



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

**“EVALUACIÓN DEL USO DE SOLUCIONES DESINFECTANTES SOBRE LA
CALIDAD SANITARIA E INSTRUMENTAL DE CARNE DE CONEJO”**

T E S I S
PARA OPTAR EL GRADO DE

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN
Y DE LA SALUD ANIMAL**

PRESENTA:

NORA ROSALIA FLORES HUITRÓN

TUTOR

M.C. SALVADOR CARLOS FLORES PEINADO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

COMITÉ TUTOR

DRA. SUSANA MENDOZA ELVIRA - FES Cuautitlán

DR. PEDRO SÁNCHEZ APARICIO - FES Cuautitlán

DR. MARCELINO BECERRIL HERRERA †

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

ESTADO DE MÉXICO. JULIO DE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ASESORES DE TESIS

MC. Salvador Carlos Flores Peinado

Profesor Titular de Asignatura
Línea de Investigación: Bienestar Animal,
Calidad e Inocuidad de la Carne
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Susana Elisa Mendoza Elvira

Profesor Investigador "C"
Línea de Investigación: Microbiología, Enfermedades
Bacterianas y Virales de los Cerdos
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Pedro Sánchez Aparicio

Profesor Investigador
Línea de Investigación: Calidad de la Carne,
Farmacología y modelos animales
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Autónoma del Estado de México
Estado de México

Dr. Marcelino Becerril Herrera [†]

Profesor Investigador Titular "A"
Línea de Investigación: Producción Pecuaria Integral
Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Estado de Puebla

JURADO DE EXAMEN

Presidente: DR. JOSÉ FRANCISCO NUÑEZ ESPINOZA

Profesor Investigador
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional Autónoma de México
México D.F.

Vocal: MCV. PATRICIA MORA MEDINA

Profesor de Carrera
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Universidad Nacional Autónoma de México
Estado de México

Secretario: MC. SALVADOR CARLOS FLORES PEINADO

Profesor Investigador
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Universidad Nacional Autónoma de México
Estado de México

Primer suplente: DR. FERNANDO IVAN FLORES PÉREZ

Profesor Investigador
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Estado de Morelos

Segundo suplente: DRA. ISABEL GUERRERO LEGARRETA

Profesor Investigador
Departamento de Biotecnología
Laboratorio de Bioquímica de Macromoléculas
Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa
México D.F.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida y ser quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante, no desmayar en los problemas que se presentaban, y darme la bendición de vivir rodeada de seres maravillosos.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán - UNAM por permitirme desarrollar mis estudios de posgrado, abrirme las puertas al conocimiento y ser el apoyo para el cumplimiento de este objetivo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada durante dos años con número de registro 392422.

Al tutor y director de tesis el MC. Salvador C. Flores Peinado por su apoyo, confianza, por enseñarme a no tener miedo para así materializar las metas y sueños, pero sobre todo por su invaluable amistad.

Al comité tutor:

La Dra. Susana E. Mendoza Elvira por su apoyo incondicional, por verter su conocimiento en mí, su paciencia y su amistad.

Al Dr. Marcelino Becerril Herrera, por demostrarme que detrás de un gran investigador existe un ser humano irremplazable y por todo el apoyo que me brindo... *que en paz descanse.*

Al Dr. Pedro Sánchez Aparicio por el tiempo vertido en este trabajo, sus aportes y su motivación.

Agradezco también al Dr. Fernando Núñez, a la Dra. Isabel Guerrero, a la MCV. Patricia Mora y al Dr. Iván Flores como integrantes del jurado de tesis por el tiempo dedicado y por sus valiosos comentarios los cuales enriquecieron este trabajo.

Agradecimientos especiales al Dr. David Páez, MVZ. Sandra Martínez, MVZ. Alicia Jaime, al taller de carnes, y al laboratorio de por el apoyo para la realización de este proyecto.

Así como a la Dra. Susana Mendoza por las facilidades para trabajar en el laboratorio de virología de la FESC- Campo 1 y a la Dr. Isabel Guerrero Legarreta por el apoyo para el uso de las instalaciones en el laboratorio de Bioquímica de Macromoléculas de la UAM- Iztapalapa, por su paciencia y motivación.

A mis profesores y todos los que estuvieron junto de mí durante en desarrollo de este proyecto como compañeros de clase, pero más que eso como amigos: Paula, Lidia, Juan, Gaby, y Mariana. A la Dra. Paty Mora por su apoyo incondicional, su amistad y la motivación que día a día me ayuda a ser mejor como ser humano y profesionalista.

Al proyecto PACIVE CONS-23 por la gestión de recursos destinados al desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para mi madre Nora Angélica Huitrón Vértiz quien ha hecho todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, para ti siempre mi corazón, admiración y agradecimiento.

A José María por ser mi pedestal, por la paciencia, comprensión, y por aceptar sacrificar el tiempo para que yo pudiera realizar mi sueño, sé que nada de esto podría haber sido posible sin ti... Te amo.

A mi hermanita Karina, mi cuñado Iván y mis sobrinas hermosas Shanty y Samantha, por toda la energía, el positivismo que siempre me transmitieron.

A Mamá Meyos, Aby y mis tíos Soledad, Lourdes y Fer por su entereza, su apoyo, y sus palabras, ustedes son esenciales para mí.

A Ame por ser mi mayor lección, a Luz por enseñarme que en la vida todo se hace con amor y a Liz por el apoyo incondicional, las risas y el ánimo que nunca dejaste se fuera de mí.

***A Dios y la vida por
permitirme elegir la
mejor profesión...***

CONTENIDO

Índice de Cuadros y Figuras	VII
Cuadros	VII
Figuras	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRAC	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO DE REFERENCIA	4
1. La Carne de Conejo	4
1.1. Características de la Calidad de la Carne	4
2. Calidad Microbiológica de la Carne	5
2.1. Flora Bacteriana Normal en la Carne	6
2.2. Características Generales de Algunos Microorganismos Patógenos y Alterantes de la Carne.	10
2.2.1. Aerobios mesófilos	10
2.2.2. Coliformes Totales y Fecales	11
2.2.3. Salmonella spp.	13
2.2.4. Staphylococcus aureus	14
2.2.5. Mohos y Levaduras	15
2.3. Factores que Favorecen el Desarrollo Microbiano en la Carne de Conejo	17
2.3.1. Factores Intrínsecos	18
2.3.2. Factores Extrínsecos	23
3. Calidad Fisicoquímica de la Carne	24
3.1. Propiedades Fisicoquímicas y su Relación con la Calidad de la Carne de Conejo	25
3.1.1. Terneza	26
3.1.1.1. Colágeno	30
3.1.1.2. Proteasas	32
3.1.2. Capacidad de Retención de Agua	35
3.1.3. Color	37
3.1.4. Ph	40
3.2. Factores que Alteran la Calidad de la Carne	41
4. Métodos de Evaluación de la Calidad Microbiológica y Fisicoquímica de la Carne de Conejo	42
4.1. Identificación de Microorganismos en la Carne de Conejo	42

4.1.1. Métodos Empleados en la Determinación de la Carga Bacteriana en Carne de Conejo	45
4.2. Métodos para Evaluar la Calidad Fisicoquímica de la Carne	47
4.2.1. Métodos para Evaluar la Terneza de la Carne	47
4.2.2. Métodos para Evaluar el Color de la Carne	48
4.2.2.1. Medición de la Concentración de Pigmentos Hemínicos	49
4.2.2.2. Tarjetas de Color	50
4.2.2.3. Escalas Fotográficas	50
4.2.2.4. Método Munsell	50
4.2.2.5. Sistema CIELAB	50
4.2.3. Métodos para Evaluar la Capacidad de Retención de Agua de la Carne	52
4.2.4. Métodos para Evaluar el pH de la Carne	54
5. Control de la Flora Bacteriana y Su efecto Sobre la Calidad de la Carne de Conejo	54
III. JUSTIFICACIÓN	64
IV. OBJETIVOS	65
4.1. OBJETIVO GENERAL	65
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	65
V. HIPÓTESIS	65
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	66
5.1. Primera Etapa	66
5.2. Segunda Etapa	70
5.3. Diseño Experimental	73
5.4. Análisis Estadístico	74
VII. RESULTADOS	75
VIII. DISCUSIÓN	85
IX. CONCLUSIONES	93
X. RECOMENDACIONES	94
XI. BIBLIOGRAFIA	95
XII. ANEXO	

Índice de Cuadros y Figuras

Cuadros

Número de Cuadro	Cuadro	Página
Cuadro 1.	Requerimientos fisicoquímicos de la carne para el desarrollo de los microorganismos.	17
Cuadro 2.	Factores que afectan el desarrollo microbiano.	18
Cuadro 3.	Composición química media de la carne de conejo.	20
Cuadro 4.	Características generales de las proteasas.	33
Cuadro 5.	Tipos de agua presentes en el músculo durante su conversión carne.	36
Cuadro 6.	Clasificación de técnicas para recuento y/ o aislamiento de microorganismos en carne y alimentos.	44
Cuadro 7.	Descripción de Métodos para evaluar la capacidad de retención de agua de la carne	53
Cuadro 8.	Tratamientos aplicados para la reducción de la contaminación de canales.	56
Cuadro 9.	Efecto de los antimicrobianos orgánicos para la reducción de microorganismos en la carne.	61
Cuadro 10.	Asignación de grupos experimentales para mediciones microbiológicas.	67
Cuadro 11.	Asignación de grupos experimentales de acuerdo al tratamiento	71
Cuadro 12.	Descripción del diseño experimental.	73
Cuadro 13.	Efecto del ácido láctico al 2% y de la Solución de Superoxidación 60ppm sobre la calidad microbiológica de la carne de conejo: Análisis de varianza	76
Cuadro 14.	Efecto del lavado con agua a presión sobre la calidad microbiológica de la carne de conejo (comparación de las mediciones en diferentes días): Prueba de Tukey.	77
Cuadro 15.	Efecto del Ácido Láctico (AL) sobre la calidad microbiológica de la carne de conejo (comparación de las mediciones en diferentes días): Prueba de Tukey.	78
Cuadro 16.	Interacción entre los tratamientos aplicados al día 0: Prueba de Tukey.	80
Cuadro 17.	Interacción entre los tratamientos aplicados al día 14: Prueba de Tukey	82
Cuadro 18.	Parámetros de Calidad de Carne de Conejo Post aplicación de antimicrobianos: Análisis de Varianza y Prueba de Tukey.	83

Figuras

Número de Figura	Título de la Figura	Página
Figura 1.	Métodos existentes para la determinación de la composición química de la carne.	22
Figura 2.	Determinación de características físico-químicas para evaluar la calidad de la carne de conejo.	26
Figura 3.	Factores que intervienen en la terneza de la carne.	27
Figura 4.	Clasificación de pigmentos en la carne de conejo.	40
Figura 5.	Técnicas de determinación de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Salmonella</i> spp, de acuerdo a la normatividad mexicana.	46

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso del ácido láctico vs la solución de superoxidación con pH neutro, aplicados por aspersion sobre canales de conejo para estimar el efecto en la reducción de la contaminación por microorganismos y sobre las características físicas y químicas de la carne. Las mediciones se realizaron en dos etapas: en la primera se evaluó el efecto inmediato (al día 0) y el efecto residual (al día 14), tras la aplicación de las soluciones cuantificando la presencia de mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos, levaduras y *Staphylococcus aureus*. En la segunda etapa, se realizó la medición del efecto de los antimicrobianos sobre la calidad física y química de lomos de conejo evaluando el color, pH, y la resistencia al corte. El análisis de resultados se realizó la prueba de modelos lineales generalizados (GLM) obteniendo las medias de mínimos cuadrados, prueba de tukey y análisis de varianza ($P < 0.05$) mediante el paquete de análisis estadístico SAS[®] (Statistical Analysis System, 2010). El efecto inmediato tras la aplicación de la solución de superoxidación fue mayor para las variables mesófilos aerobios (4.50 ± 5.95), levaduras (0 ± 0) y coliformes totales (5 ± 9.25), caso contrario a lo ocurrido con los mohos y el *Staphylococcus aureus*, en los cuales se mostró que su reducción fue por efecto del ácido láctico. Igualmente se observó que el efecto residual (14 días) fue mayor en mesófilos aerobios (497 ± 71.99), mohos (0 ± 0), levaduras (0.13 ± 0.37) y *Staphylococcus aureus* en el caso de la aplicación de ácido láctico y para coliformes totales en el caso de la solución de superoxidación. En el caso de las variables físico-químicas, se observó que el pH muestra una mayor acidificación en los lomos a los que se les aplicó ácido láctico (5.636 ± 0.148) en comparación con aquellos tratados con la solución de superoxidación (5.937 ± 0.13) y con el grupo testigo (6.047 ± 0.18). Para la variable terneza, se observa que los lomos de conejo tratados con la solución de superoxidación mostraron mayor resistencia al corte (1289.51 ± 131.79 g) en comparación con el grupo asperjado con ácido láctico (679.88 ± 208.40 g), la evaluación de color para la variable

luminosidad (L^*) mostro que no existe diferencia significativa con una $P < 0.739$, en la evaluación de la cromaticidad (a^*) y en la tonalidad (b^*) se encontró diferencia en donde se observa que los lomos tratados con ácido láctico mostraron valores más elevados de 1.884 ± 1.47 (a^*) y 10.02 ± 0.57 (b^*) cuando fueron comparados a los lomos del grupo testigo y los lomos tratados con la solución de superoxidación (a^* de 1.225 ± 0.96 y 1.093 ± 0.49 y para la variable b^* de 8.892 ± 0.66 y 9.074 ± 0.44 respectivamente). Por lo que la aspersion de ácido láctico (AL) y de la solución de superoxidación con pH neutro (SES) en canales de conejo, son capaces de reducir la presencia de microorganismos alterantes y patógenos, sin embargo tiene un efecto en las propiedades físicas y químicas de la carne.

Palabras clave: carne, conejo, antimicrobianos, calidad.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of using lactic acid vs superoxidation solution with pH neutral, spray applied on rabbit carcasses to estimate the effect in reducing contamination by microorganisms and the physical and chemical characteristics of meat. Measurements were performed in two stages: first the immediate (day 0) and the residual effect (at day 14) was evaluated after application of solutions quantifying the presence of aerobic mesophilic, total coliforms, molds, yeasts and *Staphylococcus aureus*. In the second stage, measuring the effect of the antimicrobial on the physical and chemical quality of rabbit loins evaluated color, pH, and shear strength was performed. The analysis of the test results of generalized linear models (GLM) was performed to obtain the least square means, Tukey test and analysis of variance ($P < 0.05$) using the package SAS® (Statistical Analysis System, 2010) statistical analysis. The immediate effect after application of superoxidation solution was higher for mesophilic aerobic variables (4.50 ± 5.95), yeasts (0 ± 0) and total coliforms (5 ± 9.25), otherwise what happened to the molds and *Staphylococcus aureus*, which was shown by its reduction effect was lactic acid. Also it was observed that the residual effect (14 days) was higher in mesophilic aerobic (497 ± 71.99), molds (0 ± 0), yeast (0.13 ± 0.37) and *Staphylococcus aureus* in the case of the application of lactic acid and coliform total in the case of the solution of superoxide. For physicochemical variables, it was observed that the pH shows further acidification in the spines to which lactic acid was applied (5.636 ± 0.148) compared to those treated with the solution of superoxide (5.937 ± 0.13) and the control group (6.047 ± 0.18). Variable tenderness to be seen that the spines of rabbits treated with the solution of superoxide showed higher shear strength (1289.51 ± 131.79 g) compared to the group sprayed with lactic acid (679.88 ± 208.40 g), the evaluation of color for the luminance (L^*) variable showed that no significant difference with a $P < 0.739$, the evaluation of the chromaticity (a^*) and the hue (b^*) difference was found which shows that the acid treated loins lactic

showed higher values of 1.884 ± 1.47 (a *) and 10.02 ± 0.57 (b *) when compared to the backs of the control group and the spines treated with the solution of superoxide (a * 1.225 ± 0.96 and 1.093 ± 0.49 and for the variable b * of 0.66 ± 8.892 and 9.074 ± 0.44 respectively). So that the spray of lactic acid (LA) and the solution of neutral pH -oxidation (SES) in rabbit carcasses, are capable of reducing the presence of spoilage and pathogenic microorganisms, yet has an effect on the physical properties and chemical meat.

Keywords: meat, rabbit, antimicrobial quality.

I. INTRODUCCIÓN.

El consumo de proteína de origen animal es una necesidad para la buena alimentación de los seres humanos, por lo que la carne es considerada como la principal fuente de este nutriente. La carne es heterogénea en sus características de acuerdo al animal del cual provenga, el ambiente de su desarrollo y al manejo ante y post-mortem. En la actualidad, las necesidades de mejora en las condiciones de la alimentación humana, la cantidad y calidad higiénico-sanitaria requeridas, promueven la preferencia a pagar productos que posean todos aquellos atributos que lo hagan apto para satisfacer las necesidades y requisitos que el consumidor demanda como las propiedades bromatológica, nutritiva y sensorial, hasta la calidad social (entendiendo esta como la capacidad empresarial de aumentar el nivel y la calidad de vida experimentado por los ciudadanos de la comunidad, enfatizando en la generación de empleo), todo esto además con costos accesibles (Santos, 2010; Peinado, *et al.*, 2009; Barrera, 2005; Reyes, 2001; Nieto, 1983).

La composición general de la carne posee un valor biológico importante para el ser humano, y se ve influida por factores intrínsecos y extrínsecos del animal del que provienen, siendo éstos los que hacen sensible al comensal para seleccionar a la carne. Debido a su contenido de agua y sustancias esenciales para el organismo humano, la carne se convierte también en un medio próspero para el desarrollo de microorganismos patógenos y alterantes haciendo de ésta un producto con corta vida de anaquel. Adicionalmente la forma, tamaño y superficie irregular que poseen las canales hacen que la remoción de dichos microorganismos sea compleja. (Rébak *et al.*, 2010; Uribe, 2009; Ferreira *et al.*, 2007; Rodríguez, 2006; García, 2004; Carvajal, 2001).

Las masas musculares del animal vivo y aún antes de ser desollada la canal son estériles. Los microorganismos son agregados por medio del contacto con las canales durante las etapas del proceso, donde la superficie externa de la canal llega a estar expuesta a fuentes potenciales de contaminación. La carne puede contaminarse de contenido estomacal, materia fecal, y por contacto directo con la piel. Adicionalmente existen fuentes de contaminación cruzada a través de la carne, el aire, el equipo, las instalaciones y los trabajadores, originando el deterioro de ésta, y convirtiéndola en una fuente infecciones, intoxicaciones y/o toxiinfecciones alimentarias (García, 2009, Ojeda y Vásquez, 2009; Ferreira *et al* 2007; Cavani y Petracci, 2004).

La mayor parte del consumo de carne se centra en res, pollo y cerdo, sin embargo la proveniente de otras especies está empezando a tener auge entre los consumidores. La producción de carne de conejo aún es una industria en crecimiento en la que se observan serias deficiencias en el control higiénico y, durante el proceso de sacrificio la contaminación de las canales con microorganismos representa un peligro elevado en Salud Pública. Es por esto que debe considerarse la eliminación o reducción de dichos agentes antes de que los productos lleguen a los puntos de venta. Como estrategias válidas para mejorar la calidad microbiológica de los productos pueden utilizarse diferentes tratamientos antimicrobianos (Jiménez *et al.*, 2008; Ojeda y Vásquez, 2009; Rodríguez, 2006). Para reducir la contaminación bacteriana de la carne durante el proceso de matanza, algunos países han empleado sustancias químicas, tal es el caso de las soluciones a base de ácidos orgánicos como: ácido láctico, acético, cítrico y peracético; los cuales son clasificados como una medida descontaminante ya que reducen o eliminan las bacterias y en la actualidad la investigación permite el desarrollo de nuevas sustancias antimicrobianas de fácil aplicación y que suponen un menor impacto en la calidad de la carne. Numerosos estudios han reportado su efectividad sobre poblaciones bacterianas saprófitas y ciertos patógenos y, la eficacia de éstos depende del tipo de carne y de la concentración de flora

presente, además del método de aplicación, sin embargo es necesario estudiar el efecto que el uso de estos productos, tiene sobre la calidad sensorial de la carne (Santos, 2010; García, 2009; Ojeda y Vásquez, 2009).

II. MARCO DE REFERENCIA

1. La Carne de Conejo.

La carne de conejo es altamente digestible, baja en calorías, con un alto contenido proteico y su perfil de aminoácidos la sitúa entre las de mayor valor biológico. Se recomienda su consumo por los especialistas en nutrición debido a sus bajos niveles de grasa, sodio y colesterol y, además contiene elevados porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados, capaces de reducir el colesterol en la sangre del consumidor (Rodríguez, 2006; Dalle, 2002; Hernández, 1997).

1.1. Características de la Calidad de la Carne de Conejo.

La calidad cárnica es un concepto plural sin definición única que incluye la comprensión de diversos aspectos cualitativos los cuales difieren en función del segmento de la cadena cárnica que los analice. En general, se refiere al cumplimiento de parámetros a los que se debe ajustar un producto elaborado en grandes cantidades que debe satisfacer necesidades específicas. Es importante entender que las cualidades que presenta la carne, son inherentes al animal y a su sistema de producción considerando factores tales como la estructura muscular, la composición química y microambiente. Por lo tanto una definición de calidad de carne corresponde al conjunto de atributos o cualidades que debe tener, los cuales son apreciados y demandados por los consumidores. Tradicionalmente, la calidad está valorada por aspectos sensoriales como apariencia, jugosidad (dada por el grado de infiltración de grasa o marmoleo), textura (forma en la cual los componentes estructurales de un alimento se arreglan en estructuras micro y macroscópicas), aroma y sabor (resultado de una mezcla compleja de sensaciones percibidas por los sentidos del gusto y olfato). Actualmente otros

factores han cobrado gran importancia, como el valor nutritivo y la seguridad alimentaria. Todas estas características son el resultado de la influencia de un conjunto de factores, los que producirán cambios físicos, químicos y bioquímicos en los componentes anatómicos y estructurales de los músculos que posteriormente serán carne. Los cambios antes mencionados se inician durante la vida productiva del animal: estrés, transporte, sacrificio, la interacción de componentes químicos, los cambios en los tejidos musculares, y efectos del sacrificio, manipulación, elaboración y almacenamiento, así como la población microbiológica presente, conservación en frío, comercialización, consumo, entre otros. Sin embargo, los tratamientos tecnológicos que se usan sobre las transformaciones de tipo físico y bioquímico de la carne (propias del periodo post-mortem) pueden alterarlas sustancialmente. De las características cualitativas de la carne, la terneza es la que mayor consideración recibe al momento del consumo, pudiendo ser modificada, al igual que la jugosidad, sabor y olor, por los métodos de preparación y cocinado (Joo *et al.*, 2013; Paredi *et al.*, 2012; Hernández, 2009; Hernández, 2008; María *et al.*, 2006; Andersen *et al.*, 2005; Rubio *et al.*, 2005; Téllez, 2005; Sañudo *et al.*, 2004; Dalle, 2002; Consigli, 2001; Coma y Piquer, 2000).

2. Calidad Microbiológica de la Carne.

La producción de carne de conejo es una industria en crecimiento en la que se han identificado diversas y serias deficiencias en el control higiénico durante el proceso de sacrificio; el resultado final, son canales contaminadas por microorganismos patógenos que representan un riesgo para la salud pública (Ojeda y Vásquez, 2009; Jiménez *et al.*, 2008; Velázquez *et al.*, 2008; Rodríguez, 2006).

Es importante considerar dentro de las características que elevan el valor de la carne se debe enfatizar la inocuidad, en donde la industria cárnica se ha visto

afectada por numerosas crisis que en consecuencia han llevado a una disminución de la confianza de los consumidores y pérdidas económicas para la industria cárnica (Ajiboye *et al.*, 2011; Aymerich *et al.*, 2008).

Considerando lo anterior es inminente que la carne proporciona un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos alterantes de degradación de carne y microorganismos patógenos lo cual como consecuencia reduce su calidad y valor nutricional. La carne ha sido considerada como altamente perecedera debido a sus características como son: la presencia de altos contenidos nutricionales, potente acción enzimática y por deficiencias en la manipulación. La interacción de estos elementos, favorecen la presencia de rancidez oxidativa, decoloración, enmohecimiento, mal sabor, viscosidad, entre otros cambios deteriorantes. La fuente principal de éstos cambios y deterioro son los microorganismos favorecidos por condiciones como el tiempo de exposición, la temperatura, el pH, la actividad de agua, entre otros, propiciando que la carne se convierta en un alimento inaceptable y, en términos de calidad e higiene poco recomendable para el consumo humano. Se debe de considerar que la carne, incluso cuando se obtiene en condiciones higiénicas adecuadas, presenta una contaminación superficial de 10^2 - 10^4 UFC/cm² (Baranenko *et al.*, 2013, Ajiboye *et al.*, 2011; Aymerich *et al.*, 2008; Rodríguez, 2006).

2.1. Flora Bacteriana de la Carne.

En condiciones normales, los músculos de los conejos son estériles, sin embargo, tras las primeras incisiones en la piel, entra en contacto con un ambiente no estéril (instrumentos, aire, manos del operador, piel y pelo del conejo, entre otros), por lo tanto la carne desde el momento del sacrificio hasta que se consume, mantiene un riesgo permanente de contaminación. La piel y las vísceras constituyen los mayores reservorios de microorganismos a partir de los cuales se produce contaminación inicial. El agua de lavado, así como los utensilios, las superficies de

trabajo, el personal manipulador y su indumentaria o la condición higiénica de las instalaciones de faenado, constituyen fuentes adicionales que incrementan y conforman la microbiota inicial contaminante de la carne (López, 2004; Borch y Arinder, 2002).

De la microbiota contaminante, los microorganismos patógenos son los responsables de hacer que la carne y los productos cárnicos pierdan su inocuidad y, como consecuencia son causa directa de enfermedad provocando inclusive la muerte de los consumidores. Los microorganismos alterantes son aquellos que causan modificaciones en aspectos como textura, consistencia y aroma (Zamudio, 2006; Borch y Arinder, 2002; San Julián y Leyún, 1996). Al respecto, un estudio realizado por Minor *et al.*, 2002, se menciona que las enterobacterias como *Salmonella spp.*, *E. coli*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus* son las principales bacterias de descomposición de la carne envasada al vacío u almacenada a temperaturas mayores a los 5°C.

La superficie de la carne es el lugar donde se desarrollan los microorganismos, ésta favorece la atracción y fijación entre las bacterias y la superficie debido a las características fisicoquímicas de ambas. La interacción entre ellas, se consolida a menudo mediante la secreción de sustancias extracelulares y el crecimiento puede dar lugar a la formación de comunidades complejas de agregados celulares. En una exposición de contaminación por microorganismos estos hacen uso de los sustratos de la carne produciendo metabolitos; por ejemplo las Pseudomonas en anaerobiosis al utilizar la glucosa producen sulfuros, al usar los aminoácidos, producen ésteres y ácidos, del uso de ácido láctico se obtiene la producción de aminas como son la cadaverina y la putrescina. Así otros grupos bacterianos (dependiendo de su metabolismo y del ambiente en el que se encuentren por ejemplo el contenido de oxígeno y la temperatura) podrán producir isobutilamina, sulfuro de hidrógeno y metilsulfuro. Dichos metabolitos confieren a la carne olores y sabores desagradables (Jay, 2009; López, 2004).

La adherencia de las bacterias a la superficie de la carne se ve motivada por factores como el pH, el tiempo de contacto, la temperatura, el medio, la especie bacteriana, la densidad celular y la osmolaridad (Moreno en 2006 y Capita *et al.*, 2004) . Proceso que se desarrolla en dos fases:

- La primera, consiste en la retención de las bacterias en un film líquido sobre la superficie. La adherencia en esta fase inicial es reversible y está asociada con una interacción compleja entre las cargas y la hidrofobicidad de las células de la superficie de la carne. La adherencia, se asocia también con interacciones de los apéndices externos de las células microbianas (flagelos, fimbrias, polisacáridos extracelulares) con receptores específicos de las superficies.
- La segunda, que es irreversible, se caracteriza porque las bacterias forman exopolímeros (glicocálix). Estos polímeros extracelulares proporcionan un ambiente favorable para el crecimiento y la subsiguiente adherencia de más bacterias, otros microorganismos y detritus, favoreciendo así la formación de biofilms en determinadas condiciones.

Debido a las múltiples fuentes de contaminación se comprende que la carne presentará una microbiota inicial heterogénea. La identificación de microorganismos puede realizarse en las canales de conejo en diferentes momentos, por ejemplo: después del sacrificio, durante su procesamiento, almacenaje y/o distribución. Los microorganismos o grupos microbianos que se utilizan para evaluar la higiene y sanidad del procesamiento de la carne de importancia para la salud humana, son los recuentos de microbiota aerobia mesófila total, coliformes totales, *Escherichia coli spp*, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* entre otros. En

un estudio realizado por Baranenko *et al.*, 2013, se menciona que bacterias de los géneros *Bacillus spp*, *Staphylococcus spp*, *Escherichia coli spp.*, en la carne son transferidas de las manos de los trabajadores, del equipo, piel e intestino de los animales, así como del aire circundante.

Para asegurar una vida de anaquel prolongada se recurre a recuentos de bacterias psicrótrofas aerobias y recuentos de grupos específicos de microorganismos alterantes como *Pseudomonas*, *Brochotrix thermosphacta*, bacterias ácido lácticas, clostridios psicrótrofos, mohos y levaduras. Finalmente, se reconoce que la presencia de *Staphylococcus aureus* es un indicador de manipulación humana además de ser un habitante saprófito del pelo y piel del conejo (Rodríguez, 2006; Velázquez *et al.*, 2008). De todos los anteriores Hsouna *et al.*, 2011, sugieren que *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* 0157:H7 y *Salmonella spp.*, se reportan como los agentes causales más importantes de enfermedades transmitidas por alimentos. Y en un estudio realizado por López *et al.*, en 2002, se observó el comportamiento de la microbiota presente en las diferentes etapas del proceso de faenado de conejos, en donde se manifestó un aumento de los recuentos de microorganismos durante el proceso de evisceración, en especial de microorganismos entéricos. Después de enfriar la canal, los recuentos microbianos se redujeron; sin embargo, los recuentos finales de microorganismos aerobios, levaduras y mohos fueron elevados, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp* y *Campylobacter spp.*, no se encontraron en todas las etapas del proceso de sacrificio; *Staphylococcus aureus* estuvo presente durante la evisceración aunque posteriormente al enfriamiento no hubo evidencia de ésta.

Al respecto, López en 2004, menciona que en la carne refrigerada, se experimenta un sistema de selección de toda la microbiota contaminante, reduciéndola solo a la permanencia de los microorganismos capaces de desarrollarse a bajas temperaturas. De igual forma alude que géneros como *Acinetobacter spp*,

Moraxella spp, Alcaligenes spp, Shewanella putrefaciens, Aeromonas spp, Favobacterium spp, Brochotrix thermosphacta, Xanthomonas spp, Enterobacteriaceae spp, Micrococaceae spp, Arthrobacterium spp, Brevibacterium spp y/o Corynebacterium spp, pueden estar presentes.

2.2. Características Generales de Algunos Microorganismos Patógenos y Alterantes de la Carne.

El conocer las características de los microorganismos que afectan la calidad de los productos cárnicos, da indicios importantes de cómo llevar a cabo su control y evaluación.

2.2.1. Aerobios mesófilos.

Los microorganismos que forman parte de este grupo son muy heterogéneos; se incluyen en él a todos aquellos que muestran la capacidad para formar colonias visibles, en condiciones de ejecución de las técnicas microbiológicas necesarias. En su recuento, se estima la flora total presente, sin hacer especificación de ningún microorganismo. Abarca un grupo importante cuya temperatura óptima de crecimiento se sitúa en torno a los 30°C, con una temperatura óptima de 37 °C y constituye un buen indicador de la contaminación global de las canales, ya que en la conformación de este grupo de microorganismos se encuentran bacterias patógenas de interés sanitario así como bacterias causantes de alteración, aunque no determina qué tipo de microorganismos o toxinas se encuentran presentes en el alimento. El rango en el recuento de microorganismos aerobios mesófilos debe de encontrarse entre 25 y 250 UFC. Su determinación indica el grado de contaminación de una muestra y las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana. Desde luego, no se aplica a alimentos fermentados y, puede dar escasa información sobre el manejo del alimento cuando éste es poco favorable para el desarrollo microbiano por su pH o por su actividad de agua (Aw) (ver

cuadro 1). (García, 2009; Pascual y Calderón, 1999; San Julián y Leyún, 1996, NOM- 092-SSA1-1994).

2.2.2. Coliformes Totales y Fecales

El grupo de coliformes no es una clasificación taxonómica, sino más bien una definición de trabajo que se utiliza para describir un grupo de bacterias al cual pertenecen bacilos gram-negativos, esporógenos, aerobios o anaerobios facultativos que fermentan la lactosa para producir ácido y gas a una temperatura de 35°C durante 48 horas. En conjunto los coliformes están representados por cuatro géneros de la familia *Enterobacteriaceae*: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*, aunque algunos pueden ser fermentadores tardíos o no fermentadores, como *Citrobacter* y *Serratia*, respectivamente. Los coliformes son capaces de crecer en presencia de sales biliares, que inhiben el crecimiento de las bacterias gram positivas, este hecho se aprovecha en su aislamiento selectivo a partir de varias procedencias. El crecimiento de los coliformes se presenta en una escala de pH comprendida entre los valores de 4.4 a 9.0. Se ha señalado que crecen a temperaturas tan bajas como -2°C y tan altas como 50°C, aunque algunos autores han descrito su crecimiento a temperaturas comprendidas entre 3 y 6°C. Y se ha observado que los coliformes crecen bien en agar nutritivo a 37°C dando colonias visibles en un plazo de 12 a 16 horas. Es de suponer que, en condiciones apropiadas, sean capaces de crecer en un gran número de alimentos (Jay, 2009; Camacho *et al.*, 2009; San Julián y Leyún, 1996, Frazier y Westhoff, 1993).

La mayoría de los coliformes pueden encontrarse en la flora normal del tracto digestivo del hombre o animales, por lo cual son expulsados especialmente en las heces por ejemplo, *Escherichia coli*. Debido a la presencia constante en la materia fecal, los coliformes son el grupo más ampliamente utilizado en la microbiología de alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas. Como los

coliformes también pueden vivir en otros ambientes, se distingue entre coliformes totales y coliformes fecales (Jay, 2009; Camacho *et al.*, 2009).

Los coliformes fecales fueron definidos por primera vez en base a las obras de Eijkman, los cuales son un subconjunto de coliformes totales que crecen y fermentan la lactosa a temperatura de incubación elevada, relativamente cercana o igual a la temperatura fisiológica intestinal de los mamíferos. El análisis de coliformes fecales en alimentos se hace a una temperatura de 45.5 °C con excepción de los efectuados en agua, moluscos y crustáceos de agua de cosecha, los cuales utilizan 44.5 °C. El grupo de coliformes fecales está compuesto principalmente por *E. coli*, pero algunos otros, tales como *Klebsiella* spp, también pueden fermentar la lactosa a dichas temperaturas y por lo tanto son considerados como coliformes fecales. La inclusión de *Klebsiella* spp, en la definición de trabajo de coliformes fecales disminuyó la correlación de este grupo con la contaminación fecal. Si bien la presencia de cifras de coliformes y de *E.coli* en los alimentos es del todo indeseable, es prácticamente imposible eliminarlos todos, tanto de los alimentos frescos como de los congelados (Jay, 2009, San Julián y Leyún, 1996, Frazier y Westhoff, 1993).

Escherichia coli es un bacilo gram negativo, anaerobio facultativo de la familia *Enterobacteriaceae*. Esta bacteria coloniza el intestino del hombre pocas horas después del nacimiento y se le considera un microorganismo de flora normal, aunque hay cepas que pueden ser patógenas y causar daño produciendo diferentes cuadros clínicos, entre ellos diarrea. Con base en su mecanismo de patogenicidad y cuadro clínico, las cepas de *E. coli* causantes de diarrea se clasifican en seis grupos: enterotoxigénica (ETEC), enterohemorrágica también conocidas como productoras de toxina Vero o toxina semejante a Shiga (EHEC o VTEC o STEC), enteroinvasiva (EIEC), enteropatógena (EPEC), enteroagregativa (EAEC) y de adherencia difusa (DAEC) (Rodríguez, 2002).

2.2.3. *Salmonella* spp.

Las bacterias pertenecientes al género *Salmonella*, familia *Enterobacteriaceae*, se caracterizan por ser bacilos gram negativos, anaerobios facultativos, no esporulados, provistos de flagelos móviles, utilizan citrato como única fuente de carbono y poseen metabolismo de tipo oxidativo y fermentativo. Producen ácido y a veces gas a partir de la glucosa, son normalmente catalasa positivos y oxidasa negativos y reducen los nitratos y nitritos. Crecen bien en los medios de cultivo habituales. De acuerdo con la presencia de los antígenos O (lipopolisacárido), Vi (polisacárido capsular) y H (flagelar) actualmente pueden serotipificarse en más de 2.300 serovariedades (Méndez *et al.*, 2011; Jurado *et al.*, 2010; ICMSF, 1996).

Actualmente dentro de su clasificación taxonómica, se describen dos especies: *S. enterica* y *S. bongori*. *Salmonella enterica* se subdivide en seis subespecies: *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica*. *Salmonella enterica* subespecie *enterica* representa 99% de los serotipos aislados, siendo estos últimos determinados por los antígenos O, H, Vi. Es así como se describen más de 2500 serotipos o serovares de este género (Méndez *et al.*, 2011). Su vía principal de contagio es fecal-oral y el ser humano se infecta al consumir alimentos tanto de origen animal como vegetal que tienen un deficiente proceso en términos de higiene. *Salmonella* spp se puede aislar de distintas fuentes como granjas, desechos humanos y agua contaminada por ejemplo *Salmonella choleraesuis*, se ha aislado en un tiempo máximo de 450 días en carne de cerdo. En la actualidad *Salmonella* spp continua siendo una de las causas más comunes de infecciones transmitidas por alimentos en los seres humanos ya que además de la carne de cerdo se ha podido aislar de carne de aves, huevos, mariscos y productos lácteos (Abbassi *et al.*, 2012; Lesley *et al.*, 2012).

2.2.4. *Staphylococcus aureus*.

Son bacterias ubicuas presentes sobre la piel del hombre y de los animales; se encuentran en las mucosas nasofaríngeas, heridas, abscesos y además pueden ser aisladas en portadores sanos (asintomáticos). Son microorganismos formadores de colonias características en la superficie de un medio de cultivo selectivo y provocan una reacción fuertemente positiva ante la coagulasa. (San Julián y Leyún, 1996). *Staphylococcus aureus* puede existir en la carne cruda, la contaminación por cepas animales de *Staphylococcus aureus*, es probablemente de menos consecuencias que la contaminación de origen humano. Esta bacteria compete pobremente con la flora microbiana normal de carne cruda y constituye un peligro para la salud sólo cuando la microbiota de competencia está disminuida y la temperatura del producto es elevada (ICMSF, 1996).

Staphylococcus aureus es una especie bacteriana integrada por formas cocáceas de 0.8 a 1.0 μm , que se dividen en más de un plano por lo que se agrupan irregularmente en racimos. Son inmóviles, poseen una pared celular Gram-positiva típica que contiene péptidoglicano y en él se encuentran enlazados ácidos teicoicos, carecen de esporas. Algunos biotipos son capaces de producir una toxina altamente termoestable, su metabolismo es oxidativo/fermentativo aunque fermentan con lentitud diferentes carbohidratos, catalasa-positivo y pueden metabolizar una gran variedad de carbohidratos en condiciones aeróbicas, con la subsecuente liberación de ácido, principalmente ácido acético con pequeñas cantidades de bióxido de carbono. En condiciones anaerobias, el producto principal de la fermentación es el ácido láctico (Harris *et al.*, 2002; Pascual y Calderón, 1999; Doyle, 1997).

El crecimiento de *Staphylococcus aureus* en alimentos tiene gran importancia por tratarse de un microorganismo capaz de producir una poderosa enterotoxina que al ingerirse causa intoxicaciones severas al hombre. Este patógeno produce 5

enterotoxinas: A, B, C, D y E, siendo la “A” la más nociva y la más prevalente. Todas ellas se diferencian por sus propiedades físico-químicas. Es importante señalar la termorresistencia de todas las enterotoxinas, la tipo “B” resiste temperaturas de exposición de 60 °C por 16 horas en un pH de 7.3, conservando su actividad biológica; sin embargo se ha observado que el exponer la cepa “A” a 80°C por 3 minutos o a 100°C por 1 minuto causa la pérdida de su capacidad para reaccionar serológicamente (Jay, 2009; Vanegas *et al.*, 2008).

La cantidad de *Staphylococcus aureus* necesaria para producir suficiente toxina para causar intoxicación, es de 10⁶ UFC/g de alimento de acuerdo con la normatividad oficial mexicana. Sin embargo Jablonski *et al.*, 2001, comentan que la Food and Drugs Administration (FDA) establece que 10⁵ UFC/g de alimento provoca intoxicaciones y, que un nivel basal de aproximadamente un nanogramo de toxina estafilocócica por gramo de alimento es suficiente para causar síntomas asociados con la intoxicación. También es importante observar, que en la mayoría de los brotes de intoxicación causados por este microorganismo, se han detectado niveles de uno a cinco microgramos de toxina ingerida, aunque en algunos casos las concentraciones de toxina han sido aún más bajas, del orden de 0.01 mg, suficientes para provocar una intoxicación en el hombre.

2.2.5. Mohos y Levaduras.

Varios mohos transmitidos por los alimentos y posiblemente levaduras también pueden representar un peligro para la salud humana o animal debido a su capacidad de producir metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas. La mayoría de las micotoxinas son compuestos estables que no son destruidos durante la transformación de los alimentos. Ciertos mohos y levaduras transmitidos por los alimentos también pueden provocar reacciones alérgicas y/o causar infecciones. La capacidad de estos organismos para contaminar a muchos alimentos se debe en gran parte a su capacidad de adaptación a diversos

ambientes. Aunque la mayoría de las levaduras y los mohos son aerobios obligados, se reproducen fácilmente en niveles de pH ácido como alcalino, ya que van en una escala desde pH 2 e inclusive superior a 9. Su rango de temperatura también es amplio ya que va de 10-35 °C, con unas pocas especies capaces de crecer por debajo o por encima de estos valores. Los requerimientos de humedad de los mohos en los alimentos son relativamente bajos, la mayoría de las especies pueden crecer en una actividad de agua (A_w) de 0.85 o menos, aunque las levaduras generalmente requieren de una actividad de agua mayor (ver cuadro 1) (Adams y Moss, 2008; FDA, 2001).

La alteración por mohos se asocia con una apariencia desagradable, olor y cambios en el sabor y el valor nutricional de los alimentos. Algunos mohos son capaces de producir micotoxinas y antibióticos, que representan un peligro potencial para la salud de los consumidores. Por otra parte, miles de esporas pueden ser liberadas a partir de mohos que llegan a los productos por removerse de las instalaciones, llegando a éstos por el aire. Esto puede llevar a problemas de alergias o enfermedad pulmonar crónica, incluso para el personal de las plantas de procesamiento de alimentos (Asefa *et al.*, 2009 (a); Adams y Moss, 2008).

Las levaduras son grupos heterogéneos de hongos unicelulares. Son capaces de crecer y multiplicarse en sustratos complejos con alto contenido de azúcar, sal, pH bajo, baja temperatura y baja actividad de agua (A_w) (ver cuadro 1). Como resultado, las levaduras dominan la microflora de varios alimentos y bebidas industriales. Éstas juegan un papel con dos vertientes, ya que pueden ser benéficas así como perjudiciales. Las levaduras utilizan componentes de carbono y nitrógeno del sustrato en el que crecen y generan matrices de metabolitos volátiles y no volátiles. Los metabolitos afectan a las propiedades quimio-sensoriales de los productos. Sin embargo, la presencia de levaduras en los productos alimenticios se considera principalmente como una indicación de deterioro de los alimentos. Las levaduras pueden causar problemas de sabor a

levadura o amargo, otorgan cambios en el color y textura de los productos; además de que también son fuente de infecciones subestimadas (Asefa *et al.*, 2009b; Adams y Moss, 2008; Pereira *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Requerimientos fisicoquímicos de la carne para el desarrollo de los microorganismos

Característica	Mesófilos <i>aerobios</i>	Coliformes	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella spp</i>	Mohos	Levaduras
Aw	0.9	0.94	0.86*-0.9	0.95*	0.88	0.80
pH	6.5-7.5	2.8-11	4-5.5	3.5-9.5	0.5-11	1.5-8.5
Temperatura	5-47°C**	10-46°C	4-46°C	37 °C ** 45.6°C ***	25-37°C	25-47°C

Información tomada de Jay, 2009; Adams y Moss, 2008; ICMSF, 1980; Frazier y Westhoff, 1978.

*Niveles mínimos aproximados de la actividad de agua que permiten su crecimiento.

**Temperatura óptima

***Temperatura máxima

2.3. Factores que favorecen el desarrollo microbiano en la Carne de Conejo.

El tipo y la intensidad de las modificaciones que pueden sufrir los productos cárnicos a lo largo de su cadena de producción, manipulación, comercialización y consumo a partir de contaminación microbiológica obedecen a la presencia de factores generalmente clasificados como intrínsecos (propios del alimento o microambiente) y extrínsecos (del ambiente o macroambiente) o incluso la interacción de estos (Vidal e Izquierdo, 1999). Dichos factores se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Factores que afectan el desarrollo microbiano.

Factores Intrínsecos	Factores extrínsecos (de procesamiento)
pH % de Potencial Buffer	Temperatura
Actividad de agua Contenido de Agua Identidad humectante	Humedad relativa
Potencial redox Presencia de antimicrobianos	Intensidad de luz de longitud de onda
Presencia de estructuras físicas	Presencia de antimicrobianos composición atmosférica, gas y su relación
Presencia de estructuras biológicas	Características de empaquetamiento e interacciones
Disponibilidad de nutrientes en forma coloidal Sustrato de superficie a volumen	Almacenamiento y distribución
Presencia de antimicrobianos naturales	

Adaptado de Masana y Rodríguez, 2006; Mc Donald y WenSun, 1999

2.3.1. Factores Intrínsecos

Los factores de naturaleza principalmente física y química inherentes a la composición de la carne y los productos cárnicos son considerados como factores intrínsecos, dichos factores se deben de entender como aquellos que están determinados por la propia composición del alimento, es decir, se encuentran presentes en el producto mismo, o son consecuencia de los factores extrínsecos.

De dichos factores destacan la actividad de agua (A_w), disponibilidad de nutrientes, presión osmótica, potencial oxido-reducción, pH y la presencia de

antimicrobianos naturales. Los precedentes, tienen un efecto directo sobre la proliferación de microorganismos ya que actúan como elementos capaces de incidir en la colonización por determinadas especies a través de su desarrollo y su supervivencia, mismos que no solo pueden ejercer una simple actividad de inhibición del crecimiento, sino también provocar la destrucción total o parcial de la población microbiana. La carne de conejo presenta valores que van desde 0.90 a 0.96 con respecto a la actividad de agua, y pH en el lomo de conejo de entre 5.2 a 7.2, valores que son ideales para el crecimiento bacteriano (Jay, 2009; FAO, 2008; Quitral, 2006; Bello, 2000; Vidal e Izquierdo., 1999).

Dentro de los factores intrínsecos, es importante considerar las características de los animales que puedan inferir en el desarrollo de los microorganismos ya que el animal ha desarrollado mecanismos de defensa (algunos de ellos permanecen activos cuando el organismo vivo se transforma en alimento) frente a la invasión y proliferación de los mismos. Teniendo en cuenta dicho fenómeno natural, es posible considerar dichos mecanismos que permitan prevenir, impedir o retardar la multiplicación de los microorganismos patógenos que alteren la carne (Jay, 2009).

Los factores intrínsecos se encuentran estrechamente relacionados con la composición química de la carne la cual se muestra a detalle en el cuadro 3.

Cuadro 3. Composición química media de la carne de conejo.

Componente	Características	Porcentaje	Autores
Agua	En ella se encuentran	75%	Rodríguez <i>et al.</i> (2005)
	disueltos compuestos de bajo	75.34%	Mertin <i>et al.</i> (2012)
	peso molecular como	71.5%	Chrenek <i>et al.</i> (2012)
	carbohidratos, aminoácidos y	74.6 %	Dalle y Szendro (2011)
	ácido láctico, usados	70-72%	Moreno (2006)
	fácilmente como nutrientes por los microorganismos		
Proteína		18.5%	Rodríguez <i>et al.</i> (2005)
	Globulares, fibrosas y	23.19%	Mertin <i>et al.</i> (2012)
	cromoproteínas	21.12%	Chrenek <i>et al.</i> (2012)
		22.4%	Dalle y Szendro (2011)
		19-21%	Moreno (2006)
Lípidos	La mayor parte de la grasa es	3%	Rodríguez <i>et al.</i> (2005)
	subcutánea y se suele eliminar	1.12%	Mertin <i>et al.</i> (2012)
	antes de preparar el conejo	3.35%	Chrenek <i>et al.</i> (2012)
	para su cocción.	1.8%	Dalle y Szendro (2011)
		6%	Moreno (2006)
Hidratos de carbono	Aporte de Energía medido en	1 %	Rodríguez <i>et al.</i> (2005)
	kJ o Porcentaje	456 kJ	Chrenek <i>et al.</i> (2012)
		603 kJ	Dalle y Szendro (2011)
Compuestos nitrogenados no proteicos	Amidas, aminos, urea.	1.5 %	Rodríguez <i>et al.</i> (2005)
Compuestos inorgánicos	Ca, Fe, I, Mg, Zn, Na, K, Cu,	1%	Rodríguez <i>et al.</i> (2005)
	Mg, Se, P	0.4%	Hernández <i>et al.</i> (2004)
		1%	Moreno (2006)

A su vez, es trascendental dar una breve descripción que brinde un amplio panorama de cómo se lleva a cabo la determinación de la composición química de

la carne ya que se basa en la valoración cuantitativa de diferentes parámetros y se realiza mediante técnicas disímiles las cuales requieren de equipo especializado pero que darán a conocer con valores confiables el contenido de componentes químicos tales como agua, proteínas, nitrógeno no proteico, carbohidratos, ácidos grasos y minerales (Rodríguez *et al*, 2005).

Por lo anterior se sabe que hay diferentes opciones existentes para la determinación de dichos componentes, entre ellos el uso de un análisis de tipo fisicoquímico o de tipo enzimático o igualmente análisis sensorial, teniendo en cuenta que con éste se obtienen valores cualitativos que reducirán la objetividad del resultado conseguido, además de que el tiempo requerido es mayor debido a la capacitación de las personas que integren un panel de degustación. La importancia de conocer la cantidad de nutrimentos que contiene la carne de conejo es ubicar los microorganismos que se depositan y desarrollaran en su superficie debido a que requieren condiciones mínimas para su reproducción (Escobar, 2008; Mestre *et al.*, 2002). En la figura 1 se describen brevemente técnicas utilizadas para la determinación de la composición química de la carne.

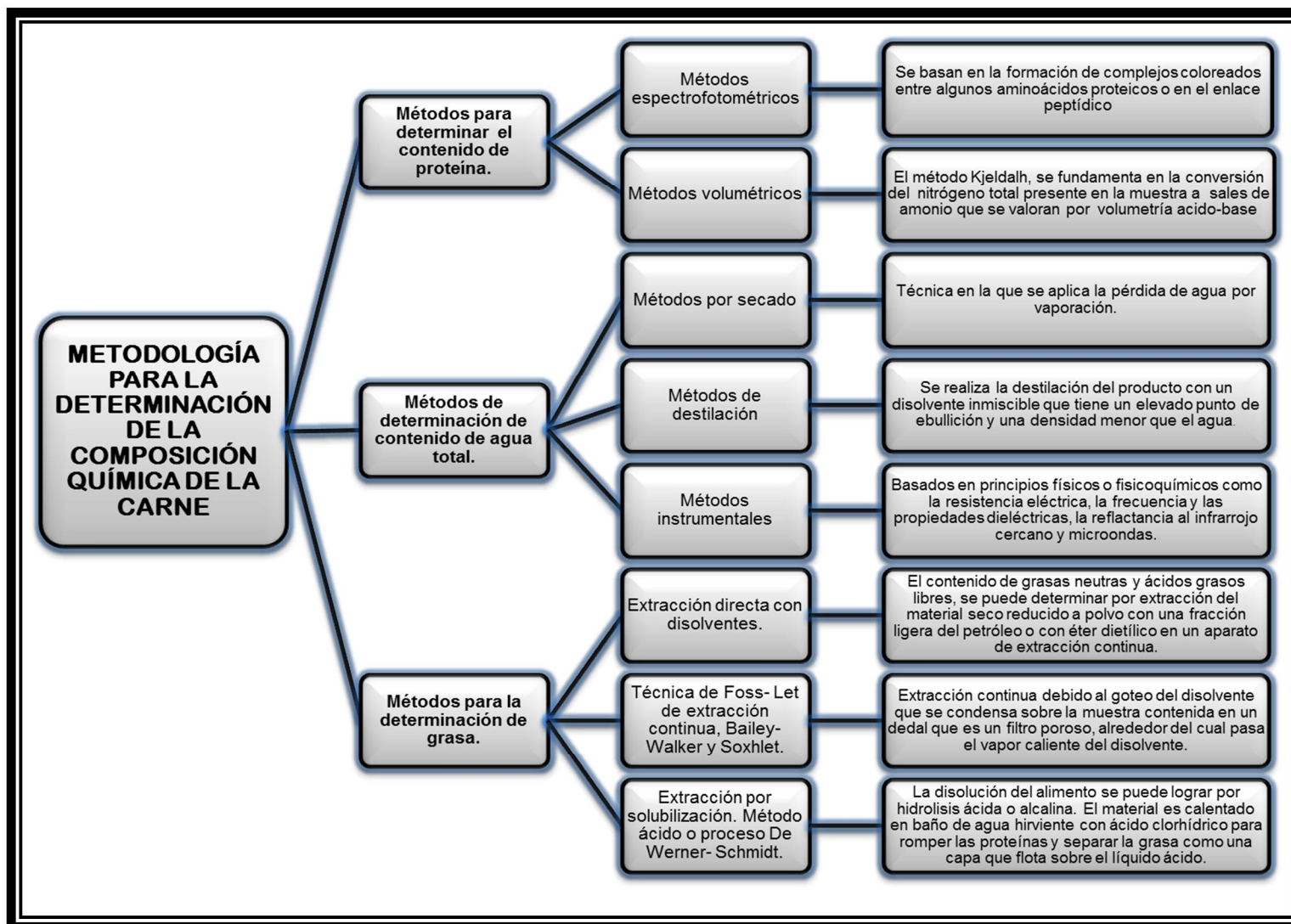


Figura 1. Métodos existentes para la determinación de la composición química de la carne (Escobar, 2008).

2.3.2. Factores Extrínsecos

Estos se refieren a los factores externos al alimento y están presentes en el entorno de almacenamiento y tienen un efecto directo sobre las propiedades de la carne así como de los microorganismos, por ejemplo: la duración y las condiciones del almacenamiento, así como la aplicación de algún tratamiento tecnológico de conservación, condiciones ambientales como temperatura, luz, oxígeno, presencia y concentración de gases y humedad relativa son factores que pueden ser críticos para la estabilidad en la composición química (Jay, 2009; Hernández, 2002; Ordoñez y Perales, 1999; Vidal e Izquiedo., 1999). La presencia de microorganismos en la carne de conejo, es estimulada por dos fuentes extrínsecas principales:

- La **primera** establece que el conejo vivo es reservorio y un medio de transporte de microorganismos, debido a la carga de materia fecal que se puede identificar en su pelaje, lo cual está correlacionado de manera positiva con la contaminación de la canal, conllevando al ingreso de microorganismos durante el sacrificio y consecuentemente en el resto de la cadena del alimento en cuestión. Un ejemplo de esto es lo citado por García en 1998, quien menciona que en la producción de carne de conejo (ocurre como en otras especies productoras de carne), al observar que la presencia de *Pseudomonas* sobre las canales de animales recién sacrificados tuvo origen en el medio de los animales vivos, ya que dichas bacterias se encontraban en el pelo, piel y patas de los conejos. La transferencia de estos microorganismos a la canal ocurrió durante las actividades de procesamiento, debido a que estas bacterias se depositan y multiplican en cualquier área que contenga humedad. Durante el transporte al rastro, los conejos están en contacto con materia fecal y orina, lo que favorece la diseminación de bacterias como *E. coli spp* y *Clostridium spp* (Hernández y Cobos, 2001).

La diseminación de patógenos como *Salmonella spp* se suscita en mayor medida cuando en los conejos hay una combinación entre estrés, ayuno y reposo prolongado. Además, la exposición con materia fecal también puede ocurrir debido a un inadecuado proceso durante la evisceración. (Agunbiade *et al*, 2010; Kohler *et al.*, 2008; Rodríguez, 2006; Hesham, 2004; Borch y Arinder, 2002; Pérez *et al.*, 1998).

- La segunda condición extrínseca corresponde al entorno de procesamiento, mismo que alberga a microorganismos de distintos tipos como: bacterias, mohos, levaduras y virus, los cuales pueden entrar en la cadena alimentaria por contaminación cruzada de varias fuentes ambientales durante el sacrificio y el procesamiento, lo anterior aunado a los sucesos previos al sacrificio como el estado de salud del animal, la edad, el sexo, la técnica en que la carne es manejada y almacenada en términos de tiempo, temperatura, humedad y condiciones higiénicas (Agunbiade *et al*, 2010; Kohler *et al.*, 2008; Pérez *et al.*, 1998; Rodríguez, 2006). Como ejemplo de la relación del ambiente y la carga microbiana en el pelajes de los conejos Martino y Luzi realizaron una evaluación de 2 naves de producción cunícola en 2004, en el cual se demostró la presencia de bacterias como *E. coli spp*, *Staphylococcus spp* y *Micrococcus spp*, de igual forma lograron el aislamiento de hongos del tipo *Aspergillus spp* y *Alternaria spp*, concluyendo que son microorganismos que se encuentran en forma ubicua y por ende presentan una relación inevitable de exposición con los animales.

3. Calidad Fisicoquímica de la Carne.

La importancia de hablar de la calidad de la carne de conejo radica en el crecimiento de los mercados y en la demanda por los consumidores de productos de alto valor nutricional, que a su vez no generen daño o alteración a la salud del

consumidor, por lo que se deben de especificar todos los factores que envuelven a la calidad del producto cárnico, en base a aspectos cuantificables.

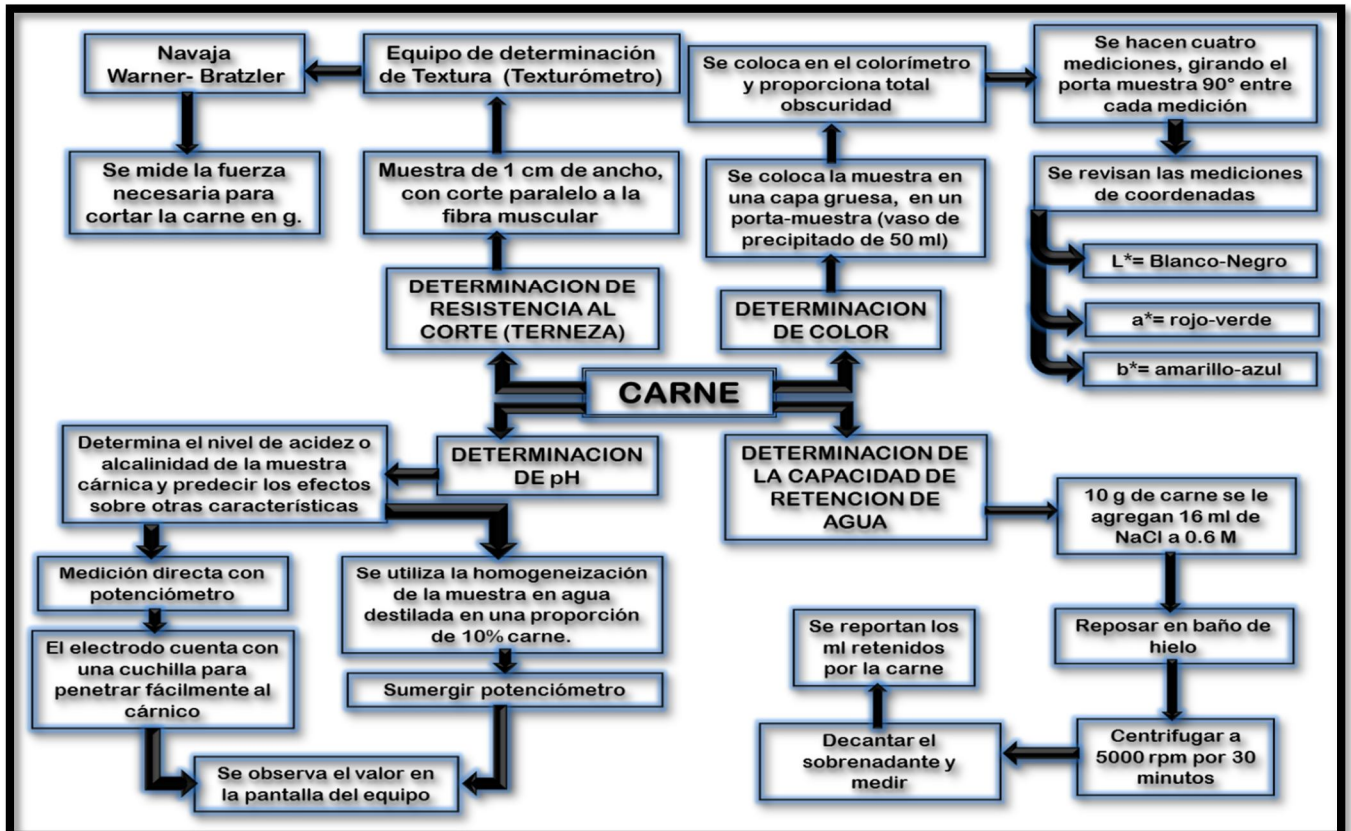
3.1. Propiedades Fisicoquímicas y su Relación con la Calidad de la Carne de Conejo.

La carne de conejo es considerada una carne magra y, dependiendo de la literatura consultada y del enfoque del texto (sea científico o productivo), ésta resulta ser más saludable que la carne de otras especies domésticas. Se le atribuye bajo porcentaje de grasa, alto contenido de proteína de alto valor biológico, poco contenido de colesterol en comparación con carne de otras especies animales, alta ternura y un sabor delicado. Estas características generan que los consumidores la incluyan cada vez más en su dieta. El primer criterio del consumidor de carne de conejo es en función a su calidad sensorial seguido de su aspecto (Combes *et al.*, 2008; Mohammed, 2008; Hernández *et al.*, 2000). La carne de conejo puede cambiar de apariencia y el tiempo de exhibición puede afectar su color tornándose obscura y seca si se excede este tiempo, como consecuencia puede no ser aceptada por el consumidor (Dalle, 2006).

Para la carne fresca atributos como el color, la cantidad de grasa, la ternura, la jugosidad y el sabor son vitales para la decisión y consumo del producto. La determinación de la calidad sensorial de la carne se puede hacer usando un panel de degustación entrenado, pero es un proceso lento y requiere mucho tiempo, además de los resultados obtenidos son valores forzosamente subjetivos. Por lo tanto, es interesante considerar el uso de mediciones químicas, mecánicas u ópticas que ofrezcan resultados similares a las cualidades sensoriales. Por razones prácticas, los criterios de calidad incluidos la ternura, la capacidad de retención de agua, el color y el pH, deben ser fácilmente medibles. En la figura 2 se ejemplifican las técnicas por medio de las cuales se realiza la medición de

calidad en la carne de conejo (Combes *et al.*, 2008; Mestre *et al.*, 2002; Warris; 2000; Prándl *et al.*, 1994).

Figura 2. Determinación de características físico-químicas para evaluar la calidad de la carne de conejo.



Información tomada de Flores, 2009

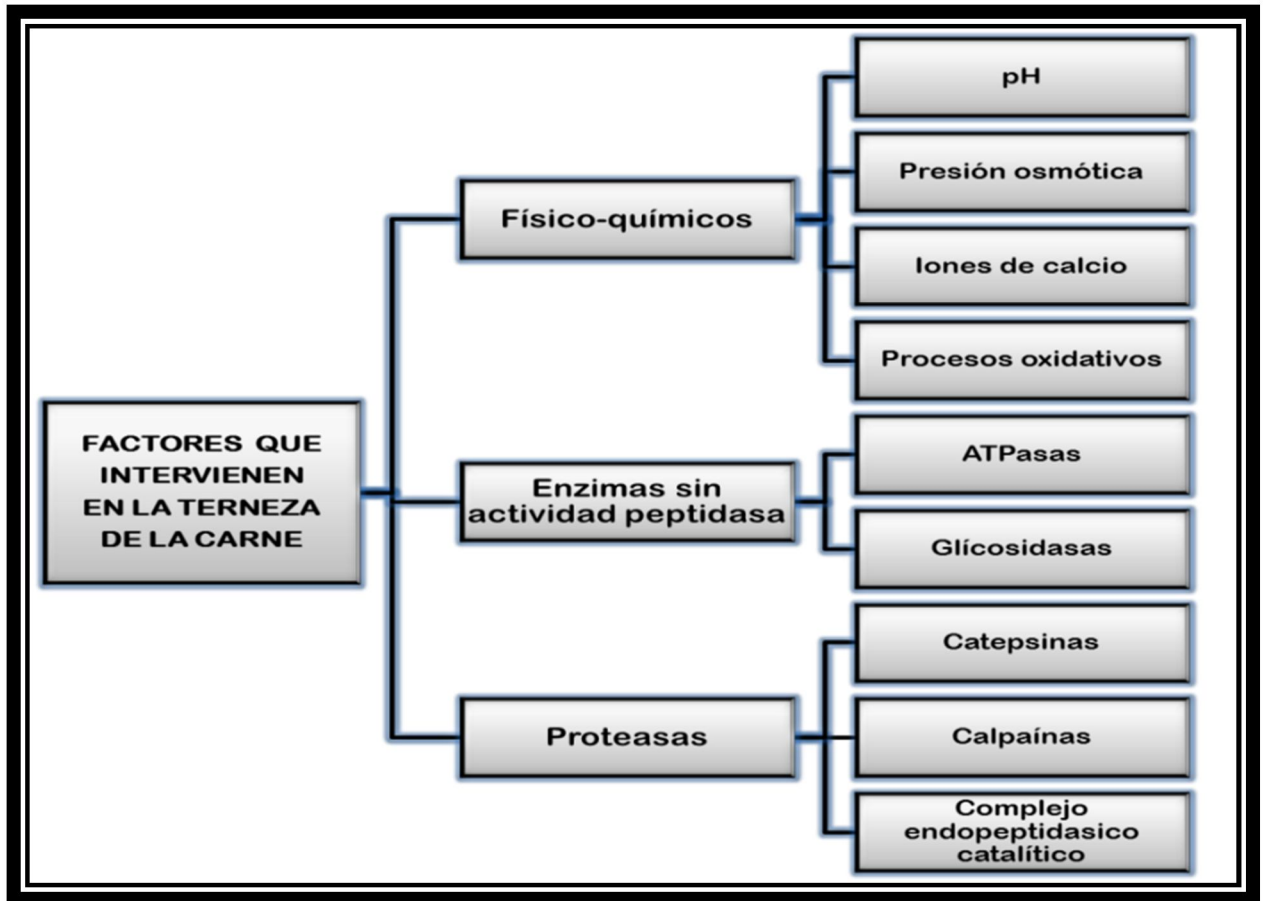
3.1.1. Terneza.

La terneza es el atributo sensorial más importante para la aceptación de la carne por los consumidores. Ésta se puede definir como la dificultad o la facilidad con la que una carne se puede cortar o masticar; por lo cual; es necesario conocer la estructura básica de la carne (Purchas, 2004; Mestre *et al.*, 2002). Del Campo en 2008 y Lawrence *et al.*, en 2006, mencionan que la terneza es el parámetro más importante de la calidad sensorial desde el punto de vista de los consumidores, ya

que es la característica que determina la repetición de la compra del producto y dada la importancia de este rasgo, ahora es un foco pulsante de investigación, incluyendo los factores pre y post sacrificio de los animales.

El concepto de terniza varía por la composición del tejido conectivo y el tipo de fibras musculares en la composición del tejido conectivo y el tipo de fibras musculares. Por lo tanto, el conocimiento de los componentes estructurales de la carne facilitará la interpretación de los cambios y alteraciones durante su almacenamiento y procesamiento en la industria (Josiane *et al.*, 2009; Mestre *et al.*, 2002; Hulot y Ouhayoun, 1999). Actualmente existe una aceptación de otros factores determinantes de la tenderización de la carne de origen multivariado: factores físico-químicos (pH, presión osmótica, iones de calcio, y procesos oxidativos), enzimas sin actividad peptidasa (enzimas glicolíticas, ATPasas y glicosidasas), las proteasas (catepsinas, calpaínas, complejo endopeptidásico catalítico, la acción sinérgica entre catepsinas y calpaínas), los proteasomas, la nitrosilación y la oxidación de las proteínas son solo algunos de los más mencionados (Paredi *et al.*, 2012; Josiane *et al.*, 2009; Küchenmeister *et al.*, 2005; Mestre *et al.*, 2002). Dichos factores se resumen en la figura 3.

Figura 3. Factores que intervienen en la terneza de la carne.



Información tomada de Alarcón y Pérez, 2006.

Las miofibrillas o fibras musculares representan una población heterogénea que difieren en propiedades estructurales, contráctiles, metabólicas y fisiológicas, las cuales son resultado de la expresión coordinada de los distintos conjuntos de proteínas estructurales y enzimas metabólicas. Éstas son células largas y estrechas, multinucleadas, con un diámetro de 10 a 100 μm , de estructuras cilíndricas, comprimidas y delgadas, formadas por un agrupamiento ordenado de filamentos gruesos y finos, paralelos entre sí. Cada distribución es responsable de la formación de bandas, la cuales son: la banda A y la banda I, que están divididas a la mitad por una línea oscura transversal o disco Z. La unidad estructural del sistema de contracción y relajación de los músculos, se produce en el sarcómero,

que está definido como un segmento entre dos líneas Z sucesivas (Joo *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2010; Josiane *et al.*, 2009).

Con respecto a lo anterior diversidad funcional entre los tipos de fibras, los músculos y las especies se ha conseguido durante la evolución mediante la selección natural. El músculo esquelético exhibe notables capacidades de adaptación a un número de condiciones genéticas, nutricionales y ambientales encontradas durante la fase de cría de animales de producción, tales como el ejercicio físico. Las miofibrillas forman parte del músculo esquelético y se caracterizan por sus rasgos morfológicos, su número total, área de sección transversal, su longitud, y las propiedades contráctiles y metabólicas (Joo *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2010; Lefaucheur, 2010, Choi y Kim, 2009; Ryu y Kim, 2005). Con respecto a lo anterior, Geesink *et al.*, en 1995, explican que la composición del tipo de fibra muscular es un factor determinante durante el almacenamiento post mortem y la maduración de la carne se produce más rápidamente en los músculos de contracción rápida las cuales son de tipo glucolíticos, que en músculos de contracción lenta o de tipo oxidativo. Con el paso del tiempo esto se ha modificado ya que Joo *et al* en 2013, indicaron que las fibras musculares se clasifican en cuatro tipos o tres grupos, fibras de tipo I catalogadas como de contracción lenta y baja actividad ATPasa, fibras de tipo IIA de metabolismo rápido oxido-glucolítico, de contracción rápida y elevada actividad ATPasa, y al último grupo pertenecen dos tipos que son IIB y IIX descritos como rápido glucolítico, de contracción muy rápida y actividad ATPasa muy elevada. Su diferencia se basa en el resultado de la expresión coordinada de los distintos conjuntos de proteínas estructurales y enzimas metabólicas (Zomeño, 2007; Ryu y Kim, 2005).

Las miofibrillas se identifican por su precisa organización de las proteínas contráctiles que dan lugar a unidades dispuestas en serie conocidas como sarcómero. Las proteínas contráctiles son la miosina y la actina, como su nombre lo indica son las que están directamente relacionadas con la contracción muscular.

El músculo además contiene proteínas denominadas reguladoras, las cuales intervienen en el mecanismo de activación de la contracción del músculo por el calcio, entre éstas se encuentran: la tropomiosina y la troponina (reguladoras mayores) así como las proteínas M,C,H,F,1, X, alfa-actina, beta-actina y gama-actina (reguladoras menores) (Choi y Kim, 2009; González, 2003). Dalle *et al.*, 2005, realizaron un experimento en donde alimentaron a conejos en horarios y cantidades específicos; su experimento demostró que al igual que en otras especies, el metabolismo de los músculos glucolíticos aumenta con la edad, sin embargo es el mismo disminuye por racionamiento de la alimentación compensado por sesiones sucesivas de realimentación.

3.1.1.1. Colágeno.

La solubilidad del colágeno depende del músculo y de características propias del animal como la edad, salud y estado fisiológico mientras que el estatus de las miofibrillas varía por las condiciones post-mortem. La carne de mala calidad presenta un elevado contenido de tejido conectivo y esto puede ser evidenciado por la estimación del contenido de colágeno. La cantidad de colágeno es un factor importante de la variación en la ternera ya que se ha determinado que los enlaces cruzados en las fibras de colágeno incrementan conforme avanza la edad; asimismo se ha demostrado que existe una estrecha relación entre el contenido de colágeno y la dureza de los músculos. La unidad fundamental del colágeno es el tropocolágeno, el cual se encuentra conformado por tres cadenas polipeptídicas en hélice, éste se compone de glicina en un 30%, prolina en un 25% y, también por hidroxiprolina (Messia *et al.*, 2008; Ramírez, 2004; González, 2003).

En condiciones normales, el músculo del animal recién muerto es tierno para después entrar en una fase de rigidez o "rigor mortis", caracterizada por disminución de la elasticidad y aumento de la dureza. Al mismo tiempo el músculo ingresa a la fase de maduración por acción enzimática, proceso por el cual se

suaviza la carne rápidamente dependiendo del animal, tipo de músculo y temperatura (Hernández *et al.*, 2006; Peluffo y Monteiro, 2002).

El tejido conectivo presente en la carne en estado crudo se encuentra dispuesto en capas que recubren a las miofibrillas musculares, dichas capas son: el endomisio, el perimisio y el epimisio; éstas son redes compuestas de colágeno, reticulina y fibras de elastina incrustadas en una matriz de proteoglicanos, de la cual se tiene muy poca información. Cabe señalar que la cantidad de colágeno perimisial es mucho mayor que la fracción localizada en el endomisio. Estructuralmente el endomisio es una red de fibrillas finas y ligeramente ondulada mientras que, el perimisio es una red de filamentos más gruesos. La secuencia de aminoácidos de colágeno es rica en prolina y aproximadamente el 50% de las cadenas laterales son de 4 hidroxiprolina formando la capa delgada de tejido conectivo que separa las fibras musculares individuales. El perimisio es la capa de tejido conjuntivo que separa cada músculo en haces de fibras musculares o fascículos. Las fibras de colágeno en el perimisio están en una disposición cruzada de capas de dos conjuntos de fibras de colágeno onduladas, con las fibras en cada capa en paralelo, pero en un ángulo con respecto al eje de la fibra muscular típicamente de 54° en el músculo en reposo (Lepetit, 2008; Messia *et al.*, 2008; Lepetit, 2007; Purslow, 2005; Morón-Fuenmayor *et al.*, 2004; González, 2003).

Las propiedades mecánicas del colágeno no se alteran durante la maduración de la carne, lo que sugiere que la mejoría post-mortem en la terneza de la carne se debe atribuir a los cambios miofibrilares. El debilitamiento de la estructura miofibrilar, con la consecuente fragmentación transversal de sarcómeros, es un cambio estructural importante en las miofibrillas que ocurren durante la maduración (Combesa *et al.*, 2003; Mestre *et al.*, 2002).

Archile y Purslow en 2011, refieren que la alimentación suplementada con vitaminas E y C pueden aumentar el metabolismo del colágeno por elevación de la degradación de éste debido a la presencia de metalo-proteinasa de matriz y afectar las características del colágeno y como consecuencia de la terneza. Igualmente mencionan que otro factor importante es el estrés que se genera en diferentes situaciones a las que se enfrenta el ganado como: el arribo al rastro, tratamientos, aplicación de vacunas, hacinamiento, castración, cambios en su entorno, etc., lo cual contribuye a la inconsistencia de la terneza de la carne por efecto directo sobre la solubilidad del colágeno. La determinación del contenido de colágeno se realiza a través de métodos químicos cuantificando la hidroxiprolina, ésta es un aminoácido secundario que no se encuentra en cantidades significativas en otras proteínas animales. La medición requiere de un método que produzca una hidrólisis total del tejido conectivo en donde se libere la cantidad de hidroxiprolina para la cuantificación del colágeno. En un experimento realizado por Combes *et al* en 2004, determinaron que el contenido de colágeno en la carne cruda de conejo es de 17.1 ± 2.7 mg/g; al respecto Granados *et al.*, en 2011, cuantificaron que la carne de conejo posee un contenido de colágeno de 16 mg/g.

3.1.1.2. Proteasas.

Después de la muerte del animal acontecen diferentes procesos que tienen efecto directo sobre la calidad y terneza de la carne, entre los que destacan la activación de dos sistemas enzimáticos: El primer sistema es el de calpaína- calpastatína y el segundo se compone de las proteinasas ácidas lisosomales llamadas Catepsinas. Dichas proteasas se describen brevemente en el cuadro 4. La importancia de estas enzimas endógenas reside en la transformación del músculo en carne (maduración), por medio de la degradación de las proteínas musculares, actuando sobre la unión entre las miofibrillas y la estructura del tejido conectivo (González, 2003; Hopkins y Thompson, 2001).

Cuadro 4. Características generales de las proteasas

Proteasa	Tipo	Generalidades
Catepsinas	Enzimas lisosomales	Diseñadas para actuar en un medio ácido. 52 kDa
Calpaínas	Enzimas dependientes del calcio	Pertencen a la familia de las cisteín-proteasas citosólicas. El control de su actividad está regulado por las concentraciones de Ca^{2+} del retículo endoplasmático y por la presencia de calpastatina. Hidrolizan proteínas miofibrilares, produciendo una desorganización de estas. 80 kDa.
Calpastatina	Enzimas dependientes del calcio	Cisteínproteasas Interviene con el proceso de proteólisis, por ser un inhibidor de las calpaínas

Información tomada de Motter et al., 2009; Rodríguez, 2009; González, 2003; Hopkins y Thompson, 2001.

Todo esto ocurre durante el desarrollo del *rigor mortis*, etapa en donde se llevan a cabo cambios fisicoquímicos relevantes, desarrollados en el período post-mortem, ya que al finalizar el suministro de oxígeno por medio de la circulación sanguínea, comienza el uso de las reservas de energía en el músculo, generando la acumulación de metabolitos como el ácido láctico. Este proceso está compuesto por tres fases: la fase de *pre-rigor* durante la cual el músculo permanece excitable y que corresponde a la fase de supervivencia del sistema nervioso, la fase de *rigor* en la que los componentes energéticos se agotan (ATP, fosfocreatina y glucosa) en esta etapa al no haber presencia de ATP suficiente para llevar a cabo el proceso de reversión de la contracción muscular se forma un complejo irreversible que lleva a la rigidez muscular, mostrándose entonces un acortamiento o reducción significativa del sarcómero en donde difiere de la contracción normal ya que se forman más puentes cruzados de actina-miosina. Todo lo anterior da como resultado una disminución en el pH, teniendo consecuencias directas sobre

la capacidad de retención de agua. Y por último la fase post-rigor de maduración o tenderización de la carne en la que se produce una modificación de la arquitectura muscular (Li *et al.*, 2010; Sierra, 2010; Josiane *et al.*, 2009).

La degradación de las proteínas ocurre por debilitamiento de las miofibrillas musculares, que conduce al ablandamiento de la carne y es el resultado de la activación del sistema enzimático-proteolítico. Esto incluye la degradación de proteínas como: troponina I, troponina T, dismina, vinculina, meta-vinculina, distrofina, nebulina, filamina y titina. Las tres estructuras principales del citoesqueleto que se degradan durante la maduración de la carne son: el cruce de la línea Z de filamentos intermedios o, el cruce de la línea Z y proteínas M al sarcolema, y filamentos elásticos de proteína titina (Josiane *et al.*, 2009). Se cree que la activación de las calpaínas comienza con un aumento del Ca^{2+} intracelular, seguida de la asociación de la proteasa a la membrana plasmática. Es necesaria la interacción de calpaína con Ca^{2+} , fosfolípidos y una proteína denominada activadora para que se produzca una activación completa de la proteólisis (Dipolo, 1996). Durante las primeras 72 horas de almacenamiento de la carne se produce hasta el 80% de la tenderización, por efecto de proteólisis post mortem del músculo, acción relacionada con la actividad de la μ -calpaína y la baja actividad de la calpastatína: si al momento del sacrificio la cantidad de calpastatína es alta, el riesgo de que la carne sea dura es elevado (Motter *et al.*, 2009).

En un estudio realizado en el 2002 por Mestre *et al.*, sugiere que las calpaínas desempeñan un papel importante en el ablandamiento que se produce durante la maduración de la carne de conejo. Dado que la base estructural de este proceso de ablandamiento no se conoce, pero es muy probable que se deba a los cambios miofibrilares, plantearon una investigación en donde su objetivo fue estudiar la contribución de las principales estructuras y ultra-estructuras, así como cambios en las miofibrillas durante la maduración de la carne de conejo para los diferentes tipos de músculo o ablandamiento durante la maduración. Ellos encontraron que la

estructura de debilitamiento miofibrilar a nivel línea-N2-línea es muy probable que esté mediada por endopeptidasas de cisteína, que podría ser el mayor cambio estructural responsable del ablandamiento de la carne de conejo. Tanto la fragmentación miofibrilar y la alteración transversal de los sarcómeros son buenos índices de maduración de la carne de conejo. Los otros cambios ultra estructurales importantes en las miofibrillas parecen no tener un papel importante en el ablandamiento de la carne a temperaturas de refrigeración. Y proponen que el ablandamiento de carne durante la maduración, depende principalmente de la escisión específica de moléculas de los filamentos de titina y nebulina.

3.1.2. Capacidad de Retención de Agua.

Se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre durante la aplicación de fuerzas externas, tales como: el corte, la trituración, el prensado, la gravedad o el calentamiento. La capacidad de retención de agua en la carne, ejerce influencia sobre muchas de las propiedades físicas de la carne, tales como color, textura, jugosidad y suavidad. Este parámetro está íntimamente relacionado con el pH (Zhang *et al.*, 2006; Huff y Lonergan, 2005; Pedersen *et al.*, 2003; Bertram *et al.*, 2002; Guerrero, 2002).

Dependiendo de los factores ante-mortem y del proceso de conversión del músculo en carne, se observan diferentes tipos de agua contenida en el producto. El agua en el músculo se encuentra distribuida en distintas formas, ya sea dentro o entre las miofibrillas y el sarcolema, entre células musculares y entre los haces musculares. Honikel (2004), señala que la cantidad de agua en la carne es muy variable y se da en función de la ubicación del agua en la carne, ya sea intra o extracelular e incluso depende del propio tejido y de la manipulación del producto. Huff y Lonergan (2005), indican que el músculo magro contiene aproximadamente

un 75% de agua contenida en tres sitios a nivel muscular: el agua ligada, el agua inmovilizada y el agua libre. Dichos tipos de agua se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Tipos de agua presentes en el músculo durante su conversión en carne.

Tipo de agua	Características
Agua Ligada	Es una fracción muy pequeña del total de agua en las células musculares; dependiendo del sistema de medición utilizado, se estima que aproximadamente 0,5 g de agua por gramo de proteína está estrechamente unida a las proteínas. Puesto que la concentración total de proteínas en el músculo es de aproximadamente 200 mg/g esta agua unida es menos de un décimo del total de agua en el músculo. La cantidad de agua unida cambia muy poco o nada en la etapa de post-rigor, durante la conversión del músculo en carne.
Agua retenida o inmovilizada	No se encuentra unida a las proteínas. En el tejido en etapa inicial post-mortem esta agua no fluye libremente desde el tejido; sin embargo, puede que se elimine por secado, y puede ser fácilmente convertida en hielo durante la congelación. El agua atrapada o inmovilizada es más afectada por el proceso de rigor y la conversión de músculo a la carne.
Agua libre	Es el agua cuyo flujo en el tejido se da sin impedimentos ya que enlaces débiles superficiales la mantienen unida a la carne. El agua libre no se ve fácilmente en pre-rigor, pero puede observarse cuando cambian las condiciones de almacenamiento que permiten que el agua atrapada pueda pasar de las estructuras donde se encuentra al exterior.

Información tomada de Huff y Lonerhan, 2005

Durante la conversión de músculo a carne, se suscita una reducción en la retención de agua, principalmente por la desnaturalización de las proteínas, la cual es inducida por el descenso del pH y el desarrollo del rigor mortis que da como

resultado la contracción de los filamentos de actina y miosina. La combinación de estos procesos se convierten en una fuerza impulsora que transfieren agua y producen pérdidas por goteo (Carballo *et al.*, 2001; Pedersen *et al.*, 2003).

En el proceso post-mortem algunos de los componentes asociados al metabolismo que afectan directamente a la capacidad de retención de agua de la carne son: el glucógeno, el lactato, la creatina y el ATP. La capacidad de retención de agua es importante por 2 razones: la primera radica en la generación del detrimento económico debido a la pérdida de agua y la segunda es porque esta característica influye directamente sobre la apariencia de la carne fresca y afecta las propiedades sensoriales de la carne cocinada (Pedersen *et al.*, 2003). Uno de los factores más significativos que tiene efecto directo sobre la capacidad de retención de agua es la temperatura ya que cuando, ésta se eleva la fijación de agua por las proteínas decrece debido a una disminución de enlaces de hidrógeno. Además, se produce una desnaturalización y agregación que puede reducir la superficie de la molécula proteica, así como la disminución de grupos polares para fijar agua (López, 2001).

3.1.3. Color.

Desde el punto de vista físico, el color puede definirse como una sensación subjetiva resultado de una compleja serie de respuestas fisiológicas y psicológicas a la radiación electromagnética de longitudes de onda comprendidas en el intervalo de 400 a 700 nm (Lorenzo *et al.*, 2013; Marcini y Hunt, 2005). Pérez (2006), indicó que el color es la interacción de una fuente luminosa sobre un objeto en un entorno definido y determinado por un observador.

El color está determinado por la concentración y el estado de los pigmentos hemínicos, mioglobina (Mb) y hemoglobina (Warris, 2003); lo cual es expuesto por Alonso *et al.*, en el 2001 quienes mencionan que el color de la carne lo determina

en realidad la concentración de un pigmento que forma parte de las proteínas. Este pigmento se llama “heme”, y las dos proteínas que la contienen en el organismo son la hemoglobina, que transporta oxígeno de los pulmones a las células y la mioglobina que almacena el oxígeno en las células musculares. La concentración de mioglobina depende de la edad del animal, de la especie y del tipo de músculo del cual provenga, es decir de la actividad metabólica que se desarrolle en él.

De las hemoproteínas presentes en el músculo post-mortem, la mioglobina (Mb) es la principal responsable del color de la carne, puesto que la mayor parte de la hemoglobina (Hb) proviene del núcleo hemo (conteniendo de hierro), que no se ha eliminado durante el desangrado y que quedan retenidos en el sistema vascular, fundamentalmente en los capilares. La mioglobina es un pigmento intracelular (sarcoplasmático), aparentemente distribuido de forma uniforme dentro de los músculos, de color rojo, soluble en agua que se encuentra tanto en invertebrados como en vertebrados , localizándose en las fibras rojas y que cumple con un papel fisiológico de intervenir en la cadena de la fosforilización oxidativa dentro del músculo (Pérez, 2006).

El consumidor final considera que el color es uno de los parámetros de calidad que influyen en su selección para la compra de la carne, debido a que representa la percepción de frescura y es de vital importancia para la industria así como para la investigación (Tapp III *et al.*, 2011).

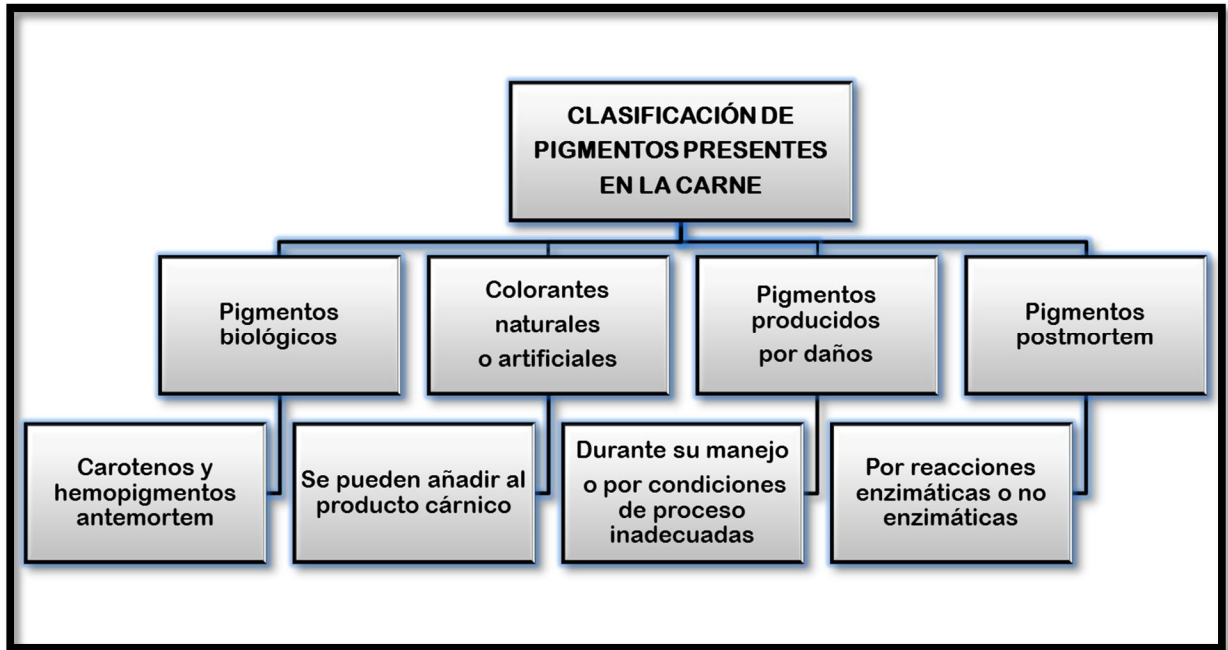
La estructura de la carne juega un papel importante en el color , ya que depende del tipo de proceso que ha tenido lugar para modificar las propiedades ópticas. El descenso del pH generado por la transformación del glucógeno en ácido láctico modifica las propiedades ópticas de la carne transformándola en un sólido opaco y células musculares. Los distintos organelos y estructuras que constituyen las células musculares influyen de distinta forma en el color de la carne. En el caso

del sarcolema, ésta estructura presenta una escasa influencia sobre el color. Sin embargo, la presencia de gotas de lípidos y mitocondrias en las fibras musculares hace que tengan un aspecto opaco y en caso contrario el aspecto es transparente. De aquí que en las fibras blancas la dispersión de la luz se deba principalmente a las miofibrillas (Pérez, 2006).

Las propiedades estructurales del músculo afectan la dispersión de la luz desde la superficie de la carne y, por tanto, a la palidez que se percibe. Los materiales que aparecen translúcidos absorben más luz, mientras que aquellos que se muestran opacos dispersan y reflejan mayores cantidades de luz. En la carne, la reflexión tiene lugar por los elementos estructurales son altamente dependientes del pH, y que se produce por las diferencias existentes entre el sarcolema y las miofibrillas debido a que las estructuras tienen diferente índice de refracción, por lo tanto, a mayor índice de refracción mayores son los valores de dispersión de la luz y más pálida aparece la carne (Warris, 2003).

El color de la carne puede determinarse por medio de los pigmentos presentes en la misma, los cuales se pueden observar de forma natural como se encuentran en el músculo o con modificaciones de acuerdo a las interacciones que se presenten por someter la carne a tratamientos o por efecto del entorno de producción o almacenamiento. Del resultado de los antes mencionados se puede obtener la siguiente clasificación (**Figura 4**).

Figura 4. Clasificación de pigmentos en la carne de conejo



Información tomada de Warris, 2003

3.1.4. pH.

Es un atributo determinante de la calidad de la carne ya que afecta a los procesos bioquímicos que tienen lugar durante la transformación del músculo en carne y se define como el logaritmo negativo de la concentración de protones de una disolución (Sierra, 2010). Este valor afecta directamente a la estabilidad y propiedades de las proteínas y, de su valor final dependerán todos los atributos importantes de la calidad como: capacidad de retención de agua, textura y el color. Los cambios en el pH durante el rigor mortis se ven influenciados por todo aquel manejo previo al sacrificio como la insensibilización ya que generan un efecto sobre la actividad enzimática proteolítica (Ramírez, 2004; O'Hallora *et al.*, 1997).

El cambio más importante que se suscita es que el músculo permanece funcional y metabólicamente activo después del sacrificio del animal aunque carece de la circulación de la sangre que provee de oxígeno y elimina los productos metabólicos finales. En estas condiciones las reacciones metabólicas se modifican, produciéndose ácido láctico a partir de glucógeno. La acumulación de ácido láctico hace descender el pH de 7 (conejos vivos), hasta 5.4 ó 5.8 en un tiempo que va desde las 15 a las 36 horas post-mortem. Este descenso del pH junto con la baja temperatura (4 a 5°C) a la cual se almacena la carne, favorece la acción de las calpaínas. Tal acidificación causa la pérdida de la capacidad de retención de agua, así como la liberación de calcio, y conduce a puentes cruzados que se forman entre la miosina y los filamentos de actina (Hamoen *et al.*, 2013; Motter *et al.*, 2009; Paredi, 2005).

El pH del músculo es un parámetro atractivo, ya que es un estimador del tipo de fibra muscular, del equilibrio entre las vías metabólicas, y el nivel de reserva energética en el músculo (De la Fuente, 2003). Es el más utilizado en la correlación entre estudios de carne y la calidad (Jansen, 2001).

3.2. Factores que Alteran la Calidad de la Carne.

La mayoría de los parámetros de calidad de la carne pueden ser afectados por la forma en que los animales responden al estrés asociado con la carga, el transporte, el arribo y la adaptación a las novedades en el ambiente durante el periodo pre-mortem. Existen un gran número de factores que pueden afectar la calidad de la carne; en primer lugar los que son dependientes del animal (intrínsecos): especie, raza, sexo, edad así como las propiedades bioquímicas propias de los factores anteriores como el tipo de músculo; en segundo lugar, se encuentran los que son afectados por el manejo al que han sido sometidos los animales en la producción (extrínsecos), como: el ejercicio, las condiciones

medioambientales, alimentación, espacio vital en el lugar de engorda y otros debidos al proceso que sigue el animal desde su sacrificio hasta su conversión en carne entre estos el transporte, el aturdimiento, el sacrificio, la refrigeración y los procesos de conservación a los que se somete la carne, así como los tratamientos utilizados para eliminar la flora microbiana presente (Hernández *et al.*, 2006; Pipek *et al.*, 2005; Díaz, 2001).

El estrés puede afectar la calidad de la carne pero los efectos del tiempo en las instalaciones de producción y su efecto sobre la calidad de la carne de conejo no son bien conocidos. Sin embargo, es evidente que incluso niveles bajos de estrés pueden reducir el peso vivo, disminuyen las reservas de glucógeno y aumentan la temperatura de la carne aunque éstos efectos del estrés no siempre reflejan cambios en el pH final, afectando directamente a la capacidad de retención de agua, color y terneza (Jolley, 1990; Liste *et al.*, 2009).

4. Métodos de Evaluación de la Calidad Microbiológica y Físicoquímica de la Carne de Conejo

4.1. Identificación de Microorganismos en la Carne de Conejo.

La detección y la enumeración de microorganismos no solo en la carne sino en los alimentos en general constituyen una parte importante de cualquier esquema de control de calidad. Debido a esto es necesario implementar técnicas de detección para efectuar la vigilancia y el control de dichos microorganismos y prevenir las enfermedades que éstos producen. El establecimiento de medidas de control apropiadas requiere de métodos confiables de diferenciación entre bacterias patógenas y no patógenas, así como de bacterias ubicuas presentes en el suelo, el agua y el tracto gastrointestinal (Rojas y González, 2006). Las técnicas

utilizadas para la determinación de microorganismos en la carne han evolucionado; sin embargo la normatividad nacional e internacional continúa estipulando el uso de técnicas clásicas de determinación de microorganismos. A continuación, se describen los métodos existentes para el recuento o aislamiento de microorganismos en la carne (Cuadro 6).

Cuadro 6. Clasificación de técnicas para recuento y/ o aislamiento de microorganismos en carne y alimentos.

Técnicas Tradicionales	Recuento en placa	Facilitan la realización del recuento microbiano y disminuyen el tiempo necesario para la obtención de resultados. Sin embargo, necesitan tiempo de incubación variable para que los microorganismos crezcan y pueda realizarse el recuento
Sistema de recuento en tiempo real	Cartometría de flujo	Técnica óptica rápida y sensible que permite detectar células individuales en matrices complejas así como medir distintas características fisiológicas de las mismas. Permite distinguir células vivas de muertas mediante un microscopio.
	Epifluorescencia directa sobre filtro	Filtración de la muestra a través de una membrana de polycarbonato donde quedan retenidos los microorganismos.
Técnicas Inmunológicas e inmuno-enzimáticas	Aglutinación Inmunodifusión Inmunoeléctroforesis Radioinmunoensayo Inmunofluorescencia Técnica inmunoenzimática de ELISA.	Las técnicas inmunológicas son procedimientos analíticos basados en la visualización objetiva de la interacción entre un antígeno y su correspondiente anticuerpo y, debido a su sensibilidad, especificidad, rapidez y bajo coste, son especialmente útiles en el análisis microbiológico de los alimentos.
Técnicas moleculares	PCR Hibridación	Los métodos genéticos se dirigen a la detección de características celulares mucho más estables contenidas en los ácidos nucleicos.
Medición de Biomasa microbiana	Bioluminiscencia Impedimetría Turbidimetría	Métodos utilizados para estimar de manera indirecta el número de microorganismos presentes en los alimentos

Información tomada de Martin, 2010

Al conocer los microorganismos que pueden estar presentes en la carne de conejo, se debe estipular la metodología para la identificación y conteo.

Actualmente la FDA, en el Bacteriological Analytical Manual (BAM), concede la información necesaria para realizar la determinación de microorganismos de importancia alimentaria, en donde se observa la actualización constante de las técnicas basada en investigación científica (FDA, 1998). La normatividad mexicana contempla en la NOM-194-SSA-2004, en términos de evaluación microbiológica para carne de mamíferos y aves domésticas la ausencia de *Salmonella* spp. en 25 g, considerando carne congelada, refrigerada, molida, y envasada al vacío o en atmósfera modificada. Y en el caso de *E.coli*, tolera en carne refrigerada 1000 UFC/g como límite máximo. En comparación con lo estipulado por la NOM- 213-SSA-2002, en donde las especificaciones para carne cruda son ausencia de *Salmonella* y para coliformes fecales y mesófilos aerobios no indica límites.

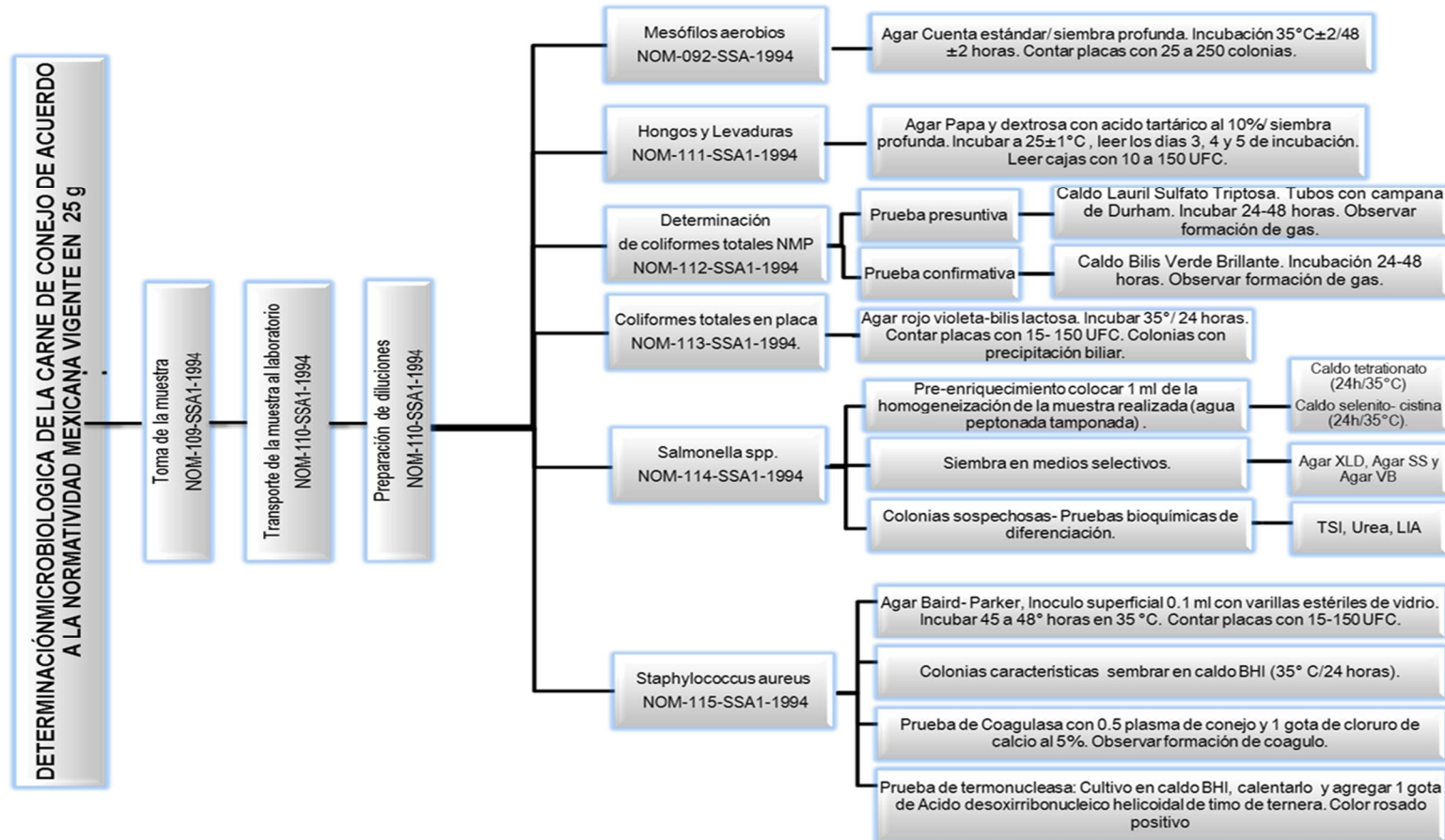
4.1.1 Métodos Empleados en la Determinación de la Carga Bacteriana en Carne de Conejo.

Las técnicas empleadas para la determinación de la carga bacteriana deben de establecerse conforme a los riesgos en la producción, es decir, si el producto se mantiene en refrigeración, en congelación, el procedimiento utilizado de empaque y conservación, ya que en cada uno de los mencionados el riesgo es diferente debido a las propiedades biológicas de los microorganismos, las condiciones ambientales y/o factores extrínsecos otorgarán resistencia a dichos microorganismos.

En una carne que se mantiene en refrigeración es útil el uso de la medición de mesófilos aerobios totales, coliformes totales (y en su caso fecales), *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., mohos y levaduras.

De acuerdo a la metodología expuesta en la normatividad mexicana, se resumen las técnicas de determinación en la figura 5.

Figura 5. Técnicas de determinación de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp, de acuerdo a la normatividad mexicana.



4.2. Métodos para Evaluar la Calidad Fisicoquímica de la Carne

Para analizar todos los parámetros de calidad se llevan a cabo análisis tanto instrumentales como sensoriales. Los análisis instrumentales son objetivos y relativamente fáciles de realizar. Estos métodos tratan de correlacionarse y deben realizarse en condiciones estándar para obtener la mayor fiabilidad posible (Onega, 2003).

4.2.1. Métodos para Evaluar la Terneza de la Carne.

Los métodos de apreciación objetiva, intentan predecir un valor de terneza en forma cuantitativa. El método objetivo mundialmente más usado, es la cuchilla Warner- Bratzler, que consiste en un método directo, mediante el cual una guillotina mide la fuerza de corte en libras o en Kg, para determinar la resistencia de la carne al corte, brindando un dato objetivo (a mayor valor de fuerza de corte, menor terneza). Independientemente de los métodos más sofisticados que existen a la fecha, se puede decir que el único momento en que realmente se sabe la terneza de la carne, es cuando la misma es degustada por el consumidor. De esto surge la importancia de los métodos subjetivos de determinación, que se basan en la apreciación de esta característica evaluada por un panel de degustación. De todas formas, existe una buena correlación (0.78) entre el método Warner-Bratzler y los paneles de degustación, esto significa que el valor que registra la cizalla es un buen predictor de la realidad. (Ramírez *et al.*, 2004; Peluffo y Monteiro, 2002).

Con el objetivo de estandarizar las condiciones en la cual se hacen la evaluaciones para realizar dichas determinaciones, es necesario que las muestras cumplan ciertos requisitos lo cuales son: muestras con dimensiones de 1 x 1 cm

de ancho y 2 cm de largo, cortadas en paralelo a lo largo del eje de la fibra (Combes *et al*, 2004; Peluffo y Monteiro, 2002).

En un estudio realizado por Ramírez *et al.*, 2004, evaluaron el efecto de la selección para la tasa de crecimiento sobre las características bioquímicas, la calidad y la textura de la carne de conejo, en el cual utilizaron 60 conejos de líneas sintéticas, divididos en 2 grupos. Realizaron la medición de la terneza por el uso de la cuchilla Warner- Bratzler, en sus resultados indican que no encontraron diferencia significativa entre los grupos evaluados. Igualmente, Carillho *et al.*, 2009 evaluaron el efecto de tres dietas con diferentes porcentajes en contenido de energía, sobre el peso, sexo y calidad instrumental de la carne de conejo, después de llevar a cabo el destete los conejos fueron separados en los grupos de alimentación y posteriormente se llevó a cabo su sacrificio al llegar a los 2.0 y 2.3 Kg. Realizaron la medición de la resistencia al corte por el uso de la Warner-Bratzler en donde encontraron que el efecto de la alimentación, el peso y el sexo no fueron significativos.

4.2.2. Métodos para Evaluar el Color de la Carne.

Las mediciones de color de la carne así como los cambios de color que se producen por la oxigenación o la oxidación de los pigmentos hemínicos involucran dos métodos básicos: la apreciación visual humana (método subjetivo) y el análisis instrumental (método objetivo) (Pérez, 2006; Warris, 2003).

El método preferido para la aceptación por parte del consumidor es la evaluación del color por un panel de jueces entrenados; sin embargo existen varios inconvenientes tanto con respecto a los jueces como a las muestras. Entre estos inconvenientes se pueden destacar, desde el punto de la materia prima, la gran variabilidad en la concentración de hemopigmentos, las características de corte de

la superficie donde se van a efectuar las determinaciones, el grado de desecación de la pieza, el estado químico de la Mb y las propiedades de dispersión y reflexión de los pigmentos musculares. Desde el punto de vista de los jueces, hay que tener en cuenta que estas mediciones consumen tiempo y, por tanto, los jueces son propensos a cometer errores subjetivos, por ello se debe limitar el número de muestras a evaluar en una sesión dada (Pérez, 2006).

La evaluación del color realizada de forma instrumental u objetiva ha ido evolucionando con el tiempo y se pueden utilizar diferentes herramientas para su determinación. Algunas de las técnicas utilizadas se describen a continuación.

4.2.2.1. Medición de la Concentración de Pigmentos Hemínicos.

Se realiza mediante la extracción de los pigmentos en una solución, convirtiéndolos posteriormente en una forma simple y midiendo sus absorbancias usando un colorímetro o un espectrofotómetro. La determinación objetiva del color a través de la espectrofotometría de reflectancia es uno de los métodos más utilizados debido a su estrecha correlación con la percepción visual del ojo humano. La luz reflejada que proviene del objeto es un estímulo visual y es la que se emplea para efectuar la medición objetiva del color a comparación de la espectrofotometría de absorción, en donde la reflectancia se mide sobre la superficie del objeto, no siendo necesaria su destrucción y permitiendo evaluar los cambios de color a lo largo del tiempo sobre una misma muestra (Warris, 2003).

4.2.2.2. Tarjetas de Color.

Las escalas de referencia hacen la descripción subjetiva del color más sencilla. Así el color de muestra se ajusta al más cercano de una serie de azulejos de color de una carta de colores. Las cartas presentan instrucciones específicas para las condiciones de iluminación para la evaluación de las muestras (Warris, 2003).

4.2.2.3. Escalas Fotográficas.

Se basa en el uso de fotografías de muestras de carne. Las principales limitaciones de este tipo de escalas es que no es posible determinar exactamente el color de la muestra con un punto de la escala y se hacen necesarias algunas interpolaciones. Sin embargo, las escalas subjetivas son baratas y fáciles de usar requiriendo un equipamiento para nada caro, y son particularmente apropiadas para la evaluación del color con el propósito último de la calidad (Warris, 2003).

4.2.2.4. Método Munsell.

Este método se lleva a cabo en dos etapas:

1. El color de la muestra se fija de un modo a lo más cercano posible a uno de los veinte colores dispuestos en forma de rueda de una carta de colores. Existen cinco colores principales: rojo, amarillo, verde, azul y púrpura. Entre estos colores principales existen otros colores intermedios.
2. En una matriz de dos dimensiones ofrece la elección de un número de tonos de color. Las dos dimensiones de la matriz muestran graduaciones

palidez/oscuridad y pureza/color gris del color, permitiendo una determinación más precisa del color de la muestra.

El fundamento del sistema Munsell está en que la asignación del color tiene lugar en tres dimensiones. La primera da el tinte, la segunda da la luminosidad y la tercera da la saturación, habitualmente llamada cromacidad. Su desventaja radica en que es un método discontinuo ya que la muestra tiene que ser encuadrada en un color determinado. Sin embargo se encuentran disponibles espacios de color continuos (Warris, 2003).

4.2.2.5. Sistema CIELAB

Es posible la identificación del color por medio de algunas coordenadas independientes. Utilizando estas coordenadas se pueden construir espacios o superficies (sólidos de color), donde cada uno de los diferentes colores existentes queda representado por un punto. En estos sólidos de color se representan de forma regular los factores psicológicos que modifican la percepción del color, tales como el tono (rojo, naranja, amarillo, etc.), la saturación o croma (muy intenso o menos intenso, según la proporción de gris presente en el color) y la luminosidad (saturada entre el negro y el blanco). Objetivamente, cualquier color puede ser especificado con una combinación de diferentes cantidades de rojo puro, verde puro y azul claro puro, los cuales se denominan colores puros primarios reales. Los sistemas desarrollados para medir el color transforman éstos en colores primarios imaginarios: X, Y y Z. Los valores X, Y y Z son valores triestímulo que definen el color como un punto en el espacio. Los valores triestímulo pueden ser usados para especificar varios espacios de color. La CIE [por sus siglas en francés, COMMISSION Internationale de l'Éclairage (Comité Internacional de la iluminación) desarrolló los sistemas más utilizados para la determinación del color, los cuales se basan en el uso de fuentes de iluminación estándar y un

observador estándar. El espacio físico definido por la CIE en 1931, se basa en la teoría de la percepción tricromática. Se sabe que para el ojo es posible reconstruir todos los estímulos coloreados mezclando cantidades apropiadas de los tres estímulos fundamentales: rojo, verde y azul (Pérez, 2006; Warris, 2003).

El espacio de color CIELAB es un sistema tridimensional esférico definido por tres coordenadas colorimétricas: L^* , a^* y b^* y son el resultado de magnitudes adimensionales que se calculan a partir de fórmulas matemáticas (Pérez, 2006).

La evaluación del color, se realiza con el uso de un medidor de funcionamiento Minolta, obteniendo los valores de L^* , a^* , b^* . Los cuales se pueden ubicar en un plano tridimensional (basado en la teoría de los colores opuestos de Hering), en donde el parámetro L^* se refiere a la cantidad de luminosidad reflejada ($L = 100$ es igual al blanco y $L = 0$ es igual al negro), este permite clasificar a una superficie de color equivalente a la sensación producida por un elemento gris en la escala del negro al blanco. El parámetro a^* se refiere al espectro de color rojo para los valores positivos (a^+) y verde para los valores con signo negativo (a^-), en el cual se observa la cromaticidad. El parámetro b^* indica la variación de color desde el amarillo al azul, amarillo para los valores positivos y azul para los negativos, valor que muestra la tonalidad (Brianchi *et al.*, 2009, Flores, 2009). Conesa *et al.*, 1990, evaluaron la calidad de la canal y de la carne conejo de raza gigante de España en tres pesos comerciales a sacrificio (1.8 Kg, 2 Kg y 2.2 Kg), sacrificaron 60 conejos, y encontraron que la carne de conejo presenta un color muy luminoso y claro así como dureza intermedia respecto a la de otras especies.

4.2.3. Métodos para Evaluar la Capacidad de Retención de Agua de la Carne

Los métodos de evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) se pueden clasificar en tres tipos: aquellos en los cuales la única fuerza aplicada es la

de la gravedad, aquellos en los que se aplica una gran fuerza y los métodos indirectos, los anteriores se describen en el cuadro 7.

Cuadro 7. Descripción de Métodos para evaluar la capacidad de retención de agua de la carne.

Método	Descripción
Métodos por gravedad	Es el método más simple ya que en él se obtienen un conjunto de muestras o filetes y se almacenan durante un determinado período de tiempo y se cuantifican las pérdidas por exudado.
Métodos de fuerza aumentada	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="690 859 1518 1440">1. En el método de presión del papel filtro, se prensa una pequeña porción de carne sobre un filtro de papel entre dos láminas de plástico transparente hasta la formación de una fina lámina. El agua exprimida es absorbida por el papel filtro y forma un anillo de jugo. El área de este anillo se relaciona con el área de la carne en un índice que da idea de la capacidad de retención de agua. Las carnes con alta CRA crean un área de presión mayor que el de las carnes con una baja CRA. De hecho, el área correspondiente a la carne presenta más variación que el del agua exprimida y puede utilizarse para evaluar la CRA. Una importante ventaja de este método es que puede emplearse en carne picada o procesada. La presión ejercida puede controlarse con una prensa hidráulica o un texturómetro, aunque el empleo de éstos, no muestran una mejora sustancial con respecto a los métodos en los que la presión se ejerce de modo manual.<li data-bbox="690 1460 1518 1647">2. Métodos de centrifugación: Implican la centrifugación de pequeñas porciones de carne a altas velocidades bajo fuerzas gravitacionales (60-100.000 g) durante largos períodos de tiempo. El exudado forma un sobrenadante que puede recogerse y pesarse.
Métodos indirectos	Se puede utilizar el método de solubilidad proteica.

4.2.4. Métodos para evaluar el pH de la carne.

El pH de la carne depende de varios factores, entre otro de la condición post-mortem del animal, del tiempo de almacenamiento y del manejo general de la canal. Para la evaluación de este parámetro se puede acudir al uso de dos técnicas diferentes:

1. Se realiza con el uso de un potenciómetro con cuchilla en el electrodo, para facilitar la penetración de la muestra. Este se inserta en la carne y se permite la lectura del equipo.
2. Se realiza el pesaje de 10 g de la muestra con una báscula, y se muele con el uso de una licuadora, homogeneizándolo con 100 ml de agua destilada, la suspensión obtenida, se coloca en un matraz de 100 ml. Se utiliza un potenciómetro, del cual se sumerge el electrodo en la suspensión, y se registra el valor obtenido (Mota et al, 2012)

5. Control de la Flora Bacteriana y su Efecto Sobre la Calidad de la Carne Conejo.

El comercio mundial de la carne ha exigido que se estandaricen y homologuen los criterios de calidad y productos inocuos (aquellos que no hacen o causan daño), en los que se garanticen la calidad, seguridad, trazabilidad, y el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente; de tal manera que la tendencia se inclina al desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos productos para la industria procesadora de alimentos, los cuales faciliten el cubrir las necesidades de los patrones de consumo de alimentos actuales (Masana y Rodríguez, 2006; Ramírez, 2006; NOM-213-SSA1-2002).

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores de conejo es la limitada vida de anaquel de la carne, lo que obliga en la mayoría de los casos a una distribución del producto congelado sin ser ésta una forma habitual de consumo de carne de conejo. La importancia de reducir la carga de los microorganismos en los productos cárnicos ha permitido el uso de agentes desinfectantes los cuales son sustancias químicas que pueden destruir o reducir substancialmente las cantidades de microorganismos presentes en el agua de lavado y enfriamiento reduciendo así la contaminación cruzada. La efectividad de los antimicrobianos depende del alimento donde van a ser utilizados, del tipo y concentración de flora alterante presente en la carne, debido a que cada uno de los grupos de microorganismos responsables de deterioro responden de diferente forma a la presencia de los antimicrobianos, por lo que se hace necesario desarrollar curvas de crecimiento y así poder evaluar la vida de anaquel (Santos, 2010; Ojeda y Vásquez, 2009; Cliver, 2007).

Para reducir la prevalencia de microorganismos alterantes y/o patógenos en canales, se ha utilizado una amplia gama de tratamientos antimicrobianos. Flores *et al.*, en el 2012 mencionan que la eficacia de estos tratamientos ha sido investigada y documentada con el fin de dirigir ésta a la industria alimentaria mediante la mejora de una variedad de métodos que se han aplicado y a otros que se están desarrollando para reducir el número de bacterias y mejorar la calidad microbiológica (Hugas y Tsigarida, 2009; Belk, 2001). En el cuadro 8 se realiza una descripción de las tecnologías utilizadas para la reducción de microorganismos en canales.

Cuadro 8. Tratamientos aplicados para la reducción de la contaminación de canales.

Tratamientos con agua	Su eficacia es afectada por factores operativos e inherentes a las canales. Es considerado el tratamiento más efectivo de eliminación de bacterias debido a su efecto mecánico en combinación con la temperatura.	Agua Fría, Tibia y Caliente Vapor de Agua	Aspersión Inmersión
Irradiación	Se considera uno de los procesos tecnológicos más eficientes para la reducción de microorganismos		
Ionización	Su eficacia depende de la temperatura, la presencia de oxígeno y contenido de agua. La ionización catalítica libra al alimento de microorganismos patógenos, sin introducir sustancias extrañas, ni hacer que el producto, pierda su calidad		
Congelación	No parece disminuir el número de microorganismos viables presentes en la carne. Sin embargo durante la congelación, el deterioro microbiano se termina con eficacia, ya que los microorganismos se vuelven inactivos. Por desgracia, recuperan su actividad durante la descongelación. Se reconoce que reduce el recuento de células viables hasta por 2 unidades logarítmicas.		
Tratamientos químicos	Ácidos Orgánicos: Láctico, Acético, cítrico, fúmarico.	Su forma disociada se difunde por la pared celular, provocando una separación de aniones y protones, generando disminución del pH interno causando la inhibición de los mecanismos de transporte de sustratos así como un aumento en la fuerza iónica intracelular originando presión sobre la pared celular y la posterior muerte del microorganismo.	
	Cloro		

		<p>El cloro tiene escasa actividad cuando se aplica en las superficies de las canales ya que es rápidamente inactivado por la materia orgánica. Concentraciones de 100 a 200 ppm, son eficaces sobre <i>Salmonella spp.</i> y reducción de recuentos totales sin que imparta malos olores (Método Chlor-Chill™). Algunos inconvenientes son: olores intensos, corrosión, irritación de ojos y formación de cloraminas.</p>
	Otros	<p>El dióxido de cloro es más eficaz ya que es activo en presencia de la materia orgánica, pero solo puede utilizarse en concentraciones relativamente bajas por sus efectos adversos sobre los operarios.</p> <p>Clorito Sódico acidificado, fosfato trisódico, Peroxiácido.</p>
Tratamientos naturales	Chitosan	<p>Es considerado un componente antimicrobiano promisorio, ya que tiene propiedades antibacterianas y antifúngicas, Por sus características es un producto utilizable para el control del deterioro causado por bacterias.</p>
Tratamientos Biológicos	Bacteriocinas	<p>Sus limitantes son: que tienen baja producción en vivo, inactivación probable de su efecto debido a interacciones con los componentes y desarrollo potencial de resistencia de los microorganismos. Su actividad puede reducirse mediante su unión a componentes de la carne, por acción de proteasas y otras enzimas</p>
Combinación de tratamientos	<p>Estas combinaciones pueden tener un efecto sinérgico en la inhibición o inactivación de la prevalencia y el número de agentes microbianos en las canales.</p> <p>Se ha observado que la combinación de almacenamiento congelado más irradiación resultó en mayores reducciones globales de las cargas microbianas.</p>	

Información tomada de Baranenko *et al.*, 2013; Ojeda y Vásquez, 2009; Raftari *et al.*, 2009; Hugas y Tigashida, 2009, Rojas y Vargas, 2009; Alves *et al.*, 2006; Flowers, 2006; Javanmard *et al.*, 2006; Moreno, 2006.

Los tratamientos químicos comúnmente utilizados se basan en el uso de agentes que actúan directamente sobre la célula microbiana.

La importancia de reducir la carga de los microorganismos en los productos cárnicos ha permitido el uso de sustancias químicas, que ayudan a la reducción de la contaminación bacteriana, dentro de las sustancias químicas se encuentran los ácidos orgánicos (acético, ascórbico, cítrico, fórmico, láctico, propiónico, peracético) (Ojeda y Vásquez, 2009; Santos, 2010).

A lo largo del tiempo los ácidos orgánicos han sido utilizados para reducir la flora microbiana de las canales, los ácidos acético y láctico son comúnmente utilizados y reconocidos como GRAS (reconocidos generalmente como seguros), por las propiedades que presentan y que hacen permisible su uso en la industria alimentaria (solubilidad, sabor y baja toxicidad). Además de ser una solución económica e inocua en la reducción de la población bacteriana causante de degradación de productos cárnicos (ICMSF, 1980; Cliver, 2007; Ojeda y Vásquez, 2009; Raftari *et al.*, 2009). Es importante enfatizar que los antimicrobianos tienen que ser al menos parcialmente hidrofóbicos para unirse y pasar a través de la membrana celular pero también tienen que ser al menos parcialmente solubles en la fase acuosa en la cual el microorganismo existe. Los factores propios de la bacteria que afectan la actividad antimicrobiana de las sustancias descontaminantes incluyen resistencia inherente (células vegetativas contra esporas; diferencias de cepas), número inicial e índice de crecimiento, interacción con otros microorganismos, composición celular (Gram - o +), estatus celular (daño) y habilidad para formar biopelículas.

Los ácidos orgánicos en su mayoría constituyen metabolitos intermediarios y productos finales del metabolismo microbiano y se encuentran en grandes cantidades en muchos productos lácteos, cárnicos y vegetales fermentados (ICMSF, 1980). Es importante señalar que los ácidos ejercen sobre los

microorganismos dos tipos de efectos distintos, aunque estrechamente relacionados. En primer lugar, existe un efecto antimicrobiano debido a la acidez en sí, esto es, a la bajada del pH extracelular. El segundo tipo, más importante en la práctica, es el efecto antimicrobiano específico debido a la forma no disociada (Rodríguez, 2000).

El efecto que ejercen sobre los microorganismos es causado principalmente por la forma no disociada, la cual puede difundirse a través de la pared celular de una bacteria y una vez interiorizados en el pH neutro del citoplasma de la célula, ocurre una disociación de aniones y protones, los cuales ejercen un efecto inhibitor sobre las bacterias (afectando directamente al pH intracelular microbiano). La liberación de los protones hace que el pH interno disminuya causando la interrupción de la fuerza motriz de protones y la inhibición de los mecanismos de transporte de sustrato (aminoácidos y fosfatos). También ocasionan un aumento de la turgencia celular (falta de elasticidad) al producirse la disociación del ácido en el interior de la célula. La concentración interna de aniones se eleva desencadenando un mecanismo de compensación de la carga eléctrica que obliga a la bacteria a un aumento en cascada de sus niveles de Na^+ y K^+ , la fuerza iónica intracelular, su consistencia, y de la presión mecánica sobre la pared del microorganismo provocando que eventualmente estalle y con esto se produzca la muerte celular (Ojeda y Vásquez, 2009, Raftari *et al.*, 2009; ICMSF, 1980).

El uso de ácido láctico como tratamiento ayuda a extender la vida de anaquel de las carnes frescas aplicado de forma superficial. Aplicar una solución de ácido láctico al 2% con un aspersor o sumergir la canal o el corte en esta solución podría reducir de 1 a 3 logaritmos (90-99%) la contaminación por *Salmonella*, *E.coli* y *Listeria monocytogenes*. Si las tecnologías de reducción de la contaminación son eficaces, el estado microbiológico de las canales se verá afectado por la posterior manipulación, la exposición a la contaminación adicional y, la aplicación de

tratamientos de reducción y de conservación (Belk, 2001). La Asociación Americana de Procesadores de la Carne recomienda aplicar un lavado de los canales previo a la desinfección con ácidos orgánicos, lo cual ayudará a la eliminación de materia orgánica (Ojeda y Vásquez, 2009).

Las soluciones diluidas de ácidos orgánicos generalmente no tienen efectos sobre las propiedades sensoriales deseables de la carne cuando se utiliza como un factor de reducción de la contaminación de la canal. Sin embargo, dependiendo de las condiciones del tratamiento con ácido láctico y ácido acético, pueden producir cambios sensoriales adversos cuando se aplican directamente a los cortes de carne, con cambios irreversibles en la apariencia. Esto es lamentable, ya que la reducción de los microorganismos en las porciones de carne más pequeñas es más eficaz y tiene el potencial de reducir los agentes patógenos y bacterias de la putrefacción por debajo del nivel detectable (Belk, 2001).

Las soluciones de ácidos orgánicos (1-3%), aplicados antes de la refrigeración (como los ácidos acético y láctico), reducen el número de bacterias en el tejido de la canal ya que éstos son más útiles en temperaturas que oscilan entre 50-55°C especialmente en combinación con agua caliente o vapor. Las preocupaciones potenciales asociadas con el uso de ácidos orgánicos radican en la presencia de bacterias ácido-resistentes, puesto que pueden elevar la tasa de deterioro de las canales así como aumentar los efectos no deseados en la apariencia del producto final y modificar la velocidad de la corrosión del equipo (Belk, 2001).

En el caso de los ácidos orgánicos Moreno en 2006 y Sheridan en 2004 mencionan que en su uso llama la atención dos hechos negativos: el primero se refiere a que los ácidos producen daños subletales en las bacterias, de los que pueden recuperarse y, el segundo al posible desarrollo de resistencia. Además tienen un costo elevado y producen aerosoles corrosivos. Las acciones de los

antimicrobianos y su efecto sobre las propiedades sensoriales de la carne, se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Efecto de los antimicrobianos orgánicos para la reducción de microorganismos en la carne.

1. Efectos antimicrobianos de los ácidos asociados a:	a) Ácido-dependiente	<ul style="list-style-type: none"> • pH (concentración de ácido). • Disociación intracelular del ácido (pH-dependiente). • Efecto específico de aniones: Determina la capacidad de penetrar en la célula bacteriana y la naturaleza química del ataque. • Mezclas de ácidos (que afectan el alcance de la disociación y la potenciación mutua es posible).
	b) Los tejidos	<ul style="list-style-type: none"> • Especie de origen del cárnico (Naturaleza de la superficie de la carne). • Capacidad de amortiguación.
	c) Bacteria	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad. • Resistencia.
	d) Proceso de matanza	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de contaminación microbiana. • Naturaleza del material contaminante (materia orgánica).
	e) Las técnicas de descontaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de aplicación del ácido. • Tiempo de contacto con los ácidos. • Temperatura del spray del ácido. • Presión y ángulos de la aspersión. • Método de aplicación.
2.Efectos sensoriales	a) Color	<ul style="list-style-type: none"> • Decoloración gris-marrón de la grasa. • Decoloración de la carne magra.
	b) Sabor/Olor	<ul style="list-style-type: none"> • De vez en cuando parecido al vinagre de sabor desagradable / malos olores cuando se utiliza ácido acético. • Aspectos sensoriales rara vez afectados por acidó láctico en concentraciones eficaces.
	c)Capacidad de retención de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la pérdida por goteo en las carnes trituradas, en especial después de la inmersión en ácidos.

Tomado de Smulders y Greer, 1998

Strivarius *et al.*, en el 2002, confirman la eficacia del ácido acético en la E. coli 0157: H7 y S. typhimurium: una concentración del 2% de solución de éste ácido

alcanzó una reducción en más de 2.5 log UFC / g en un período de 7 días. Estos resultados fueron confirmados también en el estudio realizado por Bell *et al.* (1984) y Kotula Thelapurate (1994) citados por Dan *et al.*, en 2006 en el cual encontraron una reducción similar de bacterias aerobias en la superficie del músculo después de la aplicación de ácido acético.

En la actualidad, se desarrollan tecnologías innovadoras con el fin primordial de eliminar a la microflora de la carne, y a que su vez estos productos tengan la habilidad de ser amigables con el ambiente y asegurar las características naturales del producto (Zhou *et al.*, 2010).

La solución de superoxidación (SES) presenta un poder de óxido-reducción de 800 a 900 mV, tiene un poder germicida elevado ya que elimina virus, hongos, esporas bacterianas y bacterias como *E.coli*, *S. aureus* y *Salmonella spp.*, en 30 segundos. Posee pH neutro, es estable en presencia de materia orgánica, es biodegradable, no es tóxico, irritante ni corrosiva. No afecta los empaques de hule, plástico o metal, no aporta sabor, olor ni color. Esta solución contiene iones electromagnéticos estables y controlados como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloruro de sodio y dióxido de cloro y otros iones en cantidades mínimas que permiten la estabilidad del producto con un pH de 6.5 a 7.5 con capacidad de eliminar microorganismos en un tiempo promedio de 15 minutos. Esta solución se produce a partir de agua purificada obtenida por medio de ósmosis inversa, la que se satura con cloruro de sodio y se somete a una serie de procesos electroquímicos para enriquecerla con iones que se estabilizan para que presenten un efecto de superoxidación en contra de las bacterias, virus, y hongos. En un estudio realizado por Valdez en 2010, se evaluó la reducción de la flora contaminante de camarón observó que la solución aplicada por aspersión a 60 ppm ayuda en la reducción del conteo de microorganismos psicrófilos en 96.21%, manteniendo las características sensoriales del producto (Esteripharma, 2009).

III. JUSTIFICACIÓN

La constante problemática de la industria cárnica en la que se observan alteraciones de las canales, productos y subproductos además de la interacción nociva para el comensal por la presencia de microorganismos alterantes y/o patógenos y, en especial dentro de la producción cunícola, en la cual el sacrificio y los procesos que ésta envuelven, permiten el desarrollo de microorganismos que alteran la calidad del producto. Por lo cual es necesario el uso de alternativas que permitan desarrollar técnicas para la eliminación y/o la disminución de dichos microorganismos y, que a su vez, permitan el desarrollo de metodologías de aplicación eficaces, buscando siempre que dichas sustancias no tengan un efecto nocivo en las características sensoriales de la carne ya que éstas son el factor determinante que atraen el gusto del consumidor.

Estas sustancias han sido utilizadas y evaluadas en canales de especies de consumo común como: bovino, suino, el ovino y el pollo, aunque no se han encontrado reportes de su efecto en canales de conejo.

IV. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del uso del ácido láctico vs la solución de superoxidación con pH neutro (SES) aplicados por aspersion sobre canales de conejo para estimar el efecto en la reducción de la contaminación por microorganismos y sobre las características físicas y químicas de la carne.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Evaluar la calidad sanitaria de las canales de conejo mediante la identificación de microorganismos .
- b) Evaluar el uso del ácido láctico (AL) vs la solución de superoxidación (SES) sobre las canales de conejo y su efecto antimicrobiano.
- c) Evaluar las características físicas y químicas de la carne de conejo post-aspersion ácido láctico vs solución de superoxidación.

V. HIPÓTESIS

La aspersion de ácido láctico (AL) y la solución de superoxidación con pH neutro (SES) en canales de conejo es capaz de reducir la presencia de microorganismos alterantes y patógenos sin modificar las propiedades físicas y químicas de la carne.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

La realización del presente estudio se llevó cabo en dos etapas:

5.1. Primera Etapa.

La primera etapa se realizó en el Taller de Carnes perteneciente al Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (Campo-IV), Universidad Nacional Autónoma de México ubicada en el km 2.5 carretera Cuautitlán-Teoloyucan, colonia San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli en el Estado de México.

Esta etapa consistió en realizar la aplicación de las soluciones ácido láctico y de superoxidación en las canales de conejo y así evaluar su efecto antimicrobiano.

Se asignaron 3 tratamientos conformados por el método de muestreo no probabilístico, en el que se colgaron las canales y se denominó la aplicación de las sustancias antimicrobianas cada tercer canal colocada en el riel de faenado. Se obtuvieron las muestras para su proceso microbiológico de los miembros posteriores de los conejos. Cada tratamiento tuvo 4 canales, de un lote total de 48 canales de conejos. Los criterios de inclusión se basaron en la sección de canales de conejo recién sacrificados, que no hayan tenido contacto con alguna sustancia o con el suelo.

La aspersión se realizó con aplicador especial para ácidos marca Swissmex modelo 320.265 que cuenta con una boquilla de polímero de chorro en abanico de 80° con un tubo de PVC que arroja las soluciones a presión de 22 a 35 PSI.

La asignación de los tratamientos se describe en el cuadro 10.

Cuadro 10. Asignación de grupos experimentales para mediciones microbiológicas.

Grupos	1	2	3
Tratamiento	Canales con proceso tradicional (Grupo testigo)	Canales a las que se les aplicó ácido láctico al 2%	Canales a las que se les aplicó solución de superoxidación a 60ppm
Número de canales	4	4	4

La aplicación de las soluciones desinfectantes se llevó a cabo según lo obtenido en una evaluación realizada para la aplicación con ayuda de modelos de similares características en tamaño a las canales de conejo, en donde se obtuvo la cantidad promedio de líquido necesaria para cubrir toda la superficie de la canal (Anexo 1).

Se realizaron 2 valoraciones de la calidad microbiana de las canales de conejo en función de observar el efecto residual de las sustancias:

1. Al día 0, después de realizar la aplicación de los agentes antimicrobianos se tomaron los 50 g necesarios del muslo derecho de la canal de conejo. El resto de la canal se colocó en refrigeración de 0 a 4° C, durante 14 días.
2. El segundo muestreo se realizó al día 14, de las canales que se encontraban en refrigeración, se tomó la muestra del muslo izquierdo de

la canal de conejo para valorar la capacidad de inhibición microbiológica de estas dos sustancias.

El muestreo, transporte y homogeneización se realizó en base a la técnica planteada por Andrews y Hammack (2003). En todos los casos se realizó un muestreo invasivo esto con ayuda de bisturí y pinzas estériles para tomar 50 g de los miembros posteriores que son los que tienden a tener mayor contaminación por el proceso de faenado. Cada muestra se colocó en recipientes de plástico estériles, a prueba de fugas, de boca ancha, y de un tamaño adecuado. El peso se tomó con ayuda de una báscula Tor-rey®, de la línea básculas par laboratorio, modelo EQ- 4 HP con capacidad 4 Kg (división mínima de 0.1 g), todos los frascos se etiquetaron con los datos de la canal. Las muestras se trasladaron en una hielera, manteniéndolas a una temperatura entre 0-4 °C con ayuda de refrigerantes en gel.

Las muestras se trasladaron para su proceso al laboratorio de Virología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1. En dicho laboratorio se llevaron a cabo los análisis bacteriológicos para investigar la cuenta viable de mesófilos aerobios, hongos y levaduras, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*.

Se realizó la homogeneización muestra manteniendo una relación 1:10 entre el alimento y el diluyente. Al llegar al laboratorio se pesaron 30 g de muestra los cuales se depositaron en vasos para licuadora de vidrio estériles, y se añadieron 270 ml de agua peptonada tamponada homogeneizándolos por 2 minutos en una licuadora marca Oster®. Se permitió que las partículas grandes se sedimenten y transferir la cantidad deseada (alícuota), tomando ésta de las capas superiores de la suspensión, colocándolos en matraces estériles de 500 ml (dilución primaria 1^{-1}). A continuación se realizaron las diluciones consecutivas.

Técnicas para recuento de microorganismos.

- **Recuento de mesófilos aerobios.**

Este procedimiento se realizó en base a la NOM-092-SSA1-1994. Con las diluciones realizadas por duplicado se colocó 1 ml con una pipeta estéril en cajas Petri. A continuación se vertieron 15 ml de agar para cuenta estándar el cual estaba a una temperatura de $45^{\circ}\text{C} \pm 1$, se mezcló el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa. Se permitió la gelificación, se invirtieron las cajas y se incubaron por 48 horas ± 2 a 35°C .

- **Recuento de Hongos y Levaduras**

Procedimiento que se realizó en base a la NOM-111-SSA1-1994. Con las diluciones y por duplicado se colocó 1 ml de cada dilución en cajas Petri, se adicionaron 15 ml de agar papa dextrosa con ácido tartárico estéril, el cual se encontraba a una temperatura de $45^{\circ}\text{C} \pm 1$, se realizó la mezcla de la muestra con el agar por medio de movimientos circulares y rectos, se permitió la gelificación, se invirtieron las cajas y se incubaron por 3, 4, 5 días a 35°C .

- **Recuento de Coliformes totales.**

Procedimiento realizado en base a la NOM-112-SSA1-1994, denominado número más probable NMP o diluciones en tubo. Se realiza por medio de una prueba presuntiva (caldo lauril sulfato triptosa) y una prueba confirmatoria (caldo bilis verde brillante).

- **Recuento de *Staphylococcus aureus*.**

Esta técnica se realizó en base a la NOM-115-SSA1-1994 con modificaciones, para el cual se requiere agar Baird Parker. Al observar las cajas post incubación se detectan las colonias características: halo claro en el medio de cultivo alrededor de la colonia, pudiendo existir también un halo opaco alrededor de la colonia con un halo claro externo. Y se colocan individualmente en caldo infusión cerebro corazón BHI, para posteriormente realizar la prueba de coagulasa con plasma.

5.2. Segunda Etapa.

La segunda etapa se llevó a cabo al finalizar la valoración microbiológica, en la cual se evaluó el efecto de la aplicación de ambas soluciones sobre la calidad instrumental de la carne de conejo. Ésta se desarrolló en el laboratorio del Área de Bioquímica de Macromoléculas de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Allí se midieron las propiedades físicas y químicas de la carne de conejo resultantes de la aplicación de los antimicrobianos, valorando el potencial de hidrógeno (pH), color y terneza de la carne con cuchilla Warner Bratzler.

Para el desarrollo de esta etapa se requirieron 30 lomos de conejo. Dichos lomos se obtuvieron en el taller de carnes de la FES- Cuautitlán y se trasladaron al laboratorio de Bioquímica de Macromoléculas de la UAM-I a una temperatura menor a 4°C. Estos se asperjaron con las soluciones respetando los grupos antes descritos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Asignación de grupos experimentales de acuerdo al tratamiento

Grupos	1	2	3
Tratamiento	Canales con proceso tradicional (Grupo testigo)	Canales a las que se les aplico ácido láctico al 2%	Canales a las que se les aplico solución de superoxidación a 60ppm
Número de lomos de conejo	10	10	10

Técnicas de medición físico-química.

1. Potencial de Hidrógeno (pH).

Para la evaluación del pH se utilizó un potenciómetro portátil con cuchilla en el electrodo, para facilitar la penetración de la muestra, Hanna instruments (Penetration pH electrode, HI8314, membrana 115V, 60Hz, Cod. 1176). Éste se insertó en la parte craneal del lomo de conejo y se permitió la medición, la prueba se realizó por duplicado (Flores, 2009).

2. Color.

La medición del color se realizó con un colorímetro Hunter Lab modelo D25 (Chroma Meter CR-200, Tokio, Japón. La muestra se coloca en un porta muestras de cristal y se realiza la medición por medio del equipo de cómputo, al terminar se gira el mismo, para obtener valores de diferentes ángulos y así hasta realizarlo 3 veces. El resultado final es el valor de la media calculada de todos los datos obtenidos. Dicha técnica se realizó por duplicado (Mota-Rojas *et al*, 2012).

3. Terneza.

Para la valoración de dicha variable se utilizó un equipo de medición de textura TAX.T2 (Texture Technologies, Corp, New York, E.U.A) ajustado con el software Texture Expert v1. 2 (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra). Se colocaron trozos de lomo de conejo con una dimensión aproximada de 1x1x0.5 cm que fueron seccionados perpendicularmente a las fibras musculares con una navaja de Warner-Bratzler. Obteniendo los resultados se refieren como la fuerza máxima obtenida en el corte en gramos (g). Dicha prueba igualmente se realizó por duplicado (Mota-Rojas *et al*, 2012).

5.3. Diseño Experimental

En el cuadro 12, se describe de forma general la distribución de las mediciones realizadas a la carne de conejo tras la aplicación del ácido láctico al 2% y la solución de superoxidación a 60 ppm.

Cuadro 12. Descripción del diseño experimental.

Grupos	Tratamiento	Días Post matanza	Variables	Tamaño de muestra (n)
1	Ácido Láctico al 2%	0	Evaluación	8
			Microbiológica	8
		14	Físico-químicas	20
			Evaluación	8
2	Solución de superoxidación a 60 ppm	0	Microbiológica	8
			Físico-químicas	20
		14	Evaluación	8
			Microbiológica	8
3	Lavado tradicional con agua a presión (testigo)	0	Evaluación	8
			Microbiológica	8
		14	Físico-químicas	20
			Evaluación	8
			Microbiológica	8

5.4. Análisis Estadístico

Las variables de respuesta se analizaron bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$i=1,2,3$ Tratamientos $j= 1,2\dots$ Repeticiones

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento (Testigo, ácido láctico y solución de superoxidación)

ϵ_{ij} = Error aleatorio

Los resultados fueron analizados mediante la Prueba de Modelos Lineales Generalizados (GLM) obteniendo las medias de mínimos cuadrados, prueba de tukey y análisis de varianza mediante el paquete de análisis estadístico SAS[®] (Statistical Analysis System, 2010).

VII. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se muestran a continuación.

En el cuadro 13 se muestran los datos del análisis de varianza, en donde se observa que existe diferencia significativa por efecto del tratamiento para los indicadores levaduras y coliformes totales ($P < 0.0001$), no resultando así para el resto de los indicadores (mesófilos aerobios, mohos y *Staphylococcus aureus*). En lo que respecta al efecto día se encontró diferencia significativa en los conteos de mesófilos aerobios y coliformes totales ($P < 0.0001$ para ambos), aunque no se reportaron diferencias para la interacción tratamiento*día. No se reporta diferencia significativa por la interacción tratamiento*día.

Cuadro 13. Efecto del ácido láctico al 2% y de la Solución de Superoxidación a 60ppm sobre la calidad microbiológica de la carne de conejo: Análisis de varianza.

Variable de respuesta	Modelo			Error		P<		
	R ²	CV	\bar{x}	gl	P<	Efecto de tratamiento	Efecto por el día	Efecto en la interacción tratamiento * día
Mesófilos aerobios	0.650	75.339	270.291	47	<0.0001	0.8862	<0.0001	0.8370
Mohos	0.286	154.240	0.292	47	0.011	0.0085	0.0610	0.3011
Levaduras	0.578	114.477	0.916	47	<0.0001	<0.0001	0.176	0.0839
Coliformes Totales	0.748	46.485	67.583	47	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.9452
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.220	151.908	9636.250	47	0.0550	0.0074	0.3808	0.9772

R²: Cuadrado medio.
 CV: Coeficiente de variación.
 gl: Grados de libertad

En el cuadro 14 se muestran los resultados del efecto post aplicación del ácido láctico sobre la calidad microbiológica evaluada al día 0 vs día 14. Se observan diferencias significativas para los indicadores mesófilos aerobios y coliformes totales ($P < 0.0001$ y $P < 0.0241$ respectivamente). Los resultados demuestran que existe un aumento proporcional entre los indicadores antes mencionados con respecto al tiempo, es decir que tras su aplicación se muestra una reducción en la presencia, pero el efecto residual disminuye con el tiempo permitiendo el aumento en el conteo de dichos microorganismos. En lo que respecta a mohos, levaduras y *Staphylococcus aureus* no reportan estas diferencias.

**Cuadro 14. Comparación del efecto del ácido láctico al 2% sobre la calidad microbiológica de la carne de conejo evaluado en diferentes días:
Prueba de Tukey.**

Variable de Respuesta	Ácido Láctico Día 0	Ácido Láctico Día 14	P
Mesófilos aerobios	8.25 ± 10.55 ^a	497.0 ± 313.27 ^b	< 0.0001
Mohos	0.000 ± 0	0.000 ± 0	1.000
Levaduras	0.25 ± 0.46	0.125 ± 0.35	0.8129
Coliformes Totales	25. ± 14.14 ^a	61.750 ± 35.43 ^b	0.0241
<i>Staphylococcus aureus</i>	18321.25 ± 2455.27	20805 ± 6665.75	0.7360

^{a,b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencia estadística entre tratamientos con una $p < 0.05$.
Mesófilos aerobios, mohos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales expresados en UFC/g.

En el cuadro 15 se muestran los resultados del efecto post aplicación de la solución de superoxidación sobre la calidad microbiológica evaluada al día 0 vs día 14. Se observan diferencias significativas para los indicadores mesófilos aerobios y coliformes totales ($P < 0.0001$ y $P < 0.0080$ respectivamente). Los resultados demuestran que existe un aumento proporcional entre los indicadores antes mencionados con respecto al tiempo. En lo que respecta a mohos, levaduras y *Staphylococcus aureus* no se muestran diferencias.

Cuadro 15. Comparación del efecto de la solución de superoxidación a 60ppm sobre la calidad microbiológica de la carne de conejo evaluado en diferentes días: Prueba de Tukey.

Variable de Respuesta	Solución de Superoxidación Día 0	Solución de Superoxidación Día 14	P
Mesófilos aerobios	4.50 ± 5.95 ^a	571.625 ± 326.95 ^b	<0.0001
Mohos	0.500 ± 0.54	0.250 ± 0.46	0.2727
Levaduras	0.000 ± 0	0.250 ± 0.46	0.6362
Coliformes Totales	5.000 ± 9.25 ^a	48.750 ± 16.42 ^b	0.0080
<i>Staphylococcus aureus</i>	2911.25 ± 4518.01	7070.00 ± 9327.47	0.5729

^{a,b} Literales diferentes en la misma fila indican diferencia estadística entre tratamientos con una $p < 0.05$. Mesófilos aerobios, mohos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales expresados en UFC/g.

En el cuadro 16 se puede observar que existe disminución sobre todos los indicadores (mesófilos aerobios, mohos, levaduras y *Staphylococcus aureus*) por efecto de la aplicación de antimicrobianos en comparación con el grupo testigo.

Estos resultados demuestran un efecto significativo de la solución de superoxidación en la disminución de mesófilos aerobios, encontrándose los valores más bajos (4.50 ± 5.95 UFC/g) en comparación con el ácido láctico (8.250 ± 10.55 UFC/g) y el grupo testigo (21.625 ± 5.39 UFC/g), para esta misma variable también se reporta diferencia significativa entre los conteos en el grupo al que se le aplicó ácido láctico vs grupo testigo.

Así mismo se observa un efecto en la reducción del conteo de mohos post aplicación de ácido láctico (0.000 ± 0 UFC/g) vs la solución de superoxidación (0.500 ± 0.53 UFC/g), mismo efecto que se observa al comparar el ácido láctico vs con el grupo testigo (0.750 ± 0.70 UFC/g).

Los resultados en el conteo de levaduras indican diferencia del grupo testigo (3.13 ± 0.37 UFC/g) con ambos grupos tratados con antimicrobianos (mostrándose una media de 0.000 ± 0.16 UFC/g para ácido láctico y de 0.000 ± 0.37 UFC/g para la solución de superoxidación) y no así entre la carne tratada con ácido láctico vs la solución de superoxidación.

Los resultados en el conteo de levaduras indican diferencia del grupo testigo (3.13 ± 1.35 UFC/g) con ambos grupos tratados con antimicrobianos (mostrándose una media de 0.25 ± 0.46 UFC/g para ácido láctico y de 0.000 ± 0 UFC/g para la solución de superoxidación) y no así entre la carne tratada con ácido láctico vs la solución de superoxidación.

El efecto sobre coliformes totales indica diferencia estadística por el uso de antimicrobianos (25 ± 14.14 UFC/ ml para ácido láctico y 5 ± 9.25 UFC/ ml para la solución de superoxidación) en comparación con el grupo testigo.

En cuanto al indicador *Staphylococcus aureus* los resultados demuestran un efecto en la reducción en la presencia de dicho microorganismo en la carne de conejo por la aplicación de antimicrobianos (2062.50 ± 2455.27 para el ácido láctico y 2911.25 ± 4518.01 para la solución de superoxidación) en comparación con el grupo testigo.

Cuadro 16. Interacción entre los tratamientos aplicados al día 0: Prueba de Tukey

Variable	Testigo	Ácido Láctico	Solución de Superoxidación
Mesófilos aerobios	21.63 ± 5.39^a	8.25 ± 10.55^b	4.50 ± 5.95^c
Mohos	0.75 ± 0.70^a	0 ± 0^b	0.50 ± 0.53^a
Levaduras	3.13 ± 0.135^a	0.25 ± 0.46^b	0.0 ± 0.0^b
Coliformes totales	111.25 ± 51.11^a	25 ± 14.14^b	5.0 ± 9.25^b
<i>Staphylococcus aureus</i>	18321.25 ± 18680.48^a	2062.50 ± 2455.27^b	2911.25 ± 4518.01^b

^{a,b}. Literales diferentes en la misma fila indican diferencia estadística entre tratamientos con una $p < 0.05$. Mesófilos aerobios, mohos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales expresados en UFC/g.

En el cuadro 17 se observó que los conteos de los indicadores evaluados (mesófilos aerobios, mohos, levaduras y *Staphylococcus aureus*) en la carne tratada con el ácido láctico y la solución de superoxidación se mantienen por debajo de los obtenidos en el grupo testigo a su medición al día 14.

Los resultados señalan un efecto significativo del ácido láctico (497.00 ± 313.27 UFC/g) en la disminución de mesófilos aerobios hallando valores más bajos en comparación con la solución de superoxidación (571.63 ± 326.95 UFC/g) y cuando se les comparo con el grupo testigo (518.75 ± 208.79 UFC/g), para esta variable también se reporta diferencia significativa entre los conteos en el grupo al que se le aplico ácido láctico vs grupo testigo.

Asimismo se muestra nula presencia de mohos en la carne tratada con ácido láctico (0.00 ± 0.0 UFC/g) vs la carne tratada con la solución de superoxidación (0.25 ± 0.46 UFC/g), por otro lado, esta diferencia no fue observada en los resultados obtenidos entre la solución de superoxidación vs grupo testigo (0.25 ± 0.46 UFC/g).

Los resultados en el conteo de levaduras indican que no existe diferencia entre los grupos tratados con ácido láctico vs la solución de superoxidación. Pero si se observan diferencias cuando fueron comparados con el grupo testigo (0.13 ± 0.35 UFC/g para ácido láctico y de 0.25 ± 0.46 UFC/g para la solución de superoxidación vs 1.75 ± 2.05 UFC/g) respectivamente.

El efecto sobre coliformes totales indica diferencia estadística entre los tres grupos observándose una reducción mayor en la carne tratada con la solución de superoxidación P (48.75 ± 16.42). En segundo lugar en aquellas tratadas con ácido láctico se muestra una media de 61.75 ± 38.71 y para el grupo testigo 153.75 ± 35.43 , estos resultados muestran el uso de antimicrobianos sobre los coliformes totales.

En cuanto al indicador *Staphylococcus aureus* los resultados revelan una reducción en la presencia de dicho microorganismo en la carne de conejo por la aplicación de antimicrobianos (6647.50 ± 11.107 para el ácido láctico y $7070 \pm$

9327 para la solución de superoxidación) en comparación con el grupo testigo (20805 ± 27907.7).

Cuadro 17. Interacción en la medición del efecto post aplicación entre los tratamientos al día 14: Prueba de Tukey

Variable	Testigo	Ácido Láctico	Solución de Superoxidación
Mesófilos aerobios	518.750 ± 208.79 ^a	497.000 ± 71.99 ^b	571.625±71.99 ^c
Mohos	0.250± 0.46 ^a	0.000 ± 0.0 ^b	0.250 ± 0.16 ^a
Levaduras	1.750 ± 2.05 ^a	0.13 ± 0.37 ^b	0.250 ± 0.37 ^b
Coliformes totales	153.750 ± 35.43 ^a	61.750 ± 11.11 ^b	48.750 ± 11.11 ^c
<i>Staphylococcus aureus</i>	20805 ± 27907.7 ^a	6647.50 ± 6665.7 ^b	7070 ± 9327 ^b

^{a,b,c} Literales diferentes en la misma fila indican diferencia estadística entre tratamientos con una p<0.05. Mesófilos aerobios, mohos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales expresados en UFC/g.

**Cuadro 18. Parámetros de Calidad de Carne de Conejo Post aplicación de antimicrobianos:
Análisis de Varianza y Prueba de Tukey**

Variable de respuesta	Modelo		Error			P>		
	R ²	CV	\bar{x}	gl	P>	TESTIGO $\bar{x} \pm \sigma$	AL $\bar{x} \pm \sigma$	SES $\bar{x} \pm \sigma$
pH	0.562	2.677	5.874	59	<0.0001	6.047 ± 0.18 ^a	5.636 ± 0.148 ^b	5.937 ± 0.13 ^c
Terneza	0.706	20.54	896.533	59	<0.001	720.205 ± 202.31 ^a	679.885 ± 208.40 ^a	1289.510 ± 131.79 ^b
L*	0.011	9.226	46.338	59	0.739	46.73 ± 3.23	45.74 ± 4.09	45.54 ± 5.25
a*	0.101	75.268	1.401	59	<0.0469	1.225 ± 0.96 ^a	1.884 ± 1.47 ^b	1.093 ± 0.49 ^a
b*	0.444	6.102	9.330	59	<0.001	8.892 ± 0.66 ^a	10.02 ± 0.57 ^b	9.074 ± 0.44 ^a

^{a,b,c} Literales diferentes en la misma fila indican diferencia estadística entre tratamientos con una p<0.05.

Terneza: se reporta la fuerza máxima necesaria para realizar un corte en g/cm².

Color: L* índice de luminosidad, a* índice rojo, b* índice amarillo.

R²: Cuadrado medio.

CV: Coeficiente de variación.

AL: Ácido láctico.

SES: Solución de superoxidación.

Los resultados de la evaluación de los parámetros referente a la calidad de la carne de conejo post aplicación de las sustancias antimicrobianas (ácido láctico y solución de superoxidación), se muestran en el cuadro 18.

En el análisis de la varianza para la evaluación del pH y de la terneza de los lomos de conejo se puede observar diferencia significativa entre los 3 grupos ($P < 0.001$). El pH muestra una mayor acidificación en los lomos a los que se les aplicó ácido láctico (5.636 ± 0.148) en comparación con aquellos tratados con la solución de superoxidación (5.937 ± 0.13) y con el grupo testigo (6.047 ± 0.18).

Para la variable terneza, se observa que los lomos de conejo tratados con la solución de superoxidación mostraron mayor resistencia al corte ya que requiere que se aplique una fuerza equivalente a 1289.51 ± 131.79 gramos (g) en comparación con el grupo testigo (720.205 ± 202.31 g) y el grupo asperjado con ácido láctico (679.88 ± 208.40 g) que requirieron de una fuerza al corte menor.

La evaluación de color para la variable luminosidad (L^*) mostro que no existe diferencia significativa con una $P < 0.739$, en la evaluación de la cromaticidad (a^*) y en la tonalidad (b^*) se encontró diferencia significativa (con una $P < 0.0469$ y $P < 0.001$ respectivamente), en donde se observan diferencias entre los lomos tratados con ácido láctico ya que se obtuvieron valores más elevados de 1.884 ± 1.47 (a^*) y 10.02 ± 0.57 (b^*) cuando fueron comparados a los lomos del grupo testigo y los lomos tratados con la solución de superoxidación (a^* de 1.225 ± 0.96 y 1.093 ± 0.49 y para la variable b^* de 8.892 ± 0.66 y 9.074 ± 0.44 respectivamente).

VIII. DISCUSIÓN

La aplicación de sistemas y métodos de reducción y eliminación de bacterias en la superficie de las canales ha sido extensamente estudiada en conjunto con la relación de la disminución de cambios perjudiciales en la apariencia de la carne (Pipek *et al*, 2005). Muchos de estos sistemas han probado ser efectivos en el mejoramiento de la calidad microbiológica, pues la importancia que tiene la producción de un alimento inocuo radica en crear confianza al consumidor así como la posibilidad de ampliar el mercado y, por lo tanto la presencia de microorganismos en alimentos es de elevado interés en salud pública, debido a su incremento en frecuencia, la población vulnerable y el impacto socioeconómico (Valencia, 2009). De acuerdo con lo anterior los resultados del presente estudio demuestran que tras la aplicación de los antimicrobianos por aspersión se observa una reducción e incluso eliminación inmediata en el conteo de los indicadores evaluados. Las muestras de los dos sistemas en los que se aplicaron los tratamientos antimicrobianos tuvieron un efecto de reducción sobre la carga microbiana en comparación con la carne que solo fue lavada con agua. Carpenter *et al*, 2011 mencionan que si tras la aplicación de un ácido existe una reducción de microorganismos patógenos menor a 2 log UFC/cm² se considera ineficiente para mejorar la seguridad microbiológica de carnes en general. Romina en 2006, señala que estos sistemas tras ser aplicados en el producto no deben de tener efectos adversos tóxicos en la salud tanto de trabajadores durante el proceso como de consumidores como resultado de su uso.

Al comparar los resultados obtenidos de los indicadores evaluados en los tres grupos con la normatividad mexicana vigente, se observa que ninguno de los límites permisibles es rebasado y que la carne en general es higiénicamente aceptable. De acuerdo con Buenge e Ingham en 2003, existe una variación en las reducciones logarítmicas al comparar diferentes estudios ya que depende de la inoculación (al colocar un microorganismo específico en cantidad conocida) o

contaminación inicial que se encuentre en la superficie de las canales, lo que favorece a obtener amplias numeraciones logarítmicas.

En el caso de los mesófilos aerobios a los días 0 y 14 se observa un conteo de 21.625 UFC/g (1.34 Log₁₀) y 518 UFC/g (2.71 Log₁₀) respectivamente, grupo microbiano para el cual la normatividad mexicana no indica límites máximos permisibles ya que en el caso de la NOM-145-SSA1-1995 y de la NOM-213-SSA1-2002 se dispone como NA (no aplica), un ejemplo de límites máximos permisibles, se observa en el caso de la normatividad en España (Bilbao), en donde se indica 10⁶ UFC/g. Al hacer una comparación entre los resultados es evidente que el ácido láctico produjo una reducción de este grupo de microorganismos de 61.85 % y la solución de superoxidación 79.2% al día 0. Al observar los conteos al día 14, se observó que el ácido láctico mantiene mayor efecto sobre este grupo de microorganismos. En un estudio realizado por Valdez en 2010, se observó que al aplicar la solución de superoxidación por aspersion sobre camarón al día 0 logró una reducción del 96.21 % en el conteo de psicrófilos y al día 15 se observó que permitió la presencia de 158, 000,000 UFC/g (8.19 Log₁₀). Por otro lado en un estudio realizado por Valencia en el 2009 se comparó el efecto del ácido peracético a 200 ppm y el ácido láctico a 2% y se observó que de ambos tratamientos el ácido láctico tuvo menor impacto en la reducción de este grupo de microorganismos obteniendo valores de reducción de 1.85 y 1.1 Log₁₀ respectivamente. En estudios realizados por Pipek *et al*, 2005(a) y 2006 en los cuales se aplicó ácido láctico al 2% por aspersion a canales de bovinos y cerdo respectivamente, se demostró la eficacia inmediata sobre la eliminación de microorganismos mesófilos aerobios (0.6-1.3 UFC/g) así como psicrófilos. Se indicó también que bajo la misma concentración el ácido láctico reduce 0.4 Log UFC/cm² (Loretz *et al*, 2011), datos similares a los mostrados por Eggenberger *et al*, 2002 quienes aplicaron ácido láctico por aspersion a una concentración de 1.8% durante 15 segundos y encontraron una reducción de la cuenta total de 0.3

UFC/cm². En otro experimento realizado por Bosilevac en 2006, se mostró una reducción de 1 Log₁₀, tras la aplicación del ácido a una concentración de 2%.

Los mohos y las levaduras son un grupo muy amplio de microorganismos distribuidos en la naturaleza y forman un amplio espectro como contaminantes de alimentos y se manifiestan al ser el resultado de un proceso insatisfactorio en términos de higiene. La piel de conejo representa la primera víctima susceptible de contaminación por mohos y levaduras las cuales llegan a la canal por un deficiente proceso higiénico, esto probablemente aunado a una deficiente limpieza y desinfección de las instalaciones. La presencia de estos microorganismos, además de ser un riesgo sanitario provoca cambios indeseables en la apariencia física de los alimentos.

En este estudio al evaluar la presencia de mohos se observó que al día 0 el ácido láctico tuvo una eliminación total y la solución de superoxidación de 33.33%, en comparación con la carne no tratada, los resultados al día 14 muestran que hubo un efecto residual mayor en la carne tratada con ácido láctico. El conteo de las levaduras se obtuvo 3.125 UFC/g (día 0) y 1.750 UFC/g al día 14. El efecto al día uno fue de una reducción en la aplicación del ácido láctico de 92% y de la solución de superoxidación de 100%. Sin embargo, se mostró que el efecto residual al día 14 de ambos antimicrobianos se mantuvo. De acuerdo a la normatividad mexicana no hay índices máximos permisibles para carne cruda en cuanto a la presencia de estos microorganismos, sin embargo en un estudio realizado por Mohammed en 2008 en el que comparó la presencia de mohos y levaduras en carne de conejo fresca y congelada, observó que la carne fresca presentó un conteo de mohos de 23.2 ± 2.74 UFC/g y que la carne congelada 20.8 ± 3.22 UFC/g, para levaduras en carne fresca halló 32.5 ± 8.19 UFC/g y para carne de conejo congelada 40 ± 9.42 UFC/g. Yang en el año 2000 menciona que si bien el ácido láctico es efectivo, el ácido acético y propiónico suelen ser más eficaces debido a que presentan valores más elevados de pKa (ácido láctico 3.08, ácido

propiónico 4.87 y ácido acético 4.75) y por lo tanto tienen un mayor rango de actividad contra levaduras y mohos.

Con respecto a los coliformes totales el impacto tras la aplicación de los antimicrobianos al día 0 se observó una reducción inmediata, teniendo que la solución de superoxidación redujo 1.35 Log₁₀ (66.27%) y el ácido láctico 0.65 Log₁₀ (32 %). El efecto residual evaluado a los 14 días en refrigeración fue mayor en la aplicación del ácido láctico, ya que se muestra que el conteo en la carne con aplicación de solución de superoxidación aumento considerablemente. La normatividad mexicana se expresa como NA (no aplica) para un límite máximo de la presencia de dicho grupo microbiano en carne cruda. En cuanto a la normatividad de otros países, por ejemplo la normatividad de Perú para carne de mamíferos sin piel en piezas o cortadas y para carne de ave cruda define un límite de 10² UFC/mL y 10³ UFC/mL respectivamente tras la evaluación de coliformes termotolerantes. En la evaluación del ácido láctico realizada por Ojeda y Vásquez en 2009 se observa que el efecto de la aplicación por aspersión de ácido láctico redujo 1.02 Log₁₀.

La intoxicación alimentaria estafilocócica se clasifica como una de las más frecuentes causas de gastroenteritis en todo el mundo. Resulta de la ingestión y obedece a la facultad de cepas de esta especie para producir enterotoxina las cuales se encuentran preformadas en el alimento que contiene *Staphylococcus aureus*. Esta forma de intoxicación no requiere el crecimiento del organismo en el hospedador (Doyle, 1997). Al realizar la aplicación del ácido láctico y la solución de superoxidación, se observó una reducción de *Staphylococcus aureus* de 88.75 % (0.95 Log₁₀) y 84.11% (0.79 Log₁₀) para ácido láctico y la solución de superoxidación respectivamente y en cuanto al efecto residual a los 14 días en comparación a las canales que fueron lavadas se observa un porcentaje menor en el conteo para ambos antimicrobianos. La cantidad de *Staphylococcus aureus* necesaria para producir suficiente toxina (1.0 microgramo), para causar

intoxicación, es de 10^6 UFC/g de alimento, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, sin embargo Jablonski *et al* 2001, comentan que el FDA, establece que una cantidad de *Staphylococcus aureus* patógeno, en el que se encuentren 10^5 UFC/g de alimento, provoca intoxicaciones y que un nivel basal de aproximadamente un nanogramo de toxina estafilocócica por gramo de alimento, es suficiente para causar síntomas asociados con la intoxicación antes mencionada.

El efecto inhibitor que ejercen cualquier antimicrobiano disminuye a medida que aumenta la carga bacteriana. Además en una población microbiana mixta, el metabolismo de un ácido como el láctico puede ocasionar que disminuya su concentración eficaz contra otras especies sensibles, lo cual permite que estas últimas se multipliquen (Ray y Bhunia, 2008).

El efecto del ácido láctico sobre los conteos de los indicadores evaluados, se puede explicar con su mecanismo de acción el cual se debe a que produce una desorganización de la capa de lipopolisacáridos presentes en la superficie de la membrana externa, los cuales se encargan de la permeabilidad de barrera de la misma (Ojeda y Vásquez, 2009). Al ser hidrosoluble, el ácido láctico tiene acceso al periplasma bacteriano a través de las proteínas “porinas” de la membrana exterior. Cuando se agrega un ácido orgánico a la superficie de la carne según los niveles del pH, el pK del ácido y la temperatura, algunas moléculas se disocian, mientras que otras no lo hacen. Por lo general, en el pH las moléculas de los ácidos orgánicos se mantienen disociadas; en consecuencia se incrementa la concentración de iones H^+ en el medio, lo que altera al gradiente transmembrana de protones en las células microbianas. Para superarlo, las células transportan protones mediante la bomba o fuerza motriz (constituida por el gradiente transmembrana y el gradiente de protones), lo que ocasiona pérdida de energía y disminución del pH interno. Las estructuras superficiales de la célula, la membrana externa o la pared celular, la membrana interna o citoplasmática el espacio

periplasmático también quedan expuestos a los iones H^+ , que pueden trastornar los enlaces iónicos de las moléculas, y con ello alterar sus estructuras tridimensionales y algunas funciones relacionadas (Ray y Bhunia, 2008; Dan *et al*, 2006). Varios microorganismos metabolizan algunos aniones y los usan como fuente de carbono. Los aniones que no se metabolizan son expulsados del interior celular. Sin embargo, los iones H^+ bajan el pH interno y afectan el gradiente de protones. Para afrontar esto, las células gastan energía para bombear el exceso de protones hacia el exterior. Cuando el pH externo es bajo (menor a 4.5), representa el consumo de gran cantidad de energía que tal vez las células no pueden generar. Como resultado el pH interno disminuye y al hacerlo, afecta el gradiente de pH. Estos cambios impiden el transporte de nutrientes y la generación de energía, lo que a su vez imposibilita la proliferación bacteriana. Además, los pH bajos pueden causar lesiones reversibles e irreversibles a las moléculas celulares y, por consiguiente, ocasionar lesiones subletales o letales a las células (Montañez, 2013; Ray y Bhunia, 2008).

Por otro lado Valdez en 2010 comenta que el efecto sobre las bacterias de la solución de superoxidación tiene un efecto que se puede deber a la oxidación y la peroxidación de los grupos sulfhídricos (SH) en la pared y la membrana bacteriana a nivel de los fosfolípidos y, también afecta la conformación de los aminoácidos. El efecto en las bacterias es la ruptura de la pared y la membrana ocasionando la lisis de ésta. Cuando la solución penetra hasta el citoplasma, se inhibe la síntesis proteica y altera el metabolismo bacteriano rompiendo las cadenas en la síntesis del ácido ribonucleico (RNA), adenosin trifosfato (ATP) y el ácido desoxirribonucleico (DNA), todos estos efectos redundan en la muerte de la bacteria impidiendo una posible resistencia del microorganismo al producto.

En cuanto a la calidad fisicoquímica de la carne de conejo en el presente estudio, se observó que la carne tratada con la solución de superoxidación se mostró con mayor resistencia al corte o más dura (1289.510 g/cm^2) vs la carne tratada con

el ácido láctico la cual se mostró más blanda o suave (679.885 g/ cm²). Es importante considerar que la ternura es el criterio que define el gusto del consumidor por la carne y que le permite ser aceptable al consumirlo. Esta característica, se ve influenciada directamente por el contenido de grasa intramuscular, el pH y la capacidad de retención de agua (por lo tanto la jugosidad). Al hacer uso de ácidos orgánicos se provoca una disminución superficial del pH y por lo tanto afecta directamente la estabilidad y las de las proteínas y de su valor final, permitiendo que se presente una pérdida del agua que no se encuentra ligada. Datos que se encuentran relacionados a los resultados obtenidos en la valoración del pH, debido a que el pH más bajo se encontró en la carne tratada con ácido láctico, seguido por la solución de superoxidación. La evidencia del efecto del ácido láctico radica en que se produce una oxidación del pigmento mioglobina (color rojo) al pigmento metamioglobina (color café), la oxidación ocurre cuando la forma ferrosa de la porción hemo se oxida a férrica; el pH depende en primera medida de la cantidad de glucógeno, en condiciones normales el pH siempre será superior al punto isoeléctrico de las proteínas. Al aplicar una solución de ácido láctico sobre la superficie de la carne el pH se acercara al punto isoeléctrico.

El color de la carne es la primera característica sensorial apreciada por el consumidor, el estado de oxidación del pigmento, determina la tonalidad y el estado de frescura de la carne. La oxidación de la mioglobina y la oximioglobina produce metamioglobina, que da lugar a coloraciones pardas propias de carne de un estado defectuoso de conservación. La forma reducida ofrece dos posibilidades: mioglobina de color rojo purpura y la oximioglobina, donde el oxígeno está unido a la molécula, y presenta una coloración rojo claro o brillante (siendo ésta la forma más atractiva para el consumidor), lo anterior se encuentra relacionado directamente con la frescura y calidad (Flores, 2009; Ariño, 2006). Ariño en 2006, menciona que la carne de conejo presenta una coloración pálida con un bajo índice de rojo, observándose al *Longissimus dorsi* dentro de los más

pálidos reportando una luminosidad (L^*) igual a 58.0 valores que al ser comparados con los resultados obtenidos en este estudio se muestran superiores debido a que los valores obtenidos en este estudio se muestran por debajo del mencionado (45.54- 46.73).

En la carne evaluada se observó que la solución de superoxidación mostro una cromaticidad más baja que la permitida por el ácido láctico (a^* 1.093 vs 1.884) e incluso por el color que mostro el grupo testigo (1.225), la tonalidad de la carne tratada con ácido láctico se mostró más oscura que la que se trató con la solución de superoxidación y que la carne que no tuvo ningún.

Es importante considerar que todos los aspectos fisicoquímicos de la carne están determinados por el estado físico de la misma y que este estado depende a su vez del pH final que se alcanza tras el período post-mortem, de la velocidad de descenso del pH y de la estructura de las proteínas. Además de considerar que todos los aspectos descritos con anterioridad pueden verse beneficiados o alterados por factores como la alimentación de los animales, la raza, la edad de matanza, el método de aturdimiento, el género, etc.

IX. CONCLUSIONES

- a) Los resultados de este estudio indican que la aplicación del ácido láctico y la solución de superoxidación tienen un efecto igual sobre la presencia en los conteos de levaduras, coliformes y *Staphylococcus aureus*.
- b) La aplicación del ácido láctico al día 0 presentó un efecto inhibitorio sobre la presencia de mohos.
- c) La aplicación de la solución de superoxidación al día 0 tuvo efecto sobre el conteo de mesófilos aerobios.
- d) El efecto residual a los 14 días de evaluación mostrado por ambos antimicrobianos no tiene diferencia en los indicadores de levaduras y *Staphylococcus aureus*.
- e) El ácido láctico, tiene un efecto residual alto sobre la disminución del conteo de mesófilos aerobios.
- f) La solución de superoxidación presentó un efecto residual mayor sobre la disminución de las cuentas de coliformes totales.
- g) El pH de la carne se vio afectado por la aplicación de ácido láctico con una disminución de 0.411 en comparación con el grupo testigo.
- h) La aplicación de la solución de superoxidación tuvo un efecto directo sobre el aumento de la resistencia al corte presentada en los lomos de conejo.
- i) Ambos antimicrobianos no tuvieron efecto en la expresión de la luminosidad.
- j) El ácido láctico provocó la presencia de tonos más oscuros en las masas musculares del conejo

De acuerdo a lo anterior la aspersión de ácido láctico (AL) y de la solución de superoxidación con pH neutro (SES) en canales de conejo, es capaz de reducir la presencia de microorganismos alterantes, patógenos, pero tiene un efecto desfavorable al modificar las propiedades físicas y químicas de la carne.

X. RECOMENDACIONES

Sin lugar a dudas, las técnicas de sacrificio en canales de conejo, la aplicación de las buenas prácticas de manufactura, así como la capacitación continua del personal, son la base para reducir el contacto de los microorganismos provenientes del ambiente, y la generación de contacto de estos con la canal por contaminación cruzada, lo que se reflejará en el aumento de vida de anaquel del producto, así como la disminución del riesgo de generación de enfermedades de transmisión alimentaria por consumo de la carne de conejo.

En el proceso de faenado del conejo es indispensable que antes de proponer y realizar el uso de cualquier sustancia antimicrobiana, se implemente la aplicación de las buenas prácticas de manufactura, ya que es mejor implementar medidas preventivas que correctivas sobre la presencia de microorganismos de tipo alterante como patógenos. Y si en los planes preventivos, se decide implementar el uso de dichas sustancias, es importante evaluar todos los efectos positivos o negativos que puedan presentarse en la salud del comensal, así como en la calidad final del producto, tanto en aspectos sanitarios como organolépticos y/o fisicoquímicos.

El uso de dichos programas en la aplicación de antimicrobianos aunado a un plan o programa preventivo, pueden participar sinérgicamente en aumentar la vida de anaquel del producto proveyendo mayor fiabilidad al consumidor que es el eslabón final en la cadena de producción y probablemente sea el mayor punto de apoyo para la valorización y comercialización de la carne de esta especie.

Se recomienda igualmente el promover mayor investigación en el efecto que dichas sustancias pueden tener no solo en los microorganismos sobre todo de naturaleza patógena, si no que los efectos que pudiesen tener en la calidad de los productos para buscar una estandarización en su aplicación en la industria.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Abbassi, G., Jaounai, A., Hammami, S., Martinez, U., Boudabous, A., Gtari, M.** 2012. Molecular analysis and antimicrobial resistance of Salmonella isolates recovered from raw meat marketed in the area of "Grand Tunis", Tunisia. *Pathologie Biologie* 60 (5): e49-e54.
- Adams, M., Moss, M.** 2008. *Food Microbiology*. The Royal Society of Chemistry. ISBN 9780854042845. UK. pp 8-10.
- Agunbiade, S., Akintobi, O., Ighodaro, O.** 2010. Some Biochemical and Organoleptic changes due to Microbial growth in Minced Beef packaged in Alluminium polyethylene trays and Stored under Chilled condition. *Life Science Journal*. 7(2):47-51.
- Ajiboye, E., Sani, A., Adedayo, R., Majekodunmi., Kolawole, M., Oladosu, O.** 2011. Physicochemical properties and microorganisms isolated from dried meat obtained in Oja- Oba market in Ilorin, Nigeria. *Advances in Applied Science Research*. 2(4):391-400.
- Alonso, S., Ramírez, N., Mota, R.** 2001. Todo lo que ignoramos del cerdo y deberíamos saber. BM Editores, México, D.F. pp 21.
- Alves, V., Martinez, R., Lavrador, M., Martinis, E.** 2006. Antilisterial activity of lactic acid bacteria inoculated on cooked ham. *Meat Science* 74:623-627.
- Andersen, H., Oksberrg, N., Young, F.** 2005. Feeding and meat quality- a future approach. *Meat Science* 70:543-554.
- Andrews, W., Hammack, T.** 2003. Food sampling and preparation of sample homogenate. *Bacteriological Analytical Manual*. Food and Drug Administration.
- Archille, A., Purslow, P.** 2011. Oxidative stress may affect meat quality by interfering with collagen turnover by muscle broblast. *Food research International* 44: 582-588.
- Ariño, B.** 2006. Comparison of texture and biochemical characteristics of three rabbit lines selected for litter size or growth rate. *Meat Science* 73: 687-692.
- Asefa, D ., Gjerde, R., Sidhu, M., Langsrud, S., Kure, C., Nesbakken, T., Skaar, I.** 2009. Moulds contaminants on Norwegian dry-cured meat products. *International Journal of Food Microbiology* 128 (13): 435-439 (a).
- Asefa, D ., Mφretrφ, T., Gjerde, R., Langsrudm S., Kure, C., Sihud, M., Nessbakken, T., Skaar, I.** 2009. Yeast diversity and dynamics in the production processes of Norwegian dry-cured meat products. *International Journal of Food Microbiology* 133 (1-2): 135-140 (b).
- Aymerich, T., Picouet, P., Monfort, J.** 2008. Decontamination technologies for meat products. *Meat Science* 78(1):114-129.
- Baranenko, D., Solodyznaya, V., Zabelina, N.** 2013. Effect of composition and properties of chitosan-based edible coatings on microflora of meat and meat products. *Acta Scientiarum Polorum., Technology Aliment* 12 (2): 149-157.
- Barrera, G.** 2005. Calidad de la carne. *Cursos de Producción Bovina de carne*, FAyVUN. pp 1-4.
- Belk, K.** 2001. Beef decontamination technologies. *Beef Pacts*, Denver. USA. National Cattlements Beef Association. pp 1-8.

- Bello, G.** 2000. Ciencia Bromatológica: Principios Generales de los Alimentos. 1ª Edición. ISBN: 8479784474. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España. pp 274-275,349-350.
- Bertram, C., Donstrup, S., Karlsson, H., Andersen, J.** 2002. Continius distribution analisys of T2 relaxation in meat- an approach in the determination of water-holding capacity. *Meat Science* 60: 279-285.
- Borch, E., Arinder, P.** 2002. Bacteriological safety issues in beef and ready-to-eat meat products, as well as control measures. *Meat Scince* 62(3):381-390.
- Brianchi, M., Petracci, M., Caravani, C.** 2009. The influence of linseed on rabbit meat quality. *World Rabbit Science* 17:97-107.
- Camacho, A., Giles, A., Ortegón, M., Palao, B., Serrano Velázquez, O.** 2009. Técnicas para el Análisis. Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. pp 1.
- Carballo, B., López de Torre, G., Madrid, A.** 2001. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Mundi- Prensa. España. pp. 321-322.
- Carilho, M., Campo, M., Olleta, J., Beltrán, J., López, M.** 2009. Effect of diet, slaughter weight and sex on instrumental and sensory meat characteristics in rabbits. *Meat Science* 82: 37-43.
- Carpenter, C., Smith, J., Broadbent, J.** 2011. Efficacy of washing meat surfaces with 2% levulinic, acetic, or lactic acid for pathogen decontamination and residual growth inhibition. *Meat Science* 88: 256-260.
- Carvajal, S.** 2001. Valor Nutricional de la Carne de Res, Cerdo y Pollo, Corporación de Fomento Ganadero, San José. Costa Rica. pp 10-12.
- Cavani, C., Petracci, M.,** 2004., Rabbit meat processing and traceability , department of Food Science. University of Bologna, Italy. Presentado en 8th Wordl Rabbit Congress-September., Puebla, México, pp. 1318-1336.
- Choi, Y., Kim, B.** 2009. Muscle ber characteristics, myo brillar protein isoforms, and meat quality. *Livestock Science* 122: 105-118.
- Chrenek, P., Makarevich, A., Kozelova, D.** 2012. Meat quality of transgenic rabbit. *Slovak J. Anim Sci.* 45(2): 60-62.
- Cliver, D.** 2007. Microbial Decontamination, Food Safety and Antimicrobial Interventions, Population Healt and Reproduction. pp 6-8.
- Coma, J., Piquer, J.** 2000. Calidad de carne en Porcinos: Efecto de la Nutrición. En: XV curso de Especialización Avances en Nutrición y alimentación animal. FEDNA. España. pp 1-4.
- Combes, S., Gonzalez, I., Déjean, S., Baccini, A., Jehl, N., Juin, H., Gabinaud, B., Lebas, F., Larzul, C.** 2008. Relationships between sensory and physicochemical measurements in meat of rabbit from three different breeding systems using canonical correlation analysis. *Meat Science* 80(3): 835-841.
- Combes, S., Lepetit, J., Darche, B., Lebas, F.** 2004. Effect of cooking temperatura and cooking time on Warner- Bratzler tenderness measuremend and collagen content in rabbit meat. *Meat Science* 66: 91-96.
- Combesa, S., Lepetit, J., Darchea, F., Lebas, B.** 2003. Effect of cooking temperature and cooking time on Warner–Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. *Meat Science* 66: 91–96.
- Conesa, A., López, M., Sierra, I., Ferrero, F.** 1990. Calidad de la canal y de la carne de conejo de raza gigante de España en tres pesos comerciales de sacrificio. XV Symposium de Cunicultura. Murcia. España. 133-137.

- Consigli, R.** 2001. ¿Que es la calidad de la carne?. Universidad Católica de Córdoba. 6ª Jornada El negocio de la carne. La voz del campo. EEAINTA Manfredí. Argentina, pp 3-4.
- Dalle, Z.** 2002. Review: Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*. 75: 11-32.
- Dalle, Z.** 2006. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality, *Livestock Production Science* 75:11-32.
- Dalle, Z., Mignon, H., Ouhayoun, J.** 2005. Effect of feed rationing during post-weaning growth on meat quality, muscle energy metabolism and fibre properties of *Biceps femoris* muscle in the rabbit. *Meat Science* 70:301-306.
- Dalle, Z., Szendro, Z.** 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science* 88: 319-331.
- De la Fuente, V.** 2003. Bienestar animal en el transporte de conejos a matadero. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. España. pp 6-7.
- Del Campo, G.** 2008. El bienestar Animal y la calidad de Carne de Novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis para obtener el título de doctor por la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. pp 20-25.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-145-SSA1-1995.** Productos y servicios. Productos cárnicos troceados y curados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-092-SSA1-1994,** Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-109-SSA1-1994,** Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-110-SSA1-1994,** Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-111-SSA1-1994,** Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-112-SSA1-1994,** Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-113-SSA1-1994,** Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-114-SSA1-1994,** Bienes y servicios. Método para la determinación de salmonella en alimentos.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-115-SSA1-1994,** Bienes y servicios. Método para la determinación de staphylococcus aureus en alimentos.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-194-SSA-2004,** Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-213-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

Díaz, D. 2001. Características de la canal de la carne de corderos lechales manchegos. Correlaciones y Ecuaciones de Predicción. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Departamento de Fisiología Animal, Madrid España, pp 33-35.

Dipolo, R. 1996. Capítulo 6. Homeostasis intracelular del calcio iónico. La Torre, R., Lopez, B., Bezanilla, F., Llinas, R. Biofísica y fisiología celular. ISBN: 8447203395. Serie Ciencias, Número 49. Universidad de Sevilla. España. pp 153-159.

Doyle M, Beuchat L, Montville T. 1997. Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y Fronteras. ISBN 8420009334. Editorial Acribia. Zaragoza. pp 371-393.

Escobar, G. 2008. Estudio comparativo de algunos parámetros de calidad y determinación de la composición química entre la carne de Res de EE.UU. y la carne de res de Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Estado de México. pp 9-18.

Ferreira, B.M., Austo.N.L., Amorim.M.A., Belot., V. 2007. Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganism in beef processing plants. Ciênc.Tecnol.Aliment., Campinas,Brasil. 27(4): pp. 856-862.

Flores, P. 2009. Efecto del período de ayuno y método de aturdimiento sobre el bienestar y características físico-químicas de la carne de conejo. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp 53-55.

Flowers, S. 2006. Identification and validation of antimicrobial interventions for red meat carcasses processed in very small meat establishments. Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University. pp 34-40.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2008. Producción de alimentos de origen animal. Organización Mundial de la Salud. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp 11-14

Food and Drugs Administration. 2001. Chapter 18: Yeast, Molds and Mycotoxins. Bacteriological Analytical Manual.

Frazier, W., Westhoff,D. 1993. Microbiología de los alimentos. ISBN 842000734X. Acribia, España. pp 23-40.

García, D. 2009, Evaluación De Ácido Láctico Y Ozono Como Estrategia Antimicrobiana Sobre Canales De Bovino Procesadas En Un Rastro Tipo Inspección Federal. Tesis Para Obtener El Grado De Maestra En Ciencias. Universidad Nacional Autónoma De México. México. pp 22-30.

García, P. 2004. Características de la carne de Cordero Patagónico. Instituto de alimentos INTA Castelar, IDIAXXI., Año IV- N° 7. pp 176-179.

García,L., Prieto, M., Otero, A. 1998. Chapter 1. The physiological attributes of Gram-negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products. Davies. A., Board,R. The microbiology of meat and poultry. 1st Edition. ISBN 0751403989. Great Britain. London: Blackie Academic and Professional. pp 1-28.

- Geesink, G., Koolmes, P., van Laack, M, Smulders, F.** 1995. Determinants of tenderisation in beef Longissimus dorsi and Triceps brachii muscles. *Meat Science* 41(1):7-17.
- Gonzalez, T.** 2003. Propiedades fisicoquímicas y de textura del músculo *Brachiocephalicus* de bovino marinado con el cloruro de calcio. Tesis para Obtener el título de Maestro en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hidalgo. pp 4-10.
- Granados, C., Romero, B., Milena, J., Aguilera, B., Espitia, C.** 2011. Diseño y elaboración de un enlatado de carne de conejo (Leporidae) en ensalada de vegetales, bajo en calorías y alto valor nutricional. Colombia, Evento Internacional: segundo Simposio Internacional y tercero Agroalimentario. Cartagena, Colombia.
- Guerrero, I., Ponce, A., Pérez, C.** 2002. Curso Práctico de tecnología de carnes y pescado. ISBN:9706549846. UAM- Iztapalapa. México, D.F. pp 11-18.
- Hamoen, J., Vollebregt, H., Van der Sman, R.** 2013. Prediction of the time evolution of pH in meat. *Food Chemistry*. 141 (3) 2363-2372.
- Hernandez, C.** 2002. Fundamentos de epidemiología: El arte detectivesco de la investigación epidemiológica 1ª Edición. ISBN: 9968311871. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José. Costa Rica. pp 376-386.
- Hernández, P.** 2009. La carne de conejo como alimento funcional, Instituto de Ciencia y Tecnología animal, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia España. 46022. pp.1-3.
- Hernández, P., Arinño, B., Grimal, A., Blasco, A.** 2006. Comparison of carcass and meat characteristics of three rabbit. *Meat Science* 73: 645–650.
- Hernández, P., Pla, M., Oliver, M., Blasco, A.** 2000. Relationships between meat quality measurements in rabbits fed with three diets of different fat type and content. *Meat Science* 55: 379-384.
- Hernández, P.,** 2008. Enhancement of nutritional quality and safety in Rabbit meat. 9th World Rabbit Congress. Verona – Italy. pp 1287-1300.
- Hernández, P., Aliaga, S., Pla, M., Blasco, A.** 2004. The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits. *Journal of Animal Science*, 82: 3133–3143.
- Hernández, S., Cobos, P.** 2001. Digestibilidad in vitro, población de bacterias celulolíticas y totales del apéndice cecal, ciego y colon del conejo. *Téc Pecu Méx* 39(3)229-236.
- Hesham, M.** 2004. Use of irradiation to control foodborne pathogens and extend the refrigerated market life of rabbit meat. *Meat Science* 67(4): 541–548.
- Honikel, K.** 2004. Water-holding capacity of meat. In Tepas, J., Everts, M., Haagsman, H. Muscle development of livestock animals: Physiology, genetics and meat quality Cambridge, ISBN: 0851998119. MA: CABI Publishing. EUA. pp-389.
- Hopkins, D., Thompson, J.** 2001. The relationship between tenderness, proteolysis, muscle contraction and dissociation of actomyosin. *Meat Science* 57(1): 1-12.
- Hsouna, A., Trigui, M., Mansour, R., Jarraya, R., Damak, M., Jaoua.** 2011. Chemical composition, cytotoxicity effect and antimicrobial activity of *Ceratoniasiliqua* essential oil with preservative effects against *Listeria* inoculated in minced beef meat. *International Journal of Food Microbiology* 148: 66–72.
- Huff-Lonergan, E., Lonergan, S.** 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* 71:194–204.

- Hugas, M., Tsigarida, E.** 2009. Pros and cons of carcass decontamination: The role of the European Food Safety Authority; *The Open Microbiology Journal*, 3:121-127.
- Hulot, F., Ouhayoun, J.** 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World rabbit Science* 7(1): 15-36.
- International Comission on Microbiological Specifications for Foods. 1996. Microorganisms in Foods 5: Characteristics of Microbial Pathogens.** ISBN: 041247350X. London: Blackie Academic & Professional. pp 217-225.
- International Comission on Microbiological Specifications for Foods. ICMSF. 1980. Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities.** ISBN : 0123635020. London: Blackie Academic & Professional. pp 217-225.
- Jablonski, L.** 2001. *Staphylococcus aureus*. En *Microbiología de los Alimentos. Fundamentos y Fronteras*. ISBN 8420009334. Editorial Acribia. Zaragoza. pp 353-375
- Jablonskin, L., Bohach G.** 2001. "Staphylococcus aureus" In: Doyle M. Beuchat. L:R. & Montville T:J. (Eds.) *Food Microbiology Fundamentals & Frontiers*. pp 411-434.
- Jansen, M.** 2001. Determination of meat pH- temperature relationship using ISFET and glass electrode instruments. *Meat Science* 58: 145-150.
- Javanmard, M., Rokni, N., Bokaie, S., Shahhosseini, G.** 2006. Effects of gamma irradiation and frozen storage on microbial, chemical and sensory quality of chicken meat in Iran. *Food Control*, 17:469-473.
- Jay, J., Loessner, M., Golden, D.** 2009. *Microbiología moderna de los alimentos*. 5ª Edición. ISBN. 8420011258. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A. pp 10-60.
- Jiménez, S., Tiburzi, M., Salsi, M., Moguilevsky, M., Pirovani, M.** 2008. Tratamientos Con Ácido Acético De Cultivos De E. Coli Y Salmonella In- Vitro Y En Líquidos Ecurridos Del Lavado De Canales De Pollo. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 6(2): 90-94.
- Jolley, D.** 1990. Rabbit transport and its effects on meat quality. *Applied Animal Behavior Science* 28: 119-134.
- Joo, S., Kim, G., Hwang, Y., Ryu, Y.** 2013. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat Science* 95: 828-836.
- Josiane, F., Oliveira, I., Veiga, R., Flávio, R.** 2009. Papel do sistema calpaína-calpastatina sobre a proteólise muscular e sua relação com a maciez da carne em bovinos de corte. *Revista Electrónica de Veterinaria* 10(12): 4-19.
- Jurado, J., Arenas, M., Doblas, D., Rivero, A., Cisneros, T.** 2010. Fiebre Tifoidea y otras infecciones por salmonellas. *Medicina*, 10 (52) 3: 497-501.
- Kohler, R., Krause, G., Beutin, L., Stephan, R., Zweifel, C.** 2008. Shedding of food-borne pathogens and microbiological carcass contamination in rabbits at slaughter. *Veterinary Microbiology* 132 :149–157.
- Küchenmeister, u., Kuhn, G., Ender, K.** 2005. Preslaughter handling of pigs and the effect of heart rate, meat quality, including tenderness, and sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ transport. *Meat Science* 71: 690-695.
- Lawrence, R., Doyle, J., Elliott, R., Loxton, I., McMeniman, J., Norton, B., Reid, D., Tume, R.** 2006. The efficacy of a vitamin D3 metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. *Meat Science* 72: 69-78.
- Lee, S., Joo, S., Ryu, Y.** 2010. Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality. *Meat Science* 86: 166-170.
- Lefaucheur, L.** 2010. A second look into fibre typing- Relation to meat quality. *Meat Science* 84:257-270.

- Lepetit, J.** 2007. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Science* 76: 147-159.
- Lepetit, J.** 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Meat Science* 80: 960-967.
- Lesley, L., Gary, A., Fegan, N.** 2012. A review of the ecology, colonization and genetic characterization of *Salmonella enterica* serovar Sofia, a prolific but avirulent poultry serovar in Australia. *Food Research International*. 45 (2): 770-779.
- Li, C., Shi, P., Xu, C., Xu, X., Zhou, G.** 2010. Tracing processes of rigor mortis and subsequent resolution of chicken breast muscle using a texture analyzer. *Journal of Food Engineering* 100: 388-391.
- Liste, G., Villarroel, G., Chacón, C., Sañudo, J., Olleta, S., García-Belenguer, S., Alierta, G., María, A.** 2009. Effect of lairage duration on rabbit welfare and meat quality. *Meat Science* 82:71–76.
- López M., Hernández P., Blasco A.** 2002. Incidence and evolution of contaminant biota on carcasses and surfaces during the process of rabbit slaughter. *Livestock Science*. pp 7-12.
- López, T.** 2004. Actividad aminopeptidásica ligada a membrana de bacterias gram-negativas: Prueba de la P-Nitroanilina para la estimación de la carga bacteriana de carne picada. Memoria para optar el grado de Doctor. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. pp 20-30.
- López, V.** 2001. Tecnología de la carne y productos cárnicos. ISBN: 84-89922-52-7. Mundiprensa 1º edición . Madrid, España. pp 50-62.
- Lorenzo, J., Pateiro, M; Franco, D.** 2013. Influence of muscle type on physicochemical and sensory properties of foal meat. *Meat Science* 94: 77-83.
- Marcini, R., Hunt, M.** 2005. Current research in meat color. *Meat Science* 71:100-121.
- María, G., Buil, G., Liste, M., Villarroel, C., Sañudo, J., Olleta, L.** 2006. Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat Science* 72: 773–777.
- Martín., S.** 2010. "Métodos rápidos y automatizados aplicados al análisis microbiológico de los alimentos." Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia. España. pp 210-216.
- Martino. P., Luzzi. F.** 2004. Higiene en cunicultura: Control microbiológico del ambiente en explotaciones intensivas. *Boletín de Cunicultura* 133: Mayo-Junio. pp 39-45.
- Masana, M., Rodríguez, R.** 2006. Capítulo X. Ecología Microbiana. En Hui.Y., Guerrero,LI., Rosmini,M. Ciencia y Tecnología de Carnes 1ª Edición. ISBN 9789681865498, México, D.F Limusa. pp 293-336.
- McDonald. K., Wen Sun. Da.** 1999. Predictive Food Microbiology for the Meat Industry: A Review, *International Journal of Food Microbiology*, 52 : 1-27.
- Mertin, D., Slamecka, J., Ondruska, L., Zaujec, K., Jurcik, R., Gasparik, J.** 2012. Comparison of meat quality between European brown and domestic rabbit. *Slovak J. Anim Sci.* 45(3) 89-95.
- Messia, M., Falco, T, Marconi, E.** 2008. Rapid determination of collagen in meat-based foods by microwave hydrolysis of proteins and HPAEC–PAD analysis of 4-hydroxyproline. *Meat Science* 80(2):401-409.
- Mestre, P., García. J., Costa, Ribeiro, R., Dias, C.** 2002. Contribution of major structural changes in myofibrils to rabbit meat tenderisation during ageing. *Meat Science* 61(1): 103-113.

- Minor, P., Ponce, A., Macías, B., Guerrero, L.** 2002. Conservación de la carne fresca de cerdo por fermentación láctica. Efecto sobre el color, la textura y la formación de los ácidos grasos libres. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 1 (1-2): 73-80.
- Mohammed, T.** 2008. Mycological aspects of rabbit meat. Thesis submitted to Zagarig University for the degree of Master of Veterinary Medical Science. pp 15-25.
- Montañez, V.** 2013. Métodos convencionales, rápidos y alternativos para el control microbiológico de la higiene en superficies. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. pp 50-52.
- Moreno, B.** 2006. Higiene e Inspección de carnes I. 1ª Edición. ISBN 8479787693. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España. pp 451-459.
- Morón-Fuenmayor, O., González-Mendez, N., Vázquez –Ortiz, F.** 2004. Contenido de Colágeno y sus fracciones en tres músculos de tres toretes comerciales. *Revista Científica, FCV-LUZ/ XIV (3):* 270-273.
- Mota-Rojas, D., Trujillo-Ortega, M., Becerril-Herrera, Roldan-Santiago, P., González-Lozano, M., Guerrero-Legarreta, I.** 2012. Effect of the sacrifice method on critical blood variables and biochemistry consequences of the guinea pig meat (*cavia porcellus*). *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias- Luz. Venezuela,* pp: 51-58.
- Motter, M., Krause, M., Perez, C., Sorial, M.** 2009. Rol de la Calpastatina en la variabilidad de la terneza de la carne bovina. *Journal of basic y applied Genetics* 20(1): 15-24.
- Nieto, V.** 1983. Valoración de la Fertilidad en conejas Nueva Zelanda Blanco, utilizando 3 métodos inductores en la ovulación. Tesis de Licenciatura. FMVZ. UNAM. México, D.F. pp 15-25.
- O'Halloran, G., Troy, D., Buckley, D.** 1997. The Relationship between early post-mortem pH and the tenderization of Beef muscles. *Meat Science* 45(2):239-251.
- Ojeda, C., Vásquez, V.** 2009. Aplicación de ácidos orgánicos en la reducción de microorganismos aerobios mesófilos y coliformes totales y fecales en canales de bovinos. *Rev Tec ESPOL* 20(20):1-7.
- Onega, P.** 2003. Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Memoria para optar el grado de Doctor Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. pp 52.
- Ordoñez, P., Perales, H.** 1999. Capítulo 23. Carnes, pescados y huevos. Hernández. R. Tratado de Nutrición. 1ª Edición. ISBN: 8479783877. Ediciones Díaz de Santos. Madrid España. pp 363-375.
- Paredi, G., Raboni, S., Bendixen, E.** 2012. "Muscle to meat" molecular events and technological transformations: The proteomics insight. *SciVerse ScienceDirect* 75: 4275-4289.
- Pascual, A., Calderon, P.** 1999. Capítulo 3. Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos revivificables). En *Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para alimentos y bebidas*. ISBN: 84-7978-424-5. Ediciones Diaz de Santos. Zaragoza, España. pp 117-120.
- Pedersen, K., Morel, S., Andersen, J., Engelsen, B.** 2003. Early prediction of water-holding capacity in meat by multivariate vibrational spectroscopy. *Meat Science* 65: 581–592.
- Peinado, B., Almela, L., Duchi, N., Poto, A.** 2009. Parámetros de calidad en la canal y en la carne de cerdo Chato Murciano. *EUROCARNE* N° 173. pp 64-80.

- Peluffo, F., Monteiro, R.** 2002. Terneza: Una característica a tener en cuenta. Instituto Plan. Agropecuario. Uruguay. pp 4-6.
- Pereira, D., Potes, M., Marinho, A., Malfeito, M., Loureiro, V.** 2000. Characterisation of yeast flora isolated from an artisanal Portuguese ewes' cheese. *International Journal of Food Microbiology* 60: 55-63.
- Pérez, C., Rodríguez, S., Lara, C., Guerrero, L.** 1998. Microbial spoilage of meats offered for retail sale in Mexico City. *Meat Science* 51: 279-282
- Pérez, A.** 2006. Capítulo VI. Color. En Hui.Y., Guerrero, L., Rosmini, M. *Ciencia y Tecnología de Carnes 1ª Edición*. ISBN 9789681865498, México, D.F. 161-186.
- Pipek, P., Šikulova, M., Jelenikova, J., Izumimoto, M.** 2005. Colour changes after carcasses decontamination by steam. *Meat Science* 69: 673-680.
- Prándl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T., Sennel, H.** 1994. *Tecnología e Higiene de la carne*. ISBN: 842000765X. Acribia. Zaragoza, España. pp 124-131.
- Purchas, R.** 2004. Tenderness measurement. *Encyclopedia of Meat Sciences*. ISBN: 978-0-12-464970-5. Elsevier. Massey University, New Zealand. pp 1370-1377.
- Purslow, P.** 2005. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science* 70: 435-447.
- Quitral, V.** 2006. Formulación y evaluación de un producto cárnico tipo pastrami con carne de liebre. Memoria para optar al título Profesional de ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Agronomía. Santiago de Chile. pp 1-3.
- Raftari, M., Jalilian, A., Abdulmir A., Son, R., Sekawi, Z. Fatimah A.B.** 2009. Effect of Organic Acids on Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus. Contaminated Meat; *The Open Microbiology Journal*, 2009, 3, 121-127.
- Ramírez, A.** 2006. *Calidad y Clasificación comercial de la carne.*, Universidad De Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias., Jalisco, México. pp 52-60.
- Ramírez, A., Angels, O., Pla, M., Guerrero, L., Ariño, B., Blasco, A., Pascual, M., Gil, M.** 2004. Effect of selection of growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat from rabbits. *Meat Science* 67: 617-624.
- Ramírez, T.** 2004. Características bioquímicas del musculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis Doctoral, Centro de Tecnología de la carne. Instituto de Reserva y tecnología Agroalimentaria, Universidad de Barcelona. Barcelona, España. pp 35-40.
- Rébak, G., Sánchez, S., Capellar, A., Cedres, J., Patiño, E.** 2010. Characterization of Buffalo meat in Corrientes., Argentina, Catedra de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias. Presentado en 9th World Buffalo Congress. Corrientes Argentina. Pp 494-498.
- Reyes, M.** 2001. Evaluación de la respuesta al primer parto, en peso al nacimiento, número de gazapos vivos, número de gazapos muertos, de conejos de las razas California, Chinchilla y Nueva Zelanda blanco. UNAM FES-Cuautitlán, Estado de México. pp 5-7.
- Rodríguez, A.** 2002. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli. *Salud Pública Mexicana*. 44:464-475.
- Rodríguez, C.** 2006. Calidad microbiológica de la carne de conejo y Estimación de la eficacia de algunos tratamientos tecnológicos de conservación. Tesis Doctoral. Universidad de León. Departamento de Higiene y Tecnología de los alimentos. León, España. pp 1-20.
- Rodríguez, C., García, L., Santos, J., Otero, A.** 2005. Development of the aerobic spoilage flora of chilled rabbit meat. *Meat Science* 70:389-394.

Rodríguez, L. 2009. Proteólisis intracelular: recambio proteico. CDU, Ciencias Aplicadas. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular Universidad de Murcia, Murcia, España. 3-6.

Rojas, C., Vargas, P. 2008, Bacteriocinas: sustituto de preservantes tradicionales en la industria alimentaria, Tecnología en Marcha. Vol 21(2): 9-16.

Rojas, H., González, F. 2006. Artículo de revisión: Detección e identificación de bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos mediante la reacción en cadena de la polimerasa. Mediagraphic Artemisa Vol 31 (2): 69-76.

Rubio, M., Delgado, E., Iturbe, F., Méndez, R., Cassis, L., Rosiles, R. 2005. Composition and quality of Mexican imported retail beef in México, Meat Science 64:465-471.

Ryu, Y., Kim, B. 2005. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle. Meat Science 71:351-357.

San Julián, G., Leyún, I. 1996. Estudio de la calidad del procesado de la carne de conejo. Análisis bacteriológico de la canal. Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias. Ganadero de Navarra. pp 13-20.

Santos, L. 2010. Aplicación De Sales De Ácidos Orgánicos En La Conservación De Carne De Conejo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo., Pachuca, Hidalgo, México. pp 1-12.

Sañudo C., Macie, E., Olleta, J., Villarroel, M., Panea, B., Alberti, P. 2004. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science 66: 925–932.

Sheridan, J. 2004. Curso de Doctorado de Calidad. Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Universidad de León. pp 26-32.

Sierra, S. 2010. Evolución post- mortem de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: Efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. Asturias, España. pp 11-13.

Smulders, F., Greer, G. 1998. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programmes for muscle foods: prospects and controversies. International Journal of Food Microbiology 44: 149-169.

Steripharma. 2009. Manual de uso e indicaciones de la solución de superoxidación a 60 ppm con pH neutro. México.

Strivarius, F., Pohlman, K., McElyea, J. 2002. The effect of acetic acid, gluconic acid and trisodium citrate treatment of beef trimmings on microbial, color and odor characteristics of ground beef through simulated retail display. Meat Science 60: 245–252.

Tapp III, W., Yancey, J., Apple, J. 2011. How is the instrumental color of meat measured?. Meat Science 89: 1-5.

Téllez, V. 2005. La calidad de carne de vacunos. Iº Congreso Peruano de la Carne, Lima. Lima- Perú. pp 1-4.

Uribe, B. 2009., Efecto de la Adición de Lactato de Sodio Sobre la Conservación de la Carne de Bovino de Corte Oscuro Envasada al Vacío, Almacenada a 4º C. Universidad Austral de Chile. Valdivia- Chile. pp 3-6.

- Valdez, P.** 2010. "Acción de una solución electrolizada de superoxidación (SES) para prolongar la vida útil del camarón crudo enhielado y refrigerado". Tesis para obtener el grado de Médico Veterinario y Zootecnista, FMVZ, UNAM, México, D.F. pp 18-21.
- Valencia, V.** 2009. Análisis comparativo entre ácido láctico, ácido peroxiacético e hipoclorito de sodio en la desinfección de canales bovinas en el frigorífico San Martín en Bogotá. Universidad de la Salle. Bogotá. pp 18-25.
- Velázquez, O., Alonso, F., Lagunas, B., Díaz, Z., Gutiérrez, C., Monroy, S., Mendoza, B.** 2008. Microbial contamination levels in rabbit carcasses obtained from popular markets in Toluca Valley, Mexico. 9th World Rabbit Congress. Verona – Italy. pp 1455- 1459.
- Vidal, C., Izquierdo, P.** 1999. Capítulo 30. Estabilidad y métodos de conservación de alimentos. Hernciández. R. Tratado de Nutrición. 1ª Edición. ISBN: 8479783877. Ediciones Díaz de Santos. Madrid España. 451-454.
- Warris, P.** 2003. Meat science. An introductory text. ISBN: 978085199424. First edition. CABI Publishing, Oxon, UK. pp 220-235.
- Yang, Z.** 2000. Antimicrobial compounds and extracellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria: Structures and proper ties University of Helsinki. Department of Food Technology pp. 9-13.
- Zamudio, M.** 2006. Microorganismos patógenos y alterantes (Capitulo XI), Tomado de Ciencia y Tecnología de Carnes., Hui.Y., Guerrero,LI., Rosmini,M., Limusa (Noriega Editores), México. pp 313-371.
- Zhang, W., Lonergan, S., Gardner, M., Huff- Lonergan, E.** 2006. Contribution postmortem changes of integrin, desmin and calpaín to variation in water holding capacity of pork. Meat Science 74: 578-585.
- Zhou G.H., Xu X.L., Liu Y.** 2010. Preservation technologies for fresh meat. Meat Sci. 86: 119-128.
- Zomeño, S.** 2007. Estudio de actividades de enzimas metabólicos y antioxidantes en dos músculos de vacuno de la raza Avileña-Negra Ibérica. Tesis Final de Master. Universidad Politecnica de Valencia. Valencia España. pp 32-37.

XII. ANEXO

Anexo 1.

Se realizó una evaluación previa de la aplicación de los antimicrobianos para la cantidad de ml requeridos para bañar completamente la canal, así como el tiempo para la aplicación. Se utilizaron modelos de aproximadamente 50 cm de largo por 10 cm de diámetro de color blanco, semejantes a las dimensiones normales de las canales de conejo, en el aspersor se colocó 1 L de agua de color amarillo y se realizó la aplicación del líquido rodeando el modelo, posteriormente se midió el sobrante después de realizar la aspersion en cada modelo, en donde se obtuvo que en promedio 100 mL del líquido durante 10 segundos de aplicación cubrir la superficie en la canal en su totalidad.