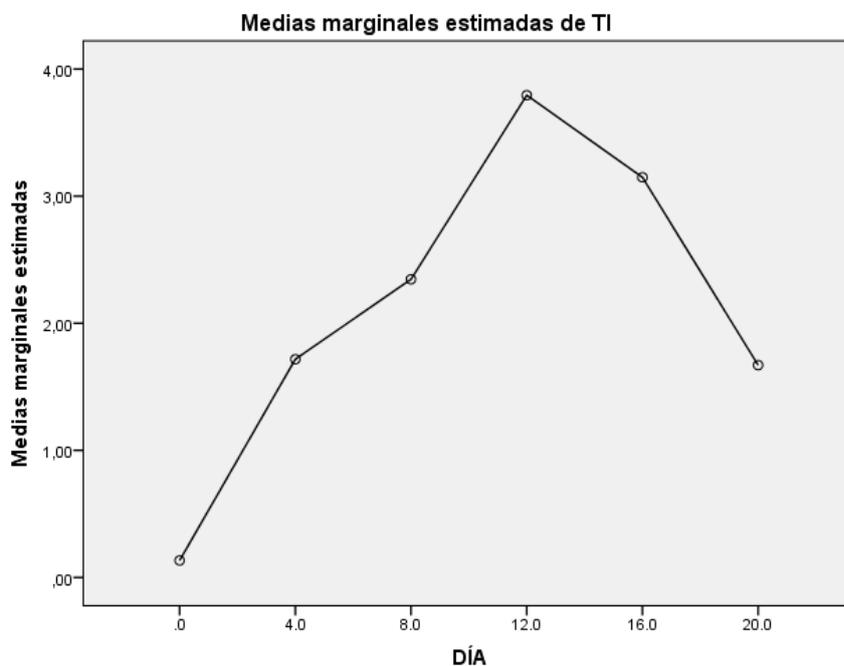


Figura 2. Evolución de las medias marginales del tiempo de inducción en función del día de almacenamiento

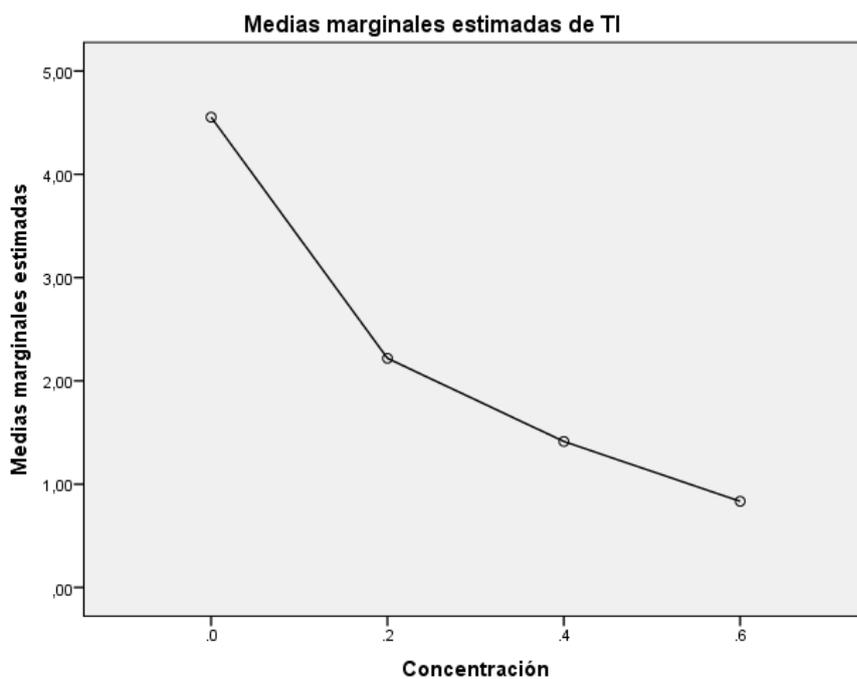


Figura 3. Tiempo de inducción versus concentración de aceite esencial en %

Efecto de la concentración del extracto acuoso de *M. mollis* en la estabilidad oxidativa de carne de cuy

Tabla 3. Análisis de varianza para extractos de M. mollis (efectos intersujetos)

Variable dependiente:	TII				
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig,
Modelo corregido	7,838	17	,461	3,395	,001
Intersección	24,978	1	24,978	183,892	,000
Concentración	,645	2	,323	2,375	,108
DIA	4,901	5	,980	7,216	,000
Concentración * DIA	2,367	10	,237	1,743	,110
Error	4,754	35	,136		
Total	37,441	53			
Total corregido	12,592	52			

Sig. 0,05

A diferencia del aceite esencial, en las concentraciones de extracto acuoso de poleo no se obtuvo diferencias significativas (Tabla 3), sin embargo, durante los días de almacenamiento si hubo diferencias.

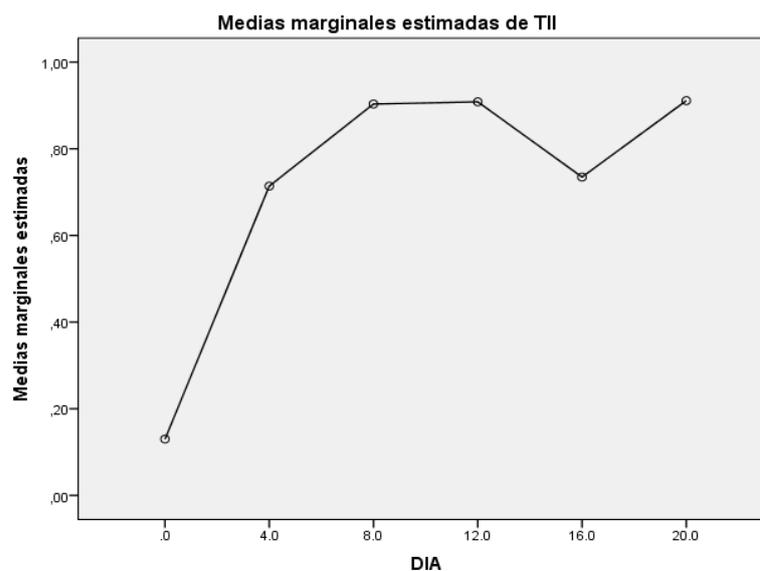


Figura 4. Evolución de las medias marginales del tiempo de inducción en función del día de almacenamiento

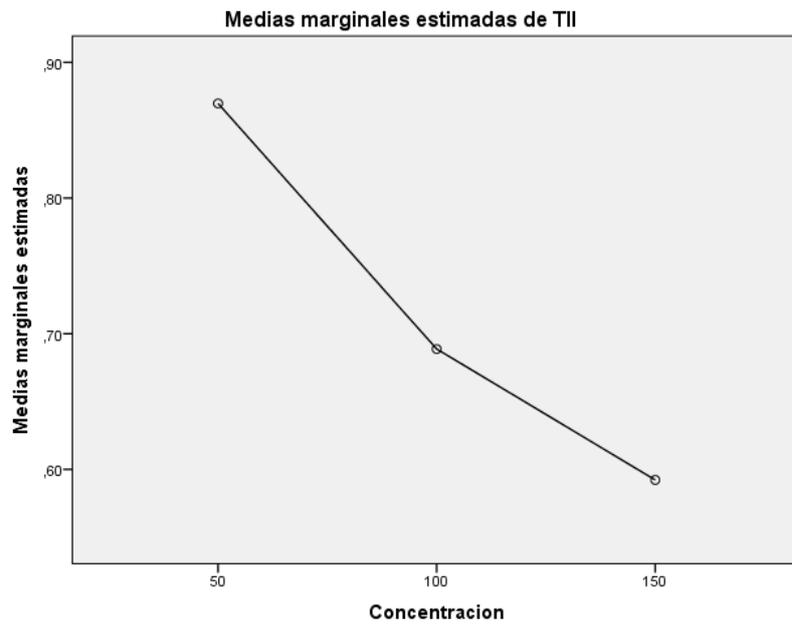


Figura 5. Tiempo de inducción versus concentración del extracto en g/L

De manera análoga al efecto del aceite esencial, en el extracto acuoso (aunque no hubo diferencia significativa en los tratamientos) se encontró que a medida que se incrementa la dosis, el tiempo de inducción fue menor, indicador de un efecto prooxidante (Figura 5). Del mismo modo, hasta el día 12, el tiempo de inducción se incrementó para luego decrecer (Figura 4).

IV. DISCUSIÓN

La estabilidad oxidativa de las grasas de la carne de cuy, fue mayor a medida que se incrementó el tiempo de almacenamiento, hasta el día 12 y luego empezó a descender; esto podría deberse al efecto del aceite esencial y de los extractos estudiados; puesto que una investigación similar, donde se evaluó el efecto conservante de aceite esencial de orégano reporta resultados contrarios, donde a medida que se incrementa el tiempo de almacenamiento, se incrementan los valores de peróxidos indicador de oxidación lipídica (Condori, 2011). Al respecto debe entenderse que en esta investigación, se midió el tiempo de inducción (indicador del tiempo en que inicia a oxidarse las grasas en la muestra), y en la investigación del autor precitado, se reporta el índice de peróxidos, indicador de la cantidad de grasas oxidadas. Por lo que, el tiempo de inducción, revela el tiempo en que las grasas presentes (aún no oxidadas) inician su proceso de oxidación.

Aunque el estudio no se centró en estudiar el efecto conservante, aporta al conocimiento sobre la aplicación del aceite esencial de plantas aromáticas, puesto se ha demostrado que evita la oxidación de las grasas. Al respecto, trabajos anteriores han encontrado que el aceite esencial de orégano y perejil pueden conservar la carne de cuy hasta por 28 y 14 días respectivamente (Condori, 2011; Palomino, 2011).

Un trabajo más reciente (Culqui, 2018) encontró que el aceite esencial de huacatay (*Tagetes minuta*) puede conservar la carne de cuy hasta por 14 días, sin embargo, durante ese periodo, también encontró una reducción de la estabilidad de las grasas a la oxidación; por lo que *M. mollis* puede ser una gran alternativa para ser empleado en la conservación de carne de cuy.

Aunque podría suponerse que el extracto de la planta, tiene mayor efecto antioxidante, se encontró que el aceite esencial tuvo resultados superiores; debido probablemente a su pureza y que en el extracto se encuentran presente compuestos clorofílicos, responsables de una actividad prooxidante (Tsimidou, Damechki y Sotiropoulo, 2001). Los aceites esenciales tienen principalmente una composición fenólica y éstos permiten una mayor estabilidad oxidativa en las grasas y aceites (Beltrán et al., 2000).

La actividad prooxidante evidenciada en las dosis, tanto de aceite esencial cuanto de extracto de *M. mollis*, indica que las dosis más adecuadas podría encontrarse por debajo de

las evaluadas, dado que este efecto se evidencia desde un determinado valor; para el aceite esencial de ésta especie, un trabajo anterior (Gómez, 2017) reportó resultados similares, cuando se evaluó su aplicación en aceite de sacha inchi (*Plukenetia huayllabambana*).

V. CONCLUSIONES

Los aceites esenciales de *M. mollis* tuvieron mayor efecto antioxidante en la carne de cuy empacada al vacío que el extracto acuoso por infusión.

Tanto el aceite esencial cuanto el extracto acuoso de *M. mollis*, mejoran la estabilidad oxidativa de las grasas de la carne de cuy.

El aceite esencial de *M. mollis* puede ser empleado para conservar carne de cuy puesto que estabiliza la oxidación de las grasas evitando el ranciamiento.

VI. RECOMENDACIONES

Para estudios posteriores, debe contrastarse los análisis por RACIMAT con técnicas que permitan medir los residuos de las grasas oxidadas (índice de peróxidos por ejemplo).

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

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argote, F. E., Velasco, R., & Paz, P. C. (14 de Mayo de 2007). *Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy (Cavia porcellus) empacada al vacío*.
- Avilés, D. F., Martínez, A. M., Landi, V., & Delgado, J. V. (2014). El cuy (*Cavia porcellus*): un recurso andino de interés agroalimentario The guinea pig (*Cavia porcellus*): An Andean resource of interest as an agricultural food source. *Animal Genetic Resources/Ressources génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 55, 87-91.
<https://doi.org/10.1017/S2078633614000368>
- Beltrán, G., Jiménez, A., Aguilera, M. P., & Uceda, M. (2000). Análisis mediante HPLC de la fracción fenólica del aceite de oliva virgen de la variedad Arbequina. Relación con la medida del amargor K225 y la estabilidad. *Grasas Aceites*, 51(5), 320-324.
- Cano, C., Bonilla, P., Roque, M., & Ruiz, J. (2008). Actividad antimicótica in vitro y metabolitos del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* (MUÑA). *Revista Peruana de Medicina Exp Salud Pública*, 298-301. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n3/a08v25n3.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.
- Chivandi, E., Dangarembizi, R., Nyakudya, T. T., & Erlwanger, K. H. (2016). *Use of Essential Oils as a Preservative of Meat*. En V. R. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (págs. 85-91). ELSEVIER.
- Condori, J. C. (2011). *Efecto del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare) como conservante en la carne de cuy (Cavia porcellus)* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- 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). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Obtenido de <http://181.176.222.66/bitstream/handle/UNTRM/1353/CARLOS%20ALEXANDER%20CULQUI%20ARCE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Falowo, A. B., Fayemi, P. O., & Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171-181. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022>
- Fasseas, M. K., Mountzouris, K. C., Tarantilis, P. A., Polissiou, M., & Zervas, G. (2008). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*, 106(3), 1188-1194. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.060>
- Gómez, N. A. (2017). *Evaluación del efecto antioxidante del aceite esencial de poleo (Menthostachys mollis) en aceite de sacha inchi (Plukenetia huayllabambana). Chachapoyas, Perú* (Tesis de grado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Guevara, J., Tapia, N., Núñez, O., Condorhuamán, C., Lozada, K., Néñez, M., . . . Vergara, F. (2016). Evaluación sensorial de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) bajo diferentes tiempos de conservación y dos métodos de empaque al vacío. *Revista Peruana Química*, 35- 40.
- Kong, F., & Singh, R. P. (2016). *Chemical Deterioration and Physical Instability of Foods and Beverages. En P. Subramaniam (Ed.), The Stability and Shelf Life of Food* (Second Edition ed., págs. 43-76). ELSEVIER.
- Mejía, D. J. (2017). *Caracterización del aceite esencial del genero Minthostachys (Poleo) recolectado de diferentes lugares en la región Amazonas. Chachapoyas , Amazonas.*
- Palomino, R. (2011). *Evaluación del efecto preservante de los aceites esenciales de orégano (Origanum vulgare) y perejil (Petroselinum sativum) en la*

- conservación de carne de cuy (Cavia porcellus) empacado al vacío* (Tesis de grado). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Abancay, Perú.
- Ramos, M. H. (2015). *Determinación del grado de aceptabilidad de concervas de carne de cuy (cavia porcellus) en presentaciones de salsa a la boloñesa, tomate y pachamanca en la ciudad de Puno*. Puno, Perú. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3331/Ramos_Parqui_Marco_s_Herminio.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Sánchez-Macías, D., Barba-Maggi, L., Morales-de la Nuez, A., & Palmay-Paredes, J. (2018). Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. *Meat Science*, 143, 165-176. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.004>
- Shah, M. A., Bosco, S. J. D., & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98(1), 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>
- Smeti, S., Hajji, H., Mekki, I., Mahouachi, M., & Atti, N. (2018). Effects of dose and administration form of rosemary essential oils on meat quality and fatty acid profile of lamb. *Small Ruminant Research*, 158, 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.007>
- Torrenegra, M., Granados, C., Durán-Lengua, M., León, G., Yáñez, X., Martínez, C., & Pájaro, N. (2016). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Minthostachys mollis*. *ORINOQUIA Universidad de los llanos - Villavicencio*, 69-74. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v20n1/v20n1a08.pdf>
- Tsimidou, M., Damechki, M., & Sotiropoulo, S. (2001). Factores antioxidantes y prooxidantes en aceite de oliva con aroma a orégano y romero. *Grasas y aceites*, 52(3), 207-213.
- Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat – A review. *Meat Science*, 86(1), 119-128. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.033>

ANEXOS

Anexo 1. Flujograma de procedimiento

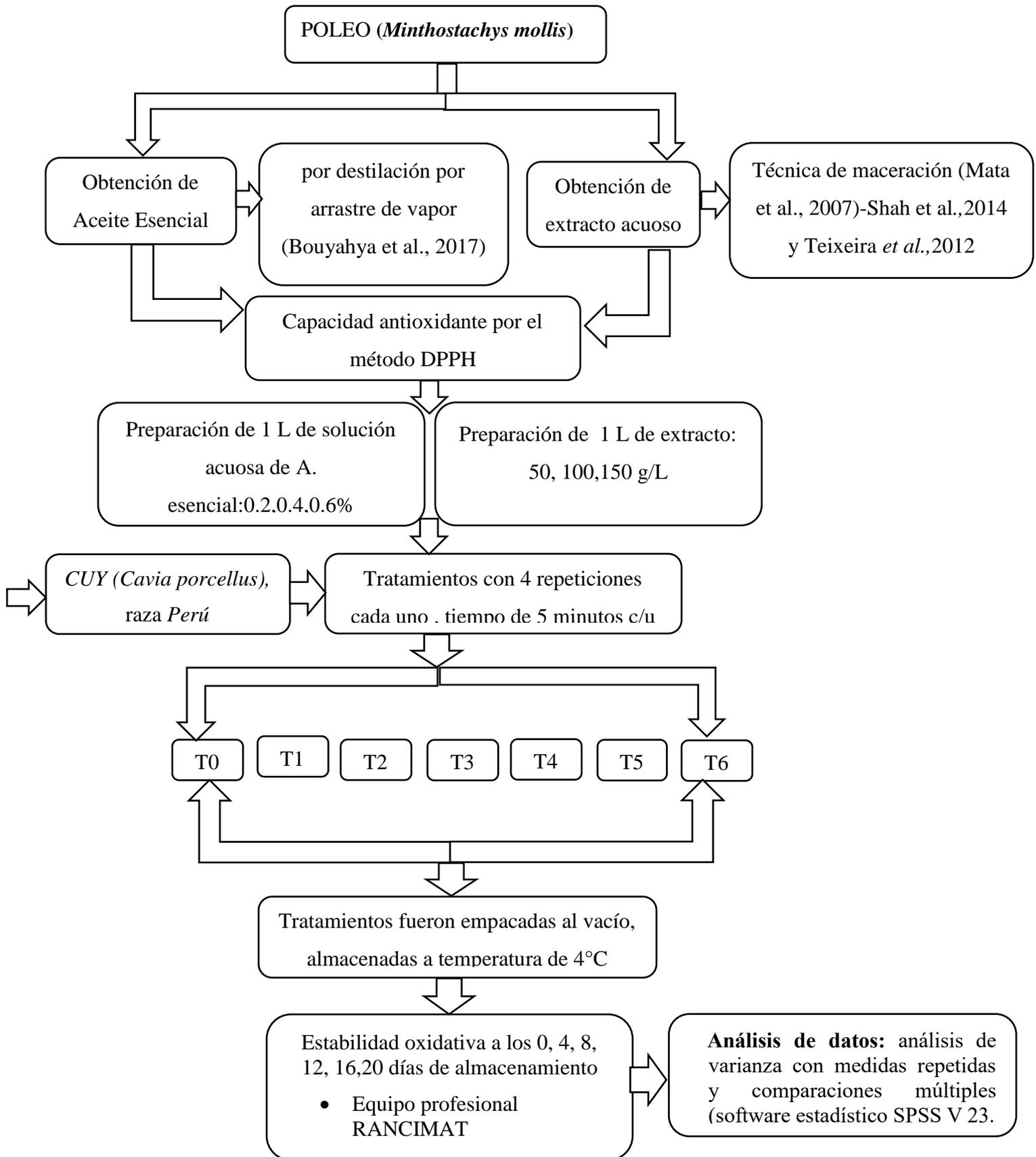


Figura 6. Flujograma de ejecución del experimento

Tabla 4. Datos tabulados del tiempo de inducción en función de los factores (tipo de extracto, concentración y tiempo de almacenamiento)

Concentración	Tratamiento	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA3	DIA 4	DIA 5
0	T0	0,09	0,18	0	0	1,01	0
0	T0	0,11	8,32	0	1,69	4,93	0
0	T0	0,18	0,37	6,29	7,37	7,37	0
0	T0	0,14	8,84	5,77	7,63	0	0
0,2	T1	0,09	1,5	0,52	5,04	3,75	6,83
0,2	T1	0,11	7,13	0,52	5,66	1,37	0,38
0,2	T1	0,18	2,31	1,22	1,11	5,15	0,8
0,2	T1	0,14	0	1,05	0	0	0,76
0,4	T2	0,09	7,03	1,33	0,48	1,27	5,67
0,4	T2	0,11	1,26	1,22	0,85	0,78	0,55
0,4	T2	0,18	1,56	1,08	4,27	0,29	2,08
0,4	T2	0,14	0	1,07	1,23	4,4	0
0,6	T3	0,09	0,24	1,82	1,27	0	0,3
0,6	T3	0,11	5,32	0,08	1,05	0,08	4,92
0,6	T3	0,18	0,95	1,22	1,18	0,73	0,68
0,6	T3	0,14	0	1,01	2,39	2,09	10,72
50	T4	0,09	2,48	1,1	1,35	1,14	1,83
50	T4	0,11	0,87	0,34	6,33	0,2	1,09
50	T4	0,18	0,71	0,9	5,08	0,78	1,07
50	T4	0,14	0,84	1,18	1,38	4,16	0
100	T5	0,09	5,68	0,94	0,68	0,06	0,31
100	T5	0,11	1,48	1,11	3,58	1,26	0,91
100	T5	0,18	0,79	0,77	0,14	0,98	0,61
100	T5	0,14	4,56	0,98	0	1,29	1,08
150	T6	0,09	5,52	7,26	4,75	0,94	1,04
150	T6	0,11	7,29	5,98	4,62	12,42	1,28
150	T6	0,18	0,16	1,02	1,56	0,26	0,06
150	T6	0,14	0,24	0,74	0,34	6,67	0

Tabla 5. Rendimiento del aceite esencial de M. mollis

N°	POLEO(Kg)	ACEITE OBTENIDO(ml)
1	2	1,5
2	2	1
3	2	1
4	2	1,2
5	2	1
6	2	1.3
7	2	1.2
TOTAL	14	8.2
RENDIMIENTO		0,586



Figura 7. Planta de M. mollis silvestre de la localidad de San Francisco de Daguas



*Figura 8. Extracción del aceite esencial de hojas y ramas de *M. mollis* por arrastre de vapor*



Figura 9. Aceite esencial de ramas de M. mollis



Figura 10. Filtrado de extractos de hojas de M. mollis obtenidos por infusión



Figura 11. Seccionado y preparado de muestras de carne de cuy



*Figura 12. Determinación de la actividad antioxidante del aceite esencial y el extracto de *M. mollis**



Figura 13. Análisis de la estabilidad oxidativa de los tratamientos por Rancimat