

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*
L.) SOBRE EL RETARDO OXIDATIVO DE LA MIOGLOBINA Y LA
ESTABILIZACIÓN DEL COLOR EN LA CARNE MOLIDA CAPRINA.**

PRESENTADO POR:

MARLEN YASMIN MUÑOZ FRANCO

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA.**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

JUNIO, 2016

**EFFECTO DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*
L.) SOBRE EL RETARDO OXIDATIVO DE LA MIOGLOBINA Y LA
ESTABILIZACIÓN DEL COLOR EN LA CARNE MOLIDA CAPRINA.**

PRESENTADO POR:

MARLEN YASMIN MUÑOZ FRANCO

BENITO ESAU PEREIRA M.Sc

Asesor Principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA.**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

JUNIO, 2016

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

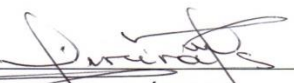
Reunidos en la Planta Cárnica del Departamento Académico de Producción Animal de la Universidad Nacional de Agricultura: **M. Sc. BENIRO ESAÚ PEREIRA, M. Sc. ALBA JULIA MUÑOZ, M. Sc. ARLIN DANERY LOBO** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **MARLEN YASMIN MUÑOZ FRANCO** del IV Año de la Carrera de Tecnología Alimentaria presentó su informe.

**“EFECTO DE APLICACIÓN DE EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.)
SOBRE EL RETARDO OXIDATIVO DE LA MIOGLOBINA Y ESTABILIZACIÓN DEL
COLOR EN LA CARNE MOLIDA CAPRINA”**

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Tecnología Alimentaria.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los diez días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M. Sc. BENITO ESAÚ PEREIRA
Consejero Principal


M. Sc. ALBA JULIA MUÑOZ
Examinador


M. Sc. ARLIN DANERY LOBO
Examinador

DEDICATORIA

A mi Dios que me ha dado la oportunidad de lograr esta meta.

A mi madre Idalia Franco Polanco y mi padre José Humberto Muñoz Sarmiento.

A mis hermanas: Reina Sobeida, Mirsa Elizabeth, Ivis Melixa y mi hermano Orlin Humberto Muñoz Franco.

A mis amigas y amigos.

AGRADECIMIENTOS

A mi maravilloso Dios ya que sin él esto no sería posible, a mi familia Muñoz Franco, a la Universidad Nacional de Agricultura (UNA) por formarme y ser mi casa durante estos cuatro años, a Miss. Katrina Spillane coordinadora del programa Cooperación externa por su ayuda y orientación brindada en la gestión de esta Tesis, a la Universidad Estatal de Fort Valley Georgia (FVSU) por brindarme la oportunidad y apoyo para desarrollar mi Tesis en sus laboratorios, a la Corporación Municipal de Atima Santa Bárbara periodo (2010-2014) por apoyarme cuando lo solicite

A mis asesores en UNA; M. Sc Benito Pereira, M. Sc Alba Julia Muñoz y M. Sc Arlin Lobo, a mi asesor en FVSU Dr. Jung Hoon Lee, a quienes me brindaron su apoyo especial en FVSU; PhD Brou Kouakou, PhD Ma Xiaoling, Lic. Andrea Discua Valle, a los (as) estudiantes de FVSU que me apoyaron en los trabajos de laboratorio, a mis compañeros de clase, en especial a mi equipo de trabajo por motivarme y ayudarme a realizar las actividades asignadas de la mejor manera, a mi gran amiga que a la vez fue como una hermana Johelyn Sarahi Murillo por su aprecio, lealtad y comprensión durante este periodo de estudio, a mi compañera de Tesis por su apoyo durante tres largos meses en el exterior.

A demás personas que de una u otra manera aportaron para el desarrollo de esta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	1
2.1 Objetivo general.....	1
2.2 Objetivos específicos	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Producción caprina.....	3
3.1.1 Raza Española.	4
3.1.2 Producción caprina en Honduras.	5
3.1.3 Producción de carne caprina.....	5
3.2 Conformación física y clasificación de carcasas de caprinos para carne	6
3.2.1 Clasificación de carcasas.	7

3.2.2 Textura de los músculos.....	7
3.2.3 Características de la fibra muscular y la bioquímica muscular.	8
3.2.4 Conformación.	8
3.2.5 Firmeza.....	8
3.2.6 Marmoleo.	8
3.2.7 Grado de rendimiento.....	9
3.3 Composición de nutrientes.....	9
3.3.1 Colesterol.....	9
3.3.2 Composición Aminoácidos.	10
3.3.3 Composición de Grasas y ácidos grasos.....	10
3.3.4 Macro y microelementos.....	11
3.3.5 Vitaminas.	11
3.4 Color.....	11
3.4.1 El color y el sector carne.....	12
3.5 Factores de los que depende el color de la carne	12
3.5.1 Cantidad de mioglobina.....	13
3.5.2 Estado químico de la mioglobina.	14
3.5.3 Evolución del pH durante el sacrificio (difusión).....	15
3.5.4 Otros factores.....	15
3.6 Mecanismos de desestabilización del color.....	16
3.6.1 El crecimiento bacteriano.....	16
3.6.2 Actividad enzimática de consumo de oxígeno del músculo	17
3.6.3 Oxidación química	17
3.7 Estabilización del color.....	17
3.8 Medición del color en carnes.....	18

3.9 Consideraciones al evaluar el color de la carne	20
3.10 Métodos para evaluación de factores que afectan el color	21
3.10.1 Metodología AMSA (1992) para medir color en carnes	21
3.10.2 Método para la medición de Pigmentos (Trout 1989).....	22
3.10.3 Método húmedo – Rápido, TBARS para Rancidez oxidativa.....	24
3.10.4 Métodos para el analizar el crecimiento bacteriano usando recuento en placas Petrifilm 3M	25
3.11 Antioxidantes.....	27
3.12 Romero (<i>Rosmarinus officinalis L.</i>).....	29
3.12.1 Características organolépticas.	29
3.12.2 Composición química.....	30
3.12.3 Propiedades antioxidantes y antimicrobianas	30
IV. MATERIALES Y METODOS	32
4.1 Ubicación del ensayo.....	32
4.2 Materiales y equipo.....	32
4.2.1 Preparación de la muestra.....	32
4.2.2 Análisis del color.....	33
4.2.3 Análisis de pigmentos.....	34
4.2.4 Análisis de Oxidación de Lípidos TBARS.	34
4.2.5 Análisis Microbiológico.....	36
4.3 Metodología	37
4.3.1 Obtención de la materia prima.	37
4.3.2 Preparación del extracto.....	38
4.3.3 Aplicación del extracto.....	38

4.3.4 Evaluación de los siguientes parámetros: color, pigmentos, oxidación de lípidos y carga microbiana.	38
4.4 Diseño Experimental.....	39
4.4.1 Modelo Matemático.....	39
4.4.2 Unidad Experimental.....	40
4.4.3 Variables evaluadas	40
4.4.4 Análisis estadístico.....	40
5.1 Determinación del color	41
5.1.1 Efecto de Tiempo de almacenamiento y Tratamientos sobre L* valor.	43
5.1.2 Efecto de Tiempo de almacenamiento y Tratamientos sobre a* valor.....	45
5.1.3 Efecto de Tiempo de almacenamiento y Tratamientos sobre b* valor.	45
5.2 Determinación de la cantidad de pigmentos presentes en la carne	47
5.3 Determinación de la oxidación de lípidos	50
5.4 Determinación de la carga microbiana	52
5.4.1 Coliformes totales.....	54
5.4.2 <i>Escherichia coli</i>	55
5.4.3 Aerobios mesófilos.....	56
5.4.4 Mohos y levaduras.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES	63
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	64
ANEXOS	78

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Países, Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita y las economías en relación con el número de cabras sacrificadas, el peso medio en canal y la producción total de carne.. ...	4
Cuadro 2 Descripción de Tratamientos	40
Cuadro 3 Efecto de los tratamientos en el espacio de color CIEL Lab.....	41
Cuadro 4 Cantidad de pigmentos	47
Cuadro 5 Cantidad de TBARS	50
Cuadro 6. Carga microbiana presente en la carne molida caprina	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Efecto de los tratamientos en el espacio de color CIE Lab.....	42
Figura 2. Efecto de día y tratamientos sobre L* valor	44
Figura 3. Efecto de interacción días y tratamientos sobre a* valor.....	45
Figura 4. Efecto de la interacción días y tratamiento sobre b* valor	45
Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre los pigmentos	48
Figura 6. Efecto de la interacción días y tratamientos sobre la mioglobina.....	49
Figura 8. Efecto de los tratamientos en la oxidación de lípidos.....	51
Figura 9. Efecto de la interacción de días y tratamientos sobre la cantidad de TBARS	52
Figura 10. Efecto de los tratamientos sobre el recuento microbiano	53
Figura 11. Efecto de la interacción días y tratamiento sobre el crecimiento de a.....	54
Figura 12. Efecto de la interacción de días y tratamiento sobre el crecimiento de aerobios mesófilos.....	57
Figura 13. Efecto de la interacción de días y tratamientos sobre el crecimiento de mohos	58
Figura 14. Efecto de la interacción de días y tratamientos sobre el crecimiento de levaduras.....	59

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato de registro básico para la medición del color de la carne	78
Anexo 2. Análisis de Varianza para L* Valor.....	78
Anexo 3. Análisis de Varianza para a* Valor	79
Anexo 4. Análisis de Varianza para b* Valor	79
Anexo 5. Análisis de Varianza para mioglobina.....	79
Anexo 6. Análisis de Varianza para metamioglobina	80
Anexo 7. Análisis de Varianza para TBARS	80
Anexo 8. Análisis de Varianza para coliformes	80
Anexo 9. Análisis de Varianza para aerobios mesófilos	81
Anexo 10. Análisis de Varianza para mohos	81
Anexo 11. Análisis de Varianza para levaduras.....	81

Muñoz Franco, M.Y. 2016. Efecto de aplicación de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) sobre el retardo oxidativo de la mioglobina y la estabilización del color en la carne molida caprina. Tesis. Lic. Tecnología Alimentaria. Universidad Nacional de Agricultura, Honduras, C.A. 94 p.

RESUMEN

El trabajo se realizó en Fort Valley State University con el objetivo de evaluar el efecto del Extracto de Romero (ER) sobre el retardo oxidativo de la mioglobina y la estabilización del color de la carne caprina. La carne molida fresca de seis cabras sacrificadas se trató con cuatro diferentes cantidades de ER (0, 0.02, 0.01 y 0.25%). Se empacó en bandejas de polipropileno, se almacenaron a 4 °C durante un período de 15 días. Se analizaron tres bandejas para determinar las propiedades de color (CIE L * a * b *), la estabilidad de lípidos por el método Sustancia Reactiva al Acido Tiobarbitúrico (TBARS) y recuentos bacterianos (bacterias aerobias, coliformes, *E coli*, levaduras, y mohos) en los días 1, 4, 8, 12 y 15. La carne que contenía más de 0,1% de ER mostró valores más altos que la que contenía 0% ER. Los valores CIE a* y b* disminuyeron después de 12 días de almacenamiento; sin embargo, el total de mohos y levaduras fue inferior que la que contenía 0,1% de ER. Los recuentos de bacterias aerobias, levaduras y mohos aumentaron con el tiempo de almacenamiento. Los valores TBARS se mantuvieron por debajo de 1,0 mg de malondialdehído (MAD)/kg. Las cantidades más altas de ER presentaron respuesta similar para reducir las bacterias como en otras carnes rojas, mientras que ni la estabilidad de los lípidos, ni el color se vio afectado por la inclusión de las diferentes cantidades de ER para la carne fresca en general.

Palabras clave: Carne molida caprina, extractos de romero, color de la carne, estabilidad de los lípidos, propiedades microbiológicas.

I. INTRODUCCIÓN

La presente Tesis es una investigación que tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) sobre el retardo de la oxidación de la mioglobina y la estabilización del color de la carne caprina molida almacenada en condiciones de venta al consumidor. Los datos se obtuvieron de análisis de oxidación de lípidos, medida del color con un instrumento colorímetro, análisis de pigmentos y análisis microbiológicos.

Mediante estos datos se evaluó el efecto antioxidante y antimicrobiano del romero en la carne molida obtenida de cabras de raza Española, utilizando cuatro cantidades de romero durante un periodo de 15 días de almacenamiento. El color juega un papel importante en la elección del consumidor porque este juzga por los sentidos, por esta razón la carne con color característico de carne fresca es más aceptable.

Para mantener el color característico de la carne fresca se ha recurrido al uso de antioxidantes sintéticos y naturales que permiten estabilizar el color de la carne, manteniendo por más tiempo el color oximioglobina. Esta investigación aporta beneficios tanto para el consumidor como para la industria de carnes, al consumidor le garantiza un alimento apetecible y libre de componentes químicos, por otro lado a la industria le permite proporcionar alimentos saludables y diferenciarse de la competencia, así mismo evita pérdidas por deterioro del producto.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar los efectos de la aplicación del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) sobre el retardo de la oxidación de la mioglobina y la estabilización del color de la carne caprina molida almacenada en condiciones de venta al consumidor.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de cuatro diferentes cantidades de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) en las propiedades microbianas y físico-químicas de la carne caprina molida almacenada en condiciones de venta al consumidor.
- Determinar cuál de las cuatro cantidades aplicadas (0%, 0.02%, 0.1%, 0.25%) de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) proporciona los mejores resultados en el retardo de la oxidación de la mioglobina en la carne caprina molida.
- Estudiar el efecto producido por cada una de las cantidades de extracto de romero en las diferentes variables a estudiar (color, pigmentos, oxidación de lípidos y carga microbiana) de la carne molida caprina almacenada en condiciones de venta al consumidor.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Producción caprina.

La cabra, es considerada animal multiproductivo, pues es capaz de proporcionar leche, carne, piel y trabajo. Fue domesticada por el hombre desde la más remota antigüedad, cifrada por los estudiosos en unos 10.000 años. Actualmente, en áreas tropicales y subtropicales de los países del centro y este de África, la carne de cabra constituye un componente importante de la dieta. En los países de América Central y Suramérica la carne de cabra es consumida con frecuencia por la población rural (Blandino 2005).

Los países del área mediterránea consideran a la carne de cabra, especialmente la de cabrito, como de lujo y adquiere precios superiores. Es ahora cuando se reconoce la importancia del ganado caprino, como una especie insustituible, en todas aquellas áreas difíciles, donde el singular comportamiento alimentario del caprino y sus capacidades de adaptación, permiten transformar en alimentos de alta calidad, la energía solar fijada en recursos vegetales muy escasos y pobres (Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes 2006).

La carne de cabra es una de las carnes más consumidas en el mundo (Stankov *et al.* 2002). Los diez países clasificados como más bajos en el consumo de carne de cabra consumen de 3 a 5 kg per cápita al año. El consumo de carne en general en los EE.UU. es de 124 kg per cápita al año (340 g / día).

El consumo de carne en general promedio mundial es de 38 kg (104 g / día) (Amha 2006). La población total de cabra en el mundo en 2009 se estimó en 867,968,573 cabezas (FAOSTAT 2011).

La mayoría de las cabras en el mundo (60%) se encuentran en Asia. África ocupa el segundo lugar con casi un tercio de la población de cabra en el mundo, América y Europa tienen 4 y 2%, respectivamente, mientras que Oceanía tiene una proporción insignificante (Lebbie 2004). Las Américas produjeron en el 2009; el total de 37,120,763 cabras, Norte América 3.099.350 América Central 8.985.947 Caribe 3.910.800 y América del Sur 21.124.666 (FAOSTAT 2011).

Cuadro 1. Países, Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita (a) y las economías (b) en relación con el número de cabras sacrificadas, el peso medio en canal y la producción total de carne (c). a. (Banco Mundial 2015), b. (Fundación Monetaria Internacional 2015), c) (FAOSTAT 2015).

Fuente	Cabras sacrificadas (x 1000)				Peso promedio de la canal (kg)				Producción Total de carne (millones t)			
Año	1980	1990	2000	2008	1980	1990	2000	2008	1980	1990	2000	2008
Costa Rica	0.5	0.7	1	0.8	12	12	12	12	5	7	12	9
El Salvador	6	6	5	6	15	15	15	15	82	87	81	88
Honduras	11	10	13	10	15	15	15	15	166	156	187	148
Guatemala	28	30	31	29	15	15	15	15	420	450	465	435
Nicaragua	2	2	3	2	16	16	16	19	30	27	46	33

3.1.1 Raza Española. Luginbuhl y Pietrosemolli (2005) determinaron que esta raza es actualmente un tipo caprino de carne localizado en los alrededores de la meseta Edwards del centro de Texas. Los caprinos de esta raza se caracterizan por ser muy resistentes, capaces de sobrevivir y prosperar bajo condiciones agroclimáticas adversas con limitados requerimientos de manejo.

En años recientes, la demanda creciente de carne caprina y la expansión del interés en la producción de casimir han centrado la atención en los caprinos españoles. Una estimación actualizada de la población de caprinos españoles en Estados Unidos es de aproximadamente 500,000 cabezas.

3.1.2 Producción caprina en Honduras. Para 1986, la FAO estimaba la población mundial en 1,500 millones caprinos. El 95% de las cabezas corresponden a países subdesarrollados. De ese total el 90% de los caprinos se hallan en Asia y África; en Europa el 3% y en Norte y Centro América el 2% finalizando con un 4.2% en Sur América.

De acuerdo con CATIE (1987) la población caprina de Honduras se estimaba en 22,000 cabezas, ubicándose en el segundo lugar en Centro América después de Guatemala (105.000 cabezas) El Salvador (14,000 cabezas) ocupaba el tercer lugar siendo Costa Rica el cuarto lugar (7,000 cabezas) y Nicaragua el último lugar con 6,000 cabezas de caprinos (Galdámez 2007).

Según HEIFER (2015) en Honduras existieron cargamentos de cabros, cerdos y vacas en los años 1950s y 60s, Heifer mandó su primer cargamento de cabros en 1979, seguido por otros cargamentos en 1981 y 1984. La Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano (EAP) recibió cabros en 1979, 1981, y en 1984 recibió igualmente cabros y ovejas. La EAP ha mantenido excelentes rebaños considerados entre las mejores fuentes genéticas de cabros y ovejas en Honduras y en la región.

3.1.3 Producción de carne caprina

La carne es la principal razón para la crianza de caprinos, esto constituye el porqué de la mayoría de los sistemas de producción de cabra en el mundo.

En la actualidad, las cabras son la principal fuente de proteína animal en muchas naciones del Norte África y Oriente Medio. La demanda de carne de cabra es superior a los suministros en muchas partes del mundo, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales, donde se produce el 74% de la carne consumida a nivel mundial. Por consiguiente, la carne de cabra se vende a precios elevados en regiones donde no se produce (Singh *et al.* 2005).

Las preferencias y los patrones de consumo de carne de cabra están dictadas por factores culturales, tradicionales, religión y el nivel socioeconómico de la comunidad. En América Central y del Sur, el cabrito es considerado como un manjar, el cabrito es la carne del animal sacrificado cuando tiene de 1 a 3 meses de edad y un peso de menos de 50 libras. chevon es carne de animales sacrificados cuando tienen de 6 a 9 meses de edad y pesan de 50 a 75 libras (Alabama A&M y Auburn Universities 2011).

Según Rodríguez (2007) como ganado vacuno para carne los caprinos tienen un rendimiento de carcasa que varía dependiendo de la raza, tipo de animal y plano de nutrición entre otros factores.

3.2 Conformación física y clasificación de carcasas de caprinos para carne

No existe actualmente un sistema de clasificación de carne de cabro para su mercadeo. Actualmente en los Estados Unidos de América se realizan intentos para desarrollar un tal sistema que sea similar a la existente para ovinos para carne. El sistema de clasificación de las carcasas caprinas comienza con una evaluación in vivo del animal categorizado de 1 a 3. Los criterios para esta clasificación incluyen la evaluación de músculos localizados en la pata trasera, espalda y hombro (USDA 2015).

3.2.1 Clasificación de carcasas. Se evalúan criterios como apariencia, propiedades físicas y proporción de partes comestibles. Esta clasificación permitirá escoger el procesamiento subsiguiente y facilitará el mercadeo al estandarizar las características que valoran los consumidores. Las carcasas se clasifican de acuerdo a: clase de animal, macho entero o castrado y hembra, edad fisiológica: en meses; cabrito (2-12); cabro joven (12–24); cabro adulto (>24) (Rodríguez 2007). Este criterio de clasificación se basa en que los animales alcanzan una edad fisiológica a cierta edad cronológica.

La edad fisiológica representa la madurez del animal, el factor más relacionado con la terneza de la carne o facilidad al mastigarla. Además, la intensidad del sabor de la carne aumenta con la madurez del animal (Rodríguez 2007). El proceso de crecimiento de los huesos metatarso/metacarpo tiene el potencial de utilizarse para determinar la edad fisiológica en caprinos como actualmente se utiliza en ovinos.

Este principio se basa en que en el animal joven, existe un plato de crecimiento compuesto de cartílago que separa la epífisis (punta del hueso) de la diáfisis (cuerpo del hueso). Cuando un animal joven se procesa la epífisis se separa de la diáfisis y esto se puede usar como garantía que la carne proviene de un animal joven. Además tiene el potencial de tener mejor terneza (Spencer 2008).

3.2.2 Textura de los músculos. Varía de fina a áspera. Con el aumento en el grado de madurez el tejido conectivo del perimio se vuelve más prominente según hay mayor degradación de las fibras musculares sin estas poder remplazarse. Para tomar en cuenta los efectos del proceso de maduración del animal sobre la suavidad de la carne, se usan evaluaciones de la madurez de la canal para determinar la clasificación de la calidad que cada uno recibirá (Blandino 2005).

3.2.3 Características de la fibra muscular y la bioquímica muscular. Aunque las características de la fibra muscular y la bioquímica del musculo difieren entre especies, el crecimiento y desarrollo del tejido muscular se producen de una manera similar a la de otras especies de ganado. Los bordes dorsolateral y ventrolateral de la porción dermomyotoma de la somite proliferan y forman miofibrillas multinucleadas, mientras que los mioblastos secundarias forman fibras secundarias o fibras rápidas (Kokta *et al.* 2004).

Louveau y Gondred (2004) mostraron que la acumulación de grasa se debe tanto a la proliferación y diferenciación de las células precursoras adiposas en el estroma fracción vascular de tejido adiposo de animales y las fluctuaciones en esta fracción del depósito adiposo son debido a la hidrólisis de lipoproteínas y lipoproteína lipasa, la absorción de los ácidos grasos libres, la síntesis de ácidos grasos a partir de precursores de carbono (lipogénesis) y la hidrólisis de triglicéridos (lipólisis) (Webb y Casey, 2005).

3.2.4 Conformación. Evalúa la proporción de carne comestible/hueso y la proporción de carne comestible en los cortes de más demanda. En caprinos jóvenes (<60 lbs de peso), el músculo longissimus dorsi es muy pequeño para medirse con precisión, por tal razón este no es utilizado para estimar el porcentaje de músculo de la carcasa

3.2.5 Firmeza. Se evalúa esta característica en la carne de los flancos y está influenciada por la cantidad de grasa presente. El enfriamiento de la carcasa hace que la grasa se torne más firme que el músculo.

3.2.6 Marmoleo. Se refiere al contenido de grasa intramuscular, último depósito de grasa en desarrollarse en los mamíferos. Se asocia positivamente con la jugosidad de la carne.

3.2.7 Grado de rendimiento. El grado de rendimiento en las carcasas de caprinos para carne se relaciona con tres factores: el desarrollo muscular y los contenidos de grasa externa (subcutánea) e interna (riñonada-pélvica-coronaria) (Rodríguez 2007).

3.3 Composición de nutrientes

3.3.1 Colesterol. El contenido de colesterol de la carne de cabra se asocia con su contenido de grasa, tiene menos grasa saturada y significa menos colesterol, es la carne roja más saludable para el consumidor que cuida de su salud. Pratiwi *et al.* (2007) reportaron que la concentración de colesterol total en el músculo de cabra decrece como el peso de la canal aumenta. Santos-Filho *et al.* (2005) reportaron un valor de 54,4 mg / 100 g de colesterol en la carne de cabra y dedujeron que con la castración de los machos cabríos aumentan los niveles de colesterol.

El valor nutritivo de carne de cabra se está convirtiendo cada vez más importante en la gestión de la salud de la gente. No sólo es carne baja en grasa total y colesterol, sino también es más baja en grasas saturadas que las carnes tradicionales. Según Webb *et al.* (2005) el valor nutritivo de la carne se encuentra en la medida en que la proteína y específicamente, el aminoácido esencial, permite que los requisitos de los seres humanos estén satisfechos. Estudios realizados por Lee *et al.* (2007) muestran que la carne de chevon tiene un perfil intramuscular de ácidos grasos más saludable que el cordero debido al mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados en el músculo *Longissimus dorsi*.

Además, la cantidad de grasa saturada en la carne de cabra es menor que la cantidad total de grasas insaturadas, que es importante en Nutrición humana. La baja cantidad de grasas saturadas y la proporción relativamente alta de grasas no saturadas totales hacen de la carne de cabra una elección muy saludable (Alabama A&M and Auburn Universities 2011).

De acuerdo a la Escuela Pública de Salud de Harvard (2008) las grasas saturadas (malas grasas) aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares y otras condiciones crónicas, mientras que las grasas insaturadas (grasas buenas) mejoran los niveles de colesterol en la sangre, reducen la facilidad de inflamación, estabilizan el ritmo del corazón, y desempeñan un gran número funciones beneficiosas. Los dos tipos principales de la partículas de lipoproteína en la sangre humana son; de baja densidad lipoproteica (LDL) y alta densidad lipoproteica (HDL). Los niveles LDL pueden ser elevados en personas cuya alimentación tiene un alto contenido de grasa saturada (Texas Heart Institute 2014).

3.3.2 Composición Aminoácidos. El perfil de aminoácidos es muy importante en términos de composición de la carne, especialmente la de los aminoácidos esenciales. El perfil de aminoácidos del músculo de cabra muestra un gran parecido con la carne de res, cerdo y cordero. La carne de cabra es rica fuente de aminoácidos (Mahgoub 2012) y en cuanto a la composición de aminoácidos esenciales, la carne de cabra se asemeja mucho a la carne de cordero.

Los habituales aminoácidos limitantes en las dietas en diferentes áreas del mundo son lisina, aminoácidos azufrados totales, treonina y triptófano. Gerber (2007) observó que, mediante la expresión de los aminoácidos en mg de la carne, el suministro de aminoácidos está determinada en gran medida por la cantidad de proteína en cada corte de carne. La carne es una fuente importante de lisina, 100 g de carne magra proporcionaría el 30 -50% de la proteína total necesaria en un adulto y 60-100% de las necesidades estimadas de lisina.

3.3.3 Composición de grasas y ácidos grasos. Según Peischel (2005) la carne de cabra se ha establecido como una carne magra con cualidades nutricionales favorables, y es una opción ideal para el consumidor consciente de la salud. La carne de cabra es más baja en calorías, grasa total, grasa saturada, y colesterol que las carnes tradicionales.

Algunos estudios han demostrado un papel importante para la grasa intramuscular, mientras que otros mostraron una débil relación con los rasgos sensoriales. La carne de cabra obtenida de animales alimentados con forrajes verdes tiene menos grasa que la que se produce de animales alimentados con concentrados y forrajes conservados (Atti *et al.* 2006).

3.3.4 Macro y microelementos. La carne de cabra es una excelente fuente de minerales necesarios para el crecimiento normal y la buena salud (Mahgoub 2012). Además, la carne de cabra tiene los niveles más altos de hierro (3.2 mg) cuando se compara con un tamaño de la porción similar de la carne de vacuno (2,9 mg), carne de cerdo (2.7 mg), cordero (1.4 mg) y pollo (1.5 mg).

Comparativamente, la carne de cabra contiene también contenido de potasio superior con niveles de sodio inferiores. A medida que los beneficios de salud que proporciona los alimentos caprinos se hacen más ampliamente conocidos entre la población general, la demanda de leche baja en grasa y de la carne roja de cabra también aumenta (Stein 2011).

3.3.5 Vitaminas. Estudios realizados por Collins (2008) mostraron que la carne de cabra es buena fuente de varias vitaminas tales como tiamina (0.11 mg / 100 g), rivotravina (0.49 mg / 100 g), ácido fólico (5 micro g). Cada 170 g de carne de cabra contiene 61%, que es 33% de la ingesta diaria recomendada de rivotravina y niveles de niacina en la carne de cabra magra son comparables con los de la carne de vaca, cordero y ternera.

3.4 Color

El color es una sensación compleja, resultante de una serie de fenómenos percibidos simultáneamente.

Existe una reflexión diferencial de las diversas radiaciones luminosas del espectro visible cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 380 y 780 nm, como consecuencia, al llegar al ojo, se produce la excitación de ciertos centros del cortex por los influjos nerviosos procedentes de las células fotosensibles de la retina. Por tanto al ser un fenómeno puramente cerebral es subjetivo y puede variar de una persona a otra (Alberti *et al.* 2005).

3.4.1 El color y el sector carne. El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad. En la carne, al igual que otros materiales no metálicos, al incidir un rayo de luz en su superficie se produce una reflexión difusa, esa reflexión es lo que se define como el color. Así, al incidir una luz blanca sobre una sustancia, ciertas longitudes de onda que componen esa luz blanca, serán absorbidas por la muestra, el color estará formado por la combinación de aquellas longitudes de onda que no fueron absorbidas por la sustancia (Varela 2011).

Desde el punto de vista óptico, la carne se puede considerar como un tejido traslúcido anisótropo mostrando mayor reflectancia cuando la luz incidente es perpendicular a las fibras musculares que cuando es coaxial. La mioglobina (Mb) y sus derivados son los principales responsables de la absorción selectiva de la carne-pigmentos (Oyagüe 2008). La estabilidad de la mioglobina depende especialmente de cantidades de oxígeno y de sustancias reductoras presentes en los tejidos, ya que de existir la presencia de estos, se inicia la formación de la metamioglobina, que da a la carne un color pardo y la hace inaceptable para el mercado (Amerling 2001).

3.5 Factores de los que depende el color de la carne

Hay varios factores que alteran el color de la carne. El tipo y cantidad de pigmento (mioglobina) afectara el color de manera directa (Wiley 2004).

Los principales factores responsables del color de la carne son el estado de valencia del átomo de hierro y el enlace ligando al sitio de unión libre de la hemo (Eskin 2012).

3.5.1 Cantidad de mioglobina. Dentro de este tenemos 5 factores principales que son edad, sexo, especie, tipo de músculo y alimentación.

a). Edad. La mioglobina pierde su afinidad por el oxígeno a medida que se incrementa la edad. El chevon fresco es más propenso a cambios oxidativos debido a una mayor incorporación de oxígeno y aumento de la temperatura durante la molienda (Verma y Sahoo 2000).

b). Sexo. Tiene influencia sobre la cantidad de pigmento que aumenta más rápidamente en las hembras que en los machos, haciendo que los músculos sean más coloreados.

c). Especie. Hay diferencias relacionadas con la edad y con la cantidad de fibras musculares blancas y rojas.

d). Tipo de músculo. El ejercicio estimula la formación de mioglobina que se traduce a más color. La variabilidad debida a los músculos es importante y superior a la debida a los animales, existiendo una variabilidad metabólica de cada tipo de músculo en una especie y edad determinadas. La intensidad del color aumenta con el contenido de mioglobina y depende de la micro estructura del musculo (Garrido y Teijon 2006).

e). La capacidad reductora muscular es más fuerte en los músculos con inestabilidad de color, si bien no parece suficiente para frenar el obscurecimiento de la superficie.

Tras el sacrificio, durante la glicólisis post-mortem, cada músculo de la canal está sujeto a diferentes regímenes de temperatura/pH, los elementos que forman parte de la oxidación de la mioglobina y/o reducción de metamioglobina se ven afectados de forma diferente según la posición anatómica del músculo, modificando así, la estabilidad intrínseca del color (Soriano *et al.* 2009).

f). Alimentación. A medida que se aumenta la cantidad de Fe en la dieta de 10 a 100 g/g en ración aumenta el color rojo. También el contenido en proteína aumenta la cantidad de pigmentos hemínicos.

3.5.2 Estado químico de la mioglobina. El color de la carne fresca también se ve influido por los diferentes estados químicos de la mioglobina. Se produce una interconversión continua entre las tres formas básicas del pigmento así, el color variará según la proporción relativa y distribución de estos pigmentos. Tipos de pigmentos:

a). Mioglobina reducida o desoximioglobina (hierro ferroso, Fe^{++}), Mb. De color rojo púrpura, se encuentra en el interior de la carne, subsiste tras la muerte por la propia actividad reductora del músculo. Enseguida después de la muerte, la Mb y Hb se presentan principalmente en forma reducida o el estado ferroso ($\text{Mb} / \text{Hb-Fe}^{2+}$), que proporciona el atractivo color púrpura o rojo al músculo (Yaowapa *et al.* 2012).

b). Oximioglobina o mioglobina oxigenada (hierro ferroso, Fe^{++}), MbO_2 . Formada cuando la Mb se pone en contacto con el aire con la consiguiente oxigenación del pigmento, tiene un color rojo brillante y es el color deseado por el consumidor por lo que habrá que intentar alargar su presencia. Según Estévez *et al.* (2006) el romero junto con extractos de salvia protegen las moléculas de hemo de su degradación, inhibiendo la disminución del hierro hemínico.

c). Metamioglobina o mioglobina oxidada (hierro férrico, Fe^{+++}), MetMb. Se forma por exposición prolongada de la anterior al oxígeno o directamente desde la mioglobina reducida cuando las presiones de oxígeno son bajas (alrededor de 4 mm). Es de color marrón-pardo y motivo de rechazo por el consumidor. Según Yaowapa *et al.* (2012) con el aumento de tiempo de almacenamiento, el átomo de hierro en el anillo de hemo se oxida al estado férrico ($\text{Mb} / \text{Hb-Fe}^{3+}$), que es responsable de la decoloración de la carne y la aceleración de la oxidación de lípidos.

En casos de deficiencias en Se, Mg, Cu y Zn, esta regulación enzimática es defectuosa, acumulándose radicales O_2^- y H_2O_2 que se transforman por la acción del Fe^{++} en radicales hidroxil (OH^-) que favorecen la degradación del color y la oxidación de las grasas por lo que la saturación del color disminuye con el aumento y acumulación del pigmento metamioglobina en la carne caprina (Kannan *et al.* 2001).

3.5.3 Evolución del pH durante el sacrificio (difusión). Llegar a bajos pH en tiempos cortos post-mortem da lugar a una mayor cohesión en la estructura miofibrilar y desnaturalización proteica, lo que se traducen en una mayor difusión, menor penetración y por lo tanto colores más pálidos.

Por su parte, altos pH post-mortem producen el efecto contrario por ser la carne más traslúcida. Un alto pH final generalmente refleja el agotamiento de glucógeno muscular debido al estrés u otros factores. Los valores de pH de las cabras más pesadas son generalmente más altos que los de las cabras más ligeras (Pratiwi 2007).

3.5.4 Otros factores. Según Faustman y Tatiyaborworntham (2010) triglicéridos, fosfolípidos y colesterol son los tres principales sustratos para oxidación de los lípidos en la carne roja, también estos cambios pueden estar influenciados por otras circunstancias, como estado pre-mortem o postmortem.

3.6 Mecanismos de desestabilización del color.

Cuando la carne se expone al aire ocurre la oxigenación y consecuente enrojecimiento en unos 30-60 min formándose oximioglobina a partir de la mioglobina. El color rojo brillante de la superficie depende de la disponibilidad de oxígeno en las capas superficiales de la carne. Bajo la capa roja de tejido oxigenado se sitúa una fina marrón apenas apreciable y en la profundidad la púrpura (Raines 2010).

Posteriormente, en contacto con el aire existe una tendencia en la carne a oxidarse, pero la reacción es muy lenta en condiciones adecuadas de conservación (como baja temperatura y bajo crecimiento microbiano). Los cortes frescos retienen el color atractivo aproximadamente durante 72 horas o más si la comercialización es buena. La decoloración marrón responsable de la pérdida de calidad se puede acelerar tanto por la actividad enzimática muscular como por el crecimiento microbiano (Restrepo 2001).

3.6.1 El crecimiento bacteriano. La desestabilización del color (aparición de color marrón) está influenciado por el crecimiento bacteriano. Esta decoloración se explica en muchos casos como resultado de una reducción en la tensión de oxígeno en la superficie de la carne por el metabolismo bacteriano aerobio, aportándose cifras de 10^6 UFC/g para bajar la tensión de oxígeno a 30 mm Hg. Cuando el crecimiento microbiano llega a ser lo suficientemente grande se crean ambientes reductores que generan una reversión del color al llegar a 10^9 UFC/g.

También la decoloración de la carne se puede deber cepas de microorganismos alterantes que producen agua oxigenada o SH (colores verdes). Igualmente puede ocurrir como resultado de la destrucción de la mioglobina debido al crecimiento bacteriano proteolítico, los organismos usan el pigmento como alimento separando la globina, ocasionando colores verdes.

Por lo tanto, las condiciones de mala higiene y que permiten el desarrollo microbiano (alta temperatura, alta HR) no son recomendables para el color (Rodríguez 2007).

En cuanto a la presencia de bacterias es importante recalcar que no afecta solo el color sino también la inocuidad de la carne. Por lo que se deben seguir los límites microbiológicos permitidos por la legislación por ejemplo para *Escherichia coli* que se exige Ausencia en las carnes molidas (Ministerio de economía *et al.* 2009).

3.6.2 Actividad enzimática de consumo de oxígeno del músculo. Los músculos difieren en sus velocidades de actividad enzimática consumidora de oxígeno (por ejemplo, enzimas respiratorias mitocondriales). Una elevada acción enzimática aumenta la extensión de la capa oxidada acercándola además a la superficie.

3.6.3 Oxidación química. La transformación de la oximioglobina a metamioglobina está favorecida por varios factores como son un bajo pH de la carne, la temperatura (0-30 °C), el tiempo de conservación, la incidencia de luz, la presencia de sal y la oxidación lipídica. Según Lee *et al.* (2014) el principal mecanismo de oxidación de lípidos por Mb puede cambiar dependiendo de varios factores que incluyen el pH, temperatura, y si la Mb es de mamífero, aviar, o pescado.

3.7 Estabilización del color

Para mantener la estabilidad del color es necesario que la mioglobina permanezca intacta, es decir, evitar la formación de metamioglobina, con lo cual se puede extender la vida útil de la carne fresca. La industria de la carne ha reconocido la importancia de la estabilidad del color. Las recientes innovaciones mediante la modificación de la atmósfera de envasado han surgido de la necesidad de extender la vida media de la carne.

En este sentido, en los últimos años se han usado diferentes tecnologías para prolongar la vida media del color de la carne fresca.

Actualmente se admite que la conservación del color rojo vivo de la carne depende de un triple equilibrio de los factores bioquímicos: las actividades respiratorias, la auto-oxidación de la mioglobina y la reducción enzimática de la metamioglobina, que a su vez puede ser afectada por el tiempo y la temperatura; y la evolución del pH del músculo. Cultivar actitudes positivas y asegurar satisfacer las expectativas del consumidor, brindando carne caprina con color agradable puede aumentar la competitividad de la carne y los productos cárnicos así mismo su participación en el mercado de las fuentes alternativas. (Font y Guerrero 2014).

3.8 Medición del color en carnes.

El uso de instrumentos que nos permitan ser objetivos, se convierte en una herramienta extremadamente útil en el laboratorio de calidad de carne. Las técnicas instrumentales para medir color, se definen básicamente en función del proceso con el que se evalúa la luz que se recibe de la muestra. Los colorímetros evalúan la luz mediante el uso de filtros de tres o cuatro colores, mientras que los espectrofotómetros proyectan un haz de luz monocromática sobre la muestra y miden la cantidad de luz que es absorbida en diferentes longitudes de onda, permitiendo generar curvas espectrales de absorbancia o de transmitancia (CIE 2004).

Dado que estos equipos hacen lecturas en función del tipo de luz que se emite sobre la muestra, es un punto muy relevante aclarar el tipo de luz que se va a emitir sobre la muestra. Esta luz que se emite, se describe como iluminante y hay varios tipos siendo los más comunes A (luz de Tungsteno, temperatura de 2854 grados Kelvin), B (4,800 K), C (equivalente a luz de día, 6770 K), D (6,500 K), etc.

Según AMSA (1992), lo ideal para evaluar carne, es usar una luz que sea intensa en el espectro de colores rojos (iluminante A); sin embargo, Tapp *et al.* (2011) determinó que el iluminante más usado en la literatura científica es el D65, el cual corresponde a la luz promedio del medio día en el norte de Europa. Conjuntamente de la objetividad, otra ventaja del uso de estos equipos colorimétricos, es que permiten realizar mediciones objetivas, rápidas y no destructivas.

Además de muchas otras escalas, la mayoría de estos aparatos basan su funcionamiento en las escalas Hunter y CIELAB, las cuales son reconocidas como las más populares para evaluar el color de la carne fresca; sin embargo, la evaluación visual de color se relaciona con el consumidor y finalmente cualquier instrumento de medición debe ser verificado con decenas de consumidores para conocer el grado de aceptabilidad y la inaceptabilidad (Warner 2014).

El espacio de color Hunter L, a, b se basa en un esquema de vectores que se representan de forma tridimensional y que están basados en la teoría de los colores opuestos. La integran los parámetros L, a y b. L se refiere a la luminosidad y se ubica verticalmente, tomando valores de 100 (blanco) y 0 (negro); mientras que a y b, ubicados horizontalmente, no tienen límites, pero sí valores positivos o negativos. La escala de a se mueve de los valores positivos (rojo +) a los negativos (verde -); mientras que la escala de b va del amarillo (+) al azul (-).

Todos los colores que se pueden percibir visualmente se pueden mostrar en este espacio rectangular de color (Hunter 2001). Estas variables de color pueden utilizarse como predictoras de la vida útil y el color aceptable de la carne a la vista del consumidor (Uceda, 2010). En 1976, la CIE propuso una modificación a la escala original (Hunter L, a, b), al calcular de forma diferente los valores y paso a nombrarlos L^* , a^* , b^* lo que ahora se conoce como el espacio de color $CIE L^*a^*b^*$. Este espacio de color, es una transformación matemática de las coordenadas X, Y, Z.

En ocasiones, algunos autores prefieren expresar los valores, en términos de Luminosidad (L^*), Croma o saturación (c^*) y Hue o tono (H^*), permite una descripción numérica del color de manera semejante al que los seres humanos comunican verbalmente el color en términos de luminosidad, tonalidad y saturación, los cuales se calculan a partir de a^* y b^* de acuerdo a las siguientes ecuaciones: $H^* = \arctang(b^*/a^*)$ y $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ (Deman 1992).

Aunque similares en organización, un color tendrá valores numéricos diferentes en estos dos espacios (Hunter Lab y CIEL*a*b*), por lo que al momento de realizar la medición deberá indicarse cuál es la escala y el instrumento que se está utilizando. Los colorímetros de filtros triestímulos, sirven para medir el color; en estos equipos la muestra es iluminada por una fuente de luz blanca, y la luz reflejada por la muestra es dirigida a una foto detectora que genera una señal eléctrica proporcional a la cantidad de luz que incide en él.

Entre la muestra y el foto detector se encuentran los filtros triestímulos (azul, rojo y verde), diseñados para proporcionar la respuesta de acuerdo con el Sistema CIE, y basados en la distribución de la fuente de luz y la respuesta del foto detector en el espectro. Las señales del foto detector son operadas electrónicamente para dar los resultados en algunas de las escalas de color ya mencionadas (CIE 2004).

3.9 Consideraciones al evaluar el color de la carne

El parámetro de L^* se correlaciona con el estado físico de la carne, debido al pH final del músculo, a la estructura de las fibras musculares y a la cinética implicada para establecer el rigor mortis; mientras que el tono es determinado por el estado químico del pigmento de mayor concentración en la carne, la mioglobina (Mb, de color rojo púrpura; oximioglobina, MbO₂, de color rojo vivo; metamioglobina, MetMb, de color pardo).

Además, tanto la oxidación como la oxigenación de la mioglobina producen incrementos del parámetro b^* (Fernández *et al.* 2004).

El tono en la carne fresca está relacionada con los factores post-mortem, mientras que el croma, se relaciona más con la concentración de mioglobina, que influye directamente en la saturación del color del músculo y se relaciona principalmente con los factores ante-mortem (CIE 2004).

De acuerdo con National Pork Board (2000) las mediciones de color en la carne cruda son afectadas por la nutrición del animal, la velocidad de enfriamiento de la canal, el tipo de músculo, la orientación de las fibras, el pH del músculo, el tiempo y la temperatura de almacenamiento post-mortem, el tiempo de exposición del músculo al oxígeno, el grado y la distribución del marmoleo, la humedad y brillo de la superficie y la concentración de mioglobina.

3.10 Métodos para evaluación de factores que afectan el color

3.10.1 Metodología AMSA (1992) para medir color en carnes

- a. Retirar toda la grasa exterior del músculo no infiltrada con la ayuda de un cuchillo.
- b. Cortar la muestra con un grosor de cuando menos 1.2 cm (idealmente se busca tener unos 2 cm de grosor); de no contar con suficiente muestra y para evitar errores, se puede colocar una muestra de carne debajo de la muestra a medir, o en su defecto, se utilizará una base de preferencia blanca, en la que las muestras se coloquen en el momento de hacer la medición.
- c. Luego de cortar la muestra, esta se deberá de exponer al oxígeno del aire. Dejar reposar la muestra por al menos 30 min para que se oxigene la mioglobina.

Algunos laboratorios recomiendan estandarizar el tiempo de blooming a 1 hora, teniendo la muestra expuesta al aire y a una temperatura de 3°C.

d. Seleccionar una área de medición donde no exista alta concentración de grasa intramuscular; de no ser posible, es recomendable considerarla como una variable en el tratamiento estadístico de los datos.

e. Realizar la medición con el equipo disponible, evitando cualquier presión que distorsione la dirección de las fibras musculares.

El número de lecturas que deberá tomarse de cada muestra estará en función de la variación que exista en la muestra (algunos cortes presentan grandes variaciones en color), de ser el caso, se buscará el área de color que sea más representativa dentro de la muestra.

f. En caso de que el equipo de medición tenga opción a diferentes aperturas, seleccionar la apertura que se adapte mejor al área de la muestra. Superficies de muestreo grandes serán valiosas para determinar el color promedio; sin embargo, áreas pequeñas serán de utilidad en determinar un color específico.

g. Registrar los valores L^* , a^* y b^* ; ó L , a y b en un formato según sea el caso.

h. También pueden registrarse valores de croma y Hue, ya que existen equipos que tienen software integrado para obtener estos parámetros.

i. Tomar idealmente tres diferentes mediciones sobre la muestra.

3.10.2 Método para la medición de Pigmentos (Trout 1989).

1. Para preparar la solución a utilizar para el experimento (fosfato buffer), pesar 4.89 g de KH_2PO_4 , 2.48 g de K_2HPO_4 , 1000 ml de agua destilada/desionizada

2. Agregar los reactivos en un balón aforado y colocar en la calentadora magnética.

3. Introducir una barra agitadora y calentar por 30 minutos.

4. Retirar de la máquina y enfriar en un recipiente con hielo en escarcha.

5. Para determinar la mioglobina (Mb) metamioglobina (MetMb) pesar 3 gramos de carne de cada muestra a analizar
6. Colocar los 3 gramos de carne dentro de un tubo de ensayo rotulado con la ayuda de una espátula.
7. Agregar 30 ml de la solución fosfato buffer (pH 6.8, 0.04 M) por 3 grs de muestra
8. Homogenizar las muestras por 60-90 segundos a baja velocidad, usando la cabeza de diámetro pequeño del homogeneizador Polytron. Asegurándose de que todas las piezas de carne estén homogeneizadas.
9. Dejar reposar por 1 hora las muestras a 4 °C en hielo.
10. Centrifugar las muestras a 2985 x g por 30 minutos a 5°C. Filtrar las muestras usando papel filtro Whatman #1.
11. Centrifugar las muestras a 2985 x g por 15 minutos a 5°C. Filtrar las muestras usando papel filtro Whatman #1.
12. Tomar 1 ml de cada muestra usando una pipeta y colocarlo en la cubeta de plástico para medir los pigmentos en el espectrofotómetro.
13. Tomar las medidas de pigmentos con absorbancia a 700, 572 y 525 nm usando fosfato buffer como el blanco con UV-VIS. Espectrofotómetro (UV 2100U, Shimadzu Co.).
14. Calcular:

$$\text{Mioglobina (mg/ml)} = (A_{525} - A_{700}) \times (2.203) \times (\text{factor dilución})$$

$$(\text{mg/ml}) = (A_{525}/7.6) \times (19 \times 6)$$

$$\text{PMD} = \left(1 - \left(\frac{Mb_{con.despues de calentar}}{Mb_{con.antes de calentar}}\right)\right) \times 100$$

$$\% \text{MetMb} = \left(1.395 - \left(\frac{A_{572} - A_{700}}{A_{525} - A_{700}}\right)\right) \times 100$$

3.10.3 Método húmedo – Rápido, TBARS para Rancidez oxidativa

El principio de este método expresa que en presencia de ácido tiobarbitúrico (TBA), malondialdehído otros productos aldehídos de la oxidación de lípidos (sustancias TBA reactiva; TBARS) forman cromógenos de color rosa con el máximo de absorción a 532 a 535 nm; sin embargo, en la presencia de azúcares que interfieren, forman cromógenos de color amarillo, los cuales se pueden evitar usando el método de destilación (Tarlamis 1960).

1. Para preparar la solución a utilizar para el experimento (Stock Solución), pesar 3.758 g de ácido tiobarbitúrico, 150 g de ácido tricloroacético y 20.7 ml de HCl 0.25 N.
2. Agregar todos los reactivos en un Erlenmeyer de 1000 ml.
3. Colocar en la calentadora y mezclarlos usando una barra agitadora magnética.

Nota: 100 ml de stock solución son suficientes para 20 pruebas individuales. Stock solución puede ser almacenada a temperatura ambiente en la oscuridad (cubrir con papel aluminio).

4. Al tener la solución preparada picar finamente una porción de la muestra de carne a analizar. Pesar duplicado 0,5 g de cada muestra.
5. Colocar la carne en tubos de ensayo rotulados
6. Añadir 2,5 ml de TBA Stock solución para cada muestra, dando un factor de dilución de 6. Mezclar bien.
7. Calentar las muestras 10 minutos en agua hirviendo en tubos tapados holgadamente (fondo redondo de Pyrex o tubos de centrifuga de polipropileno). Precaución: Los tubos tapados herméticamente pueden estallar durante el calentamiento. Las muestras positivas se vuelven de color rosa durante el calentamiento.
8. Enfriar los tubos en agua del grifo.
9. Retirar la carne de la muestra y depositar el líquido en tubos centrifuga de polipropileno

10. Centrifugar a 5000 x g durante 10 minutos a 4 ° C para obtener un sobrenadante transparente.

11. Pipetear con cuidado una porción del sobrenadante a una cubeta de plástico para el espectrofotómetro. Cuidar que la solución permanezca clara.

12. Medir la muestra absorbancia 532 nm frente a un blanco (poner la solución madre como blanco) que contiene todos los reactivos, pero no la carne.

13. Calcular el valor TBA expresado como ppm malondialdehído, usando $1,56 \times 10^5$ / M / cm como el coeficiente de extinción del cromógeno rosa TBA. (Sinnhuber y Yu, 1958) como sigue:

Número TBARS (mg MDA / kg) = muestra de A532 x (1 M TBA cromógeno / 156.000) x ((1 mol / L / M) x (0.003 L / 0,5 g de carne) x (72,07 g MDA / mol MDA) x 1000 mg / g) x 1000 g / kg) o valor de TBARS (ppm) = muestra A532 x 2.77.

3.10.4 Métodos para el analizar el crecimiento bacteriano usando recuento en placas Petrifilm 3M

a). Procedimiento para análisis microbiológico de aerobios mesófilos, *E coli* y coliformes

1. Colocar el recuento en placa de aerobios Petrifilm 3M en una superficie plana. Levantar la película superior. Con una pipeta electrónica 3M manteniéndola en posición vertical a la placa, colocar 1 ml de muestra o muestra diluida en el centro del film inferior.

2. Enrollar el film superior hacia abajo sobre la muestra con cuidado para evitar derramar la muestra fuera del film y para evitar burbujas de aire. No dejar caer la película superior.

3. Colocar el esparcidor plano Petrifilm 3M (6425) u otro esparcidor plano en el centro del recuento en placa rápido de aerobios.

4-Aplicar presión suavemente sobre el esparcidor para distribuir el inóculo sobre el área circular. No doblar ni deslizar el aplicador.

5 Levantar el esparcidor. Esperar mínimo 1 minuto para que solidifique el gel.

6. Incubar las placas con el lado claro hacia arriba en estibas de hasta 40. Si es necesario humidificar la incubadora para minimizar la pérdida de humedad.

7. Contar en un contador de colonias estándar u otra fuente de luz ampliada. Consultar la Guía de Interpretación para leer los resultados.

8. Sellar doblando el extremo de la bolsa y aplicar la cinta adhesiva. Para evitar la exposición a la humedad, no refrigerar bolsas abiertas. Guardar las bolsas selladas en un lugar fresco y seco (20-25 ° C / <60% de humedad relativa) por un periodo máximo de 4 semanas.

b). Procedimiento para análisis microbiológico recuento en placas de mohos y levaduras

1. Guardar los paquetes sin abrir en el refrigerador. Utilizar antes de la fecha de caducidad indicada en el paquete.

2. Para cerrar las bolsas, doblar los extremos y cerrarlos con cinta adhesiva.

3. Mantener el paquete sellado a = 21 °C (70 ° F =) = 50% de humedad relativa. No refrigerar los paquetes abiertos.

4. Preparar una mezcla. Dilución de 10 o mayor del producto alimenticio

Pesar o pipetear el producto alimenticio en la bolsa Whirl-Pak, bolsa Stomacher, botella de dilución o cualquier otro contenedor estéril apropiado.

5. Añadir la cantidad apropiada de diluyente. Esto incluye métodos standard de tampón de fosfato, agua de peptona al 0,1%, agua destilada, solución salina tamponada con fosfato y tampón de Butterfield. No usar tampones que contienen citrato de sodio o tiosulfato

6. Mezclar u homogeneizar la muestra con el procedimiento actual.
7. Colocar el recuento en placa en una superficie plana. Levantar la película superior.
8. Con la pipeta en dirección perpendicular al recuento en placa, colocar 1 ml de muestra en el centro del film inferior.
9. Levantar la película superior; luego dejarla caer. No hacer rodar el film superior hacia abajo.
10. Sujetando el aplicador por la barrita soporte, colocar el aplicador para mohos y levaduras sobre la placa.
11. Aplicar presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No torcer ni deslizar el aplicador.
12. Levantar el esparcidor. Esperar un minuto para que solidifique el gel.
13. Sostener el travesaño, en la posición del esparcidor de mohos y levaduras sobre la placa con la concentración de gérmenes. Incubar las placas con la cara arriba en pilas de 20 o menos a una temperatura de 25 ° C durante 3-5 días.
14. Realizar la lectura del recuento en placa en un contador de colonias standard tipo Quebec u otra fuente de luz ampliada. Consultar la Guía de Interpretación para leer los resultados.

3.11 Antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias que se añaden en pequeñas cantidades a las grasas o aceites para prevenir la autooxidación o al menos retardarla; los hay sintéticos y naturales. Los consumidores conscientes de la salud prefieren alimentos que contienen una mínima cantidad o estén libres de conservantes sintéticos (Gupta y Abu 2011). Para entender el efecto del antioxidante se debe comprender que la oxidación de ácidos grasos insaturados es una reacción en cadena.

Si una molécula de ácido graso es atacada por el oxígeno, no solo la molécula se rompe sino que se forman productos intermediarios que inician la oxidación de otra molécula de ácido graso.

Los antioxidantes actúan al romper las cadenas de oxidación, ya que reaccionan con los intermediarios activos que se forman en el proceso de oxidación. El mecanismo de este efecto explica porque se necesitan tan solo trazas del antioxidante para prevenir la oxidación de una mezcla de grasas. Ya que el proceso de oxidación se da en cadena, una sola molécula del antioxidante es suficiente para detener la misma; sin embargo, no se comprende todo acerca de este mecanismo, ya que por ejemplo a dosis excesivas los antioxidantes pueden actuar como aceleradores de la oxidación si se añaden de forma total, pero no si se añaden de forma gradual (Valle 2006).

Según Hernández *et al.* (2008) los antioxidantes naturales se han estudiado y utilizado en los alimentos debido a la demanda de los consumidores por alimentos naturales u orgánicos. El interés es también sobre la base de las restricciones en el uso de antioxidantes sintéticos, debido a los posibles efectos carcinógenos. Las hierbas y especias han sido tradicionalmente utilizadas como ingredientes alimentarios y por sus propiedades antioxidantes, entre ellos, se encuentra el romero (*Rosmarinus officinalis L.*) que es un antioxidante natural muy utilizado actualmente.

Para medir el efecto del sistema antioxidante, en la industria cárnica se utiliza el método del TBA. Se ha encontrado una buena correlación entre la aceptación de la carne por el consumidor y los niveles límites de rancidez, expresada a través del consumo de ácido tiobarbitúrico (TBARS) en caracterizaciones fisicoquímicas. Productos secundarios de la oxidación reaccionan con el ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), formando un complejo de color que se mide con un espectrofotómetro. El número TBA se obtiene en gramos de malondialdehído/kilo de carne y cuanto menor sea, mejor es el sistema antioxidante (Aspé *et al.* 2008).

Monroy *et al.* (2009) manifestaron que el extracto de romero inhibe la oxidación de lípidos ya que según Barbut *et al.* (2004) reduce la presencia de derivados volátiles de lípidos, tales como aldehídos y alcoholes en los productos cárnicos. Debido a esto el extracto de romero tiene la capacidad de disminuir las características de olor relacionados con la oxidación de lípidos, tales como el olor a rancio (Nissen *et al.* 2004).

En cuanto al color el extracto de romero puede incrementar los valores de b^* y H^* , y mantener los valores de L^* en la carne (Bañón 2012) y permite mantener a través del tiempo la luminosidad y los colores rojo y amarillo en la carne (Miranda y Pinetta 2012).

Estudios realizados por Djamel *et al.* (2001) demostraron que el extracto de romero combinado con otros antioxidantes también da buenos resultados, mezclado con vitamina C ha demostrado tener la capacidad de estabilizar el color en carnes y junto con ácido ascórbico inhiben fuertemente la formación de TBARS en la carne (Armida *et al.* 2002).

3.12 Romero (*Rosmarinus officinalis* L.).

Descripción botánica de la planta: su nombre botánico es *Rosmarinus officinalis* L., comúnmente se le conoce como romero, pertenece al Reino: Vegetal, subreino: Embryobionta. division: Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, subclase Asteridae, orden Lamiales, familia: Lamiaceae (Labiatae), genero: Rosmarinus L., especie: *Rosmarinus officinalis* L.

3.12.1 Características organolépticas. Olor fuertemente aromático, intenso, especiado, algo canforáceo; el sabor áspero, especiado, amargo, aromático, ligeramente picante.

3.12.2 Composición química. Los componentes principales del aceite esencial son: alcanfor, 1,8-cineol, apineno y otros monoterpenos como borneol, b-pineno, limoneno y pcimeno. También encontramos lactonas sesquiterpénicas; ácidos triterpénicos; alcoholes triterpénicos; ácidos fenólicos; flavonoides y heterósidos (Muñoz 2002).

3.12.3 Propiedades antioxidantes y antimicrobianas

Las sustancias principales asociadas con la actividad antioxidante son los diterpenos fenólicos como: carnosol, rosmanol, ácido carnósico, metil carnosato, y ácidos fenólicos como: ácidos rosmarínico y cafeico. Por otra parte los polifenoles de romero son agentes quelantes de metales que actúan sobre los radicales libres, ya que sus anillos de benceno inhiben las reacciones en cadena durante la oxidación de los lípidos.

Los iones metálicos promueven la oxidación de polifenoles a través de la formación de especies reactivas de oxígeno (Makris y Rossiter 2000). De acuerdo con Monroy *et al.* (2010) los extractos de romero pueden tener un papel importante en la preservación de los alimentos y la protección contra agentes patógenos, debido a su capacidad de inhibir el crecimiento microbiano.

En estudios realizados por Miranda y Pinetta (2012) mostraron que el extracto de romero retarda el crecimiento microbiano de aerobios mesófilos en carnes, esto es importante ya que los aerobios deterioran la carne. Según Insausti *et al.* (2001) el deterioro microbiano generado por mesófilos se produce en un rango de 7-8 UFC/g de carne fresca. Lauzuriaca *et al.* (2005) indicó que valores superiores a 7 UFC/cm² hacen que el producto no sea apto para su consumo. Así mismo es posible que la incorporación de romero contribuya a la inhibición del crecimiento de coliformes en la carne fresca (Auqui 2014).

De acuerdo con Monroy *et al.* (2009) la composición del romero demuestra existencia de compuestos polifenólicos y cabe destacar que los antioxidantes de naturaleza polifenólica poseen actividad antimicrobiana. Naveena *et al.* (2008) señala que esto se debe a que los polifenoles retrasan el crecimiento de microorganismos, provocando lisis al degradar las condiciones del medio y atravesar la membrana celular.

Burt (2004) estudio la capacidad antimicrobiana del romero y según sus conclusiones el aceite esencial de romero inhibe las siguientes bacterias: *Escherichia coli* 4.5 > 10, *Salmonella typhimurium* > 20, *Bacillus cereus* 0.2, *Staphylococcus aureus* 0.4 10, *Listeria monocytogenes* 0.2 (rango aproximado ul/ml). Los diterpenos de romero son capaces de inhibir el crecimiento de bacterias Gram positivas, bacterias Gram negativas y levaduras, siendo los principales compuestos antimicrobianos bioactivos; ácido carnósico, ácido rosmarínico y carnosol (Moreno 2006).

El romero también ha demostrado capacidad de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas (Del Campo *et al.* 2000). Aunque según Moreira *et al.* (2005) el extracto de romero tiene mayor efecto en bacterias Gram-negativas al utilizar aceite de romero como antimicrobiano natural. La composición química del aceite esencial de romero varía ampliamente dependiendo de las condiciones agrícolas de cultivo, así como con las técnicas de extracción utilizada (Kim *et al.* 2013).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre el 30 de octubre al 30 de diciembre del año 2015 en el campus de Fort Valley State University (FVSU) en el Laboratorio químico y el Laboratorio de Microbiología, FVSU está ubicada en Fort Valley, Estado de Georgia 31030, Estados Unidos de América.

4.2 Materiales y equipo

4.2.1 Preparación de la muestra

Materiales

- Carne caprina fresca (pierna y hombro)
- Extracto de romero líquido (oleoresina) proveedor The Craft Butcher's Pantry, Wappingers Falls, NY 12590
- Bandejas de polipropileno de alta barrera
- Películas de termosellado

Equipo

- Molino
- Termómetro marca Fisher Scientific
- Empacadora al vacío marca Koch Equipment LLC, Kansas City, MO 64108 USA
- Balanza analítica marca Fisher Scientific
- Refrigeradora marca Fisher Scientific

4.2.2 Análisis del color

Materiales

- Paletas esterilizadas
- Guantes de látex desechables
- Guantes esterilizados para protección ambiental
- Bolsas para stomacher machine
- Toallas de papel desechables para limpiar los instrumentos y superficies de contacto

Equipo

- Colorímetro Hunter Lab Miniscan XE plus instrument (Hunter Associate Lab. Reston, VA)
- Balanza analítica marca Fisher Scientific
- Refrigeradora marca Fisher Scientific

4.2.3 Análisis de pigmentos

Materiales

- Embudos de vidrio para laboratorio
- Papel filtro Whatman #1
- Espátulas
- Tubos de ensayo
- Pipetas de 1000 m
- Pipetas desechables de 1 ml
- Cubetas de plástico para espectrofotómetro de 1ml
- Tubos centrifuga PP (polipropileno) fondo redondo

Equipo

- Balanza analítica marca Fisher Scientific
- Espectrofotómetro Evolution 60S UV visible (Modelo UV 2100U, Shimadzu Co.)
- Calentador magnético CORNING PC-620D
- Centrifugadora marca SORVALL LEGEND RT
- Agitador Vortex Thermolyne Maxi mix Plus
- Polytron homogeneizador Ciclon I.Q.

4.2.4 Análisis de Oxidación de Lípidos TBARS.

El análisis de la oxidación lipídica se desarrolló por el Método húmedo rápido, TBARS para Rancidez oxidativa donde en presencia de ácido tiobarbitúrico (TBA), malondialdehído otros productos aldehídos de la oxidación de lípidos (sustancias TBA reactiva; TBARS) forman cromógenos de color rosa con el máximo de absorción a 532 a 535 nm.

Productos secundarios de la oxidación reaccionan con el ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), formando un complejo de color que se mide con un espectrofotómetro. El número TBA se obtiene en gramos de malondialdehído/kilo de carne, y cuanto menor sea, mejor es el sistema antioxidante (Aspé *et al.*, 2008).

Reactivos:

- TBA stock solución 0.375% (3.75 g)
- Ácido tiobarbitúrico 15% (150 g)
- Ácido tricloro acético 0.25 N (20.7 ml).

Equipo

- Balanza analítica marca Fisher Scientific
- Espectrofotómetro marca Evolution 60S UV visible (Modelo UV 2100U, Shimadzu Co.)
- Calentador magnético CORNING PC-620D
- Centrifugadora marca SORVALL LEGEND RT
- Agitador Thermolyne Maxi mix Plus

Materiales

- Jeringas
- Filtros para jeringas
- Beaker de 1000 ml
- Balón aforado de 1000 ml
- Barras agitadoras magnéticas
- Espátulas
- Tubos de ensayo con sus tapas

- Pipetas desechables de 1 ml
- Pipetas de 1000 ml
- Frasco lavador con agua destilada
- Cubetas de plástico para espectrofotómetro de 1ml

Tubos centrifuga PP (polipropileno) fondo redondo de 10 ml y

- Hielo

4.2.5 Análisis Microbiológico.

Se realizó en el laboratorio de Microbiología utilizando placas Petrifilm 3M siguiendo las instrucciones recomendadas descritas anteriormente en los métodos para análisis microbiológicos. Las Placas 3M™ Petrifilm™ son métodos reconocidos por la AOAC™ International como Métodos Oficiales de Análisis (OMA).

Reactivos:

- Agua peptonada
- Sustancia Blanqueadora Clorox
- Alcohol al 70%

Equipo

- Autoclave
- Maquina Stomacher 400 circulator. SEWARD
- Cabina de flujo laminar
- Agitador Vortex Genie 2, Fisher Scientific
- Incubadora innova 4230. New Brunswick Scientific

Materiales

- Muestras de carne caprina molida
- Vortex pipetas desechables (10 ml) Tips (1 ml)
- Pipeta volumétrica
- Beacker de 1000 ml
- Tubos de ensayo esterilizados
- Gradillas
- Bandejas de plástico planas para ordenar las muestras
- Guantes de látex
- Etiquetas para identificar las muestras
- Marcador tinta natural para etiquetar
- Toallas de papel desechables para limpiar los instrumentos y superficies de contacto

Placas Petrifilms

- Conteo de Placa mohos y levaduras
- Conteo de Placa para aerobios
- Conteo de Placa *E. Coli*/coliformes

4.3 Metodología

4.3.1 Obtención de la materia prima. Se sacrificaron 6 cabras de raza española, seguidamente se deshuesaron usando las BPM y todas las normas para garantizar la inocuidad y calidad de la carne. Se seleccionaron las partes de la canal a utilizar en el experimento (pierna, hombro), por último se molió la carne y se almacenó en bandejas que contenían 1 libra de carne.

4.3.2 Preparación del extracto. La oleoresina de romero se adquirió de una empresa comercial. En el laboratorio de química haciendo uso de una balanza analítica se pesaron las cantidades de 0.02%, 0.1% y 0.25% del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) que fueron utilizadas.

1230 kg de carne molida de cabra

0.02%=2.46 g

0.1%= 12.3g

0.25%= 30.75g

4.3.3 Aplicación del extracto. Después de ser molida la carne se pasó de inmediato al cutter donde se le aplicó la cantidad de extracto de romero correspondiente y se mezcló uniformemente.

4.3.4 Evaluación de los siguientes parámetros: color, pigmentos, oxidación de lípidos y carga microbiana.

a). Análisis del color

Se utilizó la Metodología de American Meat Science Association descrita anteriormente en la sección 3.10.1.

b). Análisis de pigmentos

Se utilizó el método para análisis de pigmento descrito en la sección 3.10.2.

c). Análisis de Oxidación de Lípidos

TBARS para Rancidez oxidativa descrito en la sección 3.10.3.

d). Análisis Microbiológico

Mediante recuento en placas Petrifilm 3M, según procedimiento descrito anteriormente en sección 3.10.4.

4.4 Diseño Experimental

En este estudio se evaluó el efecto antioxidante de cuatro cantidades de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) 0%, 1%, 0.02% y 0-25% sobre el retardo de la oxidación de la mioglobina aplicadas a 60 unidades experimentales de carne molida caprina de raza Española. Se asignaran al azar los tratamientos con igual número de repeticiones. Se utilizó el Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con 60 muestras, 4 tratamientos y 3 repeticiones en cada tratamiento.

4.4.1 Modelo Matemático

$$\text{DCA} \quad Y_{ij} = \mu + \delta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Observación Y en el tratamiento j.

μ : Media general.

δ_j : Efecto del i- esimo Tratamiento.

ε_{ij} : Error experimental.

Cuadro 2. Descripción de Tratamientos

Niveles	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Días	0% de ER	0.02% de ER	0.1% de ER	0.25% de ER
1	0-1	0.02-1	0.1-1	0.25-1
4	0-4	0.02-4	0.1-4	0.25-4
8	0-8	0.02-8	0.1-8	0.25-8
12	0-12	0.02-12	0.1-12	0.25-12
15	0-15	0.02-15	0.1-15	0.25-15

Se realizaron 3 repeticiones en cada tratamiento

4.4.2 Unidad Experimental. 1 libra de carne molida caprina de raza Española.

4.4.3 Variables evaluadas

- Determinación del color
- Determinación de la cantidad de pigmentos presentes en la carne
- Determinación de la oxidación de lípidos
- Determinación de la carga microbiana

4.4.4 Análisis estadístico. Los datos obtenidos en el experimento fueron sometidos a un análisis de varianza al 5% de significancia para la variable requerida, utilizando el programa estadístico informático STATGRAPHIC CENTURION para Windows. Se desarrolló el ANOVA multifactorial de múltiples rangos y el gráfico de interacción para cada variable evaluada.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados para cada una de las variables propuestas en la investigación:

5.1 Determinación del color

El interés de realizar un estudio tan detallado del color de la carne molida caprina almacenada en condiciones de venta al consumidor fue conocer cómo varían las coordenadas de color en los días de almacenamiento según el tratamiento para poder establecer una cantidad de extracto de romero en que se obtengan valores de $L^*a^*b^*$ estabilizados y representativos de las características del color adecuado, puesto que las variables de color pueden utilizarse como predictoras de la vida útil y el color aceptable de la carne a la vista del consumidor (Uceda 2010).

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en el espacio de color CIEL Lab

L* valor			a* valor			b* valor		
TR	Media	Grupos	TR	Media	Grupos	TR	Media	Grupos
0.1	49.35	A	0.02	8.521	A	0.02	7.6406	A
0.25	49.10	AB	0	7.332	A	0.1	7.6164	A
0.02	47.800	BC	0.1	6.637	A	0	7.4274	A
0	46.69	C	0.25	6.320	A	0.25	7.2862	A

El cuadro 3 muestra los resultados de la influencia que tuvo cada tratamiento de extracto de romero sobre la carne caprina en las coordenadas de color CIE Lab.

Las coordenadas a^* y b^* no mostraron gran variación en sus valores con los diferentes tratamientos mientras que L^* mostró gran variación. En la figura 1 se muestra el comportamiento del espacio de color CIE Lab en cada tratamiento.

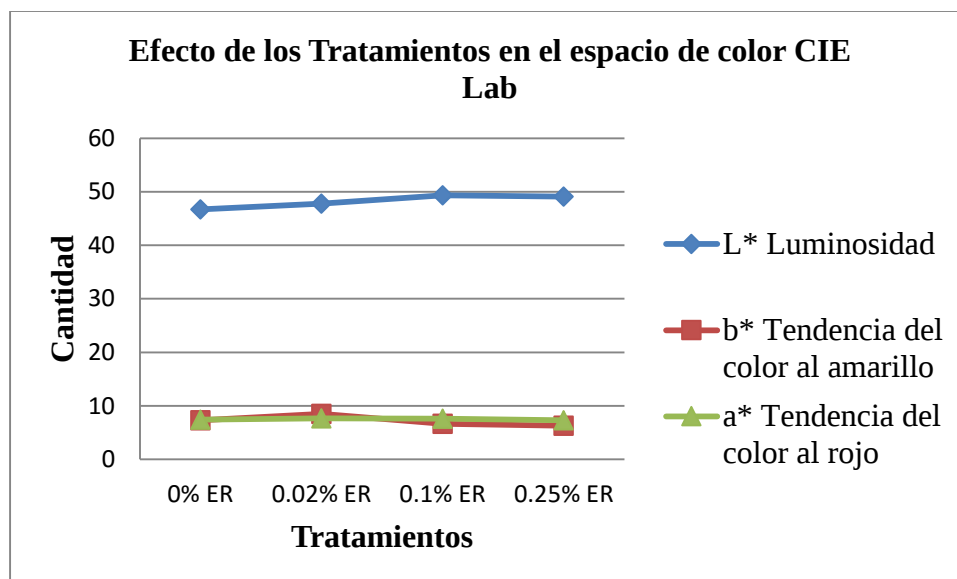


Figura 1. Efecto de los tratamientos en el espacio de color CIE Lab

El análisis de varianza demuestra que no hubo diferencia estadística significativa entre las muestras ($P < 0.05$) para a^* valor (anexo 3), tampoco hubo diferencia estadística para b^* valor ($P < 0.05$) (anexo 4) es decir; que los valores de color amarillo (b^*) y color rojo (a^*) de la carne molida caprina se mantuvo favorable con el uso de extracto de romero en las cuatro cantidades estudiadas.

De acuerdo con CIE (2004) el valor de a^* puede ser positivo (rojo) o negativo (verde) y el valor b^* también puede variar de positivo (amarillo) a negativo (azul), en el presente estudio las muestras mantuvieron un color rojo aceptable durante los 15 días de almacenamiento por lo tanto no se presentó ningún caso de carne con color verdoso o azulado.

Para L^* valor el análisis de varianza demuestra que si hubo diferencia estadística significativa entre las muestras ($P > 0.05$) (anexo 2), las cantidades de extracto de romero aplicadas a la carne molida caprina no influyeron de la misma manera en el comportamiento de luminosidad en todos los casos.

Según CIE (2004) la coordenada L^* varía de (0) negro a (100) blanco por lo tanto los resultados de esta investigación son aceptables ya que la luminosidad presentada por la carne molida fue adecuada.

De acuerdo al análisis de la figura 1 la mayor luminosidad se presentó en la carne que fue tratada con 0.1% ya que mostró resultados ligeramente elevados en comparación con el tratamiento 0.25%, aunque ambos estadísticamente sean iguales.

5.1.1 Efecto de Tiempo de almacenamiento y Tratamientos sobre L^* valor.

En la figura 2 se muestra el comportamiento de L^* valor a través de los días de almacenamiento en cada tratamiento. Se puede observar en el gráfico que la carne caprina molida presentó mayor luminosidad el día 15, con la aplicación de 0.1% y 0.25% de extracto de romero.

Interacciones entre Tiempo y cantidad de Extracto de romero para L* valor

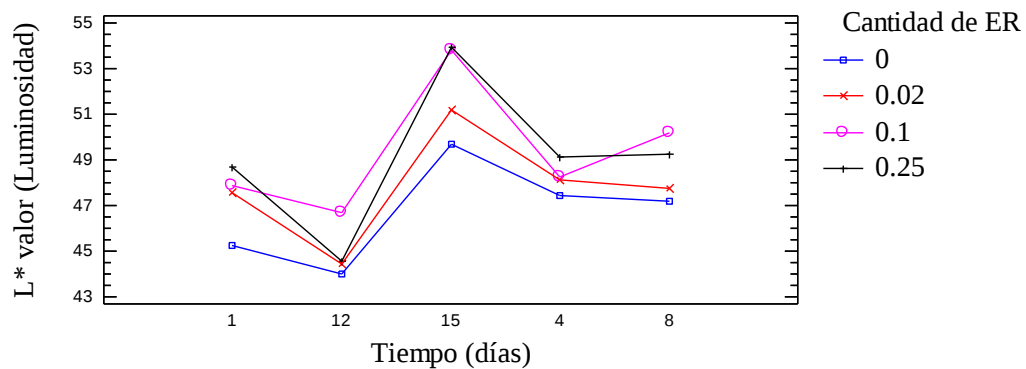


Figura 2. Efecto de día y tratamientos sobre L* valor

El gráfico muestra como la luminosidad aumento con los días de almacenamiento y que con la aplicación de extracto de romero la carne molida conserva sus características organolépticas en un periodo de 15 días de almacenamiento.

No obstante para la industria cárnica el tratamiento recomendado para mantener L* valor en la carne es 0.1% de ER porque implica menos costos de producción al reducir la cantidad de extracto usado y asegura su eficacia, es menor cantidad pero ejerce la misma acción.

Según Valle (2006) se necesitan tan solo trazas del antioxidante para prevenir la oxidación de una mezcla de grasas; sin embargo, no se comprende todo acerca del mecanismo en que actúan los antioxidantes, ya que por ejemplo a dosis excesivas los antioxidantes pueden actuar como aceleradores de la oxidación si se añaden de forma total, pero no si se añaden de forma gradual.

5.1.2 Efecto de Tiempo de almacenamiento y Tratamientos sobre a^* valor.

La figura 3 muestra el comportamiento de a^* valor a través del tiempo de almacenamiento. Según lo muestra la distribución de las líneas en el gráfico, a^* valor presentó valores adecuados con tendencia positiva a rojo durante el periodo de almacenamiento.

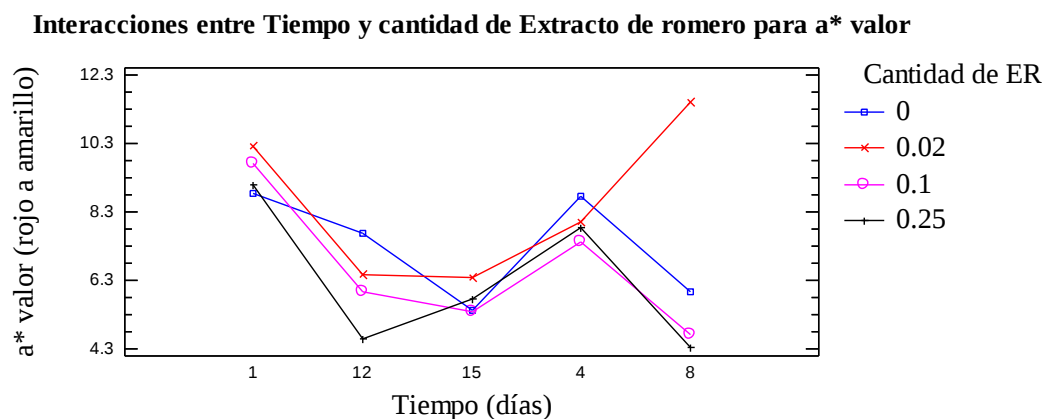


Figura 3. Efecto de interacción días y tratamientos sobre a^* valor

5.1.3 Efecto de Tiempo de almacenamiento y Tratamientos sobre b^* valor.

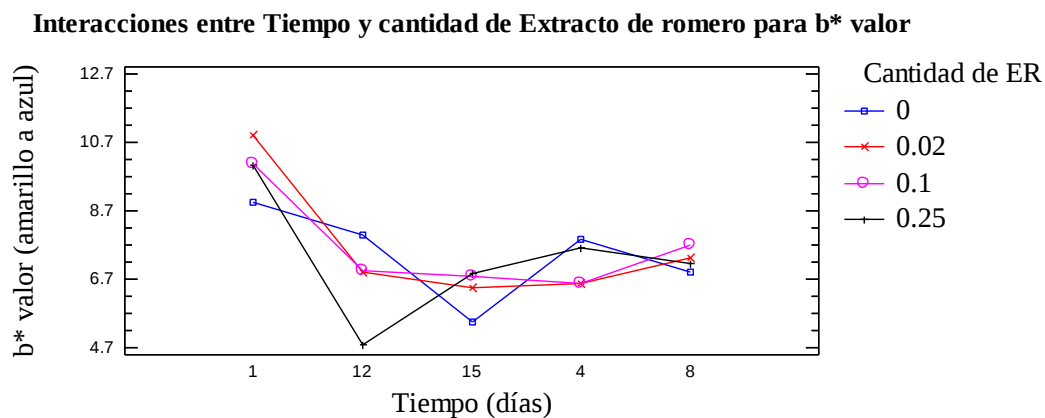


Figura 4. Efecto de la interacción días y tratamiento sobre b^* valor

La figura 4 muestra el comportamiento de b^* valor a través del tiempo de almacenamiento en cada uno de los tratamientos. Según muestra el gráfico el color amarillo representado como b^* valor se mantuvo en valores adecuados es decir que el extracto de romero influyó positivamente sobre esta coordenada manteniendo el color amarillo deseado, lo durante el periodo de almacenamiento.

Según los resultados de esta investigación, tomando en cuenta que se ha utilizado un método válido y se empleó un buen instrumento se puede deducir que el extracto de romero mantiene el color de la carne molida tratada con el mismo.

Este resultado concuerda con los resultados de un estudio desarrollado por Miranda y Pinetta (2012) donde se agregó extracto de romero (1000 ppm) en dos cortes de carne de res, el romero no afectó en ninguno de los valores de color; luminosidad, color rojo y amarillo los colores se mantuvieron a través del tiempo.

Djamel *et al.* (2001) en un estudio sobre la extensión de la vida útil del filete de res tratado con romero empacado en Atmosferas Modificadas y almacenada bajo condiciones UV, tiene similar opinión con el autor expuesto anteriormente ya que expresa que el color era significativamente estabilizado por la aplicación superficial de la mezcla de romero y vitamina C.

No obstante Bañon (2012) en una investigación desarrollada en carne de corderos suplementados con extracto de romero almacenada bajo condiciones de venta al consumidor encontró que el color fue deteriorado fuertemente en los cortes almacenados bajo condiciones de venta al consumidor. Los valores de a^* y C^* decrecieron, mientras b^* y H^* incrementaron, solo L^* valor permaneció constante durante el periodo de almacenamiento.

Algunos autores prefieren expresar los valores, en términos de Luminosidad (L^*), Croma o saturación (c^*) y Hue o tono (H^*), permite una descripción numérica del color de manera semejante al que los seres humanos comunican verbalmente el color (Deman 1992). Por otra parte Fernández *et al.* (2004) indicaron que el parámetro b^* incrementa tanto con la oxidación como con la oxigenación de la mioglobina.

5.2 Determinación de la cantidad de pigmentos presentes en la carne

Cuadro 4. Cantidad de pigmentos

Mioglobina			Metamioglobina		
TRA	Media	Grupos	TRA	Media	Grupos
0.25	4.80653	A	0.1	39.4272	A
0.1	4.54347	A	0.25	38.353	A
0	4.24016	A	0.02	37.3728	A
0.02	4.07911	A	0	32.2523	A

En el Cuadro 4 se recogen los resultados obtenidos del estudio de pigmentos realizado en la carne molida caprina. Tal como se observa en las letras presentadas en el cuadro y los respectivos Anova, en mioglobina ($P < 0.05$) (Anexo 5), metamioglobina ($P < 0.05$) (Anexo 6) no hubo diferencia significativa entre las muestras en ninguno de los dos pigmentos analizados.

El tratamiento con extracto de romero en carne molida caprina ayuda a estabilizar el color de la mioglobina ya que en ninguna muestra se presentó colores desfavorables de metamioglobina. Esto se debe a que la carne fue empacada al vacío y se redujo el oxígeno presente en la carne.

Según Amerling (2001) la estabilidad de la mioglobina depende especialmente de cantidades de oxígeno y de sustancias reductoras presentes en los tejidos, ya que de existir la presencia de estos, se inicia la formación de la metamioglobina, que da a la carne un color pardo y la hace inaceptable para el mercado

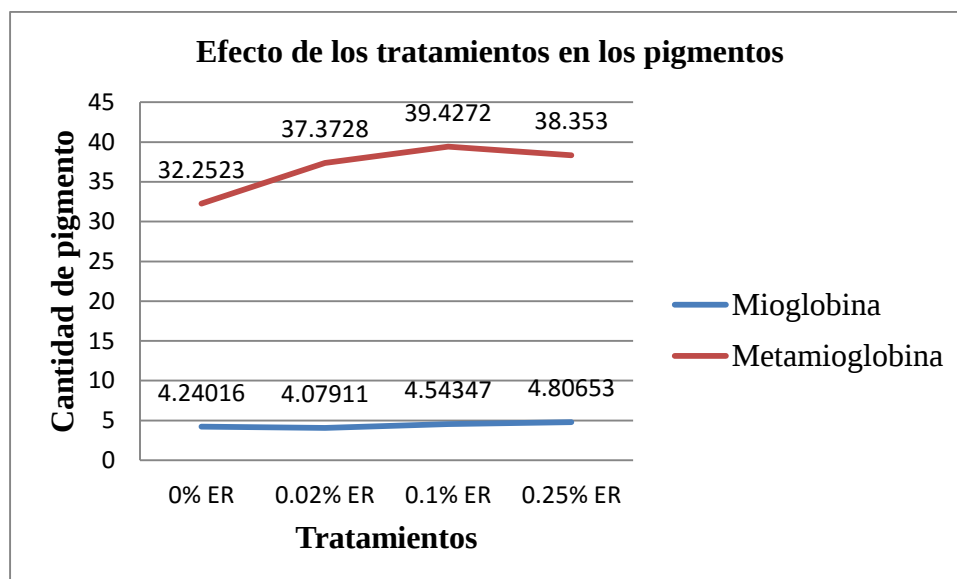


Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre los pigmentos

En la figura 5 se observa el comportamiento de los pigmentos en los tratamientos, se obtuvieron valores adecuados en la cantidad de mioglobina y metamioglobina, el efecto del extracto de romero sobre la estabilidad de la mioglobina se debe a los compuestos que contiene: ácido carnósico, carnosol y ácido rosmarínico que son los responsables de su actividad antioxidante comprobada (Lax 2014).

La adición de romero a la carne caprina molida fue beneficiosa dado que los valores de hierro hemínico en presencia de los mismos, fueron significativamente más elevados.

Estévez *et al.* (2006) estudiaron la modificación de la concentración de hierro hemínico y no hemínico en patés de hígado de cerdo durante el almacenamiento refrigerado a 4°C, encontrando también que los antioxidantes (extractos de salvia y romero) protegieron las moléculas de hemo de su degradación, inhibiendo la disminución del hierro hemínico en los patés almacenados.

Interacciones entre Tiempo y cantidad de Extracto de romero para Mioglobina

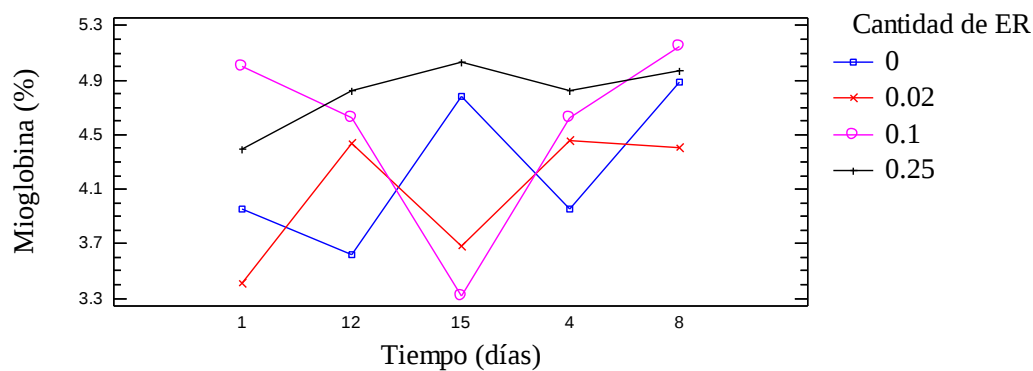


Figura 6. Efecto de la interacción días y tratamientos sobre la mioglobina

La figura 6 muestra el comportamiento del pigmento mioglobina a través del tiempo en cada uno de los tratamientos estudiados.

De acuerdo a este gráfico la cantidad de mioglobina presentó valores adecuados, con pequeñas variaciones de 3.3 a 5.3 pero la cantidad de la mioglobina no se vio afectada por la incorporación de las diferentes cantidades de extracto de romero, se mantuvo estable.

5.3 Determinación de la oxidación de lípidos

Cuadro 5. Cantidad de TBARS

TRT	mg MAD/kg	Grupos
0.1	0.429812	A
0	0.372842	A
0.02	0.349297	A
0.25	0.341264	A

En el Cuadro 5 se presentan los valores obtenidos para la oxidación de lípidos. En los tratamientos aplicados no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en las muestras (anexo 7). Los lípidos se mantuvieron debajo de 1.0 mg MAD/kg durante el periodo de almacenamiento. El extracto de romero mantuvo la formación de TBARS esto se debe a que los polifenoles de romero son agentes quelantes de metales y también actúan sobre los radicales libres, sus anillos de benceno inhiben las reacciones en cadena durante la oxidación de los lípidos y los iones metálicos promueven la oxidación de polifenoles a través de la formación de especies reactivas de oxígeno (Makris y Rossiter 2000).

Pérez *et al.* (2010) señalaron que los diterpenos de romero también afectan gravemente el orden de los lípidos y el embalaje de membranas de fosfolípidos. Estos resultados también concuerdan con Monroy *et al.* (2009) quienes realizaron un estudio donde se incorporó extractos etanólicos de romero y chile ancho en un batido cárnico para inhibir la formación de lípidos y manifestaron que al transcurrir el tiempo de almacenamiento se incrementó la concentración de malondialdehído, relativo al desarrollo de la oxidación de lípidos.

Armida *et al.* (2002) realizaron un estudio utilizando extractos de romero en filetes de carne para inhibir la oxidación de lípidos. En ese estudio la formación de TBARS se inhibió fuertemente por el tratamiento con romero junto con ácido ascórbico.

Mostrando diferencia significativa ($P < 0,05$) a lo largo de todo el tiempo de visualización con los filetes de carne sin tratar, ambas almacenadas en la presencia de radiación UV.

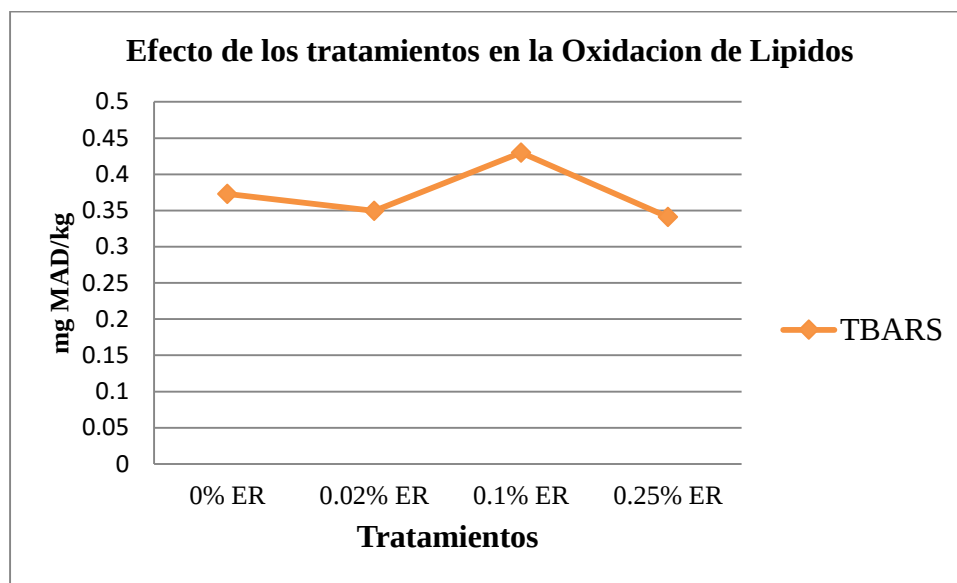


Figura 7. Efecto de los tratamientos en la oxidación de lípidos

La figura 7 muestra la oxidación de lípidos en cada tratamiento. Se observa que los valores presentaron muy poca variación. Los resultados son muy bajos por lo tanto la carne molida caprina tratada con extractos de romero no presentó colores raros ni olores desagradables sino que conservo el olor característico de la carne, este resultado concuerda con Nissen *et al.* (2004) quienes expresaron que las características de olor relacionado con la oxidación de lípidos, tales como rancio, es significativamente disminuido en los productos cárnicos tratados con extractos de romero.

Además estudios analíticos realizados por Estevez *et al.* (2005) mostraron que derivados volátiles de lípidos, tales como aldehídos y alcoholes, estaban en menor abundancia en los productos cárnicos tratados con extractos de romero

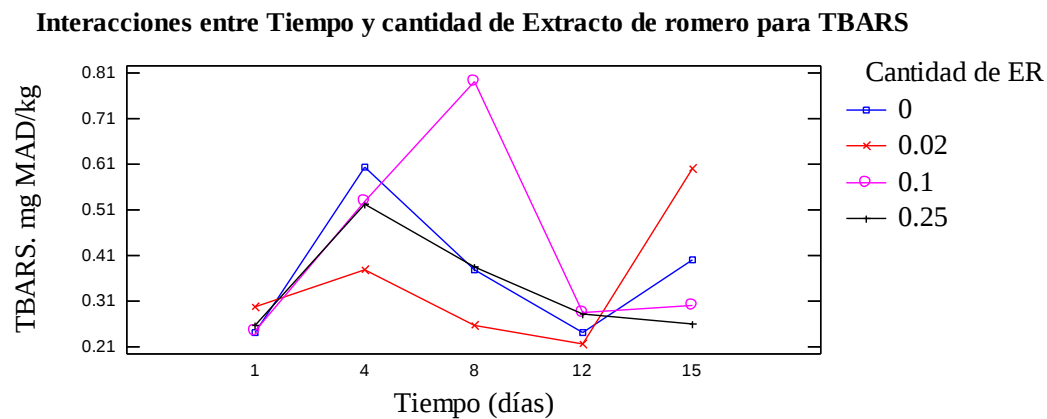


Figura 8. Efecto de la interacción de días y tratamientos sobre la cantidad de TBARS

5.4 Determinación de la carga microbiana

Cuadro 6. Carga microbiana presente en la carne molida caprina

Coliformes			Bacterias aerobias			Mohos			Levaduras		
Tra.	M	Grup	Tra	M	Grup	Tra.	M	Grup	Tra.	M	Grup
0	3.179	A	0.02	3.123	A	0.1	1.312	A	0.1	3.634	A
0.02	3.046	A	0	3.097	AB	0.02	1.256	AB	0	3.451	A
0.25	2.771	A	0.25	2.759	BC	0	1.266	AB	0.02	3.526	A
0.1	2.262	B	0.1	2.598	C	0.25	1.052	B	0.25	3.278	B

Significado: Tra (Tratamiento), M (media) y Grup (grupos homogéneos).

En el cuadro 6 se recogen los resultados obtenidos para la carga microbiana presente en la carne molida caprina tratada con extracto de romero en cuatro diferentes cantidades.

Como se observa en el cuadro 6 la carne tratada con extractos de romero presentó menor cantidad de bacterias en relación con la carne molida control, se ha puesto de manifiesto en este estudio la capacidad antimicrobiana del extracto de romero, estos resultados concuerdan con los de un estudio desarrollado por Monroy *et al.* (2010), los resultados del estudio muestran que los extractos de romero pueden tener un papel importante en la preservación de los alimentos y la protección contra agentes patógenos, debido a su capacidad de inhibir el crecimiento microbiano.

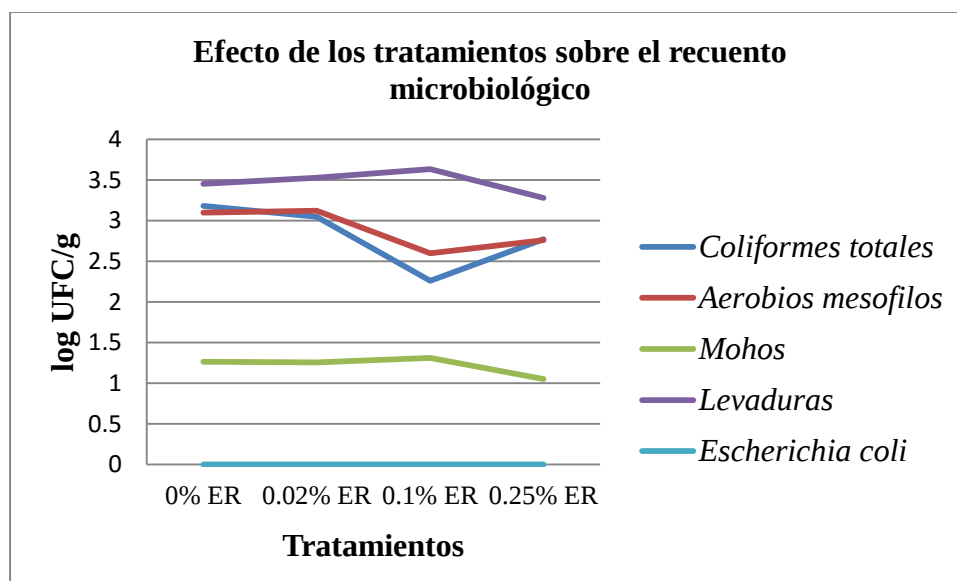


Figura 9. Efecto de los tratamientos sobre el recuento microbiano

La figura 9 muestra el comportamiento microbiológico en la carne tratada.

Los valores se mantuvieron dentro de un rango aceptable, Miranda y Pinetta (2012) expresaron que observaron buenos resultados en cuanto a la capacidad antimicrobiana del extracto de romero en un estudio donde se agregó extracto de romero (1000 ppm) en dos cortes de carne de res, cuello (*M. Rhomboideus*) y toalla (*M. Abdominus Obliquuos*).

Se obtuvo un mejor efecto antimicrobial con extracto de romero, inhibiendo el crecimiento de aerobios mesófilos. Y concluyeron que el extracto de romero retarda el crecimiento microbiano en aerobios mesófilos en dos músculos de res mejorados (*M. Rhomboideus*, *M. Abdominus obliquuos*) durante su almacenamiento en refrigeración con empaque termo encogible y al vacío (Miranda y Pinetta 2012).

5.4.1 Coliformes totales

En el Cuadro 6 se muestran los resultados para coliformes totales. Tal como lo presenta el cuadro, según las letras y el Anova, existe diferencia significativa en los diferentes tratamientos ($P < 0.05$) (anexo 8).

Interacciones entre Tiempo y cantidad de Extracto de romero para Coliformes

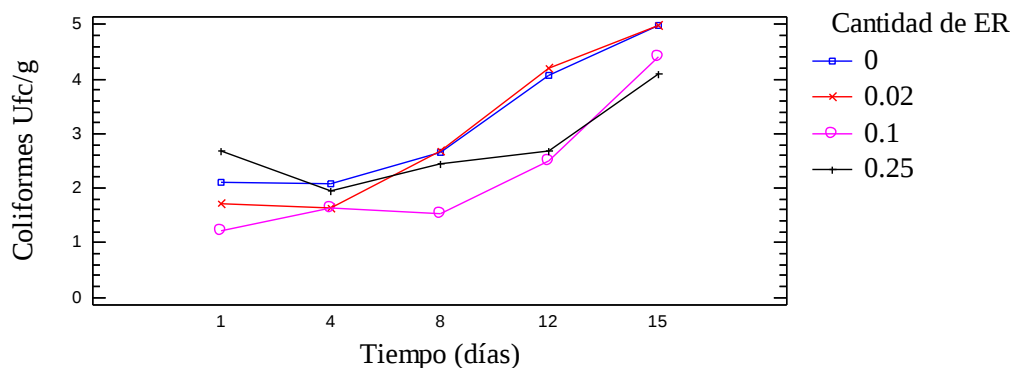


Figura 10. Efecto de la interacción días y tratamiento sobre el crecimiento de coliformes

En la figura 10 se muestra el crecimiento de coliformes totales en la carne molida a través del tiempo en cada tratamiento. El recuento con menor cantidad de coliformes se presentó el día 4 en las muestras tratadas con 0.1% de extracto de romero. Los demás tratamientos mostraron resultados similares en cuanto a la inhibición del crecimiento de coliformes. Como lo muestra el gráfico la mayor cantidad de estas bacterias se presentó el día 15 con el tratamiento 0% de extracto de romero, por lo que se hace evidente la capacidad del extracto de romero para inhibir el crecimiento de esta bacteria en la carne molida caprina.

La cantidad de extracto de romero que mejor inhibió el crecimiento de coliformes fue 0.1% de ER. Según los resultados de este estudio para coliformes, se puede observar que el extracto de romero ejerce una fuerte influencia en inhibir el crecimiento de esta bacteria. Estos resultados concuerdan con resultados obtenidos por Auqui (2014) quien evaluó la capacidad antioxidante del romero en carne fresca de cerdo y señala que es posible que la incorporación de romero contribuyera a la inhibición del crecimiento de coliformes en las muestras de carne fresca.

De igual manera Naveena *et al.* (2008) señalaron los antioxidantes de naturaleza polifenólica poseen actividad antimicrobiana, Monroy *et al.* (2009) profundizan este concepto expresando que la composición del romero demuestra existencia de compuestos polifenólicos los cuales retrasan el crecimiento de microorganismos, provocando lisis al degradar las condiciones del medio y atravesar la membrana celular.

5.4.2 *Escherichia coli*

En cuanto a capacidad de inhibir el crecimiento de *E coli* no hubo diferencia significativa, todos mostraron los mismos resultados y no se observó presencia de esta bacteria en ninguna de las muestras estudiadas.

Este resultado concuerda con Burt (2004) quien señaló que la inhibición bacteriana debida al efecto del aceite esencial de romero se ha demostrado en contra de diversos patógenos presentes en los alimentos, tales como: *Escherichia coli* 4.5 - > 10, *Salmonella typhimurium* > 20, *Bacillus cereus* 0.2, *Staphylococcus aureus* 0.4 10, *Listeria monocytogenes* 0.2 (rango aproximado ul/ml). De igual manera este recuento se encuentra dentro de los límites microbiológicos permitidos por la legislación (Ausencia) (Ministerio de economía *et al.* 2009).

5.4.3 Aerobios mesófilos

En el Cuadro 6 se presentan los resultados para aerobios mesófilos. Existe diferencia significativa ($P < 0.05$) como se muestra en el Anova (anexo 9) entre los tratamientos aplicados en las muestras en cuanto a la inhibición de aerobios mesófilos.

El tratamiento que presentó mejor resultado para inhibir microorganismos aerobios mesófilos fue 0.1% de ER y el que menos acción demostró fue el 0.02%. Los recuentos de todos los tratamientos se encuentran dentro de los límites permitidos por la legislación (< 10 UFC/g) (Ministerio 2009). Insausti *et al.* (2001) mostró que el deterioro microbiano generado por mesófilos se produce en un rango de 7-8 UFC/g de carne fresca. Lauzuriaca *et al.* (2005) sostuvo este resultado señalando que valores superiores a 7 UFC/cm² hacen que el producto no sea apto para su consumo.

Comparando estos resultados con los obtenidos en esta investigación se deduce que el extracto de romero ha sido eficiente en inhibir mesófilos dado que presentó valores menores a 4 UFC/g.

Interacciones entre Tiempo y cantidad de Extracto de romero para Aerobios

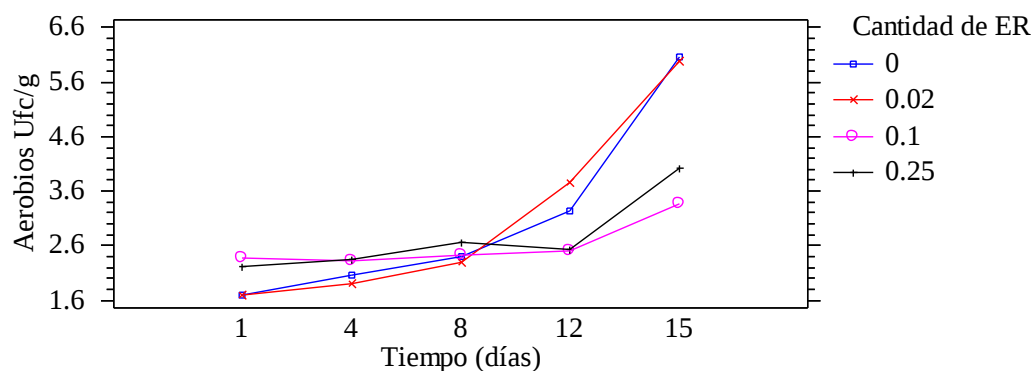


Figura 11. Efecto de la interacción de días y tratamiento sobre el crecimiento de aerobios mesófilos

En la figura 11 se muestra el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos en la carne molida a través del tiempo en cada tratamiento. En el gráfico se puede observar el comportamiento de la variable aerobios representado por las líneas. El recuento con menor cantidad de aerobios UFC/g se obtuvo el día 1 con el tratamiento 0.1% de extracto de romero, con el paso del tiempo la cantidad de aerobios fue aumentando.

5.4.4 Mohos y levaduras

El Cuadro 6 muestra los resultados para mohos y levaduras, los tratamientos han sido estadísticamente significativos, para mohos ($P < 0.05$) según muestra el Anova (anexo 10) y ($P < 0.05$) para levaduras (anexo 11) ejerciendo diferente efecto en la inhibición de mohos y levaduras en la carne caprina molida.

El tratamiento que mostró mejores resultados en inhibir mohos y levaduras fue 0.25%, la carne tratada con esa cantidad de ER presentó menor cantidad de estos microorganismos.

Según estos resultados el extracto de romero ha sido eficaz en inhibir el crecimiento de todas las bacterias estudiadas en este experimento. Los diterpenos de romero son capaces de inhibir el crecimiento de bacterias Gram positivas, levaduras y bacterias Gram negativas, siendo los principales compuestos antimicrobianos bioactivos; ácido carnósico, ácido rosmarínico y carnosol (Moreno 2006).

Los extractos de romero han demostrado capacidad para inhibir una variedad de bacterias gram-positivas y bacterias patógenas (Del Campo *et al.* 2000). También Moreira *et al.* (2005) demostró que el extracto de romero tiene mayor efecto en bacterias Gram-negativas al utilizar aceite de romero como antimicrobiano natural.

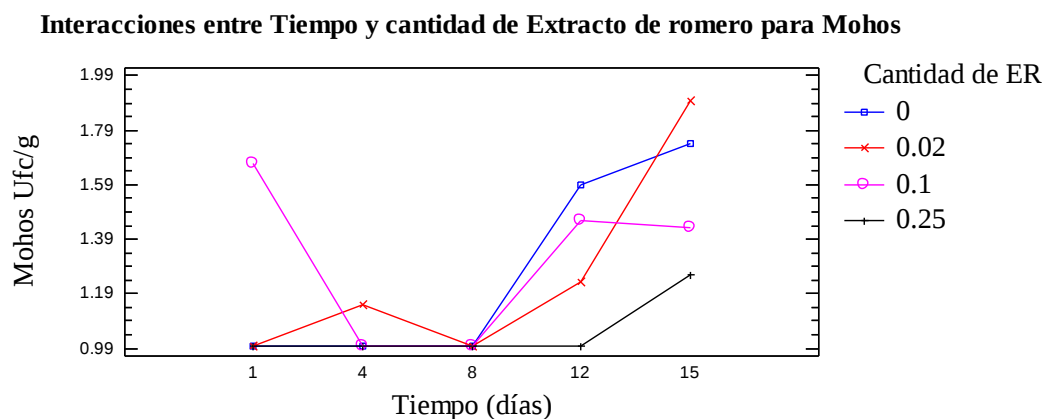


Figura 12. Efecto de la interacción de días y tratamientos sobre el crecimiento de mohos

La figura 12 muestra el efecto de los tratamientos a través de los días en el crecimiento de mohos en la carne molida caprina. El gráfico representa la interacción de ambos factores, la menor cantidad de mohos se obtuvo en el recuento realizado en el día 1 con el tratamiento 0.25% de extracto de romero. Según se observa en el gráfico el crecimiento de mohos se incrementó conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento.

Interacciones entre Tiempo y cantidad de Extracto de romero para Levaduras

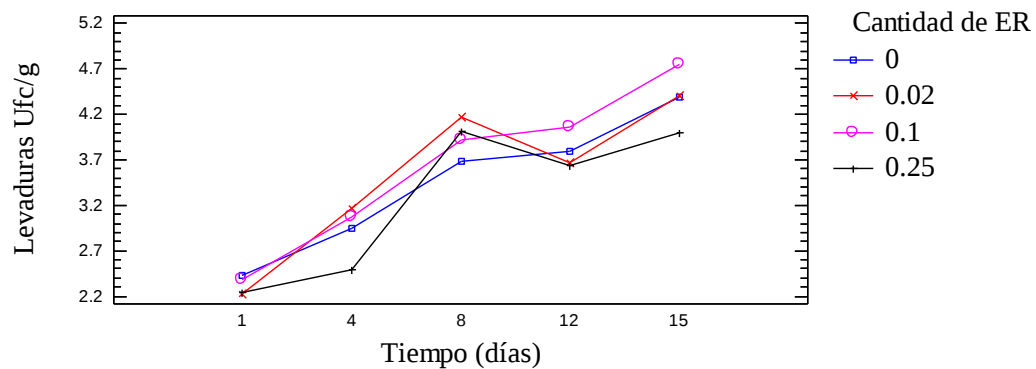


Figura 13. Efecto de la interacción de días y tratamientos sobre el crecimiento de levaduras

La figura 13 muestra el efecto de los tratamientos a través de los días en el crecimiento de levaduras en la carne molida caprina. El gráfico presenta la interacción entre los factores día y tratamientos y el efecto de esta interacción sobre el crecimiento de levaduras en la carne molida caprina. La menor cantidad de levaduras se obtuvo en el recuento realizado el día 8 con el tratamiento 0.25% de extracto de romero. El crecimiento de las levaduras se incrementó conforme transcurrieron los días de almacenamiento, sin embargo los valores se mantuvieron dentro de los límites microbiológicos establecidos.

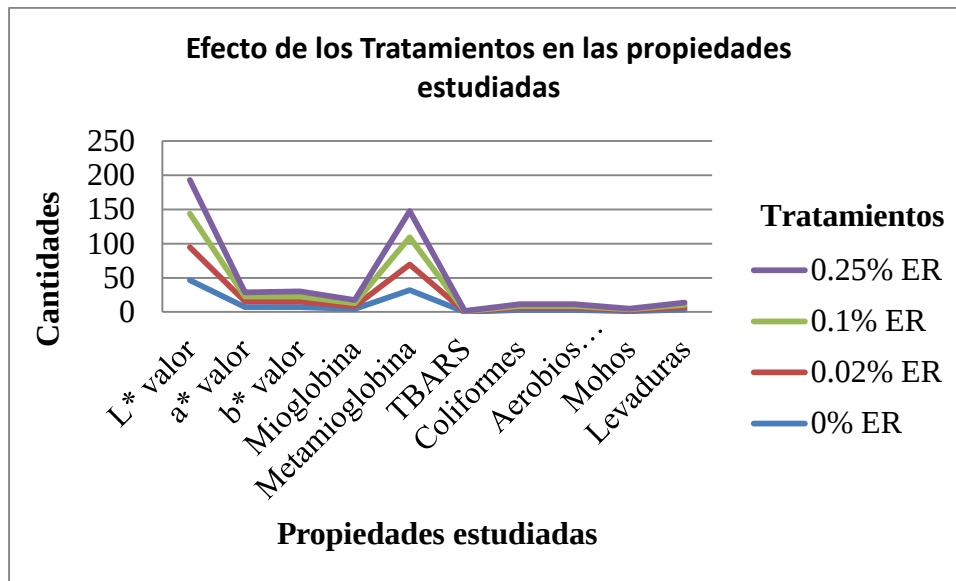


Figura 14. Efecto de los tratamientos en las propiedades estudiadas

La Figura 14 muestra en forma de resumen el efecto que presentó cada una de las cantidades de extracto de romero utilizadas sobre las propiedades de la carne molida caprina estudiadas en este experimento.

VI. CONCLUSIONES

El tratamiento de extracto de romero que proporciono los mejores resultados en el retardo de la oxidación de la mioglobina en la carne caprina molida almacenada en condiciones de venta al consumidor fue 0.1%.

El extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) mantuvo las coordenadas de color CIELab, ayudando a preservar el color por más tiempo en la carne tratada, para L* valor el mejor tratamiento fue 0.1% y el día más favorable fue D15, para a* valor el mejor tratamiento fue 0.02% y el día más favorable fue D1, para b* valor el mejor tratamiento fue 0.25% y el día más favorable para b* valor fue D1.

El extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) demostró su capacidad antioxidante al preservar los pigmentos de la carne molida caprina tratada; para mioglobina, el tratamiento en que presentó los valores más altos fue 0.25% y el día de almacenamiento más favorable fue D8, para metamioglobina, el tratamiento en que presentó los valores más bajos fue 0.1% y el día de almacenamiento más favorable para metamioglobina fue D15.

El tratamiento de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) que presentó los mejores resultados para inhibir la formación de TBARS en la carne caprina molida almacenada en condiciones de venta al consumidor fue 0.25%, y el día de almacenamiento en que la carne presentó una cantidad menor de TBARS fue el día 12.

El tratamiento de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) que presentó los mejores resultados para inhibir el crecimiento de coliformes en la carne caprina fue 0.1%, y el día de almacenamiento en que la carne presentó una cantidad menor de coliformes fue el día 4.

El tratamiento de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) que presentó los mejores resultados para inhibir el crecimiento de microorganismos aerobios en la carne caprina molida fue 0.1%, y el día de almacenamiento en que la carne mostró una cantidad menor de microorganismos aerobios fue el día 1.

El tratamiento de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) que presentó los mejores resultados para inhibir el crecimiento de mohos fue 0.25%, y el día de almacenamiento en que la carne mostró una cantidad menor de mohos fue el día 8.

El tratamiento de extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) que presentó los mejores resultados para inhibir el crecimiento de levaduras fue 0.25% y el día de almacenamiento en que la carne mostró una cantidad menor de levaduras fue el día 1.

De acuerdo a las propiedades y características que se desean en la calidad de la carne molida caprina en cuanto a color, cantidad de pigmentos, oxidación de lípidos y carga microbiana; el tratamiento que permite satisfacer estas necesidades es 0.25%, ya que muestra los valores deseados para la mayoría de las variables estudiadas.

En este estudio se ha comprobado que el extracto de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) posee capacidad antioxidante, antimicrobiana y ayuda a preservar el color de la carne molida, también es una excelente alternativa para sustituir compuestos sintéticos y preservar nuestra salud.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar la cantidad de extracto de romero que proporcione mejores resultados en la conservación del color y la carga microbiana para el tratamiento de la carne molida caprina almacenada en condiciones de venta al consumidor.

Aplicar los mismos tratamientos a carne molida caprina pero usando otro tipo de empaque, como ser atmosferas modificadas u otras formas de empaque que estén disponibles, realizando los mismos análisis de esta investigación para conocer si los resultados fueron influenciados por el tipo de empaque.

Desarrollar experimentos usando extracto de romero en diferentes cortes de carne caprina fresca y comparar la acción antioxidante y antimicrobiana de este con respecto a la acción ejercida en la carne caprina molida.

Realizar experimentos usando extracto de romero en otros tipos de carne fresca como posible alternativa natural para sustituir los antioxidantes y antimicrobianos sintéticos en las mismas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alabama A&M; Auburn Universities. 2011. Nutritive Value of Goat Meat (en línea). Alabama, US. Consultado 04 ago. 2015. Disponible en www.aces.edu/ UNP-0061

Alberti P, Panea B, Ripoll G, Sañudo C, Olleta JL, Negueruela I. 2005. Medición del color: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Cañequé, V; Sañudo, C. 3 ed. Madrid, España. MICYT-INIA. 225 p.

Amerling, C. 2001. Tecnología de la carne: antología. 1ra Edición. San José, C.R. EUNED. 178 p.

AMSA; Association National Live Stock and Meat Board. 1992. Guidelines for meat color evaluation American Meat Science. Chicago IL. s.p

Armida, SE, Djamel, D, Torrescano, G; Giménez, B; Beltrán, JA; Roncalés, P. 2010. Evaluation of the antioxidant ability of hydrazine-purified and untreated commercial carnosine in beef patties (en línea). Consultado 21 jul. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174002001626>

Auqui, SM. 2014. Estrategias productivas y alimentarias para mejorar la calidad de la canal y de la carne de chato murciano (en línea). Murcia, España. Consultado 22 sep. 2015. Disponible en <http://hdl.handle.net/10201/40129>

Aspé, ER.; Roeckel, MD; Martí, C; Jiménez, R., 2008. Envasado de carne de vacuno con hueso y grasa en atmósfera modificada con CO₂ y CO. Información Tecnológica Vol.19, n° 6, 57-69 p.

Atti, N., Mahouachi, M. and Rouissi, H. 2006. The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids (en línea). Elsevier Publisher. Meat Science no. 73. Consultado 1 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005004158>

Banco Mundial. 2008. Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita de los países, ingresos por venta de caprinos en Centroamérica página web (en línea). Consultado 15 octubre 2015. Disponible en <http://databank.worldbank.org>

Bañón, S; Méndez, L; Almela, E. 2012. Effects of dietary rosemary extract on lamb spoilage under retail display conditions (en línea). Elsevier Science Publishers Meat science no. 90. Consultado 30 ago. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174011003251>

Barbut, S; Josephson, DB.; Maurer, AJ. (1985). Antioxidant properties of rosemary oleoresin in turkey sausage (en línea). Wiley online library. Journal of Food Science no.50. Consultado 13 oct. 2015. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1985.tb10476.x/references>

Blandino, J. 2005. La Industria de la Carne Bovina en Centroamérica: Situación y Perspectivas. Pomareda, F; Ugalde M. Costa Rica. 74 p.

Burt, S; Reinders, R. 2003. Antibacterial activity of selected plant essential oils against: *Escherichia coli* O157:H7. PubMed.gov. Lett Applied Microbiol no. 36. Consultado 15 sept. 2015. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12581376>

Collins, A. (2008) Nutrition and calories in goat's meat (en línea). EUA. Consultado 18 ago. 2015. Disponible en <http://www.calorie-counter.net/meat-calories/goats-meat.htm>

Commission Internationale de L'Eclairage (CIE). 2004. Technical report, colorimetry. 3 ed. Washigton, D.C. Oficina Federal de Registro. 82 p.

Deman, JM. 1992. Principles of food chemistry. Frederick. 3 ed. Maryland. Aspen publishers. 229-243.

Del Campo, J; Amiot, MJ; Nguyen-The, C. 2000. Efecto antimicrobial del extracto de romero (en línea). Ingenta connect no.10 Consultado 14 sep. 2015. Disponible en <http://www.ingentaconnect.com/content/iafp/jfp/2000/00000063/00000010/art00008>

Djamel, D; Sanchez-Escalante, A; Beltran, JA; Roncales, P. 2002. Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV-free lighting (en línea). Elsevier Science Publishers no. 64. Consultado 15 ago. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174002002103>

Estevez, MG; Ventanas, S; Cava, R. 2005. Protein oxidation in frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil: effect on color and texture deterioration (en línea). Wiley Online Library no. 70. Consultado 14 sep. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11464.x/abstract>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, STAT). 2008. Producción caprina en Centroamérica página web (en línea). Consultado 15 octubre 2015. Disponible en <http://faostat.fao.org/>

Faustman, S; Tatiyaborworntham N. 2010. Oxidation and protection of red meat (en línea). Woodhead Publishing Limited no. 86. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845699833500018>

Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes. 2006. Veinte años de buiatría: Actas del XIV Congreso Internacional de la Federación. 3 ed. Santiago de Compostela. Pablo ediciones literarias. s.p 636.2 (063)

Fernández, J; Sayas, BE.; Sendra, E; Pérez-Alvarez, J.A. 2004. Quality characteristics of ostrich liver pâté (en línea). Wiley Online Library. Journal of Food Science no. 69. Consultado 30 jul. 2015. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2004.tb15519.x/abstract>

Font-i-Furnols, M.; Guerrero, L. 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview (en línea). Elsevier Science Publishers no. 98. Consultado 14 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174014001934>

Fundación monetaria Internacional 2008. Economía de Centroamérica página web (en línea). Consultado 15 octubre 2015. Disponible en <http://www.imf.org/>

Galdámez, JE. 2007. El papel de la producción caprina tecnificada en la seguridad alimentaria Láctea Familiar (en línea). Revista SOMOS no. 27. Consultado 13 jul. 2015. Disponible en <http://www.usam.edu.sv/usam/images/stories/ARTICULOSICTUSAM/LA%20PRODUCCION%20CAPRINA.pdf>

Garrido, A; Teijon, J. 2006. Fundamentos de Bioquímica estructural: Mioglobina. 2 ed. Madrid, España. Ediciones Tebar. 444 p.

Gerber. N. 2007. The role of meat in human nutrition for the supply with nutrients, particularly functional long-chain n-3 fatty acids (en línea). Suiza. Consultado 22 sep. 2015. Disponible en <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:29901/eth-29901-02.pdf>

Gupta, S; Abu-Ghannam, N. 2011. Recent developments in the application of seaweeds o seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods (en línea). Emerg. Technol no. 12. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856411001007>

Harvard School of Public Health. 2008. Fats and cholesterol: Out with the bad, in with the good (en línea). EUA. Consultado 15 ago. 2015. Disponible en <http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/what-should-you-eat/fats-full-story/index.html>

Heifer, HN. 2015. Producción caprina HEIFER Honduras (en línea). Catacamas HN. Consultado 6 ago. 2015. Disponible en www.heifer.org

Hernández, H; Ponce, E; Jaramillo, ME. 2008. Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) and oregano (*Origanum vulgare L.*) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters (en línea). Elsevier Science Publishers no. 81. Consultado 14 sep 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008003185>

Hunter Lab. 2001. Principios básicos de medida y percepción de color; Información técnica. Hunter Lab. s.p

Insausti, K; M.J Beriain, MJ; Purroy, A; Alberti, P; Gorraiz, C; Alzueta, MJ. 2001. Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere (en línea). Elsevier Publisher no. 57. Consultado 11 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174000001029>

Kannan, G.; Kouakou, B; Gelaye, S. 2001. Color changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerated display (en línea). Elsevier Science Publishers no. 42. Consultado 16 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448801002322>

Kim, H; Cadwallader, KR; Kido, H; Watanabe. 2013. Effect of addition of commercial rosemary extracts on potent odorants in cooked beef (en línea). Elsevier Science Publishers no. 94. Consultado 15 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013000272>

Kokta, TA., Dodson, M.V., Gerler, A. and Hill, R.A. 2004. Intercellular signaling between adipose tissue and muscle tissue. (en línea). Elsevier Publisher no. 27. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739724004000694?np=y>

Laizurica, S; De la Fuente, J; Díaz MT; Alvarez, I; Pérez, C; Cañeque, V. 2005. Effect of dietary supplementation of vitamin E on characteristic of lamb meat packed under modified atmosphere (en línea). Elsevier Publisher no. 70. Consultado 12 oct. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S039174005000872>

Lax, V. 2014. Estudio de la variabilidad química, propiedades antioxidantes y biocidas de poblaciones de *Rosmarinus officinalis*.L.. Tesis Dr. 1 ed. Murcia, España.152 p.

Lebbie, SHB. 2004. Goats under household conditions (en línea). Elsevier Publisher, Small Ruminant Research no.51. consultado 13 ago. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448803002694>

Lee, JH; Kannan, G; Eega, KR; Kouakou, B; Getz, WR. 2007. Nutritional and quality characteristics of meat from goats and lambs finished under identical dietary regime (en línea). Elsevier Science Publishers no.74. Consultado 18 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448807001319>

Lee, SK; Tatiyaborworntham, N; Grunwald, EW. 2014. Myoglobin and haemoglobin-mediated lipid oxidation in washed muscle: Observations on crosslinking, ferryl formation, porphyrin degradation, and haemin loss rate (en línea). Elsevier Science Publishers no.167. Consultado 17 sep. 15. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614009960>

Louveau, I.; Gondret, F. (2004). Regulation of development and metabolism of adipose tissue by growth hormone and the insulin-like growth factor system (en línea). Elsevier Publisher no.27. Consultado 15 ago. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739724004000888>

Luginbuhl, JM; Pietrosevoli, S. 2005. Razas de caprinos de carne en EUA y sus características productivas (en línea). Carolina del Norte, EUA. Consultado 18 oct. 2015. Disponible en <http://content.ces.ncsu.edu/razas-de-caprinos-de-carne-en-los-usa-y-sus-caracteristicas-productivas>

Mahgoub 2012. Goat meat production and quality. Department of Animal and Veterinary Sciences. University Sultanate of Oman. IT Kadim. II.and E.C.Webb. Department of Animal and wildlife sciences , University of Pretoria, South Africa.

Makris, DP; Rossiter, JT. (2000). Heat-induced, metal-catalyzed oxidative degradation of quercetin and rutin (Quercetin 3-O Rhamnosylglucoside) in aqueous model systems (en línea). ACS Publications no. 48. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0001280>

Martínez, GN. 2013. Incorporation of byproducts of rosemary and thyme In the diet of ewes: effect on the fatty acid profile of lamb (en línea). USDA National Agricultural Library no. 236. Consultado 14 oct. 2015. Disponible en http://pubag.nal.usda.gov/pubag/article.xhtml?id=450877&searchText=subject_term%3A%22plant+byproducts%22&searchField=

Eskin, NA. 2012. Biochemistry of Foods: Biochemical changes in raw foods. 3 ed. San Diego, California. Academic Press. 584 p.

Ministerio de Economía; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2009. Reglamento Técnico Centroamericano (en línea). Centroamérica. Consultado 25 octubre 2015. Disponible en <http://www.ccit.hn/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-Resolucion-No.243-2009-Criterios-Microbiologicos.pdf>

Miranda, MC; Pinetta Gr. 2012. Evaluación del uso de propóleo (Propolis) y romero (*Rosmarinus officinalis*) como antimicrobiano en dos cortes de carne res mejorada. Tesis Lic. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 23 p.

Monroy, A; García, I; Totosa, A. 2009. Evaluación de la Actividad Antioxidante y antimicrobiana de extractos etanólicos de romero y Chile Ancho y su aplicación en un batido cárnico (en línea). Nacameh no. 1. Consultado 14 sep. 2015. Disponible en http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v3n1/Nacameh_v3n1_021Monroycol.pdf

Moreira, M; Ponce, A; Del Valle, C; Roura. 2005. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. Food Science Technology Int. no. 38. Consultao 13 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643804001938>

Moreno, S; Scheyer, T.; Romano, CS; Vojnov, AA. (2006). Actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos de romero vinculado a su composición de polifenoles. Pubmed.org no. 40. Consultado 14 oct. 2015. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16390832>

Muñoz, L. 2002. Plantas medicinales españolas. *Rosmarinus officinalis* L. (Romero) (en línea). Salamanca, España. Consultado 09 sep. 2015. Disponible en <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/56360>

National Pork Procedures Council. 2000. Pork composition and quality assessment procedures (en línea). Montana State University no.1. Consultado 12 jul. 2015. Disponible en http://animalrangeextension.montana.edu/swine/1_intro.html

Naveena, B; Sen, A; Vaithyanathan, B; Kondaiah, N. 2008. Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties (en línea). Elsevier Science Publishers no. 80. Consultado 13 jul. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008002064>

Oyagüe, JM. 2008. Estabilidad del color de la carne fresca: Introducción al color de la carne. (en línea). Red de cómputo no. 1. Consultado 7 agosto 2015. Disponible en http://www.geocities.com/nacameh_carnes/index.html.

Peischel, A. 2005. Nutrient management in mixed specie pastures for goats: University of Tennessee, EUA. Consultado 10 jul. 2015. Disponible en <https://www.google.com/search?q=Nutrient+management+in+mixed+specie+pastures+for+goats%3A+Nutrition&oq=Nutrient+management+in+mixed+specie+pastures+for+goats%3A+Nutrition&aqs=chrome..69i57j69i60j69i61.318j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF8#q=Nutrient+management+in+mixed+specie+pastures+for+goats+Nutrition+Conference.+University+of+Tennessee>

Pérez, FL; Garzón, MT; Micol, V. 2010. Relationship between the antioxidant capacity and effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Polyphenols on membrane phospholipid order (en línea). Journal of Agricultural and Food Chemistry no.58. Consultado 12 oct. 2015. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed

Pratiwi, NM, Murray, PJ; Taylor, DG. 2007. Feral goats in Australia: a study on the quality and nutritive value of their meat (en línea). Elsevier Publisher no. 75. Consultado 15 sep. 2015. Disponible en <http://web.thu.edu.tw/g95621022/www/Feral%20goats%20in%20Australia%20%20A%20study%20on%20the%20quality%20and%20nutritive%20value%20of%20their%20meat.pdf>

Raines, CR; Hunt, MC; Unruh, JA. 2010. Contributions of muscles of various color stabilities to the overall color stability of ground beef (en línea).Wiley Online Library, Journal of Food Science, no. 1. Consultado 10 ago. 2015. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2009.01430.x/abstract>

Restrepo, DA; Arango, CM; Mejia, A. 2001. Industria de carnes: Microbiología de la carne. Universidad Nacional de Colombia. Medellin, Colombia. 279 p.

Rodríguez, AA. 2007. Ruminantia: Caprinos para carne. Trad. Randel, PF. Mayagüez, PR. Estación Experimental Agrícola. Vol 3 No 1, 2007

Singh, RR; Rao, KH; Anjaneyulu, AS. 2005. Water desorption characteristics of raw goat meat: Effect of temperature (en línea). Elsevier Science Publishers no.75. Consultado 14 ago. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026087740500244X>

Sinnhuber, RO; Yue, TC. 1958. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. The quantitative determination of malonaldehyde. Food Technol. 12: 9-12

Soriano, A, Villaseñor, P.J., Utrilla, MC., Lopez, A., García Ruiz, A., 2009. Efecto de la refrigeración sobre los parámetros microbiológicos, físico-químicos y los relacionados con el color, la proteólisis y la oxidación lipídica del lomo de cerdo blanco. Alimentaria, nº 406. 76-82 p.

Spencer R. 2008. Overview of the U.S. meat goat Industry (en línea). Alabama, US. Consultado 16 ago. 2015. Disponible en <http://www.aces.edu/pubs/docs/U/UNP-0104/>.

Stankov, I.K; Todorov, NA; Mitev, JE; Miteva, TM. (2002). Study on some qualitative features af meat from young goat of Bulgarian breed and crossbreed of goat slaughtered at various ages (en línea). Stara Zagora, Bulgaria Asian-Australian Journal of Animal Science no.15. Consultado 12 ago. 2015. Disponible en http://ajas.info/upload/pdf/15_42.pdf

Stein, Natalie. 2011. Program for Public Health, Michigan State University. Michigan, EUA. s.p

Tapp, WN; Yancey, JW; Apple, JK. 2011. How is the instrumental color of meat measured? (en línea). Elsevier Science Publishers no.89. Consultado 18 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010004134>

Tarladgis, BG; Watts, BM; Younathan, NT; Dugan, L. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. Journal of the American Oil Chemists Society no. 37. Consultado 18. Ago. 2015. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02630824#page-1>

Texas Heart Institute. 2014. Colesterol (en línea). Texas, EUA. Consultado 25 ago. 2015. Disponible en [www. Texasheart.org](http://www.texasheart.org)

Trout, GR. 1989. Variación en la desnaturalización de la mioglobina y color de carne de res cocinada, cerdo y pavo influenciadas por pH, cloruro de sodio, polifosfato de sodio y temperatura de cocción. Artículo de Ciencia de alimentos no. 54.

Uceda, IG. 2010. Estabilidad del color de la carne de ternera (en línea). Navarra, España. Consultado 3 sep. 2015. Disponible en <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2204/577254.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

U.S. Department of Agriculture. 2015. Goats USDA (en línea). EUA. Consultado 04 ago. 2015. Disponible en http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/goat-from-farm-to-table/ct_index

Valle, KT. 2006. Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto de romero (*Rosmarinus Officinalis L.*) en aceite de girasol, maleato de Aceite de soya, lanolina y manteca de cacao; utilizadas en Fase oleosa de emulsiones cosméticas: Antioxidantes. Tesis Lic. QQ Farm. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 54 p.

Varela D. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne: Métodos espectrofotométricos para determinación de pigmentos (en línea). Querétaro, México. Consultado 8 ago. 2015. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/3.%20Manual%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Calidad%20en%20Muestras%20de%20Carne.pdf>

Verma, SP; Sahoo, J. 2000. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending (en línea). Elsevier Science Publishers no.56. Consultado 10 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174000000723>

Warner, R. 2014. Measurements of meat quality: Measurements of Water-holding Capacity and Color: Objective and Subjective (en línea). Elsevier Science Publishers no.1. Consultado 1 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123847317002105>

Webb, EC; Casey, NH; Simela, L. 2005. Goat meat quality (en línea). Elsevier Science Publishers no. 60. Consultado 30 ago. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448805002269>

Wiley, J. 2004. Biochemistry. Textbook with clinical applications. Canals, F; Cuchillo, CM; Segural, S. Barcelona, España. Editorial Reverte. 1216 p.

Yaowapa, T; Soottawat, B; Grunwald, EW. 2012. Retardation of myoglobin and haemoglobin-mediated lipid oxidation in washed bighead carp by phenolic compounds (en línea). Elsevier Science Publishers no.1. Consultado 2 sep. 2015. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612003974>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de registro básico para la medición del color de la carne

Fecha _____ No. Día _____			
Identificación de la muestra	L*	a*	b*

Fuente: AMSA 1992. L^* = Luminosidad, a^* = Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo), b^* = Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo).

Anexo 2. Análisis de Varianza para L* Valor

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	186.331	3	62.1105	10.14	0.0000
B:DÍA	887.425	4	221.856	36.21	0.0000
INTERACCIONES					
AB	70.0144	12	5.83453	0.95	0.4969
RESIDUOS	943.44	154	6.12623		
TOTAL (CORREGIDO)	2155.76	173			

Anexo 3. Análisis de Varianza para a* Valor

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	128.31	3	42.77	1.68	0.1731
B:DÍA	323.446	4	80.8614	3.18	0.0152
INTERACCIONES					
AB	234.748	12	19.5624	0.77	0.6810
RESIDUOS	3915.32	154	25.4242		
TOTAL (CORREGIDO)	4612.29	173			

Anexo 4. Análisis de Varianza para b* Valor

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	3.7511	3	1.25037	0.33	0.8066
B:DÍA	293.848	4	73.4621	19.15	0.0000
INTERACCIONES					
AB	80.6198	12	6.71832	1.75	0.0612
RESIDUOS	590.843	154	3.83665		
TOTAL (CORREGIDO)	972.753	173			

Anexo 5. Análisis de Varianza para mioglobina

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	4.61571	3	1.53857	2.48	0.0757
B:DÍA	3.44361	4	0.860904	1.39	0.2564
INTERACCIONES					
AB	9.22403	12	0.768669	1.24	0.2936
RESIDUOS	23.5684	38	0.62022		
TOTAL (CORREGIDO)	41.2151	57			

Anexo 6. Análisis de Varianza para metamioglobina

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	3647.52	3	1215.84	0.89	0.4527
B:DÍA	7193.81	4	1798.45	1.32	0.2788
INTERACCIONES					
AB	15756.9	12	1313.08	0.97	0.4961
RESIDUOS	51629.8	38	1358.68		
TOTAL (CORREGIDO)	79152.7	57			

Anexo 7. Análisis de Varianza para TBARS

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	0.143886	3	0.0479619	0.35	0.7888
B:DÍA	1.20697	4	0.301743	2.21	0.0740
INTERACCIONES					
AB	1.45241	12	0.121034	0.88	0.5648
RESIDUOS	13.131	96	0.136782		
TOTAL (CORREGIDO)	15.9368	115			

Anexo 8. Análisis de Varianza para coliformes

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	8.74022	3	2.91341	10.81	0.0000
B:DÍA	74.5178	4	18.6295	69.15	0.0000
INTERACCIONES					
AB	10.9228	12	0.910231	3.38	0.0008
RESIDUOS	16.4333	61	0.269399		
TOTAL (CORREGIDO)	108.936	80			

Anexo 9. Análisis de Varianza para aerobios mesófilos

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	3.57014	3	1.19005	8.82	0.0001
B:DÍA	70.0972	4	17.5243	129.92	0.0000
INTERACCIONES					
AB	21.0838	12	1.75699	13.03	0.0000
RESIDUOS	8.22791	61	0.134884		
TOTAL (CORREGIDO)	96.4496	80			

Anexo 10. Análisis de Varianza para mohos

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	0.731029	3	0.243676	5.46	0.0022
B:DÍA	2.7968	4	0.699199	15.66	0.0000
INTERACCIONES					
AB	2.49458	12	0.207882	4.66	0.0000
RESIDUOS	2.72273	61	0.044635		
TOTAL (CORREGIDO)	8.72854	80			

Anexo 11. Análisis de Varianza para levaduras

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:TRT	1.24062	3	0.413539	3.87	0.0133
B:DÍA	45.8264	4	11.4566	107.27	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1.82437	12	0.152031	1.42	0.1802
RESIDUOS	6.51482	61	0.1068		
TOTAL (CORREGIDO)	55.8081	80			