



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE RES “LOMO DE  
FALDA” TRATADA CON EXTRACTOS NATURALES**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

**DIANA CAROLINA REVELO MONTERO**

**DIRECTOR: ING. CARLOS GONZÁLEZ**

**Quito, enero 2018**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2018  
Reservados todos los derechos de reproducción

## FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1724305097
APELLIDO Y NOMBRES:	REVELO MONTERO DIANA CAROLINA
DIRECCIÓN:	AV MICHELENA Y CABO MINACHO
EMAIL:	frevelo1@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	3108658
TELÉFONO MOVIL:	09983747239
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE RES TRATADA CON EXTRACTOS NATURALES
AUTOR O AUTORES:	DIANA CAROLINA REVELO MONTERO
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	13 diciembre de 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. CARLOS GONZÁLEZ
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO DE ALIMENTOS
RESUMEN:	<p>El objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad antioxidante y antimicrobiana de los extractos de romero y té verde aplicados en muestras cárnicas (lomo de falda). Se utilizó carne magra con un peso aproximado de 200 g los tratamientos evaluados fueron control, T1: con 1.0% de extracto de romero, T2: con 2.0% de extracto de romero, T3: con 3.0% de extracto de romero, T4: con 1.0% de extracto de té verde T5: con 2.0% de extracto de té verde, T6: con 3.0% de extracto de té verde. Los 6 tratamientos</p>

fueron sometidos a tiempos de evaluación de 0, 3, 6, 9 y 12 días en almacenamiento a 4° C. Durante los 12 días de almacenamiento se evaluaron por duplicado sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), pH, color (L\*, a\*, b\*) y la inhibición de *E. coli* y Mesófilos totales. Se analizaron los resultados mediante un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB, se realizó la prueba de Tukey para la comparación de las medias bajo los niveles de probabilidad ( $p < 0.05$ ) entre la muestra control y tratamientos. Los resultados obtenidos indican que en el análisis TBARS no existieron diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control, se obtuvo que las concentraciones de extractos de romero y té verde presentaron cambios para los tratamientos 1, 2 y 5 (1% romero, 2% romero, 2% té verde) las bajas concentraciones de extractos no tuvieron un efecto significativo para evitar fenómenos oxidativos sin embargo en los tratamientos 3, 4 y 6 (3% romero, 1% té verde, 3% té verde) presentaron valores de TBA menores en contraste a la muestra control esto podría atribuirse a la presencia de compuestos fenólicos que desempeñan un papel como antioxidante frente a la formación de radicales libres. El valor de pH presentó un marcado descenso en el tratamiento 6 (3% de té verde); este hecho podría deberse a la acción antioxidante de los taninos del té que inhibieron la formación de radicales libres y compuestos nitrogenados. Las medidas de color tuvieron una tendencia decreciente con respecto a los valores de a\* para los tratamientos 1, 2 y 5 (1% romero, 2% romero, 2% té verde) sin embargo los tratamientos 3, 4 y 6 mantuvieron constantes los valores de luminosidad y estos cambios se atribuyen a la oxidación de mioglobina y acumulación de metamioglobina. Según los resultados microbiológicos los tratamientos 3, 4, 6 (3% romero, 1% té verde, 3% té verde) presentaron cambios importantes en la inhibición del crecimiento de microorganismos, altas concentraciones de extracto de romero y té verde mostraron un efecto inhibitor mayor hacia los microorganismos Gram positivos que los Gram negativos y su acción se debe a la presencia de polifenoles. De acuerdo con los análisis realizados el tratamiento 6 con extracto



	de té al 3 % presento mejores resultados durante el almacenamiento.
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	Antioxidante, prooxidantes, catequinas, metamioglobina
<b>ABSTRACT:</b>	<p>The objective of the present study was to evaluate the antioxidant and antimicrobial activity of the extracts of rosemary and green tea applied in meat samples (back of skirt). Lean meat weighing approximately 200 g was used, the treatments evaluated were control, T1: with 1.0% rosemary extract, T2: with 2.0% rosemary extract, T3: with 3.0% rosemary extract, T4: with 1.0% green tea extract T5: with 2.0% green tea extract, T6: with 3.0% green tea extract. The 6 treatments were subjected to evaluation times of 0, 3, 6, 9 and 12 days in storage at 4° C. During the 12 days of storage, substances reactive to thiobarbituric acid (TBARS), pH, color (L) were evaluated in duplicate. *, a *, b *) and the inhibition of E. coli and total Mesophiles. The results were analyzed by means of a completely randomized design (DCA) with factorial arrangement AxB, the Tukey test was performed for the comparison of means under the probability levels (p &lt;0.05) between the control sample and treatments. The results obtained indicate that in the TBARS analysis there were no significant differences between the treatments and the control sample, it was obtained that the concentrations of rosemary and green tea extracts showed changes for treatments 1, 2 and 5 (1% rosemary, 2% rosemary, 2% green tea) the low concentrations of extracts did not have a significant effect to avoid oxidative phenomena however in treatments 3, 4 and 6 (3% rosemary, 1% green tea, 3% green tea) showed TBA values minor in contrast to the control sample this could be attributed to the presence of phenolic compounds that play a role as an antioxidant against the formation of free radicals. The pH value showed a marked decrease in treatment 6 (3% green tea); this fact could be due to the antioxidant action of tea tannins that inhibited the formation of free radicals and nitrogen compounds. The color measures had a</p>

	<p>decreasing tendency with respect to the values of a * for treatments 1, 2 and 5 (1% rosemary, 2% rosemary, 2% green tea) however treatments 3, 4 and 6 kept constant the Luminosity values are attributed to myoglobin oxidation and methamyoglobin accumulation. According to the microbiological results treatments 3, 4, 6 (3% rosemary, 1% green tea, 3% green tea) showed important changes in the inhibition of the growth of microorganisms, high concentrations of rosemary extract and green tea showed an inhibitory effect greater towards Gram-positive microorganisms than Gram-negative microorganisms and its action is due to the presence of polyphenols. According to the analyzes carried out, treatment 6 with tea extract at 3% showed better results during storage.</p>
<p>KEYWORDS-</p>	<p>Antioxidant, prooxidants, catechins, metamioglobina</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

  
 REVELO MONTERO DIANA CAROLINA  
 1724305097

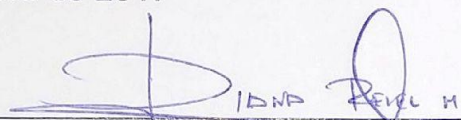


## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **REVELO MONTERO DIANA CAROLINA**, CI 1724305097 autor/a del proyecto titulado: **Evaluación de la estabilidad oxidativa de carne de res (lomo de falda) tratada con extractos naturales** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Alimentos** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

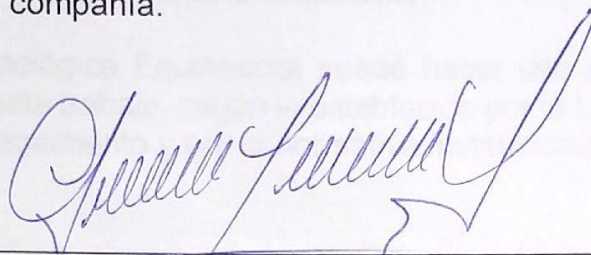
1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 13 de diciembre de 2017

  
DIANA CAROLINA REVELO MONTERO  
1724305097

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **JHONNY ROLANDO TAIPE VENEGAS** con cédula de identidad N.-0702373218 en calidad de Gerente General de ACTICAR S.A. autorizo a **DIANA CAROLINA REVELO MONTERO**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "Evaluación de la estabilidad oxidativa de carne de res (lomo de falda) tratada con extractos naturales", basada en la información proporcionada por la compañía.



---

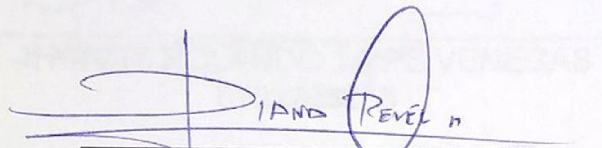
JHONNY ROLANDO TAIPE VENEGAS  
0702373218



## CARTA DE DECLARACIÓN IMPRESA

Yo **DIANA CAROLINA REVELO MONTERO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

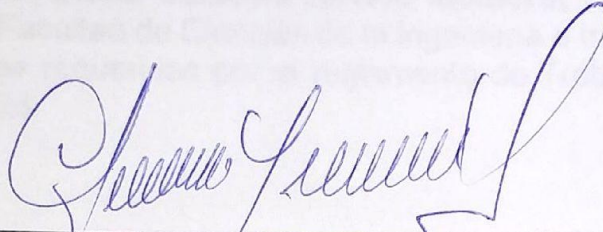
La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



DIANA CAROLINA REVELO MONTERO  
1724305097

## CARTA DE AVAL DE LA EMPRESA

Yo, **JHONNY ROLANDO TAIPE VENEGAS** con cédula de identidad N.-0702373218 en calidad de Gerente General de ACTICAR S.A. certifico que la Srta. **DIANA CAROLINA REVELO MONTERO**, realizó su trabajo de titulación con el tema "Evaluación de la estabilidad oxidativa de carne de res (lomo de falda) tratada con extractos naturales", por requerimientos, y basada en la información proporcionada por la empresa. Los resultados del trabajo se entregaron el día **31 de agosto de 2017**



---

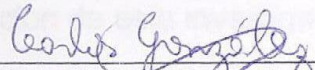
JHONNY ROLANDO TAIPE VENEGAS  
0702373218

DIRECTOR DEL TRABAJO  
CANTON



# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **“Evaluación de la estabilidad oxidativa de carne de res “lomo de falda” tratada con extractos naturales”**, que, para aspirar al título de **Ingeniero en Alimentos** fue desarrollado por **Diana Carolina Revelo Montero**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Carlos González  
**DIRECTOR DEL TRABAJO**  
C.I. 1716316201

# DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y permitirme continuar mi formación profesional por los triunfos adquiridos por los momentos de dificultad y que te dan grandes lecciones de vida.

A mis padres por ser las personas que me han acompañado durante mi vida estudiantil y han sido guías para la culminación de este arduo trabajo por su apoyo, consejos, comprensión y amor.

A mis hermanos y amigos por su apoyo incondicional.

A mi novio compañero inseparable de esta dura jornada por brindarme su ayuda y compartir los buenos y malos momentos.

A mis profesores por el apoyo y conocimiento transmitido en el desarrollo de mi proyecto.

A mi tutor que con su conocimiento supo guiarme y ayudarme en la elaboración de esta investigación.

A ellos este proyecto, que, sin ellos, no hubiese podido ser.

# AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos están dirigidos a la empresa ACTICAR S.A y a todo el equipo administrativo que facilito ampliamente el desarrollo de este proyecto.

A mis padres quienes son pilares fundamentales en mi vida y que conocen de mis esfuerzos y considero que esta es la recompensa a tantos años de dedicación y desvelos.

A todos mis amigos, compañeros, y docentes de la UTE, que formaron parte de mi vida estudiantil y que permanecerán en mis recuerdos.

A mis hermanos Dayana y Kevin por haber compartido mis logros y fracasos, por su apoyo y sus palabras de aliento.

A mi novio Oswaldo por ser mi compañero en este camino, por alentarme a hacer lo que quiero gracias por demostrarme tu interés y tus atenciones.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b>	<b>9</b>
2.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	9
2.2. PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA	9
2.3. ANÁLISIS TBARS	10
2.4. DETERMINACIÓN DE pH	11
2.5. COLOR	11
2.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	11
2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>12</b>
3.1. TBARS	12
3.2. pH	13
3.3. COLOR	14
3.3.1. LUMINOSIDAD	14
3.3.2. a* COORDENADAS ROJO/VERDE	15
3.3.3. b* COORDENADAS AMARRILLO/AZUL	17
3.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	18
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>21</b>
4.1. CONCLUSIONES	21
4.2. RECOMENDACIONES	22
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>23</b>
<b>6. ANEXOS</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
<b>Tabla 1.</b> Extractos naturales aplicados a muestras cárnicas.	9
<b>Tabla 2.</b> Efecto de los diferentes tratamientos sobre el pH.	13
<b>Tabla 3.</b> Influencia del tiempo en la luminosidad.	15
<b>Tabla 4.</b> Influencia del tiempo con respecto a*.	16
<b>Tabla 5.</b> Influencia del tiempo con respecto a b*.	17
<b>Tabla 6.</b> Recuento de Mesófilos y <i>E coli</i> en carne tratado con extractos.	19

# ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
<b>Figura 1.</b> TBARS en carne de res	12



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1.</b> Preparación de la muestra	27
<b>ANEXO 2.</b> Muestras con romero durante el almacenamiento	28
<b>ANEXO 3.</b> Muestras con té verde durante el almacenamiento	29

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad antioxidante y antimicrobiana de los extractos de romero y té verde aplicados en muestras cárnicas (lomo de falda). Se utilizó carne magra con un peso aproximado de 200 g los tratamientos evaluados fueron control, T1: con 1.0% de extracto de romero, T2: con 2.0% de extracto de romero, T3: con 3.0% de extracto de romero, T4: con 1.0% de extracto de té verde T5: con 2.0% de extracto de té verde, T6: con 3.0% de extracto de té verde. Los 6 tratamientos fueron sometidos a tiempos de evaluación de 0, 3, 6, 9 y 12 días en almacenamiento a 4° C. Durante los 12 días de almacenamiento se evaluaron por duplicado sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), pH, color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) y la inhibición de *E. coli* y Mesófilos totales. Se analizaron los resultados mediante un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB, se realizó la prueba de Tukey para la comparación de las medias bajo los niveles de probabilidad ( $p < 0,05$ ) entre la muestra control y tratamientos. Los resultados obtenidos indican que en el análisis TBARS no existieron diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control, se obtuvo que las concentraciones de extractos de romero y té verde presentaron cambios para los tratamientos 1, 2 y 5 (1% romero, 2% romero, 2% té verde) las bajas concentraciones de extractos no tuvieron un efecto significativo para evitar fenómenos oxidativos sin embargo en los tratamientos 3, 4 y 6 (3% romero, 1% té verde, 3% té verde) presentaron valores de TBA menores en contraste a la muestra control esto podría atribuirse a la presencia de compuestos fenólicos que desempeñan un papel como antioxidante frente a la formación de radicales libres. El valor de pH presentó un marcado descenso en el tratamiento 6 (3 % de té verde); este hecho podría deberse a la acción antioxidante de los taninos del té que inhibieron la formación de radicales libres y compuestos nitrogenados. Las medidas de color tuvieron una tendencia decreciente con respecto a los valores de  $a^*$  para los tratamientos 1, 2 y 5 (1% romero, 2% romero, 2% té verde) sin embargo los tratamientos 3, 4 y 6 mantuvieron constantes los valores de luminosidad se atribuyen a la oxidación de mioglobina y acumulación de metamioglobina. Según los resultados microbiológicos los tratamientos 3, 4, 6 (3% romero, 1% té verde, 3% té verde) presentaron cambios importantes en la inhibición del crecimiento de microorganismos, altas concentraciones de extracto de romero y té verde mostraron un efecto inhibitor mayor hacia los microorganismos Gram positivos que los Gram negativos y su acción se debe a la presencia de polifenoles. De acuerdo con los análisis realizados el tratamiento 6 con extracto de té al 3 % presentó mejores resultados durante el almacenamiento.

**PALABRAS CLAVES:** Antioxidante, prooxidantes, catequinas, metamioglobina.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the antioxidant and antimicrobial activity of the extracts of rosemary and green tea applied in meat samples (back of skirt). Lean meat weighing approximately 200 g was used, the treatments evaluated were control, T1: with 1.0% rosemary extract, T2: with 2.0% rosemary extract, T3: with 3.0% rosemary extract, T4: with 1.0% green tea extract T5: with 2.0% green tea extract, T6: with 3.0% green tea extract. The 6 treatments were subjected to evaluation times of 0, 3, 6, 9 and 12 days in storage at 4° C. During the 12 days of storage, substances reactive to thiobarbituric acid (TBARS), pH, color (L) were evaluated in duplicate. \*, a \*, b \*) and the inhibition of *E. coli* and total Mesophiles. The results were analyzed by means of a completely randomized design (DCA) with factorial arrangement AxB, the Tukey test was performed for the comparison of means under the probability levels ( $p < 0.05$ ) between the control sample and treatments. The results obtained indicate that in the TBARS analysis there were no significant differences between the treatments and the control sample, it was obtained that the concentrations of rosemary and green tea extracts showed changes for treatments 1, 2 and 5 (1% rosemary, 2% rosemary, 2% green tea) the low concentrations of extracts did not have a significant effect to avoid oxidative phenomena however in treatments 3, 4 and 6 (3% rosemary, 1% green tea, 3% green tea) showed TBA values minor in contrast to the control sample this could be attributed to the presence of phenolic compounds that play a role as an antioxidant against the formation of free radicals. The pH value showed a marked decrease in treatment 6 (3% green tea); this fact could be due to the antioxidant action of tea tannins that inhibited the formation of free radicals and nitrogen compounds. The color measures had a decreasing tendency with respect to the values of a \* for treatments 1, 2 and 5 (1% rosemary, 2% rosemary, 2% green tea) however treatments 3, 4 and 6 kept constant the Luminosity values are attributed to myoglobin oxidation and methamyoglobin accumulation. According to the microbiological results treatments 3, 4, 6 (3% rosemary, 1% green tea, 3% green tea) showed important changes in the inhibition of the growth of microorganisms, high concentrations of rosemary extract and green tea showed an inhibitory effect greater towards Gram-positive microorganisms than Gram-negative microorganisms and its action is due to the presence of polyphenols. According to the analyzes carried out, treatment 6 with tea extract at 3% showed better results during storage.

**KEYWORDS:** Antioxidant, prooxidants, catechins, metamioglobin.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

La vida útil de los alimentos, como la carne fresca puede describirse como el tiempo máximo en el que la carne y productos cárnicos mantienen sus cualidades nutricionales, sensoriales, microbiológicas y de inocuidad alimentaria y es considerado aceptable por los consumidores (Giannakorou et al., 2001).

El crecimiento microbiano es una de las causas primordiales en el deterioro de la carne almacenada a temperaturas de refrigeración, el tipo y el número de microorganismo son causas importantes que inciden en la velocidad de alteración Hedrick et, .al (2011). Como resultado de ello se presentan cambios sensoriales indeseables en el olor y la apariencia que son factores importantes en la aceptación y vida útil (Nalan, 2002).

Dainty, y Mackey (1992) concluyeron que la alteración microbiológica de la carne refrigerada se evidencia por la aparición de olores, sabores o apariencia diferente normalmente desagradables y se determina a nivel general que tiene más de  $10^6$  UFC/g; y son el punto en el cual la carne presenta alteraciones.

El Efecto de una prolongada oxidación de las grasas es la manifestación de rancidez asociada a una pérdida de palatabilidad debida al desarrollo de sabores y olores indeseables, problemas de textura, así como de la pérdida de valor nutricional (Aubourg, 2001).

Otras causas que fomentan el deterioro de las grasas se refieren a la acción enzimática o microbiana. Entre los catalizadores usuales se encuentran la luz, el calor y ciertas impurezas, tales como el agua y los metales (Pokorny, 2001).

La reacción provocada por un agente oxidante como el oxígeno atmosférico sobre los lípidos es conocido como autooxidación y es un fenómeno que produce deterioro oxidativo de los alimentos. La reacción del oxígeno con los lípidos insaturados (LH) involucra los procesos de iniciación, propagación y terminación (Wilkinson, 2001).

El proceso de oxidación es complejo, las modificaciones sensoriales no se manifiestan hasta que ocurre un gradual aumento en la concentración de peróxidos (Frankel, 1984).

Según Hsieh y Kinsella (1989), la duración del período de iniciación está relacionada con el tipo de grasa y su susceptibilidad a ser oxidada. Un segundo período denominado de reacción o propagación se manifiesta con la presencia de olores y sabores desagradables debido al incremento del contenido de peróxidos y es considerado un estado activo en el que tiene lugar

rápida la oxidación, con la aparición de rancidez olores y sabores asociados con ella y el contenido de peróxidos aumenta de manera acelerada en los alimentos (Frankel, 1984).

Montgomery et al., (2003), concluyeron que el desarrollo de esta etapa no significa la finalización de las reacciones de iniciación, ya que el desarrollo de estas últimas ha sido observado durante etapas de almacenamiento o vida útil del alimento.

Existen factores de procesamiento que pueden influir en la velocidad de la peroxidación lipídica en la carne y los productos cárnicos como son: composición de la carne, tiempo de crianza, procesos de reducción de tamaño tales como molienda, deshuesado, especialmente deshuesado mecánico, abuso de temperatura durante el manejo y distribución, disponibilidad de oxígeno y almacenamiento prolongado (Kanner, 1994).

Chan, Faustman y Decker (1997), demostraron que los productos de autooxidación lipídica incrementan la tasa de oxidación de oximioglobina a metamioglobina; mientras que, el hierro hemo y no hemo que se encuentra en el tejido muscular de animales ha sido reportado como catalizador de la oxidación de lípidos en la carne.

El átomo de hierro provoca la autooxidación de las grasas (Liu y Watts, 1970) ha afirmado que la molécula de hierro hemo interviene en la reacción de oxidación. Al reducir al mínimo la velocidad de la reacción de oxidación de lípidos, debe disminuir el deterioro del color de la carne roja debido a que estas reacciones están relacionadas (Chan et al. 1997).

Se conoce que las bacterias aeróbicas en su fase logarítmica de crecimiento pueden incrementar la tasa de decoloración de la carne (Butler, Bratzler, & Mallman, 1953). Seideman et al., (1984) concluyeron que el alto requerimiento de oxígeno de las bacterias aeróbicas en su fase de crecimiento da como consecuencia la oxidación de la mioglobina a metamioglobina.

Robach y Costilow (1962), deducen que los recuentos bacterianos altos pueden evitar que el oxígeno llegue a la superficie de la carne, provocando una rápida reducción enzimática de la metamioglobina marrón a la mioglobina púrpura después de un período largo de tiempo.

Sin oxígeno presente, la mioglobina púrpura se produce cuando el hemo Fe se reduce a  $Fe^{+2}$  y no hay oxígeno, los prooxidantes como el hierro iónico, la hemoglobina, el NaCl, el contenido de grasa y la composición de ácidos grasos tienen efecto sobre la oxidación de la carne durante el almacenamiento.



Existe una variedad de técnicas analíticas para determinar la oxidación lipídica de la carne. Una de las más utilizadas es la que valora los compuestos de oxidación primaria como son los hidroperóxidos, y las técnicas que determinan los compuestos de oxidación secundarios como el malondialdehído (MDA), los óxidos de colesterol y los compuestos volátiles (Cortinas, 2004).

Otra técnica para medir la oxidación es el TBA (Test del ácido tiobarbitúrico) es un método simple y rápido de usar que valora el MDA, un dialdehído que se forma durante la oxidación secundaria. En productos conservados durante largos períodos de tiempo se espera que exista una reducción del contenido MDA y en consecuencia de los valores de TBA (Wilkinson et al., 2001).

El romero y el té verde son especias y condimentos utilizados desde tiempos antiguos. La aplicación de estos extractos en las industrias alimenticias ha incrementado y ha generado un gran interés por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas debido a los compuestos polifenólicos que contienen (Lee y col., 1995).

La actividad antimicrobiana de los polifenoles juega un papel importante en la defensa contra agentes patógenos estos pueden retrasar el crecimiento de microorganismos debido a que cambian las condiciones del entorno e ingresan en las membranas celulares provocando lisis celular (Brul y Coote, 1999; Ejechi Akpomedaye, 2005).

Los antioxidantes actúan por diferentes mecanismos que son buscando a radicales libres que inician las reacciones de oxidación, inactivando iones metálicos, y eliminando peróxidos para prevenir la formación de radicales libres (Eskin y Robinson, 2001).

La propiedad antioxidante del extracto de té verde se debe a que contiene compuestos polifenólicos como son apicatequinas, galactina de epicatequina (Higdon et al., 1999). Las catequinas del té y otros compuestos polifenólicos eliminan radicales libres, quelantes metálicos, inhibidores de factores de transcripción y enzimas.

Por lo tanto, los extractos de té verde se han utilizado como antioxidantes naturales, agentes antibacterianos y antivirales (Higdon et al., 1999; Manzocco et al., 1998; Tang et al., 2001).

En la investigación de Wanasundara y Shahidi (1998) informaron que se ha encontrado que las catequinas de té crudas son más eficaces para reducir la oxidación de lípidos que el  $\alpha$ -tocoferol o BHA.

Sánchez et al. (2002) determinaron que los antioxidantes naturales y los antimicrobianos como el extracto de rosa permiten prevenir la oxidación y la pérdida de color, así como una ventaja en la disminución notable de la contaminación microbiana en la carne roja envasada con atmósfera modificada.

Por su parte, Farbood, Mac Neil y Ostovar (1976) concluyeron que una concentración del 1,0% de extracto de romero tenía un efecto menor sobre *E. coli*, *E. aerogenes*, *P. Xuorescens*, pero disminuyó el crecimiento de *S.typhimurium* y *S. aureus* en carnes en un 43.2 % Y 99.9 %, respectivamente.

Shelef, Naglik y Bogen (1980) determinaron que el extracto de romero tuvo mayor efectividad en la inhibición del crecimiento microbiano en organismos Gram positivos que en Gram negativos.

Ahn, Grun y Mustapha (2004), concluyen que el uso de oleorresina de Romero 1 % durante nueve días en productos cárnicos produjo la reducción 1 log de *E. coli*.

Para optimizar los efectos beneficiosos de los antioxidantes naturales como el romero, es necesario determinar la etapa óptima para la adición del extracto para determinar su acción como antioxidante y antimicrobiano durante el almacenamiento de carne.

Ahn et al. (2002), investigaron la actividad antioxidante del uso de extracto de semilla de uva y extracto de corteza de pino, que contienen numerosos compuestos fenólicos, como ácido cafeico, quercetina, proantocianidinas, catequina, epicatequina, y el resveratrol, como una opción de antioxidantes naturales en los productos cárnicos.

Cortinas (2014) determinó que, al usar extracto de té verde, los valores de TBARS y hexanal fueron más bajos que los obtenidos en el control (sin adición de antioxidantes), entonces se determinó que ambos extractos tenían un efecto de protección de los productos cárnicos frente a las reacciones oxidativas.

McCarthy et al. (2001), determinaron que las catequinas de té, romero y salvia produjeron una buena actividad antioxidante en paté de cerdo, en el siguiente orden de efectividad: catequinas de té > romero > salvia; de igual manera en este estudio se propusieron las dosis de adición de estos ingredientes de 0.25, 0.10, 0.05 % para catequinas de té, romero y salvia, respectivamente, a este producto.

Sebranek et al., (2005), indican que un extracto comercial de romero fue evaluado por su efecto antioxidante a través del método TBARS, análisis sensorial y análisis de color en salchichas refrigeradas y frescas. En este estudio se determinó que, para las salchichas refrigeradas, el extracto de romero a concentraciones de 2500 ppm presentó igual efectividad que el BHA/BHT. El extracto de romero fue igualmente efectivo que BHA/BHT en mantener bajos los valores TBARS de las salchichas congeladas.

Descalzo y Sancho (2008), indican que se ha generado números estudios en carne y productos cárnicos con aditamentos de antioxidantes naturales que apoyan a mantener la calidad de los productos, ya sea en el empleo de estrategias nutricionales a animales en pie o la adición directa a la carne durante el proceso de elaboración de productos cárnicos. Estrategias nutricionales suplementación de las dietas con vitamina E ha evidenciado ser efectiva para reducir la oxidación lipídica, manteniendo el color a la carne consiguiendo productos cárnicos con vida útil más larga.

En su investigación Osawa (2005), evaluó los valores de TBA en carne de res y de cerdo almacenada a 4 °C y de distinta procedencia las variaciones que existieron se deben a las condiciones de almacenamiento de origen y de los procedimientos de manipulación, sin embargo se determinó que existe una relación inversa entre los valores del pH y TBA el aumento de una unidad de pH significa que los valores del TBA disminuyen en promedio de 0.28 a 0.26 unidades para muestras en carne de cerdo y 0.14 unidades para carne de res.

Diferentes trabajos han determinado una escala aproximada para la interpretación de los valores de TBA (mg/kg) en carne y subproductos se han fundamentado en la correlación de compuestos volátiles y TBA de igual manera han propuesto un valor umbral para el TBA de 800 µg/kg Gallinger (2015).

Según Fernández y col., (2005) en los productos cárnicos, a pesar de que la cantidad de grasa es relativamente baja, la aplicación de antioxidantes podría mejorar la calidad de estos productos agregando ingredientes considerados como benéficos para la salud a los productos cárnicos brindando a los productores la oportunidad de mejorar la calidad nutricional.

El objetivo de este estudio fue determinar la estabilidad oxidativa de carne de res (lomo de falda) tratada con extractos naturales de romero y té verde.

Asimismo, los objetivos específicos fueron:

- Seleccionar la concentración efectiva de cada extracto natural vegetal según su efecto sobre los cambios de color y peroxidación lipídica en lomo de falda durante el almacenamiento.

- Evaluar de los efectos con la concentración óptima de extracto de té verde y extracto de romero sobre el pH y actividad antimicrobiana en lomo de falda durante el almacenamiento.

## **2. METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra cárnica (lomo de falda) fue proporcionada por la empresa ACTICAR S.A en piezas aproximadamente de 5 kilos fue transportada en refrigeración hasta las instalaciones de la Planta Piloto de Alimentos y Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Universidad Tecnológica Equinoccial. La muestra obtenida fue etiquetada con información de trazabilidad del producto.

### 2.2. PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA

La pieza de lomo de falda mediante un proceso manual se retiró todos los tejidos blandos que rodean la pieza, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos los tejidos no separados durante la faena siguiendo normas de seguridad e inocuidad, se procederá a porcionar la pieza en cortes de 200 gramos para la aplicación de los tratamientos (C) muestra control (T1) extracto de romero 1 % (T2) extracto de romero al 2 % (T3) extracto de romero 3 %, (T4) extracto de té verde al 1 %, (T5) extracto de té verde al 2 %, (T6) extracto de té verde al 3 %.

En la Tabla 1 se observa los extractos utilizados sus concentraciones y los tratamientos aplicados en las muestras cárnicas a temperatura de 4°C.

**Tabla 1.** Extractos naturales aplicados a muestras cárnicas

Muestra	Extracto	Concentración
<b>Control</b>	*	*
<b>Tratamiento 1</b>	Romero	1%
<b>Tratamiento 2</b>	Romero	2%
<b>Tratamiento 3</b>	Romero	3%
<b>Tratamiento 4</b>	Té verde	1%
<b>Tratamiento 5</b>	Té verde	2%
<b>Tratamiento 6</b>	Té verde	3%



### 2.3. ANÁLISIS TBARS

El contenido de malondialdehído (MDA) se cuantificó como un índice de peroxidación lipídica se usó el ensayo de las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), según Du y Bramlage (1992) se tomó las tres muestras experimentales, cada una fue triturada y homogenizada con 6 mL de una solución acuosa de ácido tricloroacético (TCA) 0.1 % p/v.

La mezcla se centrifugó a 13.000 rpm x g durante 10 min y se separó el sobrenadante por filtración. A 1 mL de sobrenadante se añadió 1 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0.6 % p/v en TCA 20 % p/v preparado diariamente. La mezcla fue sometida a ebullición durante 20 min y la reacción fue detenida colocando los tubos de ensayo en un baño de agua con hielo.

Se centrifugó a 13.000 rpm x g por 5 min y la absorbancia de la fase acuosa se midió a 532 nm, 440 nm y 600 nm respectivamente con el fin de realizar las correcciones por interferencias. Se colocó agua destilada en lugar de extracto, y fue usado como blanco.

La cantidad del complejo MDA-TBA (color rojo) fue calculado como los nmoles/mL de malondialdehído (MDA) presentes en un gramo de tejido, de acuerdo con la ecuación 1 (Du y Bramlage, 1992): [1]

$$\text{nmol/mL MDA} = \{(A_{532} - A_{600}) - [(A_{440} - A_{600}) \times \left( \frac{\epsilon_{\text{Fru } 532}}{\epsilon_{\text{Fru } 440}} \right)]\} \times 10^6 \quad [1]$$

Dónde:

**A532** : absorbancia del complejo malondialdehído-TBA a 532 nm

**A600** : absorbancia de turbidez no específica a 600 nm

**A440** : absorbancia del complejo fructosa-TBA a 440 nm

**$\epsilon_{\text{Fru } 532}$** : coeficiente de extinción de la fructosa a 532 nm (8.1 L/mol.cm)

**$\epsilon_{\text{Fru } 440}$** : coeficiente de extinción de la fructosa a 440 nm (141 L/mol.cm)

**$\epsilon_{\text{MDA}}$** : coeficiente de extinción del malondialdehído (1.57x10<sup>5</sup> L/mol.cm)

Los resultados se expresarán como contenido de TBARS (nmoles de MDA/g tejido). Para cada condición se realizarán dos moliendas, y dos extractos para cada una de ellas. Las medidas se realizarán por triplicado.

## **2.4. DETERMINACIÓN DE pH**

Se homogenizó 10 g de muestra con 100 mL de agua destilada durante 2 min. El pH de la solución resultante se midió con un potenciómetro, previamente calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4 y 7 según NTE INEN 0783 (1985).

## **2.5. COLOR**

La determinación de color se realizó por colorimetría sobre la superficie de las piezas cárnicas se utilizó un colorímetro Konica Minolta® CR400, la guía para la medición del color de la American Meat Science Association (Hunt et al., 1991).

## **2.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se realizó conteos para el contenido de mesófilos viables 40 horas y recuento de coliformes en 24 horas. Los resultados microbiológicos fueron reportados en unidades formadoras de colonias (UFC/g) según las normas NTE INEN 1529.7:1990 y NTE INEN 1529.5:1990.

## **2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se aplicó un diseño factorial AxB para el análisis de las muestras se empleó la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos extracto de romero y extracto de té verde medido entre las variables de respuesta.

Los datos fueron analizados en el software estadístico INFOSTAT Versión Estudiantil 2016.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. TBARS

En la Figura 1 se muestran los efectos de los tratamientos en el desarrollo del TBARS en carne cruda durante 12 días de almacenamiento y las concentraciones de malondialdehído obtenidos a lo largo del tiempo y aplicados en muestras tratadas con extractos naturales.

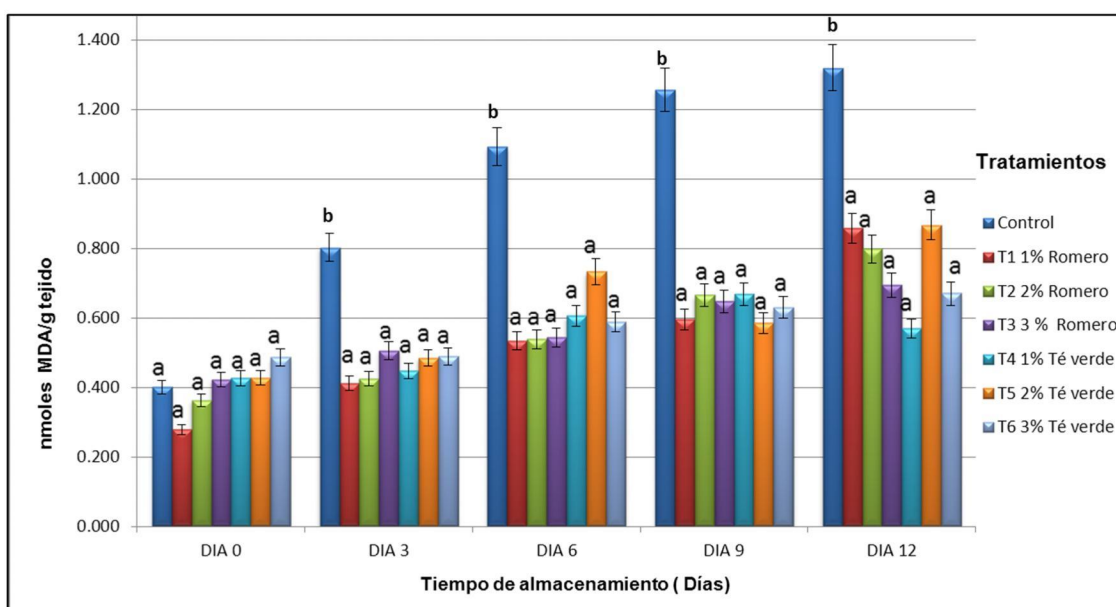


Figura 1. TBARS en carne de res <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Valor Promedio  $\pm$  Desviación estándar (n=2)

<sup>2</sup>Letras diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (p<0.05)

Los valores de TBA de la muestra control se incrementan significativamente ( $p>0.05$ ) a lo largo del tiempo de almacenamiento, siendo mayor este aumento a partir del día 9, la muestra no mejoró la estabilidad oxidativa debido a la ausencia de compuestos antioxidantes por lo que se puede atribuir estos cambios a la formación de hidroperóxidos y radicales libres (Gray, 1996).

En cuanto al efecto en los tratamientos 1, 2, 5 (1% romero, 2% romero, 2 % té verde) no mostraron diferencias significativas para los valores de TBARS, sin embargo presentaron valores menores de TBARS hasta el día 6 presentando un aumento en los valores desde el día 9 hasta el periodo final de almacenamiento.

La ausencia del efecto antioxidante tras la incorporación del extracto de romero y té verde puede indicar que el extracto se volatilizó o fue biotransformado con otros compuestos perdiendo su efecto antioxidante.

De igual manera este comportamiento puede ser atribuido a que la dosis administrada tuvo una baja concentración de componentes fenólicos y esto pudo conducir a la formación de agregados proteicos que afectan la disponibilidad de aminoácidos esenciales y por consecuencia la pérdida de la calidad de la carne (Sante-Lhoutelier at., 2007).

En los tratamientos 3, 4 y 6 (3 % romero, 1% té verde, 3 % té verde) presentaron un comportamiento similar hasta el día 6, sin embargo se presentó una leve disminución a partir del día 9 estos cambios pueden deberse a la actividad antioxidante del té verde atribuyendo dicha actividad a diversos compuestos fenólicos (polifenoles) y carotenoides que desempeñan un papel como antioxidante frente a la presencia de radicales libres tratando de proteger la peroxidación de ácidos grasos poliinsaturados y lipoproteínas de baja densidad estos compuestos antioxidantes actúan neutralizando el oxígeno y capturando radicales libres (Traber,2007).

### 3.2. pH

La Tabla 2 muestra el efecto de la aplicación de extractos de romero y té verde sobre los valores de pH en carne cruda de res almacenada durante 12 días.

**Tabla 2.** Efecto de los diferentes tratamientos sobre el pH <sup>1,2</sup>

pH					
Tratamiento	DIA 0	DIA 3	DIA 6	DIA 9	DIA 12
Control	5.40±0.14 <sup>a</sup>	5.60±0.18 <sup>a</sup>	5.80±0.18 <sup>a</sup>	6.12±0.26 <sup>a</sup>	6.27±0.45 <sup>a</sup>
Tratamiento 1	5.62±0.15 <sup>a</sup>	5.60±0.18 <sup>a</sup>	6.07±0.89 <sup>a</sup>	6.37±0.22 <sup>a</sup>	6.65±0.36 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	5.87±0.61 <sup>a</sup>	5.52±0.15 <sup>a</sup>	6.10±0.86 <sup>a</sup>	6.32±0.33 <sup>a</sup>	6.77±0.37 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	5.87±0.78 <sup>a</sup>	5.70±0.45 <sup>a</sup>	5.42±0.15 <sup>a</sup>	6.40±0.42 <sup>a</sup>	6.82±0.67 <sup>a</sup>
Tratamiento 4	5.42±0.25 <sup>a</sup>	5.72±0.17 <sup>a</sup>	5.62±0.33 <sup>a</sup>	5.92±0.09 <sup>a</sup>	5.72±0.57 <sup>a</sup>
Tratamiento 5	5.30±0.29 <sup>a</sup>	5.60±0.16 <sup>a</sup>	5.52±0.22 <sup>a</sup>	5.52±0.12 <sup>a</sup>	5.57±0.38 <sup>a</sup>
Tratamiento 6	5.27±0.26 <sup>a</sup>	5.67±0.22 <sup>a</sup>	5.45±0.12 <sup>a</sup>	5.60±0.21 <sup>a</sup>	5.90±0.42 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Valor Promedio ± Desviación estándar (n=2)

<sup>2</sup>Letras diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (p<0.05)

Los valores de pH para la muestra control y demás tratamientos aumentaron ligeramente a lo largo del tiempo de almacenamiento. Sin embargo, los tratamientos 4, 5, 6 (1 %, 2 %, 3 %) de extracto de té verde son los que presentaron valores menores.

El pH para las muestras con 1 %, 2 %, 3 % de extracto de romero (Tratamiento 1, Tratamiento 2, Tratamiento 3) aumentaron sus valores a lo largo del tiempo de almacenamiento estos cambios pueden estar relacionados con la formación de ácido láctico y compuestos nitrogenados por las bacterias que causan la acidificación del producto. Los valores obtenidos no cumplen con la referencia de la norma NTE INEN 783. 5.9 que describe que la carne debe estar en rangos de 5.4 a 5.9.

Sin embargo, a concentraciones de 1 %, 2 %, 3 % de extracto de té verde (Tratamiento 4, Tratamiento 5, Tratamiento 6) los valores de pH son similares y se mantienen constantes durante el almacenamiento por lo que no se observa un efecto significativo ( $p > 0.05$ ) de la concentración ni del tiempo de almacenamiento sobre este parámetro.

Esto puede deberse a la presencia de taninos del té que influyen en la disminución de compuestos nitrogenados y forman el complejo tanino-proteína que ioniza hidroxilos fenólicos disminuyendo el pH (Muller et., 1992). Los valores obtenidos cumplen con la norma NTE INEN 783. 5.9.

### **3.3.COLOR**

#### **3.3.1. LUMINOSIDAD**

La tabla 3 presenta los valores de las coordenadas de color CIELab en carne fresca de res refrigerada a 4° C durante 12 días de almacenamiento.

Puede observarse que los valores de luminosidad ( $L^*$ ) en la muestra control y demás tratamientos disminuyen durante el tiempo de almacenamiento. Sin embargo, no se observaron cambios significativos en el valor de la coordenada ( $L^*$ ) por efecto del tiempo de almacenamiento durante los primeros 6 días.

**Tabla 3.** Influencia del tiempo en la luminosidad <sup>1,2</sup>

LUMINOSIDAD					
Tratamiento	DIA 0	DIA 3	DIA 6	DIA 9	DIA 12
Control	39.93±3.56 <sup>a</sup>	36.23±5.27 <sup>a</sup>	32.74±0.86 <sup>a</sup>	30.44±0.73 <sup>a</sup>	29.17±1.60 <sup>a</sup>
Tratamiento 1	44.64±0.43 <sup>a</sup>	37.42±3.86 <sup>a</sup>	36.83±2.54 <sup>a</sup>	34.39±3.85 <sup>a</sup>	33.19±1.67 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	36.79±1.10 <sup>a</sup>	37.63±3.38 <sup>a</sup>	35.25±5.49 <sup>a</sup>	30.34±2.67 <sup>a</sup>	29.05±2.06 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	38.08±1.05 <sup>a</sup>	36.70±2.11 <sup>a</sup>	36.12±4.06 <sup>a</sup>	36.90±1.25 <sup>a</sup>	38.15±6.74 <sup>a</sup>
Tratamiento 4	42.30±0.87 <sup>a</sup>	40.50±6.77 <sup>a</sup>	38.91±2.18 <sup>a</sup>	37.16±1.20 <sup>a</sup>	39.76±3.31 <sup>a</sup>
Tratamiento 5	43.65±0.47 <sup>a</sup>	37.91±2.58 <sup>a</sup>	34.84±2.29 <sup>a</sup>	31.02±1.50 <sup>a</sup>	32.21±1.59 <sup>a</sup>
Tratamiento 6	46.29±1.14 <sup>a</sup>	44.03±1.44 <sup>a</sup>	42.33±1.88 <sup>a</sup>	41.94±4.25 <sup>a</sup>	42.99±4.42 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Valor Promedio ± Desviación estándar (n=2)

<sup>2</sup>Letras diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (p<0.05)

En cuanto al efecto para los tratamientos 1, 2,5 (1 % romero, 2 % romero, 2 % té verde) se observa una mayor pérdida de luminosidad lo que podría deberse al cambio del pigmento oximioglobina (OXI) de color rojo a metamioglobina (MMb) que se presenta de color pardo y que se produce durante el almacenamiento de la carne. (Mackenna et al., 2005).

Con referencia a los tratamientos 3 ,4 y 6 (3 % romero, 1% té verde, 3 % té verde) los valores obtenidos de (L\*) son ligeramente superiores a los obtenidos para los tratamientos 1, 2, 5 por lo que podría atribuirse que los extractos tienen compuestos antioxidantes como el ácido carnósico y flavonoides que atribuyen un efecto protector para los ácidos grasos susceptibles de oxidación, así como de la estabilidad de las membranas fosfolípídicas y estos resultados son coherentes con lo expuesto por Ozlem (2010).

El tratamiento 6 (3% té verde) de acuerdo con los resultados mostrados se observa que existe una ligera tendencia a retardar y prevenir la degradación del color de la carne durante el almacenamiento.

### 3.3.2. PARÁMETRO a\*

Se observa en la Tabla 4 valores de a\* con relación al tiempo a 0 y 12 días de almacenamiento:

**Tabla 4.** Influencia del tiempo con respecto a\* <sup>1,2</sup>

a *					
Tratamiento	DIA 0	DIA 3	DIA 6	DIA 9	DIA 12
Control	18.66±0.40 <sup>a</sup>	14.86±2.35 <sup>a</sup>	13.58±2.18 <sup>a</sup>	11.06±0.14 <sup>a</sup>	8.56±0.65 <sup>a</sup>
Tratamiento 1	18.05±0.33 <sup>a</sup>	14.45±1.95 <sup>a</sup>	13.93±1.34 <sup>a</sup>	10.24±4.41 <sup>a</sup>	9.12±0.87 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	18.80±2.34 <sup>a</sup>	14.70±1.74 <sup>a</sup>	13.87±2.37 <sup>a</sup>	11.61±2.44 <sup>a</sup>	10.41±1.24 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	18.46±0.19 <sup>a</sup>	15.60±1.05 <sup>a</sup>	15.58±3.38 <sup>a</sup>	14.76±2.11 <sup>a</sup>	14.57±5.91 <sup>a</sup>
Tratamiento 4	18.21±2.05 <sup>a</sup>	15.28±5.35 <sup>a</sup>	14.93±0.95 <sup>a</sup>	12.29±2.11 <sup>a</sup>	12.16±2.38 <sup>a</sup>
Tratamiento 5	17.28±0.13 <sup>a</sup>	15.14±1.46 <sup>a</sup>	13.72±2.31 <sup>a</sup>	12.90±2.85 <sup>a</sup>	9.80±2.12 <sup>a</sup>
Tratamiento 6	17.01±0.13 <sup>a</sup>	15.38±2.03 <sup>a</sup>	14.83±2.42 <sup>a</sup>	14.56±2.04 <sup>a</sup>	14.41±1.16 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Valor Promedio ± Desviación estándar (n=2)

<sup>2</sup>Letras diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (p<0.05)

Los análisis mostraron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control con relación a la intensidad de rojo.

Con respecto a la coordenada a\* puede observarse que su valor disminuye para los tratamientos a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento lo que indica una pérdida del color rojo propio de la carne fresca.

En el caso de la muestra control que no recibió ningún tratamiento el tono rojo disminuyó progresivamente durante el almacenamiento y al día 12 desarrollo coloraciones verdes que pueden deberse a formaciones de compuestos como sulfomioglobina que se forma por la acción de sulfuro de hidrogeno y oxígeno sobre la mioglobina (Lawrie, 1985).

Con referencia a los tratamientos 1, 2, 5 (1 % romero, 2 % romero, 2 % té verde) el tono rojo disminuye por lo que comienza la decoloración del músculo, observando una tendencia a los tonos verdes que puede deberse, a la alteración del grupo hemo y formación de compuestos como coleo globina que resulta cuando existe una interacción de la mioglobina y el peróxido de hidrógeno (Lawrie, 1985).

En relación a los tratamientos 3, 4 y 6 (3 % romero, 1% té verde, 3 % té verde) la evolución del color fue más estable y el índice de rojo se mantuvo durante los días de almacenamiento, sin embargo se observa que las muestras presentaron un incremento significativo a partir del día 9, lo que podría deberse a una pérdida de respiración mitocondrial durante el almacenamiento lo que implica un incremento de oxígeno en la superficie del musculo, propiciando una adecuada generación de oximioglobina y altos valores de a\* los resultados concuerdan con los de la investigación de P. Albertí et al. (2005).



En el día 12 se compararon los tratamientos que contenían extracto de romero y extracto de té verde, y los resultados fueron una tonalidad rojiza significativamente mayor en el tratamiento 6 (3 % té verde) con un valor de 14.21 a diferencia de las muestras tratadas con romero y la muestra control que mantiene valores bajos, este efecto se atribuye a la alta concentración de extracto y presencia de compuestos fitoquímicos con alta actividad antioxidante (polifenoles) propios del té verde que contribuyen a mantener la cantidad de mioglobina y no perder el tono de la carne (Sánchez, 2002).

### 3.3.3. PARÁMETRO b\*

En la Tabla 5 se muestra que no existen diferencias significativas en las tonalidades de amarillo entre tratamientos.

**Tabla 5.** Influencia del tiempo con respecto a b\* <sup>1,2</sup>

b *					
Tratamiento	DIA 0	DIA 3	DIA 6	DIA 9	DIA 12
Control	6.55±0.69 <sup>a</sup>	6.79±1.87 <sup>a</sup>	7.31±1.75 <sup>a</sup>	7.81±1.03 <sup>a</sup>	10.98±0.85 <sup>a</sup>
Tratamiento 1	7.70±0.66 <sup>a</sup>	7.97±1.62 <sup>a</sup>	8.07±3.29 <sup>a</sup>	8.12±1.48 <sup>a</sup>	8.37±1.29 <sup>a</sup>
Tratamiento 2	5.84±0.74 <sup>a</sup>	6.26±2.31 <sup>a</sup>	6.40±3.87 <sup>a</sup>	6.68±1.35 <sup>a</sup>	8.75±0.99 <sup>a</sup>
Tratamiento 3	5.06±0.40 <sup>a</sup>	5.19±2.06 <sup>a</sup>	5.87±1.83 <sup>a</sup>	5.93±0.60 <sup>a</sup>	6.01±3.43 <sup>a</sup>
Tratamiento 4	5.40±0.93 <sup>a</sup>	5.84±2.35 <sup>a</sup>	5.88±0.62 <sup>a</sup>	5.91±0.73 <sup>a</sup>	6.18±2.61 <sup>a</sup>
Tratamiento 5	6.61±0.13 <sup>a</sup>	7.03±1.93 <sup>a</sup>	7.23±1.28 <sup>a</sup>	7.99±2.26 <sup>a</sup>	8.37±1.67 <sup>a</sup>
Tratamiento 6	5.04±1.41 <sup>a</sup>	5.24±1.28 <sup>a</sup>	5.75±0.87 <sup>a</sup>	6.07±1.10 <sup>a</sup>	6.31±1.95 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Valor Promedio ± Desviación estándar (n=2)

<sup>2</sup>Letras diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (p<0.05)

Los análisis mostraron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control con relación a la intensidad de b\*.

La coordenada b\* mostró un comportamiento contrario al de a\*, presentando un incremento significativo a medida que avanza el tiempo de

almacenamiento y generando tonalidades amarillas y pardas en la carne fresca.

Con relación a la muestra control que no recibió ningún tratamiento la intensidad de  $b^*$  aumento progresivamente durante el almacenamiento y con la presencia de tonos amarillos- pardos que puede atribuirse a la aceleración de la actividad enzimática de la carne.

Los tratamientos 1, 2, 5 (1 % romero, 2 % romero, 2 % té verde) a los 12 días de almacenamiento los tratamientos presentaron un tono marrón mayor el cual puede deberse a una reacción de oxidación que por consecuencia se formó metamioglobina dando a la carne un color marrón- pardo (Lehninger, 1982).

Sin embargo, las muestras de los tratamientos 3, 4 y 6 (3 % romero, 1% té verde, 3 % té verde) se tornaron menos marrones lo que puede atribuirse a presencia de altas concentraciones de extractos lo que inhibió paulatinamente reacciones de oxidación y mantuvo la disponibilidad de mioglobina en la superficie de la carne (Townsend, 1976).

El lomo de falda es un corte que presenta estabilidad de color mayor a la de otro corte de bovino como lo explica Chan et al (1997). La dosis de extractos naturales y el período de exposición utilizados para alargar el tiempo de vida útil y mantener un color óptimo fueron los tratamientos 3, 4 y 6 (3 % romero, 1% té verde, 3 % té verde) estos tratamientos mostraron un color estable a lo largo de un período de 12 días de almacenamiento y se puede apreciar que una exposición prolongada con dosis altas de extractos son las más apropiadas (Arnold et al., 1993) y pudo destacarse que los tratamientos antes nombrados tienen valores de  $a^*$  ( índices de rojo) que tendieron a presentar un color estable a los 12 días de almacenamiento en contraste con los otros tratamientos.

### **3.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

En la Tabla 6 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos (log ufc/g) después del seguimiento durante 0 y 12 días de almacenamiento aplicado a 7 muestras de carne (lomo de falda).

**Tabla 6.** Recuento de mesófilos y *E. coli* en carne tratada con extractos

Muestra	Día			
	0		12	
	Recuento de Aerobios	<i>Escherichia coli</i>	Recuento de Aerobios	<i>Escherichia coli</i>
Control	3.2x10 <sup>4</sup>	<10	6.65 x10 <sup>7</sup>	8.25x10 <sup>4</sup>
Tratamiento 1	1.3 x10 <sup>4</sup>	<10	1.6x10 <sup>5</sup>	3.8x10 <sup>3</sup>
Tratamiento 2	1.2x10 <sup>6</sup>	2.0x10 <sup>2</sup>	1.6x10 <sup>6</sup>	3.9x10 <sup>3</sup>
Tratamiento 3	2.8x10 <sup>6</sup>	4.0x10	1.3x10 <sup>4</sup>	5.0x10 <sup>2</sup>
Tratamiento 4	2.7x10 <sup>5</sup>	<10	2.0x10 <sup>3</sup>	7.0x10 <sup>2</sup>
Tratamiento 5	1.8x10 <sup>4</sup>	<10	2.4x10 <sup>5</sup>	7.8x10 <sup>3</sup>
Tratamiento 6	3.8x10 <sup>4</sup>	<10	2.0x10 <sup>3</sup>	2.0x10 <sup>2</sup>

Los recuentos de aerobios mesófilos incrementaron significativamente a lo largo de los 12 días de almacenamiento tanto para la muestra control como para los tratamientos 1, 2, 5 (1 % romero, 2 % romero ,2 % té verde).

Sin embargo, se observa un retraso en el crecimiento de mesófilos para los tratamientos 3, 4, 6 (3 % romero, 1% té verde, 3 % té verde) durante el almacenamiento, este comportamiento podría reflejar cierto efecto antimicrobiano debido a la presencia de compuestos bactericidas tipo xantinas, flavonoides y catecoles que este extracto posee para poder extender la vida útil de la carne fresca (Lee y col., 1995).

Los recuentos de mesófilos totales al día 12 para los 6 tratamientos se encuentran dentro de los límites permitidos de 1.0 x10<sup>7</sup> ufc/g carne fresca establecido en la NTE INEN 1338:2012.

En relación al recuento de *E. coli* como en los casos anteriores, se observa un aumento significativo durante los 12 días de almacenamiento para las muestras evaluadas, siendo el valor más elevado al final del período de almacenamiento para la muestra control.

Los recuentos de coliformes incrementaron para los tratamientos 1, 2, 5 (1 % romero, 2 % romero ,2 % té verde) durante el período de almacenamiento esto podría atribuirse a un posible crecimiento de *Pseudomonas* que se desarrollan en un ambiente de refrigeración y producen esterres etílicos y compuestos sulfurados que producen alteración de la carne (Rosset, 1982).

Sin embargo los recuentos son menores en los tratamientos 3, 4, 6 (3 % romero, 1% té verde, 3 % té verde) es posible que la incorporación de

té verde contribuyera en la inhibición del crecimiento de coliformes en las muestras analizadas. Este efecto inhibitor podría ser atribuido a su composición fenólica

En el caso del tratamiento 2 (2 % romero) y 3 (3 % romero) iniciaron con valores de recuento de  $(2.0 \times 10^2)$  y  $(4.0 \times 10^1)$  es posible que existiera una contaminación en el proceso de manipulación esto podría atribuirse a un aumento de los microorganismos al momento de su análisis

Los recuentos de coliformes al día 12 para los 6 tratamientos se encuentran dentro de los límites permitidos de  $(1.0 \times 10^3 \text{ ufc/g carne fresca})$  establecido en la NTE INEN 1338:2012.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- En el análisis de TBARS el tratamiento 6 (3 % de té verde) presentó la mejor estabilidad oxidativa durante el almacenamiento debido a la presencia de compuestos fenólicos y carotenoides propios del extracto.
- A concentración de (3 % de té verde) tratamiento 6 se mostró valores menores de pH que puede deberse a la presencia de taninos del té que influyen en la disminución de compuestos nitrogenados.
- El tratamiento 6 (3 % té verde) permitió retardar la transformación de oximioglobina a metamioglobina presentando una mayor estabilidad de color rojo evitando la pérdida de luminosidad y reduciendo la tasa de degradación de la intensidad de  $a^*$  y  $b^*$ .
- Los recuentos microbianos de mesófilos y *E. Coli* han sido más bajos en el tratamiento 6 (3% té verde) lo cual puede atribuirse al efecto antimicrobiano propio del té verde cumpliendo con la NTE INEN 1338:2012 que establece un recuento permisible de  $(1.0 \times 10^3 \text{ ufc/g}$  carne fresca).
- El tratamiento con extracto de té verde ha demostrado ser eficaz inhibidor de la microbiota superficial en lomo de falda, especialmente cuando son incorporados en concentraciones del 3% la presencia de compuestos antioxidantes propios del extracto como polifenoles generan un retardo de la oxidación lipídica, además disminuyen el deterioro oxidativo de la carne durante el almacenamiento.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio del efecto conservante y antimicrobiano del extracto de romero en la sustitución de nitritos en productos elaborados como embutidos y salami.
- Estudiar el efecto de la combinación de 2 extractos naturales con relación a la actividad antimicrobiano y antioxidante en productos cárnicos.
- Proponer estudios acerca de la actividad antioxidantes del extracto de té verde en alimento procesados.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Ahn DU, Wolfe FH, Sim JS, Kim DH. *El empaquetado de las hamburguesas de carne de pavo cocidas mientras caliente reduce la peroxidación de lípidos*. J. Food Sci. 57: 1075 - 1077, 1115 (1992)
- Auburg SP Review: *Loss of quality during the manufacture of fish products*. Food Sci. Tech.Int.2001;7(3):199-215
- BRUL S., P. COOTE (1999). *Preservative agents in foods: mode of action and microbial resistance mechanisms*. International Journal of Food Microbiology
- Butler, O. D., Bratzler, L. J., y Mallman, W. L. (1953). *El efecto de las bacterias sobre el color de los cortes de carne de vacuno preenvasados*. Food Technology, 7, 397 - 400.
- Cibele Cristina Osawa; Pedro Eduardo de Felício; Lireny Ap. Guaraldo Gonçalves,2005. *Teste de TBA aplicado a carnes y derivados: métodos tradiciones, modificados e alternativos*
- Cortinas Hernández, L. 2004. *Niveles de ácidos grasos poliinsaturados y  $\alpha$ -tocoferol en el pienso de broilers: equilibrio entre composición lipídica y estabilidad oxidativa de la carne [Tesis Doctoral]*. Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Chan, W. K. M., Faustman, C., & Decker, E. A. (1997). *Oxidación de Oxymyoglobin como Vectado por productos de oxidación de liposomas de phosphatidylcholine*. Journal of Food Science, 62, 709 - 712.
- DESCALZO, A. y SANCHO, A. *A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina*. Meat Science. 2008. Vol. 79. p. 423–436
- Du, Z. y Bramlage, W.J. (1992). *Modified thiobarbituric acid assay for measuring lipid oxidation in sugar-rich plant tissue extracts*. J. Agric. food Chem. 40, 1566-1570.
- ESKIN N.A.M., ROBINSON D.S. (2001). *Food shelf life stability: Chemical, Biochemical, and Microbiological Changes*. London: CRC Press. Pp. 198-205
- Farbood, M.I., MacNeil, J. H., & Ostovar, K, (1976). *Effect of rosemary spice extractive on growth of microorganism in meats*. Journaly of Milk and Food Technology, 39, 675-679

- Frankel, E. N., Huang, S. W., Kanner, J., & German, J. B. (1994). *Interfacial phenomena in the evaluation of antioxidants: Bulk oils vs. Emulsions*. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 42, 1054–1059.
- G Ripoll, M Joy, F Muñoz, P Albertí. *Meat Science* 80, 239-248
- Gallinger I, Claudia (2015). *Estabilidad oxidativa y calidad sensorial de carne de pollo enriquecida con ácidos grasos n-3 proveniente de fuentes de origen vegetal y animal, protegida con vitamina E y selenio orgánico*
- Giannakourou M, Koutsoumanis K, Nychas G, Taoukis P. *Development and assessment of an intelligent shelf life decision system (SLDS) for quality optimization of the food chill chain*. J. Food Prot. 2001; 64 (7): 1051-1057.
- GRAY, J.I., GOMAA, E.A., BUCKLEY, D.J. 1996. Oxidative quality and shelf-life of meats. *Meat Science*, 43: S111-S123
- Hedrick W, Parker M, Lee R. *Using microsatellite and MHC variation to identify species, ESUs, and MUs in the endangered Sonoran topminnow*. Mol. Ecol. 2001; 10 (6): 1399-1412.
- Higdon, J. V., y Frei, B. (2003). *Catequinas y polifenoles del té: efectos en la salud, metabolismo y funciones antioxidantes*. *Críticas en Food Science and Nutrition*, 43, 89-143.
- HN, J.; GRÜN, I. y FERNANDO, N. *Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef*. En: *Journal of Food Science*. 2002. Vol. 67. p. 1364–1369.
- Hsieh, R.J., Kinsella, J.E. (1989). *Oxidation of polyunsaturated fatty acids: mechanisms, products, and inhibition with emphasis on fish*. *Advances in Food and Nutrition Research*, 33, 233-341.
- Hunt, MC, Acton J, Benedict R, Calkins C, Cornforth D, Jeremiah L, Olson D, Salm C, Savell J, and Shivas S. *Guidelines for meat color evaluation. Proceedings 44th Reciprocal Meat Conference*. Chicago, United States: American Meat Science Association; 1
- Kanner J. *Procesos oxidativos en carne y productos cárnicos: implicaciones de calidad*. *Meat Sci*. 36: 169 - 189 (1994)
- LAWRIE, R.A. 1985. *The storage and preservation of meat. 1. Temperature control*. En *Meat Science*. Oxford, United Kingdom: Pergammon Press. pp. 112-137.
- LEE, S.K., MEI, L., DECKER, E.A. 1996. Lipid oxidation in cooked turkey enzymes as affected by added antioxidant enzymes. *Journal of Food Science*, 61(4):726-728, 795.

- LEHNINGER, A.L. 1982. Principles of Biochemistry. Worth Publisher, New York.
- Liu, H. P., y Watts, B. M. (1970). *Catalizadores de la peroxidación lipídica en carnes, catalizadores de rancidez oxidativa en carnes*. Journal of Food Science, 35, 596.
- McCarthy, T.; et al. *Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties*. En: Meat Science. 2001. Vol. 57. p. 177–184.
- McKenna, D. R.; Mies, P. D.; Baird, B. E.; Pfeiffer, K. D.; Ellebracht, J. W.; Savell, J. W. (2005). *Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles*. Meat Science, 70: 665-682.
- Manzocco, L., Anese, M., y Nicoli, M. C. (1998). *Propiedades antioxidantes de los extractos de té verde como resultado del procesamiento*. Lebensmittel – Wissenschaft und Technologies, 31, 694 - 698.
- Montgomery, J.L., Parrish, F.C., Olson, D.G., Dickson, J.S., & Niebuhr, S. (2003). *Almacenamiento y envasado de las características sensoriales y cromáticas de la carne molida*. Meat Science, 64, 357 - 363.
- Muller -Harvey, I.; McAllan, A.B.; Theodorou, M.K.; Beever, D.E. 1988. *Phenolics in fibrous crop residues and their effects on the digestion and utilization of carbohydrates and proteins in ruminants*. In: Plant Breeding and the Nutritive Value of Crop Residues, Proceeding, ILCA, Addis Ababa, December 7-10, 1987.
- Nalan G. *A Descriptive method for sensory evaluation of mussels*. Food Sci Techno-Leb. 2002 nov; 35(7): 563-567
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529.5:1990 *Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529.7:1990 *Control Microbiológico de los Alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias*.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0783 (1985) *Carne y productos cárnicos. Determinación del pH*.
- Nurcan Degirmencioglu, Ozlem Kizilirmak Esmer, Reyhan Irkin, Ali Degirmencioglu, 2010. *Effects of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on Shelf Life Extension of Minced Meat Chemical and Microbiological Changes*.
- Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M, editors. *Antioxidante de los alimentos aplicaciones prácticas*. España: Acribia;2001

- Robach, D. L., y Costilow, R. N. (1962). *Papel de las bacterias en la oxidación de la mioglobina*. Applied Microbiology, 9, 529 - 533.
- ROSSET, R. 1982. Chilling, freezing and thawing. En Meat Microbiology, Brown, M.H. London: Applied Science Publishers LTD, pp. 265-318.
- Sánchez- Escalante, A, Djenane, D, Torres Cano, G, Beltran, J. A, & Roncales, P. (2002). *Antioxidant action of borage, rossemary, oregano and ascorbic acid in beef patties packaged in modified atmosphere*. Journal of Food Science, 68,339-344
- SEBRANEK, J.; et al. *Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage*. En: Meat Science. 2005. Vol. 69. p. 289–296
- Seideman, S.C., Cross, H.R., Smith, G.C., & Dorland, P.R. (1984). *Factores asociados al color de la carne fresca: una revisión*. Journal of Food Quality, 6, 211 - 237.
- Shelef, L. A, Naglik, O.A., & Bogen, D, W. (1980). *Sensivity of some common food-borne bacteria to the spices sage, rossemary, and allspice*. Journal of Food Science, 45, 1042-1044.
- Traber MG. *Vitamin E regulatory mechanisms*. Annu Rev Nutr. 2007; 27:347–362.
- Townsend WE, Bard J. Carnes curadas. En: Price JF, Schweigert BS. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza: Acribia; 1976:462-92
- Wanasundara, U. N., & Shahidi, F. (1998). *Actividad antioxidante y pro-oxidante de extractos de té verde en aceites marinos*. Food Chemistry, 63, 335 - 342.
- WILKINSON, Q.SUN, A. SENEAL, C. FAUSTMAN,2001. *Antioxidant Effects on TBARS and Fluorescence Measurement's in Freeze-Dried Meats*.
- Yanishlieva, N. V., & Marinova, E. M. (2001). *Estabilización de aceites comestibles con antioxidantes naturales*. European Journal of Lipid Science and Technology, 103, 752-767.

## **6. ANEXOS**



# ANEXO I

## PREPARACION DE LA MUESTRA



## ANEXO II

### MUESTRAS CON ROMERO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

DÍA 0



DÍA 3



DÍA 6



DÍA 9



DÍA 12



**ANEXO III**  
**MUESTRA CON TÉ VERDE DURANTE EL**  
**ALMACENAMIENTO**

**DÍA 0**



**DÍA 3**



**DÍA 6**



**DÍA 9**



**DÍA 12**

