

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



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

**DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DE CARNE DE CUY EMPACADO AL
VACIO UTILIZANDO ACEITES ESENCIALES DE ESPECIAS NATIVAS DE
LA REGION AMAZONAS**

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

AUTOR: Bach. CARLOS ALEXANDER CULQUI ARCE

**CHACHAPOYAS – AMAZONAS
PERÚ - 2018**

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



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

**DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DE CARNE DE CUY EMPACADO AL
VACIO UTILIZANDO ACEITES ESENCIALES DE ESPECIAS NATIVAS DE
LA REGION AMAZONAS**

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

AUTOR: Bach. CARLOS ALEXANDER CULQUI ARCE

ASESOR: MsC. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO

CHACHAPOYAS – AMAZONAS

PERÚ - 2018

DEDICATORIA

A Dios:

por permitirme llegar a esta etapa
tan importante en mi vida y así guiarme
para seguir adelante en los triunfos y las adversidades.

A mi madre:

doña Eleuteria Arce Diaz
que desde el cielo ilumina mi camino.

A mi padre

Don Rosalio Culqui Culqui
por su apoyo incondicional
en mi formación profesional.

A mis hermanos

que son la fuente de inspiración
y que siempre estuvieron conmigo
en las buenas y malas,
para culminar mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A en primer lugar agradecer
a Dios por darme salud, entendimiento y paciencia
durante la elaboración de este proyecto de investigación
y además por guiarme en la realización de este
logro tan importante en mi vida.

Agradecer también al CONCYTEC
(concejo nacional de ciencia, tecnología y innovación)
Por el apoyo económico para la
Realización del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Toribio Roriguez
De Mendoza de Amazonas, a los docentes
De la escuela profesional de ingeniería agroindustrial
Por haber contribuido en mi formación profesional.
De manera especial agradecer a mi asesor
MsC. Efrain Manuelito Castro Alayo,
Por ayudarme a realizar mi proyecto de tesis
A través de su apoyo incondicional en lo académico
Y moral.

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

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLON
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

**MsC. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS AGRARIAS**

JURADO EVALUADOR

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

**MsC. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA
SECRETARIO**

**Ms. JANNIE CAROLL MENDOZA ZUTA
VOCAL**



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 09 de MARZO del año 2018, siendo las 6:00 pm horas, el aspirante: Carlos Alexander Culqui Arce defiende públicamente la Tesis titulada: Determinación de Vida Útil de Carne de Cuy Empacado al Vacío utilizando Aceites esenciales de Especies Nativas de la Región Amazonas para optar el Título Profesional en Ingeniero Agroindustrial otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:
 Presidente : Ing. Mg. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri
 Secretario : Ing. Ms. C. Erick Aldo Auquiñán Silva
 Vocal : Ing. Ms. Jannie Carol Mendoza Zuta



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 () 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 7:10 pm del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.

Armstrong

PRESIDENTE

Erick

SECRETARIO

Mendoza

VOCAL

OBSERVACIONES:

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe el presente trabajo de tesis, Yo **EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO**, de profesión Ingeniero Agroindustrial, Docente Asociado a tiempo completo, en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, mediante el presente hago constar:

Que he asesorado el proyecto de tesis denominado “**DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DE CARNE DE CUY EMPACADO AL VACIO UTILIZANDO ACEITES ESENCIALES DE ESPECIAS NATIVAS DE LA REGION AMAZONAS**”

presentado por el Bachiller **CARLOS ALEXANDER CULQUI ARCE** egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, comprometiéndome a colaborar en la elaboración, presentación, levantamiento de observaciones, ejecución del proyecto de tesis y presentación del informe final para la sustentación del mismo.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para fines que estime conveniente.

Chachapoyas, ____ de ____ del 2018.

Atentamente:

**MsC. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS AGRARIAS**

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo **Carlos Alexander Culqui Arce** con DNI N° 47891044, estudiante 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: **“Determinación de vida útil de carne de cuy empacado al vacío utilizando aceites esenciales de especias nativas de la región Amazonas”**.

La misma que presento para optar el **título profesional de ingeniero agroindustrial**

2. 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.

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

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

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

Por lo expuesto, mediante la presente asumiendo 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 asumir 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: asumimos las consecuencias y sanciones civiles y penales que de nuestra acción se deriven.

Chachapoyas ____ de ____ del 2018

ÍNDICE

I.INTRODUCCION	1
II.OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
III. MARCO TEORICO	3
3.1 Bases teóricas.....	3
3.1.1 Carne de cuy	3
3.1.2 Composición nutricional de la carne de cuy	4
3.1.3. Comparación de valor nutricional (%) de carne de cuy frente a otras especies .	4
3.1.4. Vida útil	4
3.1.5. Envasado al vacío de la carne	5
3.1.6. Microbiología de la carne	6
3.1.8. Generalidades del aceite esencial.....	7
3.1.10. Composición química del aceite esencial	9
3.1.11. Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales	10
3.1.12. Aceite esencial empleado en la tecnología alimentaria	10
3.1.12. Conservantes naturales	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1. Material de estudio.....	13
4.2. Diseño experimental	13
4.3. Técnicas	13
Efecto antibacteriano	13
Efecto antioxidante	13
pH de la carne de cuy.....	13
4.4. Procedimiento	14
4.5. Análisis de datos	14
V. RESULTADOS	15
VI. DISCUSIONES	20
VII. CONCLUSIONES	22
VIII. RECOMENDACIONES	23
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
X. ANEXOS	28

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de 100 gr de carne de cuy	4
Tabla 2. Comparación nutricional de carne de cuy frente a otras especies.....	4
Tabla 3. Resultados estadísticos de <i>Escherichia coli</i>	33
Tabla 4. Resultados estadísticos de <i>Staphylococcus aureus</i>	35
Tabla 5. Resultados del tiempo de inducción.....	37
Tabla 6. Resultados de pH.....	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición química de los aceites esenciales	8
Figura 2. Aceite esencial	10
Figura 3. Planta de <i>Tagetes minuta</i>	12
Figura 4. Resultados de las evaluaciones a 18 y 25 días de almacenamiento	15
Figura 5. Evolución de la carga microbiana de <i>S. aureus</i> en carne de cuy con aceite esencial de huacatay.	16
Figura 6. Efecto del tiempo de inducción durante los días de evaluación y dosis utilizadas	17
Figura 7. Efecto del pH durante los días de evaluación	18
Figura 8. Efecto del pH de acuerdo a las dosis de aceite esencial.....	19
Figura 9. Recolección de muestras de huacatay	29
Figura 10. Extracción de aceite esencial de huacatay	30
Figura 11. Recepción de las carcasas de carne de cuy traído de la granja “RAMOS”	30
Figura 12. Pesado de las muestras de carne de cuy	30
Figura 13. Muestras de cuy empacadas al vacío con distintas dosis de aceite esencial	31
Figura 14. Placas listas para hacer lectura de microorganismos.	31
Figura 15. Recuento de <i>E. coli</i> y <i>S. aureus</i> en UFC.....	31
Figura 16. Equipo que se utilizó para medir el tiempo de inducción (Rancimat)	32

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el tiempo de vida útil de carne de cuy empacado al vacío utilizando aceite esencial (AE) de huacatay (*Tagetes minuta*), almacenado a 3°C. Se realizó 6 evaluaciones en un periodo de 25 días (0; 3; 6; 14; 18 y 25) de almacenamiento. Se empleó un diseño experimental de estímulo creciente, en el que se aplicó tres dosis de solución acuosa de AE (0,25, 0,30 y 0,35% v/v), con cuatro replicas. La vida útil fue determinada mediante la carga microbiana (*Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*), oxidación y pH en 26 g de carne de cuy. Para determinar el contenido microbiano se empleó la técnica del número más probable (NMP) y la oxidación fue medida por Rancimat como tiempo de inducción. A los 14 días, todas las muestras, mantuvieron sus características para ser consumida; además se observó que para la inhibición de *E. coli* ninguna de las concentraciones tuvo diferencia alguna sin embargo para *S. aureus* la concentración de 0,35% tubo mayor efecto inhibitor. Por lo que se concluye que el aceite esencial de *T. minuta*, puede prolongar el tiempo de vida útil de carne de cuy empacada al vacío hasta por 14 días.

Palabra claves: Aceite esencial; empacado al vacío

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the life time of the meat of the guinea pigs vacuum packed using essential oil (AE) from huacatay (*Tagetes minuta*), stored at 3 ° C. Six evaluations were made in a period of 25 days (0; 3; 6; 14; 18 and 25) of storage. An experimental design of increasing stimulus was used, in which three doses of aqueous solution of EA were applied (0.25, 0.30 and 0.35% v / v), with four replicates. The useful life was determined by the microbial load (*Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*), oxidation and pH in 26 g of guinea pig meat. To determine the microbial content, the most probable number technique (NMP) was used and oxidation was measured by Rancimat as the induction time. After 14 days, all the samples maintained their characteristics to be consumed; it was also observed that for the inhibition of *E. coli* none of the concentrations had any difference however for *S. aureus* the concentration of 0.35% increased inhibitory effect. So it is concluded that the essential oil of *T. minuta*, can prolong the shelf life of guinea pig meat packed in vacuum for up to 14 days.

Keyword: Essential oil; vacuum packed

I.INTRODUCCION

El Cuy (*Cavia porcellus*) ha sido la carne para la gente más pobre de los andes por al menos 3 000 años y su especie produce 20 000 toneladas de carne (64 millones de carcasas comestibles) anualmente (Hoffman L. C., 2008). La crianza de esta especie en granjas tiene un rendimiento en canal de aproximadamente 65% y la carne contiene aproximadamente 21% de proteína y 8% de grasa (Hoffman & Cawthorn, 2013)

El cuy es un animal pequeño, clasificado como no rumiante, es capaz de convertir los restos de comida y desechos de jardín en carne a una tasa de conversión de 3.2 – 5.7 kg de forraje a 1 kg de peso corporal, esta especie ha sido criado y consumido en toda la región andina desde antes de la llegada de los españoles. Los incas y la gente que los precedió usaron el cuy para propósitos ceremoniales (Hoffman & Cawthorn, 2013)

El aumento de la demanda de carne de cuy exige un producto de excelentes condiciones en presentación, inocuidad y valor nutricional con la finalidad de evitar posibles propagaciones de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), de gran relevancia para la salud pública (Sánchez, Arana, Quevedo, & Jimenez, 2014)

Los aceites esenciales son una mezcla de lípidos o grasas de bajo peso molecular muy hidrofóbicas, generalmente menos densos que el agua, aromáticos y volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas, formados por terpenos, en particular monoterpenos y sesquiterpenos, así como sus derivados oxigenados, alcoholes, aldehídos, ácidos y esteres terpenicos que se denominan respectivamente, monoterpenoides y sesquiterpenoides (Bakkali, 2008; Batish, 2008)

Se les llama aceites por su apariencia física y consistencia parecida a las grasas. Se encuentran muy difundidos en el reino vegetal, especialmente en las fanerógamas y se pueden encontrar localizadas en diferentes partes de la planta, por ejemplo en las hojas (albahaca, mejorana, menta, romero, salvia), en las raíces (valeriana, vetiver), en la corteza (canela, cedro), en la cascara del fruto (limón, mandarina, naranja) o en los frutos (anís, cardamomo, hinojo). La cantidad y composición del aceite varia de una especie a otra y dentro de los mismos géneros de la planta, (Meza, Gonzalez, & Usubillaga, 2007)

Los consumidores actuales, reconocen la importancia del uso de sustancias naturales que puedan prolongar la vida útil de los alimentos y han obligado a la industria a buscar alternativas más sanas y naturales, de esta forma, se ha venido investigando el uso de aceites esenciales de plantas que puedan ser aplicadas sin efectos colaterales (Restrepo, y otros, 2001)

El uso de conservantes naturales en carcasa de cuyes aún no ha sido estudiado, siendo de suma importancia identificar el conservante adecuado y su método de aplicación para reducir la presencia de bacterias que pueden estar presentes y de esta forma poder garantizar la inocuidad de la carne (Silva, y otros, 2014)

II.OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Determinar la vida útil de carne de cuy empacado al vacío utilizando aceite esencial de huacatay (*Tagetes minuta*).

III. MARCO TEORICO

3.1 Bases teóricas

3.1.1 Carne de cuy

La carne de cuy está compuesta por un 20.3% de proteínas, 70.6% de humedad, 7.8% de grasa y 0.8% de minerales, teniendo un rendimiento promedio de carcasa del 65%. En animales castrados el rendimiento es ligeramente superior (Chauca, 1991)

La especial característica de la carne de cuy, es su alto valor nutricional, comparado con otras especies, su carne supera el contenido de proteína y minerales. La carne de cuy usada para el curado y horneado, debe cumplir con las normas de inocuidad y correcta manipulación para garantizar una buena calidad a los consumidores. Para el curado se toman en cuenta las siguientes características:

El color: La carne depende de la edad del animal. Por ejemplo el color de la carne de cuyes jóvenes es rojizo claro y se puede utilizar para elaborar embutidos escaldados y cocidos, también para el curado, horneado y ahumado (Lawrie, 1998)

El pH: El óptimo para la elaboración de productos cárnicos, debe estar en el rango de 5.0 a 6.0 máximo 6.7 para q no forme un medio propicio para la formación nitrosaminas. Una caída rápida de pH post-mortem produce una carne pálida, blanda y exudativa (PSE), mientras una caída retardada causa una carne oscura, seca y firme (Lawrie, 1998)

Capacidad de retención de agua: El descenso de pH provoca un encogimiento de la red de cadenas polipeptídicas que conllevan a una disminución de la carne a retener agua. El poder de retención de agua está estrechamente ligado al pH (Forrest, 1979)

3.1.2 Composición nutricional de la carne de cuy

Contenidos nutricionales publicado por el INIAP.

Tabla 1. Composición nutricional de 100 gr de carne de cuy

Nutrientes	Contenido	Unidad
Grasa	7.8	g
Agua	77.1	g
Proteína	20.3	gr
Hidratos de carbono	0	gr
Caloría	107	Cal
Calcio	27	Mg
Fosforo	184	Mg
Hierro	3.2	Mg
Tiamina	0.08	Mg
Riboflavina	0.15	Mg
Niacina	5.43	Mg

Fuente: (Garzon, 2009)

3.1.3. Comparación de valor nutricional (%) de carne de cuy frente a otras especies

Tabla 2. Comparación nutricional de carne de cuy frente a otras especies

Componente	Cuy	Conejo	Pollo
Humedad	70.60	69.30	70.20
Proteína	20.30	20.27	18.30
Grasa	7.83	7.33	9.30
Minerales	0.80	1.42	1.00

Fuente: (FAO/OSM, 1987).

3.1.4. Vida útil

La vida útil de los alimentos entre ellos la carne, puede definirse como el tiempo máximo en el que se mantienen sus cualidades nutricionales, sensoriales, microbiológicas y de inocuidad en niveles aceptados por los consumidores. La producción actual de alimentos requiere de la aplicación de diversas tecnologías para garantizar la calidad del producto a lo largo de toda la cadena en un contexto de globalización del comercio, en el cual se da una tendencia creciente a preferir aquellos

alimentos percibidos como frescos. Por lo tanto, las estrategias para prolongar la vida útil de un producto deben contemplar estos aspectos (Brightwell, Clemens, Ulrich, & Boerema, 2007)

En el caso de la carne, el deterioro es un proceso complejo en el que se dan una combinación de mecanismos químicos y biológicos que vuelven al producto inaceptable (Gram, y otros, 2002)

Aparte de la oxidación de las grasas y las reacciones enzimáticas que puedan ocurrir, el deterioro de la carne puede considerarse mayoritariamente como el resultado de la actividad de una amplia variedad de microorganismos que pueden crecer sobre la superficie de la misma dadas sus condiciones óptimas en nutrientes la modificación de parámetros como temperatura de almacenamiento y disponibilidad de O₂, permiten controlar el crecimiento de los microorganismos que pudieran establecerse sobre la superficie de la carne al finalizar el proceso (Nychas, Panos, Skanadamis, Tassou, & Koutsoumanis, 2008)

3.1.5. Envasado al vacío de la carne

El envasado al vacío mantiene las características sensoriales y organolépticas del alimento por un mayor tiempo como consecuencia del impedimento del crecimiento de microorganismos aerobios degradativos, como *Pseudomonas* spp, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *Enterobacteriaceae*, normalmente encontrados en carnes (Gill & Harrison, The storage life of chilled pork packages under carbon dioxide, 1989; Rodas, 2011)

La combinación de envasado al vacío con condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas (entre 0°C y 4°C) favorece la selección de especies anaerobias facultativas y psicrótrofas que se desarrollan más lentamente, y tienen menor potencial para generar sustancias que puedan ser rechazadas por los consumidores (Nychas, Panos, Skanadamis, Tassou, & Koutsoumanis, 2008)

En carnes enfriadas envasadas al vacío con un pH entre 5.3 y 5.8, las bacterias ácido lácticas son las que se desarrollan mayoritariamente; y entre las mismas, las que pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Carnobacterium* (Lucquin, Zagorec, Champomier, & Chaillou, 2011; Vold, Holck, Wasteson, & Nissen, 2000) (Gill A. O., 2005), siendo las responsables de la producción de aromas fuertemente lácticos y ácidos cuando su número alcanza las 10⁷ ufc/g. También es posible que se

desarrollen en estas condiciones bacterias productoras de gases como algunas especies pertenecientes al género *Clostridium* y bacterias Gram negativas de la familia *Enterobacteriaceae*, la producción de gases dentro del envase genera la distensión del mismo provocando el rechazo del producto con las consecuentes pérdidas económicas (Brightwell, Clemens, Ulrich, & Boerema, 2007)

En las condiciones de envasado al vacío, la temperatura de almacenamiento es el factor determinante de la velocidad de crecimiento de los microorganismos causantes del deterioro; por lo tanto, las bajas temperaturas prolongarán la vida útil de la carne. La mínima temperatura a la que puede estar la carne envasada al vacío sin congelarse es $-2-3^{\circ}\text{C}$; cuanto más cercana a esta temperatura se almacene la carne, mayor será su vida útil (Gill, y otros, 2002)

3.1.6. Microbiología de la carne

La carne fresca por su contenido nutricional y su alto valor de actividad de agua (Aw) está considerada dentro del grupo de los alimentos altamente perecederos, al igual que la mayoría de los productos elaborados con ella; sin embargo, de acuerdo a sus características particulares, el tipo de microorganismos presentes puede variar. En este tipo de productos, sobre todo frescos los microorganismos se multiplican rápidamente, especialmente a temperaturas por encima de la refrigeración, resultando en pérdidas de calidad y/o problemas de salud pública (Restrepo, y otros, 2001)

Los tejidos profundos de los animales faenados en condiciones de buenas prácticas de manufactura son estériles. Por ello el perfil microbiológico de la carne fresca presentado a los consumidores es de la suma de las aportaciones durante las operaciones de la faena, condiciones de almacenamiento, transporte y distribución. El estado sanitario de los animales, su piel, vísceras, materia fecal, microflora de la cavidad oral y las operaciones de faena, son las potenciales fuentes de contaminación cruzada de la carne. El crecimiento microbiano se produce en la fase acuosa que rodea el producto, por lo que las capas profundas se consideran estériles. Esto es debido a que aún microorganismos altamente proteolíticos no son capaces de afectar la capa de tejido conjuntivo que rodea las fibras musculares (Signorini, 2007)

El no aplicar las medidas de control de calidad, durante cualquier operación de procesado, aumenta generalmente la velocidad y la extensión de los cambios alterativos que llevan al deterioro y, finalmente, a la putrefacción de la carne. Entre los cambios alterativos se incluyen los debidos a microorganismos (bacterias, mohos y

levaduras), enzimas endógenas (presentes naturalmente en los tejidos cárnicos), enzimas exógenas (producidas por los microorganismos), reacciones químicas distintas a las enzimáticas (como la rancidez oxidativa) y acciones físicas (quemadura del frío, exudación, decoloración luminosa, aparición de colores anormales). Las características de las poblaciones de microorganismos que se desarrollen en la carne serán un reflejo de las condiciones medioambientales que rodean la carne y de la carga microbiana presente en los distintos utensilios y superficies con que la carne está en contacto, pudiendo ocurrir una contaminación cruzada durante su procesamiento. También serán importantes las condiciones de almacenamiento y las reacciones químicas que ocurran en la carne durante este período. La velocidad de deterioro de la carne es mayor cuanto más alto sea el número inicial de microorganismos, la temperatura de almacenamiento y la Aw de la superficie de los tejidos (Delgado & Quartino, 2013)

Métodos de vida útil ¿Por qué elegir las bacterias estudiadas?

3.1.7. Generalidades del aceite esencial

Los aceites esenciales son productos obtenidos a partir de una materia prima vegetal que están formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas (Bruneton, 2001)

Normalmente son líquidos a temperatura ambiente, y por su volatilidad, son extraíbles por destilación en corriente de vapor de agua, aunque existen otros métodos. En general son los responsables del olor de las plantas que dan el aroma característico a algunas flores, árboles, frutos semillas, corteza de los vegetales y a ciertos extractos de origen animal (Soriano, 2007)

Los aceites esenciales están compuestos por flavonoides y fenoles, que ayudan a detener la autooxidación de las grasas. Desde tiempos ancestrales los aceites esenciales eran utilizados, para la conservación de carnes, de esta manera evitar la putrefacción. En la actualidad los consumidores exigen alimenticios seguros y de calidad, prefiriendo consumir alimentos que han sido tratados con agentes conservantes de origen natural, como es el caso de los aceites esenciales procedentes de extractos de plantas. Así teniendo mayor aceptación por productos naturales (Lara, 2003)

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de

las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica. Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser: Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), Monoterpenos, Sesquiterpenos y Fenilpropanos. En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados (Martínez M. , 2003)

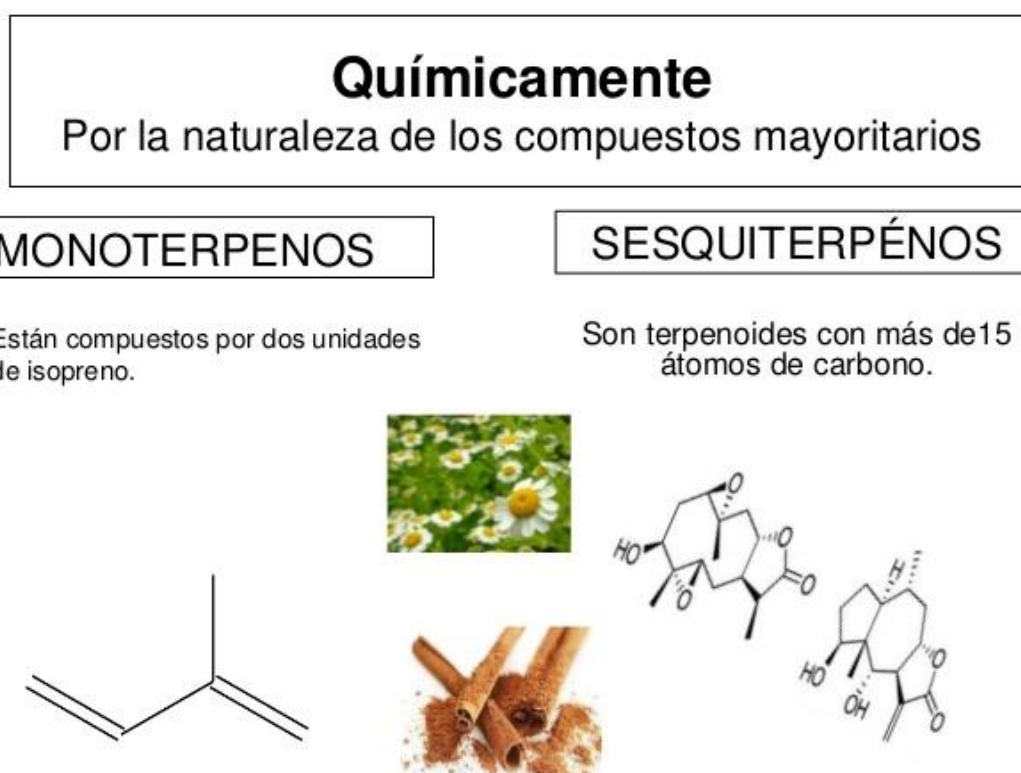


Figura 1. Composición química de los aceites esenciales
Fuente: (Fehsenfeld, 1992)

Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja con diferentes tipos de sustancias, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios. Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (p.ej. hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos son los aceites

esenciales sesquiterpenoides (p.ej. copaiba, pino, junípero, etc.). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (p.ej. clavo, canela, anís, etc.). Aunque esta clasificación es muy general nos resultará útil para propósitos de estudiar algunos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos, sin embargo existen clasificaciones más complejas como la de los otros aspectos químicos que tienen en cuenta (Martinez M. , 2003)

3.1.8. Función del aceite esencial

Las propiedades antioxidantes y anti radicales de los aceites esenciales ayudan tanto para la conservación del alimento cómo para la salud del consumidor.

También permiten mejorar la eficacia de ciertos procedimientos de conservación (calentamiento, pasteurización, atmósferas modificadas), por ejemplo reduciendo de forma espectacular el tiempo necesario para destruir una bacteria. Los aceites esenciales de cítricos (naranja, limón) son inhibidores del desarrollo de *Aspergillus flavus*, eliminando la producción de aflatoxina. Los extractos de ajo y cebolla inhiben el desarrollo de levaduras y son también antibacterianos. Los cereales, rábanos, plátano, berza contienen también sustancias antimicrobianas (Martinez, Duarte, & Oriela, 2011)

Los aceites esenciales tienen una muy amplia función debido a que el espectro de acción inhibe el crecimiento de bacterias como mohos y levaduras. Su actividad antimicrobiana se basa principalmente en su composición química, y en particular por la naturaleza de sus principales compuestos volátiles. Trabajan en detener el crecimiento de bacterias, su esporulación y la síntesis de sus toxinas. Para las levaduras, actúan sobre la biomasa y la producción de *pseudomicelio* ya que inhiben la germinación de esporas, micelio elongación, la esporulación y la producción de toxinas (Burbano, 1998)

Cada aceite esencial tiene varios compuestos bioquímicos fenólicos que inhiben el crecimiento microbiano patógeno. El aceite esencial de limón contiene (terpeno D-limoneno), el aceite esencial de albahaca tiene (eugenol, estragenol y alcanfor) y el aceite esencial de orégano está compuesto por Timol y Carvacrol (Lindner, 1995)

3.1.9. Composición química del aceite esencial

Son ricos en timol, beta-bisaboleno, cariofileno, p-cimeno, borneol, linalol, acetato de linalino, alfa y beta-pinenos, alfa-terpineno. Ácidos fenolcarboxílicos: caféico, clorogénico, rosmarínico. Flavonoides: derivados del apigenol, luteolol, kenferol,

diosmetol. Taninos. Principios amargos. Triterpenos: derivados de los ácidos ursólico y oleanólico (Fonegra & Jimenez, 2007)

3.1.10. Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales

La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se debe principalmente a la presencia de compuestos fenólicos (carvacrol, timol, eugenol, etc.) presentes en ellos. Los aceites esenciales con mayor actividad antimicrobiana son aquellos en los que se la proporción de compuestos fenólicos es mayor, aunque se ha observado que los elementos traza también son relevantes debido a efectos de sinergia con el resto de componentes (Burt, 2004)

La capacidad de los aceites esenciales para inhibir el crecimiento microbiano ha sido estudiada en gran variedad de productos como frutas y verduras mínimamente procesadas (Gutiérrez, Rodríguez, Barry-Ryan, & Bourke, 2008), carne picada, pollo (Fernandez, Mendoza, & Mate, 2013).



Figura 2. Aceite esencial
Fuente: (Fonegra & Jimenez, 2007)

3.1.11. Aceite esencial empleado en la tecnología alimentaria

En este sentido, incluso se señala que el empleo de aceites esenciales podría prolongar y mejorar la vida útil de muchos productos elaborados por diversas tecnologías alimentarias, entre ellos, la congelación. Ésta es una tecnología que suele facilitar la oxidación de los componentes grasos de los alimentos, por lo que la inclusión de aceites esenciales de especias mediterráneas entre la composición de alimentos congelados grasos podría favorecer la conservabilidad, mantener el sabor habitual de los alimentos y evitar pérdidas nutricionales (Rogriguez, 2009)

En cambio se mantienen metodologías basadas en el efecto conservante del cloruro sódico, los nitritos y nitratos, el vinagre, el azúcar, el alcohol, a los que acompañan el uso de distintas especias. Para las salazones se acude a la capacidad que tiene el cloruro sódico para extraer las moléculas de agua de los alimentos y facilitar su eliminación posterior; en los productos cárnicos se aprovechan las ventajas que acompañan a un proceso de desecación (Bello, 2000)

Por este motivo, en la actualidad se está considerando la suplementación rutinaria con antioxidantes naturales, especialmente en productos sensibles, como pescado graso, carne y cualquier otro, sobre todo si se comercializa congelado. Añadir aceites esenciales no necesitaría diseñar acciones tecnológicas especiales, ya que los extractos de plantas se disuelven en la propia estructura del alimento, especialmente en las membranas celulares (Rogriguez, 2009)

3.1.12. Conservantes naturales

Las hierbas y las especias han sido empleadas durante siglos para aumentar la vida útil de los alimentos. Diversos han sido los estudios tendentes a demostrar la actividad antimicrobiana de este tipo de sustancias. Entre ellas se ha descrito su poder antioxidante, especialmente del tomillo, el orégano y el ajo, plantas empleadas corrientemente para el especiado de alimentos en la cuenca mediterránea, y que constituyen una parte importante de la tradición culinaria en nuestro país (Davies , 1990)

Además de contribuir al flavor de los alimentos en cuya formulación intervienen, algunas de sus estructuras químicas tienen un efecto inhibitor frente a muchos microorganismos, sobre todo frente a bacterias gram-positivas, mucho más sensibles que la gram-negativa. En este sentido, destacan por su potente actividad las especias canela, clavo y mostaza, sobre la débil actuación de pimienta y jengibre; a nivel medio se sitúan laurel, cilantro, comino, orégano, romero y tomillo (Desrosier, 2000)

Las sustancias químicas contenidas en las especias, o en sus aceites esenciales tienen una actividad multifuncional no limitada a su acción conservadora (Bello, 2000)

La existencia de una acción antioxidante, curiosamente, parecía estar reñida con la conservación, ya que la presencia de cantidades apreciables de tocoferoles (sustancias con acción vitamínica E) en todos estos productos se asocia de forma natural con el mantenimiento de la vida celular y no su destrucción. El efecto conservador parece

que hay que atribuirlo a la elevada concentración de ácidos grasos de cadena corta, es decir, las moléculas normalmente responsables del aroma intenso de estas plantas, grupos fenólicos y otras sustancias con acción irritativa como son los picantes (Roriguez, 2009)



Figura 3. Planta de *Tagetes minuta*
Fuente: (Desrosier, 2000)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Material de estudio

El huacatay fue recolectado de las localidades de, Yambrasbamba y Suyubamba de la provincia de Bogará – Amazonas; para la extracción de aceite esencial se utilizó el método de arrastre por vapor utilizando el equipo de destilación de 15 kg de capacidad del Laboratorio de Ingeniería de la UNRM.

Los cuyes fueron comprados en carcasa de la granja “RAMOS” de la provincia de Luya, los animales beneficiados tenían la mismas características de edad (3 meses), raza Perú, peso (500 g).

4.2. Diseño experimental

El único factor de estudio (dosis de aceite esencial de huacatay) fue evaluado bajo un diseño experimental de estímulo creciente, en el que se aplicó tres soluciones de aceite esencial en agua (0,25, 0,30 y 0,35%) con cuatro replicas, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

4.3. Técnicas

Efecto antibacteriano

Se cuantificó el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Utilizando la técnica de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), se cuantificó el crecimiento durante un mes, en ocho observaciones (día 0, 3, 6, 14, 18y 2).

Efecto antioxidante

El efecto antioxidante fue determinado utilizando la técnica Rancimat, dada en tiempo de inducción, entendido como el tiempo en que la muestra inicia el proceso de oxidación lipídica. Del mismo modo se realizaron ocho evaluaciones durante un mes después de implementado los tratamientos

PH

Con la finalidad de hacer el seguimiento a la cinética del pH de la carne en los tratamientos, junto a las mediciones microbiológicas y oxidación, se evaluó el pH, utilizando un potenciómetro digital portátil; la cual se siguió la siguiente secuencia:

Pesar 10g. de muestra.

Añadir 100 ml. de agua destilada y moler en la licuadora durante un minuto.

Estandarizar el pH en el potenciómetro con *buffer* de fosfatos con PH = 6.0.

Filtrar la mezcla de carne en manta de cielo para eliminar tejido conectivo.

Después de leer el PH de la carne, enjuagar el electrodo con agua destilada.

4.4. Procedimiento

Las carcasas de cuy fueron lavadas, seccionadas y se eliminaron los huesos. Misma raza y edad para asegurar la homogeneidad de la muestra

Luego se preparó las soluciones de aceite esencial en agua y se empleó Tween 80

Las muestras de carne de 60 g, fueron untadas por inmersión en las soluciones previamente elaboradas; inmediatamente todas las unidades experimentales fueron empacadas al vacío en bolsas de polietileno de alta densidad y almacenadas en refrigeración a 3°C.

Se realizaron los análisis microbiológicos, pH y oxidación simultáneamente.

4.5. Análisis de datos

Para determinar el efecto de los tratamientos, se realizó análisis de varianzas y comparaciones múltiples de Duncan con el software estadístico SPSS V.24.

V. RESULTADOS

Efecto microbiano

Los resultados obtenidos en el recuento microbiológico de *E. coli* y *S. aureus*, en las muestras de carne de cuy empacado al vacío y almacenadas a 3°C, con diferentes concentraciones de aceite esencial de huacatay se observó que, hasta los 14 días de evaluación no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo (Ver tabla 3 y 4); a partir del día 18 ya se observan diferencias en las UFC de ambos microorganismos.

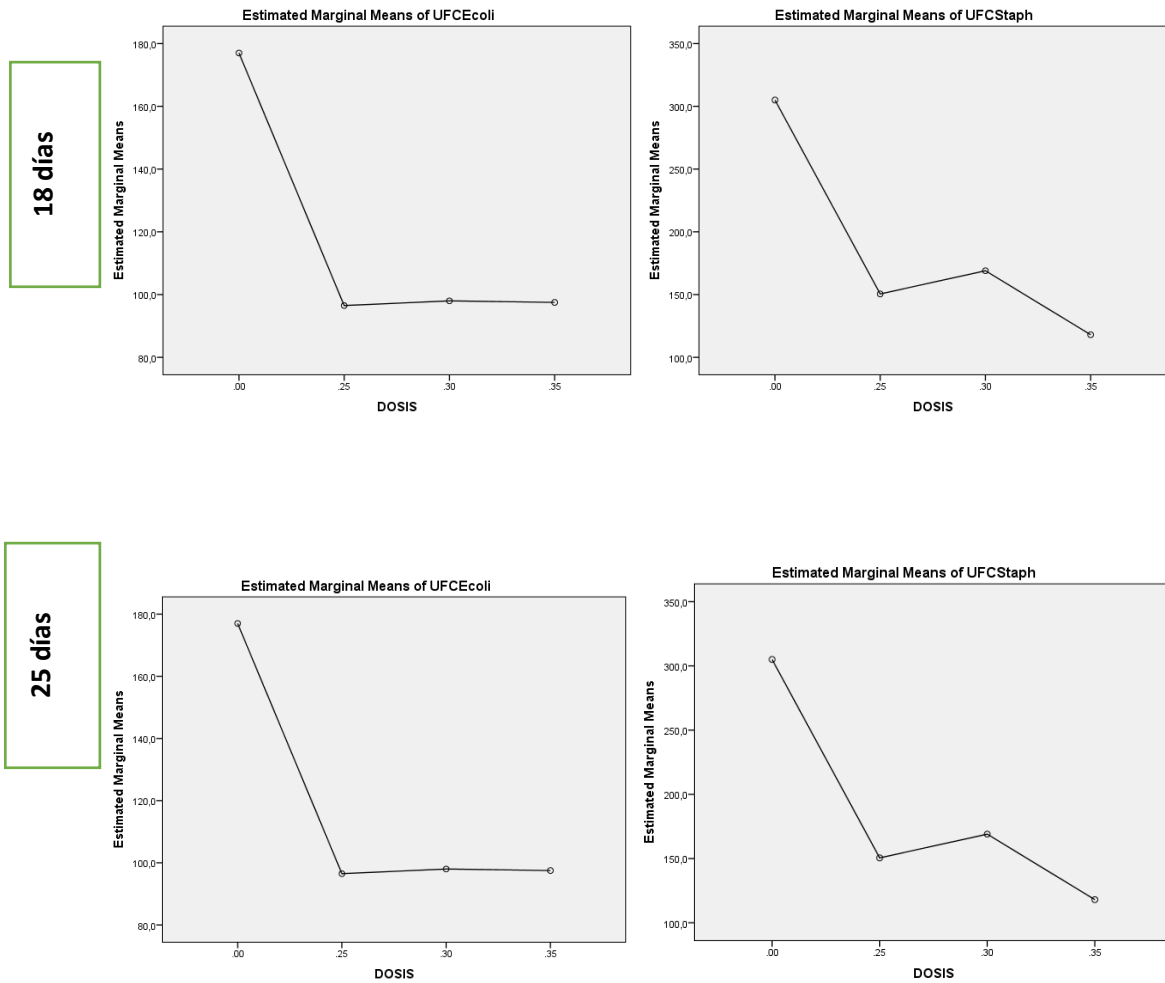


Figura 4. Resultados de las evaluaciones a 18 y 25 días de almacenamiento

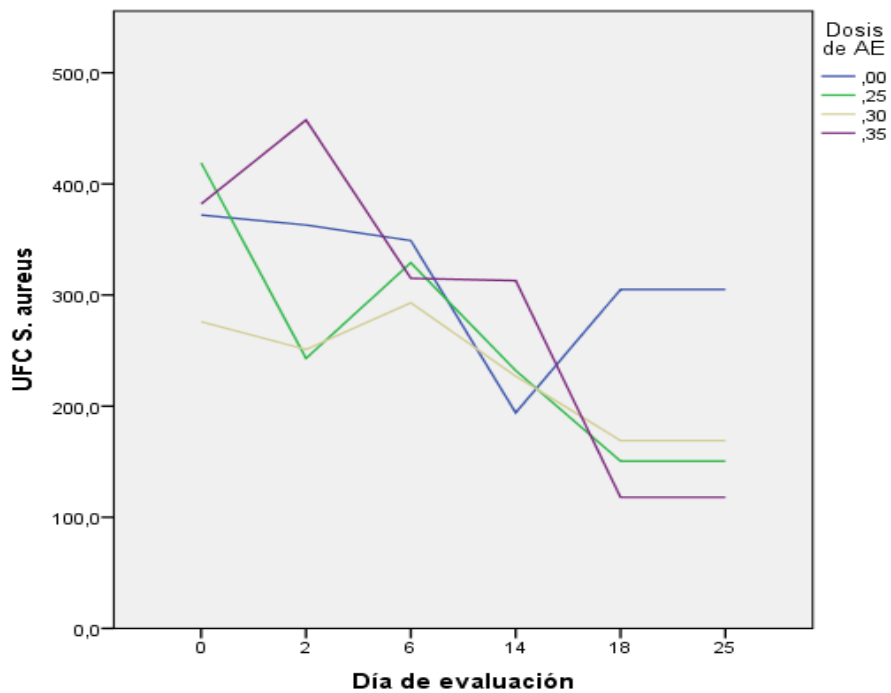


Figura 5. Evolución de la carga microbiana de *S. aureus* en carne de cuy con aceite esencial de huacatay.

Efecto antioxidante

De acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a los días de evaluación se observa que el tiempo de inducción es menor cuando las muestras son almacenadas mayor tiempo; mientras que para las concentraciones no existe ninguna diferencia (ver tabla 5).

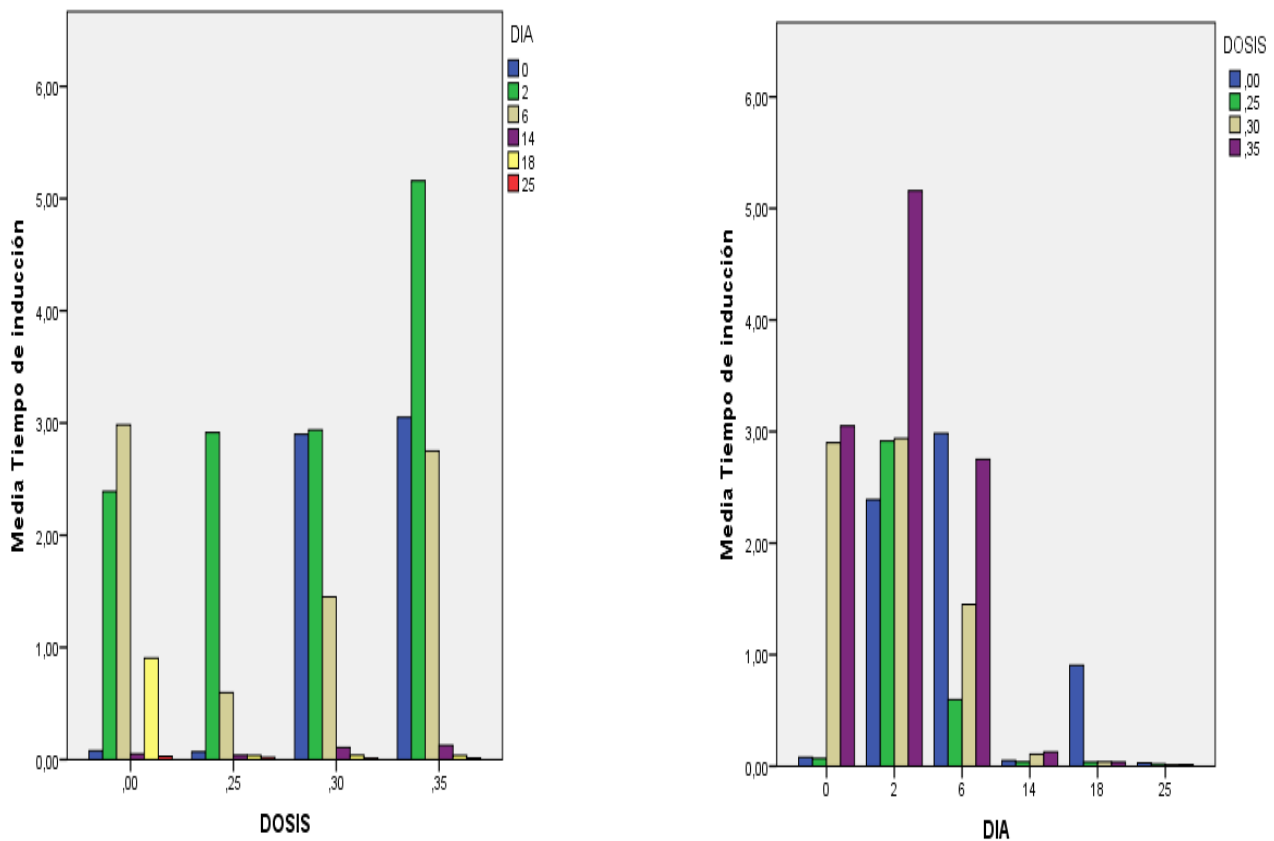


Figura 6. Efecto del tiempo de inducción durante los días de evaluación y dosis utilizadas

Efecto del pH

Los resultados de evaluación del pH de la carne de cuy empacado al vacío con diferentes concentraciones de aceite esencial de huacatay se observa que no existe ninguna diferencia significativa (ver tabla 6) entre los tratamientos y el testigo durante las 6 evaluaciones en el transcurso de 25 días.

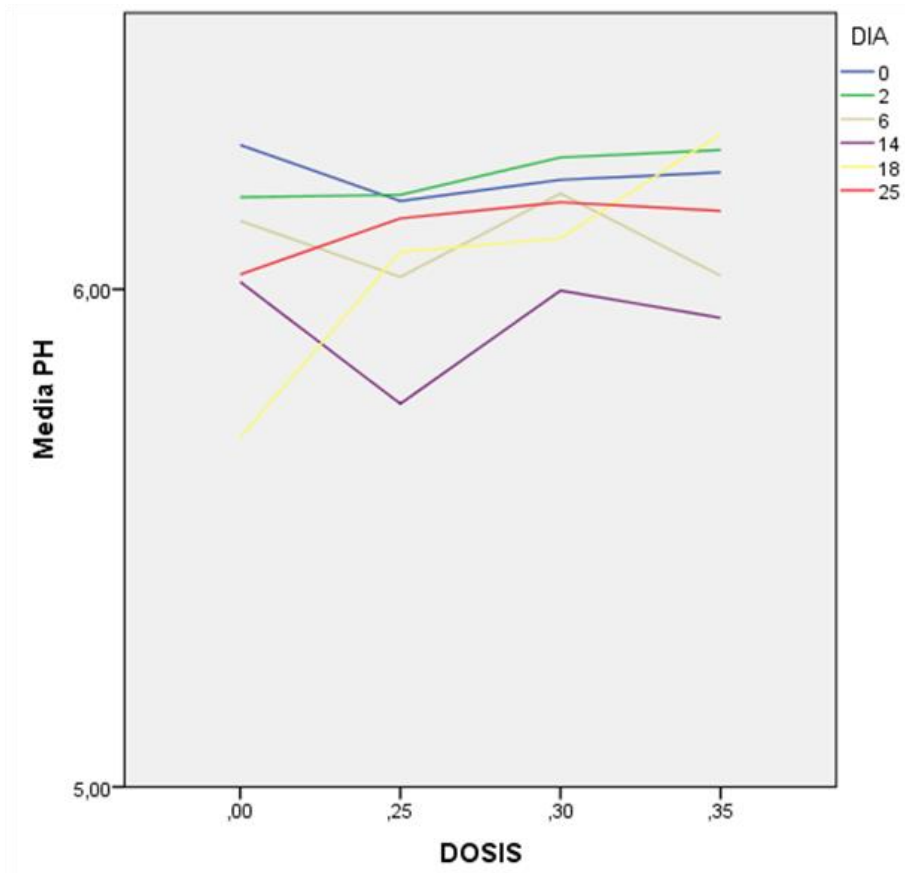


Figura 7. Efecto del pH durante los días de evaluación

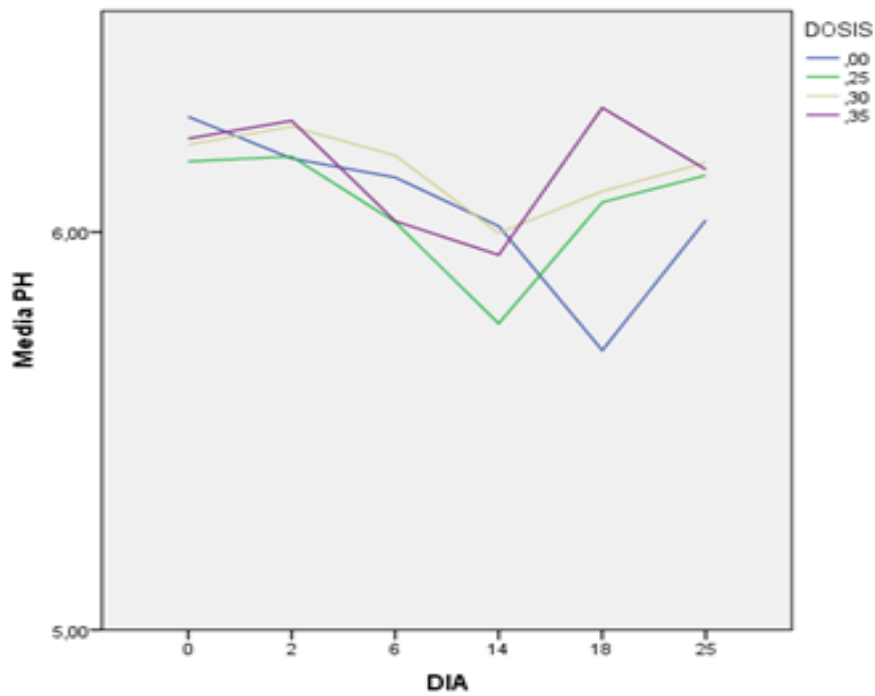


Figura 8. Efecto del pH de acuerdo a las dosis de aceite esencial

Vida útil

La carga microbiana de *E. coli* para todos los tratamientos, hasta el día 25, se mantuvo por debajo del LMP (100 UFC), no así para *S. aureus*, en el que todos con todos los tratamientos se obtuvieron valores superiores al límite.

En cuanto al pH, hasta el día 14, se observa un descenso y luego se incrementa, lo que indica que hasta éste día la carne de cuy todavía está en condiciones de ser consumida.

VI. DISCUSIONES

El pH medio obtenido fue de 6, por encima del rango reportado por (Ponce, y otros, 2007) quienes en carne deshuesada determinaron valores de 5,9. (Mateauda, 2013), sugiere que al momento del envasado de la carne, los valores de pH deben ser menores a 5,8, además menciona que para productos cárnicos, valores superiores a 6 son particularmente riesgosos, siendo favorables para el desarrollo de microorganismos patógenos. El efecto de la disminución del pH es debido a que en el proceso de rigor mortis se da la conversión del glucógeno en ácido láctico lo que conduce a la disminución del pH de la carne. En las figuras 8, se observa un descenso del pH hasta el día 14 y luego todos los tratamientos experimentan una subida.

Transcurridas las 24 horas Post mortem, con pH por encima de 6,0, se trata de carnes DFD (dark, firm, dry), caracterizada por una elevada retención de agua y color oscuro (Apple, y otros, 1995), por lo que la carne de cuy evaluada, no obstante de tratarse de un animal menor distinto a animales superiores, estaría en esta categoría, puesto que en la segunda evaluación, todos los tratamientos tuvieron valores de pH superiores a 6,0.

Aunque en las Figuras 7 y 8, se observan cambios en el pH respecto del tiempo de almacenamiento y dosis, no se encontró diferencias significativas, en contraste con lo expuesto por (Tarrant & Mothersill, 1977), quienes indicaron que la tasa de la glucólisis posmortem y la disminución del pH posterior al sacrificio puede variar dentro de un músculo, los músculos dentro de una canal, y entre las canales.

A medida que se incrementa la dosis de aceite esencial, se obtuvo mayores valores de estabilidad oxidativa (OSI), tal como se observa en la Figura 6 explicado por un mayor contenido de polifenoles, componentes principales de los aceites esenciales y otros antioxidantes (Lutterodt, y otros, 2010) de huacatays<z.

La presencia de *E. coli* y *S. aureus*, en todas las muestras evaluadas y elevadas cantidades, se debe a prácticas de higiene en el beneficiado del animal y el proceso de manipulación de la carne (Devriese, 1990; Jablonski & Bohach, 2001), lo cual se evidenció en el recuento microbiológico al día 0.

Todos los tratamientos, tuvieron un efecto inhibitor del crecimiento de *E. coli* y *S. aureus*, en contraste con el testigo; Recientemente por ejemplo se han demostrado los efectos positivos contra bacteria patógenas se ha comprobado que los aceites poseen

actividad antimicrobiana frente a *E. coli* y *S. aureus*, donde el cinamaldehído es el principal componente de la mezcla (Wallace, 2004),

Según (Vargas, 2013) para los tres microorganismos ensayados a medida que se incrementa el porcentaje de aceite esencial de *Tagetes minuta* aumentan los halos de inhibición, además se determinó la concentración mínima inhibitoria en μml de aceite esencial para *S. aureus* es de 1,25 μml ; sin embargo en la investigación que se realizó se utilizó 3,5 μml de aceite esencial de carne de cuy aun con esta dosis utilizada se observa presencia de esta bacteria en las muestras analizadas esto puede ser por lo que se realizó en un carne fresca a diferencia de los análisis que hizo Vargas en agar.

Según Vargas (2016), para que se pueda comercializar y se considere una carne de calidad, esta debe tener por debajo a 10^2 UFC/g para *E. coli* y *S. aureus*, al respecto, con las dosis evaluadas se encontraron valores <100 UFC para *E. coli* y >100 UFC para *S. aureus*.

VII. CONCLUSIONES

El AE de huacatay, puede prolongar la vida útil de carne de cuy empacada al vacío hasta por 14 días en almacenamiento refrigerado en dosis de 0.35 mientas que con las demás dosis utilizadas el tiempo de vida útil fue menor.

El AE de huacatay, tuvo un mayor efecto inhibitor en *E. coli* que en *S. aureus*, comparado a los LMP de la NTP.

VIII. RECOMENDACIONES

Para investigaciones posteriores con este tipo de carne se recomienda realizar estudios microbiológicos antes de someterlos a tratamientos a las distintas muestras; para saber con la carga microbiana ingresa el producto y de esta manera saber en cuanto reduce las UFC los aceites esenciales.

Se recomienda realizar investigaciones con esta carne con diferentes cepas de bacterias patógenas y alterantes en los alimentos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apple, J. K., Dikerman, M. E., Mcmurphy, R. M., Fedde, M. R., Leight, D. E., & Unruh, J. A. (1995). Effects of restrain and isolation stress an epidural blockade on endocrine an blood metabolite status, muscle glycogen metabolism and indice of dark- cutting longissimus muscle of sheep . *journal of animal science*, 2295-2307.
- Bakkali, F. (2008). Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 446 - 475.
- Batish, D. (2008). Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 2166 - 2174.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Madrid- España: Diaz de Santos.
- Brightwell, G., Clemens, R., Ulrich, S., & Boerema, J. (2007). Possible involvement of psychrotolerant Enterobacteriaceae in blown pack spoilage of vacuum-packaged raw meats. *International Journal of Food Microbiology* , 119: 334-339.
- Brody, A. (2003). Predicting Packaged Food Shelf Life, en *Food Technology*. 100-102.
- Bruneton, J. (2001). *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales*. Zaragoza- España: Acribia S.A.
- Burbano, J. (1998). *Plantas Medicinales, Hierbas y Vitaminas*. Guayaquil- Ecuador.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *Int J Food Microbiol*, 223-253.
- Charm, S. (2007). food engineering applied to accommodate food regulations and testing in foods. *ciencia e ingenieria* , 5-8.
- Chauca, F. L. (1991). Caracterización de la crianza de cuyes en los departamentos de Cochabamba La Paz y Oruro La Paz. *IBTA- CIID*, 65.
- Davies , N. (1990). Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20 M. phases. *Journal of Chromatography A*, 1-24.
- Delgado, V., & Quartino, L. (2013). *Evaluación de la calidad microbiológica de cortes bobinos envasados al vacio y mantenidos a temperatura de refrigeracion*. Montevideo- Uruguay.
- Desrosier, N. (2000). *conservacion de alimentos*. Mexico D.f: continental.
- Devriese, L. A. (1990). staphylococci in healthy and diseaded animals. *J.Appl. bacteriologia*, 715-805.
- FAO/OSM. (1987). Normas del codex para productos carnicos elaborados por reses y aves.

- Fehsenfeld. (1992). Emissions of Volatile Organic Compounds From Vegetation and the Implications for Atmospheric Chemistry. *Global Biogeochemical Cycles*, 389-430.
- Fernandez, I., Mendoza, M., & Mate, J. (2013). Whey protein isolate edible films essential oils incorporated to improve the microbial quality of poultry. *J Sci Food Agric*, 2986-2994.
- Fonegra, G. R., & Jimenez, R. S. (2007). *Fonegra, G.R. y R.S. Jiménez. 2007. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 371 p. Medellín- Colombia: universidad de antioquia.*
- Forrest, J. A. (1979). *fundamentos de la ciencia de la carne*. Zaragoza- España: Acribia.
- Garzon. (martes de enero de 2009). *composicion nutricional de carne de cuy*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11978/1/AL%20570.pdf>
- Gill, A. O. (2005). GillPreservative packaging for fresh meats, poultry and fin fish. *Innovations in food packaging. New York, Elsevier Academic*, 204-226.
- Gill, C. O., & Harrison, J. C. (1989). The storage life of chilled pork packages under carbon dioxide. *Meat Science*, 313-324.
- Gill, C. O., Jones , T., Rahn, K., Campbell, S., Leblanc, D. I., & Holley, R. A. (2002). Temperatures and ages of boxed beef packed and distributed in Canada. *Meat Science*, 401-410.
- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J. B., Christensen, A. B., & Givskov, M. (2002). Food spoilage - interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology* , 78, 79-97.
- Hoffman, L. C. (2008). The yield and nutritional value of meat from African ungulates, camelidae, rodents, ratites and reptiles. *Meat Science*, 94 - 100.
- Hoffman, L., & Cawthorn, D. (2013). Exotic protein sources to meet all needs. *Meat Science*, 764–771.
- Hoffman, L., & Cawthorn, D. (2013). Exotic protein sources to meet all needs. *Meat Science*(95), 764 - 771.
- Jablonski, L. M., & Bohach, G. A. (2001). Staphylococcus aureus. 410-434.
- Labuza, T. (1985). Accelerated shelf-life dating of foods. *Chemical Education*. , 57-134.
- Lara, N. (2003). Nutrición y Calidad.
- Lawrie, R. A. (1998). *Ciencia de la carne*. Zaragoza: Acribia, S.A.
- Lindner, E. (1995). 1995. *Toxicología de Alimentos*. Zaragoza- España: Acribia S.A.
- Lucquin, I., Zagorec, M., Champomier, & Chaillou, S. (2011). Fingerprint of lactic acid bacteria population in beef carpaccio is influenced by storage processs and seasonal changes. *Article in press- Food Microbiology*, 1-10.
- Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J., Parry, J., Gao, J. M., & Yu, L. L. (2010). Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. *LWT-Food Science and Technology*, 1409-1413.
- Man, D., & Jones, A. (2000). *Shelf Life Evaluation of Foods*. USA: Editorial Aspen Publication.

- Martinez, B., Duarte, Y., & Oriela. (2011). caracterizacion quimica y actividad antimicrobiana del aceite esencial de piper marginatum . *SciELO*.
- Martinez, M. (2003). *Aceites esenciales*. Medellin.
- Mateauda, J. (2013). *Estudio de la microflora bacteriana y cambios fisicoquimicos en la carne bovina envasada al vacio y almacenada en frio*. uruguay.
- Meng, J., Doyle, M. P., & Zhao, S. (2001). *fundamentals an frontiers*. washington: ASM PRESS.
- Meza, M., Gonzalez, N., & Usubillaga, A. (2007). composicion de aceite esencial de origanum majorana L. extraido por diferentes tecnicas y su actividad biologica. *revista facultad de agronomia*, 725-738.
- Nychas, G., Panos, Skanadamis, P., Tassou, C., & Koutsoumanis, K. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 77-89.
- Ponce, E., Hernandez, V., Fernandez, R., Robledo, K., Espinoza, I., & Cordero, K. (2007). composicion quimica, caracteristicas fisicoquimicas de piana de cordero. *memorias del coloquio nacional en ciencia y tecnologia de la carne*.
- Restrepo, B. I., Alvarez, J. L., Castano, J. A., Arias, L. F., Arias, L. F., Restrepo, M., . . . Teale, J. M. (2001). Brain granulomas in neurocysticercosis patients are associated whith a Th1 and Th2 profile. *Infect immun*, 4554-60.
- Rodas, A. (2011). Evaluation of the storage life of vacuum packaged australian beef. *Meat Science*, 128-138.
- Roriguez, J. (19 de Febrero de 2009). *Fungal endophytes: diversity and functional roles*. Obtenido de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2009.02773.x/abstract>
- Sanchez- Silva, M. (2014). → Sánchez-Silva M, CarEfecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos del cuy . → Sánchez-Silva M, Carcelén F, Ara M, Gonzáles R, Quevedo W, Jiménez R. 2014. Efecto de la supleme *Rev Inv Vet Perú*, 381-389.
- Sánchez, M., Arana, R., Quevedo, W., & Jimenez, R. (2014). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos del cuy. *Inv Vet Perú*, 381-389.
- Signorini, M. (2007). Microbiología de carnes envasadas al vacío y la biopreservacion como medio para prolongar la vida de anaquel. *Nacameh*, 26-40.
- Silva, S., Carcelen, F., Ara, M., Gonzales, R., Quevedo, W., & Jimenez, R. (2014). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos del cuy. *Rev Inv Vet Perú*, 381-389.
- Soriano, J. M. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. Madrid: Ediciones Diaz de santos.
- Tarrant, P. V., & Mothersill, C. J. (1977). Glycolysis and associated changes in beef carcasses. *food agric*, 739-744.
- Vargas, A. (2013). *efecto antibacteriano del aceite esencial Tagetes minuta, sobre el crecimiento de Staphylococcus aureus, Salmonella Tiphy y Bacillus cereus*. Trujillo-Peru.

- Vold, L., Holck, A., Wasteson, Y., & Nissen, H. (2000). High levels of background flora inhibits growth of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef. *Int J Food Microbiology* , 219-225.
- Wallace, J. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Symposium on Plants as animal foods*.

X. ANEXOS

ANEXO A. FIGURAS DE LA INVESTIGACION



Figura 9. Recolección de muestras de huacatay



Figura 10. Extracción de aceite esencial de huacatay



Figura 11. Recepción de las carcasas de carne de cuy traído de la granja “RAMOS”



Figura 12. Pesado de las muestras de carne de cuy



Figura 13. Muestras de cuy empacadas al vacío con distintas dosis de aceite esencial

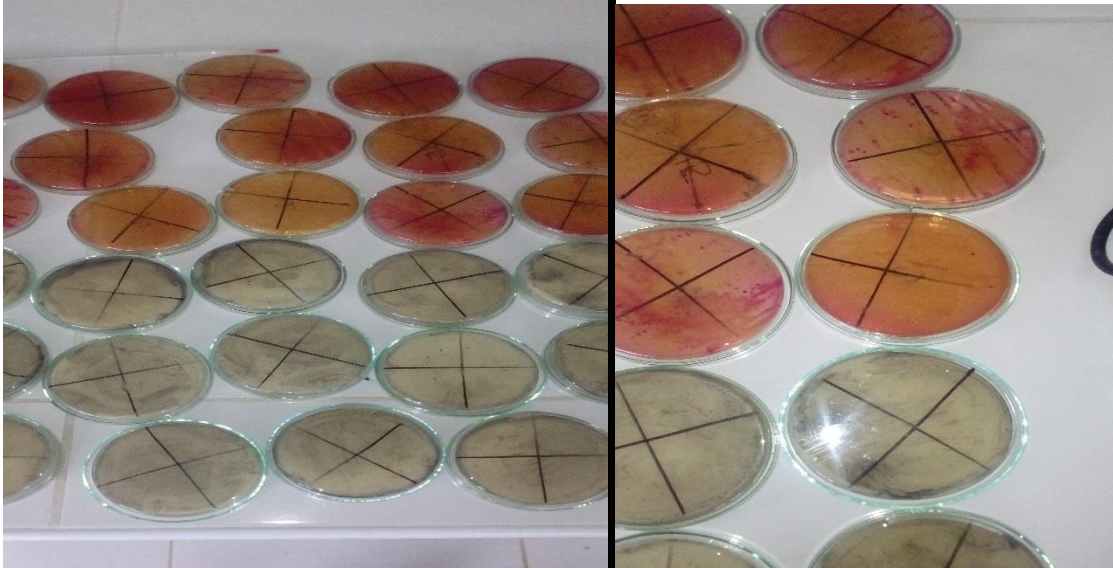


Figura 14. Placas listas para hacer lectura de microorganismos.

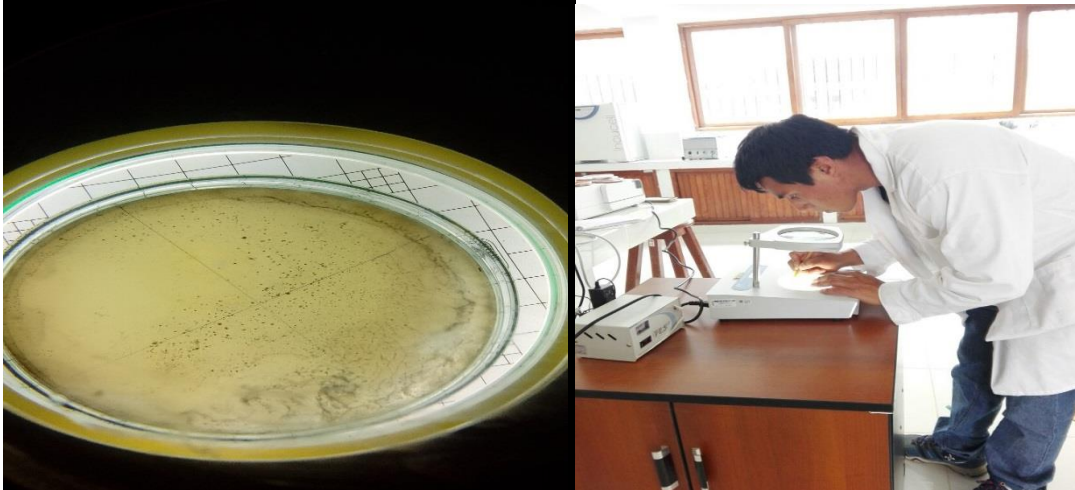


Figura 15. Recuento de *E. coli* y *S. aureus* en UFC

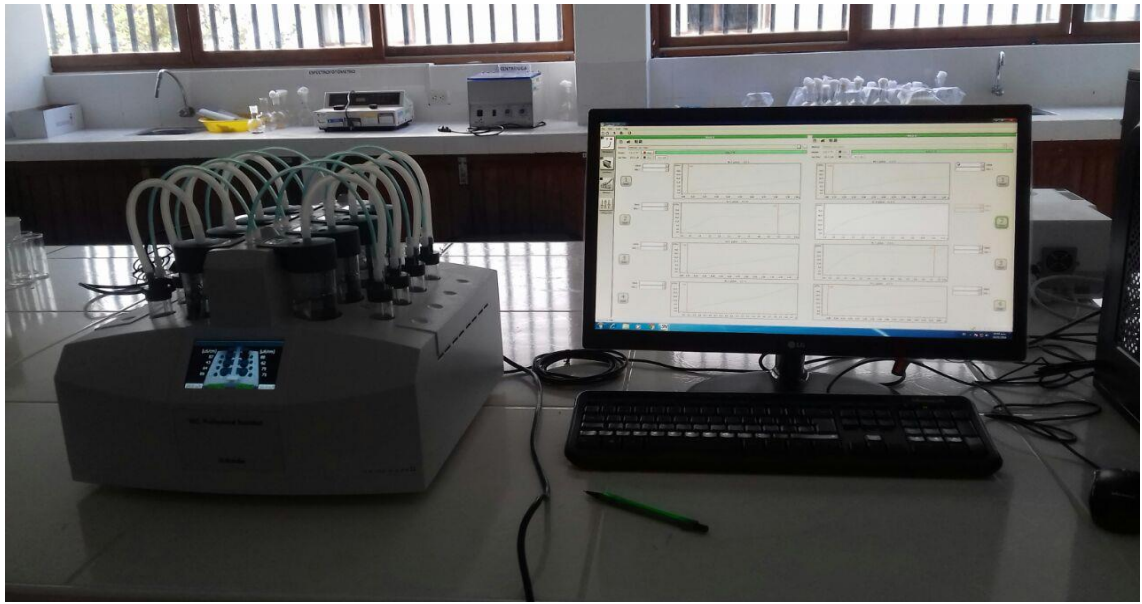


Figura 16. Equipo que se utilizó para medir el tiempo de inducción (Rancimat)

ANEXO B: RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS (SPSS)

Tabla 3. Resultados estadísticos de E. coli

Tests of Between-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	UFCEcoli dia 0	1448,000 ^c	3	482.667	.323	.809
	UFCEcoli dia 2	2210,250 ^c	3	736.750	.895	.472
	UFCEcoli dia 6	10638,000 ^c	3	3546.000	3.010	.072
	UFCEcoli dia 14	88395,000 ^c	3	29465.000	1.183	.357
	UFCEcoli dia 18	19045,000 ^c	3	6348.333	5.379	.014
	UFCEcoli dia 25	19045,000 ^c	3	6348.333	5.379	.014
Intercept	UFCEcoli dia 0	179776.000	1	179776.000	120.225	.000
	UFCEcoli dia 2	177662.250	1	177662.250	215.839	.000
	UFCEcoli dia 6	115600.000	1	115600.000	98.119	.000
	UFCEcoli dia 14	1026169.000	1	1026169.000	41.186	.000
	UFCEcoli dia 18	219961.000	1	219961.000	186.381	.000
	UFCEcoli dia 25	219961.000	1	219961.000	186.381	.000
DOSIS	UFCEcoli dia 0	1448.000	3	482.667	.323	.809
	UFCEcoli dia 2	2210.250	3	736.750	.895	.472
	UFCEcoli dia 6	10638.000	3	3546.000	3.010	.072
	UFCEcoli dia 14	88395.000	3	29465.000	1.183	.357
	UFCEcoli dia 18	19045.000	3	6348.333	5.379	.014
	UFCEcoli dia 25	19045.000	3	6348.333	5.379	.014
Error	UFCEcoli dia 0	17944.000	12	1495.333		
	UFCEcoli dia 2	9877.500	12	823.125		
	UFCEcoli dia 6	14138.000	12	1178.167		

	UFCEcoli dia 14	298988.000	12	24915.667
	UFCEcoli dia 18	14162.000	12	1180.167
	UFCEcoli dia 25	14162.000	12	1180.167
Total	UFCEcoli dia 0	199168.000	16	
	UFCEcoli dia 2	189750.000	16	
	UFCEcoli dia 6	140376.000	16	
	UFCEcoli dia 14	1413552.000	16	
	UFCEcoli dia 18	253168.000	16	
	UFCEcoli dia 25	253168.000	16	
Corrected Total	UFCEcoli dia 0	19392.000	15	
	UFCEcoli dia 2	12087.750	15	
	UFCEcoli dia 6	24776.000	15	
	UFCEcoli dia 14	387383.000	15	
	UFCEcoli dia 18	33207.000	15	
	UFCEcoli dia 25	33207.000	15	

c. R Squared = ,075 (Adjusted R Squared = -,157)

c. R Squared = ,183 (Adjusted R Squared = -,021)

c. R Squared = ,429 (Adjusted R Squared = ,287)

c. R Squared = ,228 (Adjusted R Squared = ,035)

c. R Squared = ,574 (Adjusted R Squared = ,467)

c. R Squared = ,574 (Adjusted R Squared = ,467)

Tabla 4. Resultados estadísticos de *S. aureus*

Tests of Between-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	UFCStaph dia 0	82379,000 ^d	3	27459.667	1.494	.266
	UFCStaph dia 2	124590,750 ^d	3	41530.250	1.756	.209
	UFCStaph dia 6	6668,000 ^d	3	2222.667	1.696	.221
	UFCStaph dia 14	30676,000 ^d	3	10225.333	.322	.809
	UFCStaph dia 18	81334,750 ^d	3	27111.583	4.173	.031
	UFCStaph dia 25	81334,750 ^d	3	27111.583	4.173	.031
	Intercept	UFCStaph dia 0	2399401.000	1	2399401.000	130.575
UFCStaph dia 2		1727910.250	1	1727910.250	73.068	.000
UFCStaph dia 6		1653796.000	1	1653796.000	1261.798	.000
UFCStaph dia 14		933156.000	1	933156.000	29.383	.000
UFCStaph dia 18		551306.250	1	551306.250	84.865	.000
UFCStaph dia 25		551306.250	1	551306.250	84.865	.000
DOSIS		UFCStaph dia 0	82379.000	3	27459.667	1.494
	UFCStaph dia 2	124590.750	3	41530.250	1.756	.209
	UFCStaph dia 6	6668.000	3	2222.667	1.696	.221
	UFCStaph dia 14	30676.000	3	10225.333	.322	.809
	UFCStaph dia 18	81334.750	3	27111.583	4.173	.031
	UFCStaph dia 25	81334.750	3	27111.583	4.173	.031
	Error	UFCStaph dia 0	220508.000	12	18375.667	
UFCStaph dia 2		283775.000	12	23647.917		
UFCStaph dia 6		15728.000	12	1310.667		
UFCStaph dia 14		381096.000	12	31758.000		

	UFCStaph dia 18	77955.000	12	6496.250
	UFCStaph dia 25	77955.000	12	6496.250
Total	UFCStaph dia 0	2702288.000	16	
	UFCStaph dia 2	2136276.000	16	
	UFCStaph dia 6	1676192.000	16	
	UFCStaph dia 14	1344928.000	16	
	UFCStaph dia 18	710596.000	16	
	UFCStaph dia 25	710596.000	16	
	Corrected Total	UFCStaph dia 0	302887.000	15
UFCStaph dia 2		408365.750	15	
UFCStaph dia 6		22396.000	15	
UFCStaph dia 14		411772.000	15	
UFCStaph dia 18		159289.750	15	
UFCStaph dia 25		159289.750	15	

- d. R Squared = ,272 (Adjusted R Squared = ,090)
- d. R Squared = ,305 (Adjusted R Squared = ,131)
- d. R Squared = ,298 (Adjusted R Squared = ,122)
- d. R Squared = ,074 (Adjusted R Squared = -,157)
- d. R Squared = ,511 (Adjusted R Squared = ,388)
- d. R Squared = ,511 (Adjusted R Squared = ,388)

Tabla 5. Resultados del tiempo de inducción

Tests of Between-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Tiempodeinducción día 0	33,685 ^a	3	11.228	1.890	.185
	Tiempodeinducción día 2	18,192 ^a	3	6.064	.183	.906
	Tiempodeinducción día 6	15,141 ^a	3	5.047	.568	.647
	Tiempodeinducción día 14	,022 ^a	3	.007	.822	.506
	Tiempodeinducción día 18	2,253 ^a	3	.751	1.004	.425
	Tiempodeinducción día 25	,001 ^a	3	.000	1.211	.348
	Intercept	Tiempodeinducción día 0	37.210	1	37.210	6.262
Tiempodeinducción día 2		179.560	1	179.560	5.412	.038
Tiempodeinducción día 6		60.528	1	60.528	6.808	.023
Tiempodeinducción día 14		.106	1	.106	11.829	.005
Tiempodeinducción día 18		1.040	1	1.040	1.390	.261
Tiempodeinducción día 25		.006	1	.006	30.347	.000
DOSIS		Tiempodeinducción día 0	33.685	3	11.228	1.890
	Tiempodeinducción día 2	18.192	3	6.064	.183	.906
	Tiempodeinducción día 6	15.141	3	5.047	.568	.647
	Tiempodeinducción día 14	.022	3	.007	.822	.506
	Tiempodeinducción día 18	2.253	3	.751	1.004	.425
	Tiempodeinducción día 25	.001	3	.000	1.211	.348
	Error	Tiempodeinducción 0	71.302	12	5.942	
Tiempodeinducción día 2		398.110	12	33.176		
Tiempodeinducción día 6		106.683	12	8.890		
Tiempodeinducción día 14		.107	12	.009		
Tiempodeinducción día 18		8.980	12	.748		
Tiempodeinducción día 25		.002	12	.000		
Total		Tiempodeinducción día 0	142.197	16		

	Tiempodeinducción dia 2	595.863	16
	Tiempodeinducción dia 6	182.352	16
	Tiempodeinducción dia 14	.235	16
	Tiempodeinducción dia 18	12.274	16
	Tiempodeinducción dia 25	.009	16
Corrected Total	Tiempodeinducción dia 0	104.987	15
	Tiempodeinducción dia 2	416.303	15
	Tiempodeinducción dia 6	121.823	15
	Tiempodeinducción dia 14	.129	15
	Tiempodeinducción dia 18	11.234	15
	Tiempodeinducción dia 25	.003	15

a. R Squared = ,321 (Adjusted R Squared = ,151)

a. R Squared = ,044 (Adjusted R Squared = -,195)

a. R Squared = ,124 (Adjusted R Squared = -,095)

a. R Squared = ,171 (Adjusted R Squared = -,037)

a. R Squared = ,201 (Adjusted R Squared = ,001)

a. R Squared = ,232 (Adjusted R Squared = ,040)

Tabla 6. Resultados de pH

Tests of Between-Subjects Effects						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	PH dia 0	,026 ^b	3	.009	.783	.526
	PH dia 2	,029 ^b	3	.010	1.855	.191
	PH dia 6	,083 ^b	3	.028	.818	.508
	PH dia 14	562.876	1	562.876	12676.189	.000
	PH dia 18	8,916 ^b	3	2.972	1.983	.170
	PH dia 25	,052 ^b	3	.017	1.740	.212
	Intercept	PH dia 0	621.131	1	621.131	56306.493
PH dia 2		621.006	1	621.006	#####	.000
PH dia 6		594.506	1	594.506	17566.207	.000
PH dia 14		562.876	1	562.876	12676.189	.000
PH dia 18		8.916	3	2.972	1.983	.170
PH dia 25		600.495	1	600.495	60835.292	.000
DOSIS		PH dia 0	.026	3	.009	.783
	PH dia 2	.029	3	.010	1.855	.191
	PH dia 6	.083	3	.028	.818	.508
	PH dia 14	.150	3	.050	1.127	.377
	PH dia 18	8.916	3	2.972	1.983	.170
	PH dia 25	.052	3	.017	1.740	.212
	Error	PH dia 0	.132	12	.011	
PH dia 2		.063	12	.005		
PH dia 6		.406	12	.034		
PH dia 14		.533	12	.044		
PH dia 18		17.982	12	1.498		
PH dia 25		.118	12	.010		
Total		PH dia 0	621.289	16		

	PH dia 2	621.099	16
	PH dia 6	594.996	16
	PH dia 14	563.559	16
	PH dia 18	553.256	16
	PH dia 25	600.665	16
Corrected Total	PH dia 0	.158	15
	PH dia 2	.093	15
	PH dia 6	.489	15
	PH dia 14	.683	15
	PH dia 18	26.898	15
	PH dia 25	.170	15

b. R Squared = ,164 (Adjusted R Squared = -,045)

b. R Squared = ,317 (Adjusted R Squared = ,146)

b. R Squared = ,170 (Adjusted R Squared = -,038)

b. R Squared = ,220 (Adjusted R Squared = ,025)

b. R Squared = ,331 (Adjusted R Squared = ,164)

b. R Squared = ,303 (Adjusted R Squared = ,129)