



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

QA

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE QUÍMICA

“APLICACIÓN DE LACTATO SÓDICO EN CARNE DE CONEJO
EMPACADA A VACÍO”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTA:

PRISCILA SALINAS PÉREZ

ASESORAS:

DRA. EVA MARÍA SANTOS LÓPEZ

M. en C. IRAIS SÁNCHEZ ORTEGA

PACHUCA DE SOTO, HGO. 2009



Este estudio se realizó en el laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, bajo la asesoría de la Dra. Eva María Santos López y la M. en C. Irais Sánchez Ortega.

La investigación forma parte del proyecto “Aplicación de sustancias antimicrobianas para la conservación en refrigeración de carne de conejo empacada a vacío” apoyado por el CONACYT APOYO COMPLEMENTARIO 2008 con clave 89573.



AGRADECIMIENTOS

A mi padre

Por toda tu lucha y esfuerzo por darme una carrera, sé que fue difícil pero al final resultó satisfactorio. Gracias por los valores y virtudes que me has inculcado para ser una mejor persona y lograr mis objetivos.

A mi madre

Por tu comprensión y amor a lo largo de mi vida. Por tus consejos y tu alegría. Por darme la fortaleza para seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermano

Por todo tu cariño y por ser mi hermano. Te reitero que cada día es una nueva oportunidad para cambiar y mejorar como seres humanos. Recuerda que no es dónde estás sino donde quieres estar. Te amo con todo mi corazón.

A mis familiares

Por su apoyo incondicional (económico, material y/o moral) que contribuyó al logro de una meta más en mi vida. Por sus consejos y favores que solo puedo pagar con mi más profundo agradecimiento.

A la Dra. Alicia y al Q.A. Eduardo

Por creer en mí y reconocer mi trabajo y que sin su ayuda no hubiera sido posible terminar la licenciatura con mi grupo tan querido.

A la Generación 2004-2008

Por su compañerismo y amistad. Por compartir conmigo tan bellos momentos y brindarme su apoyo cuando más lo necesité.

A la Dra. Eva

Por su optimismo y apoyo. A pesar de las adversidades siempre la sentí conmigo. Y por depositar en mi toda su confianza.

A la M. en C. Irais

Por su apoyo y orientación durante mi parte experimental y durante el desarrollo de la investigación.

A mi Panel Sensorial

Por su responsabilidad y dedicación para el proyecto. Gracias por su valioso tiempo. Pero sobre todo Gracias

A Dios

Por darme la vida, por ser lo que soy y por permitirme estar aquí hoy.



ÍNDICE

	PÁGINA
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABLAS	IV
1. RESUMEN	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 Conejo y sector cunícola	2
2.1.1 Razas productoras de piel	2
2.1.2 Razas productoras de pelo	2
2.1.3 Razas productoras de carne	3
2.1.3.1 Producción mundial de carne de conejo	3
2.1.3.2 Producción de carne de conejo en México	5
2.2 Carne de conejo	7
2.3 Obtención de la carne	9
2.3.1 Movilización de animales	9
2.3.2 Inspección ante-mortem	10
2.3.3 Sacrificio	11
2.3.4 Clasificación de las canales de conejo	14
2.3.5 Almacenamiento y transporte de las canales de conejo	15
2.3.6 Envasado	15
2.4 Composición química de la carne de conejo	16
2.5 Microbiología de la carne	19
2.6 Deterioro de la carne	21
2.6.1 Cambios químicos	21
2.6.2 Cambios físicos	24
2.6.3 Factores que influyen en el metabolismo microbiano	26
2.7 Microorganismos de la carne	26
2.8 Conservación de la carne	28
2.8.1 Empaque al vacío	29
2.8.2 Empaque en atmósferas modificadas	32

2.9 Antimicrobianos naturales	33
3. JUSTIFICACIÓN	37
4. OBJETIVOS	38
4.1 Objetivo general	38
4.2 Objetivos específicos	38
5. MATERIAL Y MÉTODOS	39
5.1 Muestras y reactivos	39
5.2 Preparación y tratamiento de la carne	40
5.3 Muestreos	40
5.4 Análisis microbiológicos	41
5.5 Análisis fisicoquímicos	45
5.6 Análisis sensorial	46
5.7 Análisis estadístico	48
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
6.1 Resultados del primer experimento	49
6.2 Resultados del segundo experimento	56
7. CONCLUSIONES	63
8. BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Principales productores de carne de conejo	4
Figura 2. Desnucado	11
Figura 3. Colgado y degüello	12
Figura 4. Desollado	12
Figura 5. Eviscerado	13
Figura 6. Lavado	13
Figura 7. Despiece	14
Figura 8. Etiquetado de las canales de conejo	16
Figura 9. Recepción de muestras	39
Figura 10. Aplicación del tratamiento	40
Figura 11. Puntos de muestreo para los análisis	41
Figura 12. Ficha de cata para la primera parte de la prueba descriptiva	46
Figura 13. Ficha de cata para la segunda parte del análisis descriptivo	47

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Consumidores de carne de conejo a nivel mundial	5
Tabla 2. Cantidad de crías producidas al año en relación al peso vivo de la madre de diferentes especies	7
Tabla 3. Clasificación de las canales de conejo	14
Tabla 4. Composición química de la carne de conejo comparada con otras carnes	18
Tabla 5. Distribución de medias canales para la aplicación de los tratamientos	40
Tabla 6. Composición del medio STTA CM0881 agar base para <i>B. thermosphacta</i>	43
Tabla 7. Concentración de antibióticos del suplemento SR0151 para <i>B. thermosphacta</i>	43
Tabla 8. Pruebas bioquímicas para la identificación de <i>Pseudomonas</i> y <i>B. thermosphacta</i>	44
Tabla 9. Resultados de los análisis fisicoquímicos del primer experimento	50
Tabla 10. Resultados de los análisis microbiológicos del primer experimento	52
Tabla 11. Resultados de los análisis sensoriales del primer experimento	54
Tabla 12. Resultados de los análisis fisicoquímicos del segundo experimento	57

Tabla 13. Resultados de los análisis microbiológicos del segundo experimento	58
Tabla 14. Resultados de los análisis sensoriales del segundo experimento	61

1. RESUMEN

La carne de conejo es un alimento altamente nutritivo y goza de exquisito sabor. Sin embargo, en México su consumo es bajo y la mayor producción se destina a la venta directa. Los productores no pueden extender su cadena comercial por una parte por la corta vida de anaquel de la carne y por otro lado porque los consumidores demandan alimentos más naturales y frescos. Se han investigado sustancias de origen natural que permiten alargar la vida útil de los productos cárnicos.

En el presente estudio se evalúa el efecto de lactato sódico en la evolución microbiológica, fisicoquímica y sensorial de carne de conejo empacada a vacío y almacenada en refrigeración. Para ello se aplicó lactato sódico (1.8%, 2.5% y 3.0%) en la superficie de canales de conejo, se envasaron a vacío y se almacenaron a 4°C durante 18 días. Los días 0, 1, 4, 7, 11, 14 y 18 se realizaron análisis microbiológicos: Recuento Total, Coliformes, Bacterias Ácido Lácticas, *Pseudomonas*, *Brochothrix thermosphacta* y Mohos y Levaduras; fisicoquímicos: pH, Aw y Color; y sensoriales: perfil descriptivo.

En el primer experimento la carne presentó una buena calidad microbiológica con bajos recuentos que aumentaron con el tiempo independientemente del tratamiento manteniendo condiciones organolépticas aceptables después de 18 días de envasado. La concentración de lactato no afectó ($p>0.05$) los parámetros microbiológicos y sensoriales. Mientras que en el segundo experimento la carga microbiana inicial fue mayor que el primero y se observó que el tratamiento y el tiempo afectaron ($p<0.05$) a los parámetros microbiológicos y sensoriales obteniendo una vida útil de 7 días en las muestras con 1.8% y 3% y de 11 días para las muestras con 2.5% de lactato. El pH, Aw y color no fueron modificados por el tratamiento o el tiempo de conservación ($p>0.05$) en los dos experimentos. La vida de anaquel de la carne depende fundamentalmente de la calidad de la materia prima por lo que es mejor asegurar la correcta aplicación de buenas prácticas sanitarias de operación antes de aplicar un conservador.

2. ANTECEDENTES

2.1 Conejo y sector cunícola

El conejo es un mamífero monogástrico de tamaño pequeño, pelo suave y corto, orejas largas, cola corta y patas posteriores desarrolladas. Pertenece al orden: Lagomorfos, familia: Lepóridos, género: *Oryctolagus*, especie: *cuniculus* (Dalle, 2005).

La cunicultura es el proceso de reproducción, cría y engorda de los conejos en forma económica para obtener el máximo beneficio en la venta de sus productos y subproductos. Al iniciar cualquier tipo de explotación se debe considerar la raza a explotar ya que existen diferentes particularidades con base a su aprovechamiento. Para fines semi-industriales e industriales se utilizan de 2 a 3 razas base, siendo la mayor población mestiza y con características superiores a los progenitores. Según su propósito de producción se clasifican en razas de piel, de pelo y de carne (Echeverri, 2004).

2.1.1 Razas productoras de piel

Las razas peleteras de mayor importancia son: Rex, Chinchilla, Plateado de Champagne, Ruso, Habana, Holandés, Cibelina Siamés y Satín. En general, para la producción de piel sirven todas las razas sin importar su tamaño en la edad adulta, sin embargo, las pieles totalmente blancas son de valor distintivo debido a que reciben mejor el teñido (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).

2.1.2 Razas productoras de pelo

La raza Angora destaca por su peculiar pelaje, que se debe a una mutación y aunque no se ha podido establecer donde y cuando se hizo, es actualmente la única raza explotada por su pelo a nivel mundial. Existen diferentes tipos,

resultado de cruces con otras razas, entre ellos: Francés, Inglés, Alemán o conejo de seda, Suizo y Angora Italiano (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).

2.1.3 Razas productoras de carne

Para producir carne se utilizan conejos cuyos pesos oscilan entre 4 y más kilos en vivo y que poseen un buen desarrollo muscular en todo el cuerpo. Estos animales tienen una conformación típica que permite reconocerlos mediante un examen visual. Generalmente su cuerpo tienen forma cilíndrica con igual anchura adelante y atrás, tienen actitud pacífica, cabeza grande, cuello corto y grueso, orejas gruesas, pecho y espalda anchos y carnosos, patas cortas y gruesas, lomo carnosos, grupa y músculos carnosos (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).

En México las razas más utilizadas para la producción de carne son: Nueva Zelanda Blanco, California, Chinchilla, Mariposa, Satinado, Rex, Negro Azteca, Gigante de Flandes, Holandés y algunas razas enanas (Zamora, 1997). Otras razas productoras de carne son: Nueva Zelanda negra y roja, Leonado de Borgoña, Plateado de Champagne, Brabanzol, Belier, Gigante de España, Azul de Viena y Azul de Berveren (Comité Cunícola del D.F., 2007).

2.1.3.1 Producción mundial de carne de conejo

La producción mundial de carne de conejo ronda el millón y medio de toneladas anuales (figura 1). China es el productor más importante con el 40% del total aunque en el año 2002 se prohibió el ingreso de su carne a la Unión Europea debido a deficiencias en el sistema de control de residuos y al uso de productos veterinarios no permitidos por el Comité Veterinario Permanente de la Unión Europea (Maggi, 2009).

Le sigue Italia con el 21%, Francia con el 10% y España con el 9.8%, anteriormente esta última ocupaba el segundo lugar en la Unión Europea manteniendo su estabilidad con ligeras variaciones anuales hasta el 2007 cuando

la situación se agravó ya que los precios de mercado se situaron por debajo de los costes de producción. Otros factores que también influyeron fueron la mala situación del mercado de piel tras el cierre del mercado chino, el incremento de costos por la entrada en vigor de reglamentos de higiene y la obligatoriedad de eviscerar completamente las canales provocando menor aceptación por parte del consumidor español (Moyano, 2009).

Del 19.2% de la producción restante se encuentran países como Egipto, República Checa, Alemania, Ucrania, Federación Rusa, Hungría, Argelia, Bulgaria, México, Colombia, Polonia, Eslovaquia, Rumania y Argentina (Urizal, 2006).

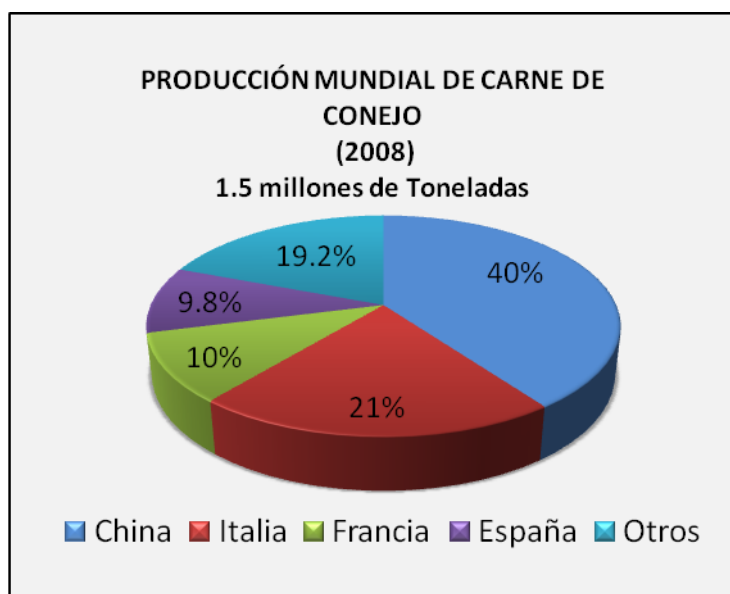


Figura 1. Principales productores de carne de conejo

El consumo per cápita mundial es de 300 g por persona (Urizal, 2006). Según datos de la FAO en 1994 (tabla 1), los países que encabezan el consumo de carne de conejo son los de la Unión Europea siendo Italia el primer país consumidor con 5.71 Kg. No obstante, que la ciudad de Nápoles posee el consumo por habitante más alto del mundo con 15 Kg por año. En China, el primer productor mundial, se consumen menos de 100 gramos por habitante puesto que la actividad está destinada a la producción de pelo.

Tabla 1. Consumidores de carne de conejo a nivel mundial

País/Ciudad	Consumo per cápita (Kg/persona/año)
Nápoles	15
Malta	8.8
Italia	5.71
Chipre	4.37
Francia	2.76
Bélgica	2.73
República Checa	1.72
Egipto	1.5
España	1.5
Portugal	0.76
Países Bajos	0.63
Alemania	0.44
México	0.4
Estados Unidos	0.14
Hungría	0.1
China	0.07
Argentina	0.06
Japón	0.03

2.1.3.2 Producción de carne de conejo en México

En México el conejo apareció desde la época prehispánica en donde era utilizado como medio de intercambio para la obtención de otros productos (se intercambiaban 8 semillas de cacao por un conejo); también ocupaba un lugar importante en la alimentación y la religión de los indígenas de ese tiempo. La especie doméstica fue introducida en el país por los colonizadores españoles (Comité Cunícola del D.F., 2007).

En los años 70's la cunicultura tuvo un gran auge desarrollándose en sistemas de traspatio, destinándose la producción al autoconsumo careciéndose de asesoría técnica en todo momento. A finales de 1988 se declaró una epizootia en conejos, por lo que se realizó una campaña a base de cuarentena, inspección, sacrificio, desinfección y sobre vigilancia; Diagnosticada la VHD (Enfermedad Hemorrágica Viral) el país se sumerge en un rezago productivo y en un rechazo total de la carne de conejo por parte de la población. En enero de 1991 el país es declarado libre de la VHD el Centro Nacional de Cunicultura comienza una intensa labor y

difusión sobre la producción y consumo de carne de conejo como parte del Programa Nacional contra el hambre y la desnutrición, por medio de la crianza de conejos en paquetes familiares en apoyo al sector social (Zamora, 1997; Segundo, 2008).

En la actualidad aún se carece de información sobre la producción, consumo, comercialización y mercado de su carne, desarrollándose en tres sistemas (Comité Nacional Cunicola, 2008):

1. Sistema familiar o de traspatio (80% de la población). Cuenta entre 10 y 20 reproductores, la alimentación se basa en productos agrícolas o desperdicio, se carece de tecnificación y la producción está destinada al autoconsumo, tampoco hay control productivo y reproductivo.
2. Sistema semi industrial (15% de la población). Se cuenta con un mínimo de 50 hembras, se lleva un control productivo, reproductivo y sanitario, la alimentación es por alimento concentrado, existe cierta tecnificación y se practica la venta directa.
3. Sistema industrial (5% de la población). Se cuenta con un número de 100 a 200 hembras, se practican técnicas que contribuyen a la mejora de la producción. El manejo productivo, reproductivo y sanitario es estricto. Resulta indispensable el uso de registros y el uso de alimentos concentrados.

México ocupa el décimo cuarto lugar a nivel mundial como productor de carne de conejo, produciéndose anualmente 4,200 toneladas, principalmente en los estados de Coahuila y Veracruz (Olivares y col., 2008).

La mayor parte del conejo producido se comercializa en la Ciudad de México y área conurbana aunque en estados como Puebla, Hidalgo, Tlaxcala, Morelos, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes y Veracruz, también se comercializa una cantidad importante (Comité Nacional Cunicola, 2008).

Los lugares principales donde es posible encontrar y consumir la carne de conejo son a pie de carretera, restaurantes, mercados, tiendas comerciales, explotaciones y ferias (Arredondo, 2006).

El consumo per cápita en nuestro país es apenas de 400 gramos por persona al año, cifra insignificante si se compara con el consumo de pollo que es de 22 Kg, el de res que es de 17 Kg, el de cerdo que es de 16 Kg, el de borrego que es de 2.4 Kg y el pavo que es de 800 gramos (Arredondo, 2006).

2.2 Carne de conejo

El conejo es una alternativa económica para la obtención de proteína de origen animal, aventaja a las demás especies por su alto potencial reproductivo, su elevada velocidad de crecimiento y por tratarse de una especie pequeña se facilita su comercialización. Además, la cría de esta especie requiere poco espacio y su alojamiento se puede realizar mediante construcciones rústicas con ciertas especificaciones técnicas (Coss y León, 2000).

En relación a la producción, el conejo es el animal doméstico que tiene mayor capacidad para producir carne en relación a su peso vivo, como se aprecia en la tabla 2 (ACUCH, 2009). Una coneja tiene un potencial reproductivo de 35-65 conejos por año, dependiendo el ritmo reproductivo al que se someta. En nuestro país por cada 10 conejas reproductoras se obtienen 350 crías por año (Coss y León, 2000).

Tabla 2. Cantidad de crías producidas al año en relación con el peso vivo de la madre de diferentes especies

Especie	Peso Vivo (PV) (Kg)	Media de animales producidos por año	Producción anual de carne (Kg)	Relación Kg/ PV
Vaca	450	1 ternero 350 Kg	350	0.77
Oveja	45	3 corderos 25 Kg	75	1.66
Cerdo	140	17 lechones 105 Kg	1785	12.75
Conejo	4.5	40 gazapos 2 Kg	80	17.77

La alimentación del conejo es estrictamente balanceada y su composición es a base de insumos con alto contenido en fibras como la alfalfa, el girasol y el

salvado, y las proteínas no contienen ningún elemento de origen animal debido a que se obtienen de oleaginosas. Se ha comprobado que el conejo puede transformar el 20% de las proteínas alimenticias en carne comestible, los valores de las demás especies son de 20-22% de para el pollo, 16-18% para el cerdo y 8-12% para el bovino. Además, el conejo puede asimilar fácilmente las proteínas contenidas en las plantas ricas en celulosa, mientras los pollos y pavos que dan mejores resultados en rendimiento, no son rentables cuando son nutridos con alimentos celulósicos (ACUCH, 2009).

Asimismo, por ser un animal monogástrico, su organismo no transforma las grasas de su alimento, al contrario de lo que ocurre con otras especies poligástricas (Maggi, 2009).

Las cualidades de su carne se pueden detallar a continuación (Caro y col., 1997; ACUCH, 2009; Cossu, 2009; Hernández, 2009):

- Carne blanca, magra, sabrosa y tierna.
- Adecuada para ser utilizada en las más variadas dietas.
- Rica en proteínas y en sales minerales.
- Baja en grasas, principalmente en colesterol.
- Carne “light” por excelencia, por su bajo contenido calórico.
- Escaso contenido de sodio y una notable cantidad de potasio.
- Alta relación carne-hueso (superior a la del pollo), los huesos y grasa representan tan solo el 14% del total de la canal.
- Elevado rendimiento en la cocción por su bajo contenido de agua.
- Una canal (1.0-1.6 Kg) del mercado es suficiente para la comida de 5 personas. Además es fácil de cocer y preparar.
- La carne de conejo tiene un corto ciclo de producción y, por lo tanto, este tipo de carne puede contribuir a reducir rápidamente la diferencia entre la demanda y la oferta de proteínas animales para el consumo humano.

El valor nutritivo de la carne de conejo es notable; tiene un contenido proteínico superior y un contenido de grasas inferior al de la mayoría de los demás tipos de

carne que el hombre consume, incluida la carne vacuna, porcina y ovina (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).

Además, el consumo de carne de conejo puede ser una buena manera de proporcionar compuestos bioactivos a los consumidores, ya que diversas investigaciones han demostrado ser eficaces para modificar el valor nutritivo de la carne de conejo en lo que concierne a la fracción lipídica, principalmente los niveles de ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linolénico (C18:3) (Kouba y col., 2008; Tres y col., 2008), el ácido linoleico (C 18:2) (Corino y col., 2002, 2003 y 2007) o vitamina E (Castellini y col., 1999; Dal Bosco y col., 2001) a fin de prevenir enfermedades cardiovasculares, aterosclerosis y otras enfermedades. Así como mejorar las calidad sensorial de la carne (Dal Bosco y col., 2004; Ariño, 2006; Oteku e Igene, 2006).

2.3 Obtención de la carne

El sacrificio es la culminación de la explotación cunícola y debe realizarse de la mejor manera para no descalificar la presentación de la canal para el mercado. La edad ideal para el sacrificio está entre las 9 y 14 semanas de nacido, con un peso de 1.8 a 2.4 Kg en pie. El animal debe estar sano, buen estado de la carne y no estar en muda de pelo (Echeverri, 2004).

2.3.1 Movilización de animales

Los animales que se transportan a algún rastro para su maquila, deben examinarse minuciosamente por el encargado de la granja antes de abandonarla, pues así evitará la venta de aquellos ejemplares que de acuerdo a su criterio puedan ser decomisados por algún problema sanitario, lo que perjudicará la reputación comercial de su negocio (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).

El periodo de movilización comprende desde el momento en que se embarca al primer animal hasta que se ha desembarcado al último. Durante este tiempo los

responsables del manejo deben mantener la comodidad y seguridad de los ejemplares en todo momento, también se deben hacer una selección del tamaño, diseño, material y resistencia del vehículo, contenedor o jaula y se deberá realizar con base a la especie, número, tamaño, edad, sexo o comportamiento de los animales en cuestión (NOM-051-ZOO-1995).

Si el trayecto es mayor a 50 Km se recomiendan de 12-24 h de descanso dependiendo del animal, si el trayecto es menor los tiempos pueden reducirse a la mitad, y pueden realizarse con o sin desembarco de los animales para que reciban agua o alimento periódicamente (NOM-051-ZOO-1995).

2.3.2 Inspección ante-mortem

Un médico veterinario oficial realiza la inspección ante-mortem en los corrales con un máximo de 24 horas previas al sacrificio y debe realizarse con luz natural o con una fuente lumínica no menor a 60 candelas, se examinarán los animales en estática y en movimiento, con el fin de apreciar posibles anormalidades (NOM-009-ZOO-1994).

Antes del sacrificio el animal debe permanecer como mínimo 12 horas en ayuno y en reposo de 2 a 8 horas sin limitar el consumo de agua. El traslado a la sala de sacrificio debe ser tal que no comprometa la vida del animal (Echeverri, 2004).

La matanza del conejo debe llevarse a cabo por personal capacitado y en un rastro debidamente autorizado. Sin embargo, en nuestro país el sacrificio se realiza en las mismas granjas con el mayor cuidado para evitar la contaminación de la carne. Para ello, los empleados requieren de overol, mandil, casco, botas de hule, guantes largos y afilador, cuchillo y estar en óptimas condiciones de salud. Además deben contar mínimo con un bastidor que permita colgar los conejos mediante ganchos, agua, luz eléctrica, una báscula de al menos 5 Kg, bolsas de plástico, marcadores para anotar el peso de la canal, hojas de registro de datos,

mesas, charolas y el equipo necesario para trabajar cómoda e higiénicamente (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).

2.3.3 Sacrificio

Las etapas del sacrificio son:

- Aturdimiento. La insensibilización permite tener un mejor manejo del animal y causarle el menor sufrimiento posible, se practica por un golpe en la frente con una pistola de émbolo oculto, un golpe en la nuca (figura 2), dislocar el cuello mediante un movimiento brusco o aplicar una descarga eléctrica en la nuca (NOM-033-ZOO-1995).



Figura 2. Desnucado

- Sangría. Para realizar la sangría se suspende al ejemplar en uno o dos ganchos, quedando suspendido de uno o ambos miembros posteriores. Inmediatamente se procede al degüello (corte de la yugular) (figura 3), a la decapitación o si se prefiere, dejar la cabeza (ya que incrementa el rendimiento de la canal). La sangría debe hacerse dentro de los 30 segundos después de la insensibilización, esto para lograr un buen sangrado mejorando la calidad y aspecto de la carne (Echeverri, 2004).



Figura 3. Colgado y degüello

- Desollado. Ya que se desangra el animal se cortan la cola, orejas (si se conserva la cabeza) y los pies libres; se realizan cortes de la piel a lo largo de la cara interna de las extremidades posteriores, desde el tarso hasta el ano, y se procede al desollado jalando la piel hacia abajo separando con un cuchillo la piel de la grasa, quedando esta última en la canal, consiguiendo su inversión hasta el cuello (figura 4); la piel se retira estando la canal caliente (Echeverri, 2004).



- A) Cortes a los lados de las patas y cola B) Desprendimiento de piel
C) Se jala la piel D) Se termina de quitar la piel

Figura 4. Desollado

- Evisceración. Se realiza una incisión en la canal, desde el tórax hasta el ano; se retira la vejiga y la vesícula cuidando que la orina no caiga en la canal provocando un olor y sabor desagradable y que el líquido biliar no se derrame causando un color verdoso y sabor amargo. En seguida se corta alrededor del ano para desprender las glándulas perianales, aparato reproductor, intestinos, estómago, esófago y tráquea. Y finalmente se puede o no extraer el corazón, los pulmones y los riñones realizando un corte en el diafragma como se muestra en la figura 5 (Echeverri, 2004). También se debe evitar el contacto de las canales con áreas sucias o pelos. De acuerdo a la NOM-009-ZOO-1994, la evisceración debe efectuarse en

un lapso no mayor a 30 minutos después del sacrificio del animal, ya que si se excede este tiempo se compromete su calidad microbiológica.

Con base a la NMX-FF-105-SCFI-2005 las canales de conejo que se comercialicen en territorio nacional deben proceder de animales cuya explotación o zona de origen no se encuentre sometida a ningún tipo de prohibición, debe ser tierna, firme, fresca y libre de pelo, simultáneamente debe estar libre de tumoraciones, hematomas, hemorragias, abscesos y manchas blancas en el hígado para ello, un médico veterinario llevará a cabo la inspección post- mortem.



E) Canal lista para eviscerar, F) Se abre por la mitad y se quita la vesícula y G) Finalmente, se quitan las vísceras y se dejan riñones, corazón e hígado.

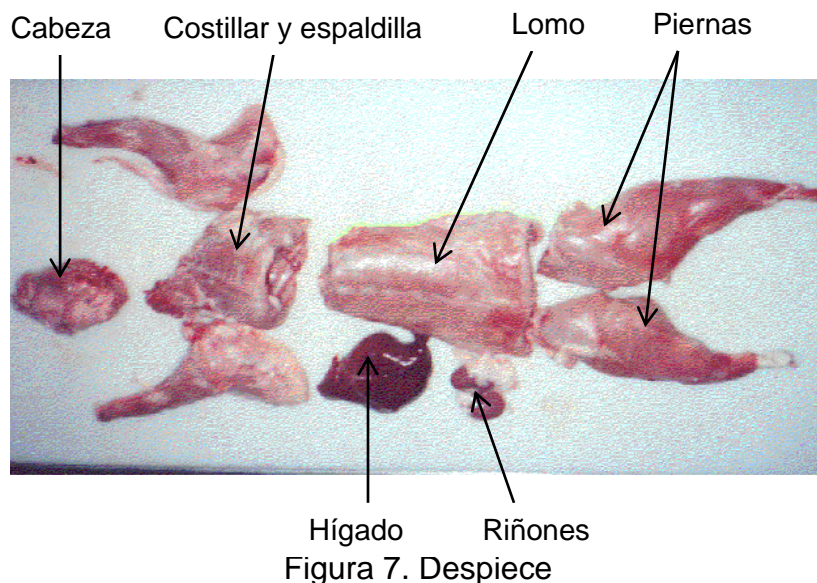
Figura 5. Eviscerado

- Lavado de la canal. Concluida la evisceración, la canal se lava con abundante agua (figura 6), es importante que la aplicación de agua no sea mayor a 10 minutos y se orea por una hora con buena ventilación e higiene hasta el despiece de las canales (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).



Figura 6. Lavado

- Despiece. Finalmente se lleva a cabo el despiece de las canales con base a los requerimientos del cliente; canal completa o en piezas (figura 7), en ambos casos con o sin cabeza y también puede o no llevar el hígado y los riñones (NMX-FF-105-SCFI-2005).



- Limpieza. Una vez terminada la jornada de trabajo es indispensable asegurar la completa limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios de labor (Centro Nacional de Cunicultura, 2005).

2.3.4 Clasificación de las canales de conejo

En la tabla 3 se muestra la clasificación de la carne de conejo para abasto con base a la norma NMX-FF-105-SCFI-2005:

Tabla 3. Clasificación de las canales de conejo

Categoría	Peso en Canal (Kg)	Edad (Días)
México Extra	1.0-1.5	Hasta 77
México 1	0.9-1.8	Hasta 100
México 2	Menor de 0.9-1.8	Cualquier edad

2.3.5 Almacenamiento y transporte de las canales de conejo

La carne, después de la inspección veterinaria oficial, debe ser conservada mediante refrigeración o congelación. En el caso de la refrigeración, la

temperatura no podrá ser superior a 4 °C mientras que si es congelada no podrá superar -12 °C (NOM-009-ZOO-1994).

La normativa permite condiciones menos rigurosas cuando se trata del comercio al por menor o en locales contiguos al punto de venta si su destino es el consumidor. En este caso, los establecimientos dispondrán, como mínimo, de un frigorífico provisto de un termómetro debidamente calibrado que garantice una temperatura entre 0 °C y 8° C (NMX-FF-105-SCFI-2005).

El transporte debe realizarse en condiciones de higiene legalmente satisfactorias con el fin de evitar cualquier deterioro o contaminación. Los vehículos deben adecuarse para preservar la higiene y estar acondicionados para mantener las temperaturas dentro de los límites fijados para la refrigeración y la congelación de la carne (NMX-FF-105-SCFI-2005).

2.3.6 Envasado

Según la NMX-FF-105-SCFI-2005 el envasado debe realizarse en charolas de poliestireno expandido, polietileno o cualquier material autorizado por la Secretaría de Salud y Secretaría de Economía, el envase debe ser nuevo, resistente y que no presente defectos que alteren la apariencia y la sanidad del alimento. Además se puede aplicar cualquier método que asegure la conservación del producto, que a su vez debe presentar como mínimo la siguiente información (figura 8):

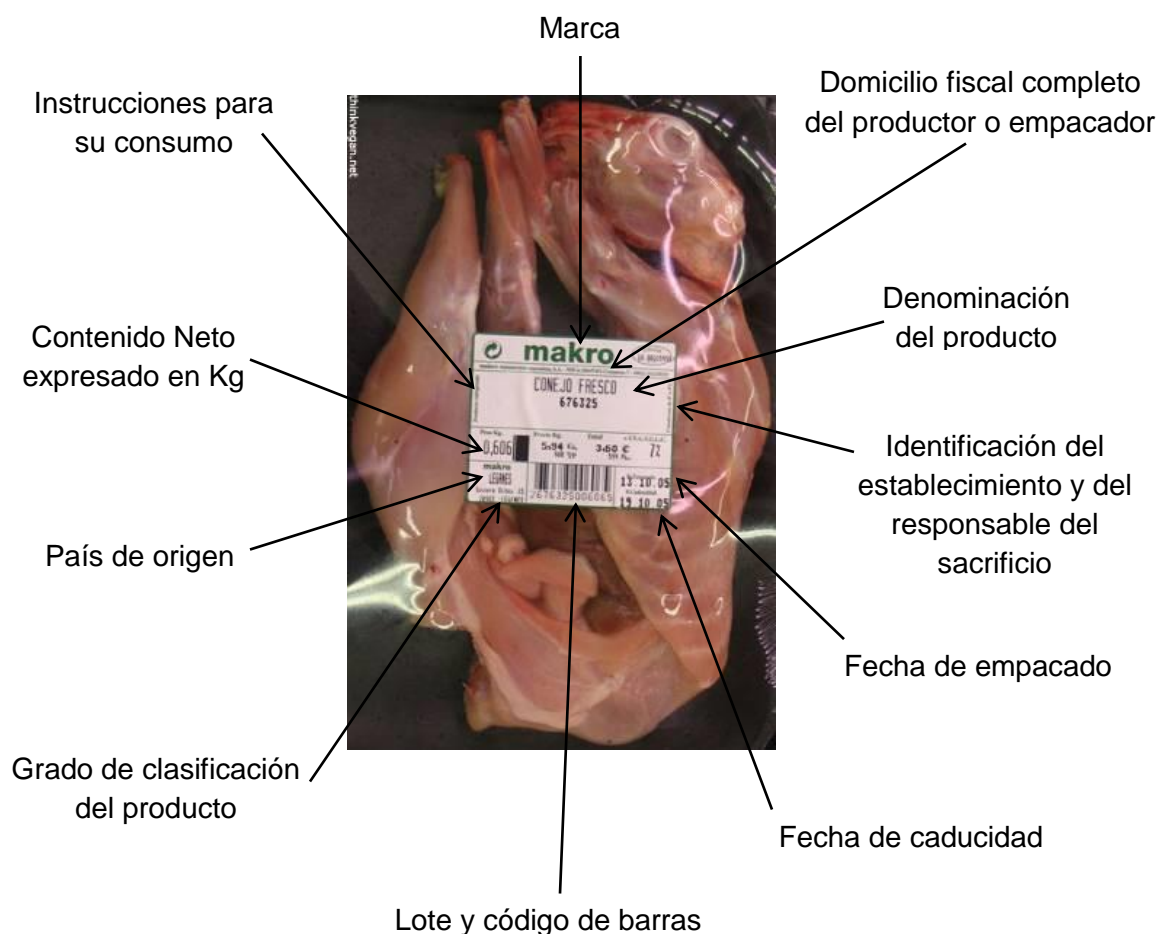


Figura 8. Etiquetado de las canales de conejo

2.4 Composición química de la carne de conejo

La carne de conejo por su composición y riqueza nutritiva es considerada dietética recomendándose para la alimentación de mujeres embarazadas, para niños en estado de crecimiento, para personas con problemas digestivos, de colesterol, de corazón, de hipertensión arterial y de ácido úrico así, como adultos de la tercera edad (Gómez y Argüelles, 2005).

La carne de conejo es muy saludable por su alto porcentaje en proteínas ricas en aminoácidos esenciales como el triptofano. La ingesta diaria proteica debe hacerse a base de combinar legumbres, huevos, carne, pescados y lácteos. En general se recomienda que el 40% de las proteínas sean de origen animal. La

canal de un conejo pesa de 1.3-1.5 Kg, sin embargo, tan solo 100 g de carne, proporcionan de 19-25 g de proteína, el 50% de los requerimientos diarios en cualquier circunstancia (adulto, crecimiento, embarazo, lactancia), el 60% de lo necesario en adultos mayores a 65 años y del mismo modo para bebés como primera fuente de proteína animal (Bixquert y Gil, 2005).

La carne de conejo es un alimento magro, aunque el contenido en grasa puede variar dependiendo de la parte de la canal estudiada. El lomo y la pierna son las partes más importantes de la canal de conejo, el lomo es la parte más magra de la canal con un 1.2% de grasa, este valor es más bajo que el presentado en otras carnes magras como la pechuga de pollo que contiene 2% de grasa. La carne de la pierna presenta un contenido de grasa algo superior, alrededor de un 3%, aunque sigue siendo una carne magra (Rabot y col., 1996).

Los lípidos de la carne del conejo están provistos de ácidos grasos mono y poli insaturados siendo el mayoritario el ácido linoleico (C18:2), este ácido es del orden de 10 veces superior a la cantidad encontrada en vacuno y cordero, y más del doble en porcino y contiene ácidos grasos saturados en menor proporción que el resto de las otras carnes (Ramírez y col., 2005). También tiene un alto porcentaje de ácido linolénico (C18:3) comparado con otras especies (1.4% en cordero, 0.70% en vacuno y 0.95% en porcino). Por otra parte, los porcentajes de ácido oleico y de esteárico en la carne de conejo suelen ser inferiores a los presentados en otras especies. Debido a su bajo contenido en colesterol se recomienda para personas con problemas cardiovasculares o en dietas para controlar efectos del colesterol (Enser y col., 1996).

Al tener menos grasa que otras carnes animales es muy fácil de digerir a parte de ser muy tierna por ser pobre en fibras colágenas. Por su alta metabolización y digestión es recomendada para niños en edad de crecimiento y para personas que sufren de problemas digestivos como los de la tercera edad (Bixquert y Gil, 2005).

Estas propiedades la colocan como una carne superior frente a otras tal como lo muestra la tabla 4 (Bixquert y Gil, 2005).

Tabla 4. Composición química de la carne de conejo comparada con otras carnes

Especie	Peso en canal (Kg)	Proteína (%)	Grasa (%)	Agua (%)	Colesterol (mg/100 g)	Aporte energético (Kcal/100g)	Hierro (mg/100g)
Tenera	150	14-20	8-9	74	70-84	170	2.2
Vaca	250	19-21	10-19	71	90-100	250	2.8
Cerdo	80	12-16	30-35	52	70-105	290	1.7
Cordero	10	11-16	20-25	63	75-77	250	2.3
Conejo	1	19-25	3-8	70	25-50	160-200	3.5
Pollo	1.3-1.5	12-18	9-10	67	81-100	150-195	1.8

La carne de conejo tiene un alto contenido en vitaminas principalmente del grupo B la tiamina (B1), la riboflavina (B2), la niacina (B3), la piridoxina (B6), el folato (B9) y la cianocobalamina (B12), mismas que intervienen en muchos procesos metabólicos y que son indispensables para el trabajo muscular y nervioso, es apropiada particularmente para los niños, adolescentes y mujeres embarazadas, es decir, para las personas que requieren muchas vitaminas (Zamora, 2001). También contiene 0.79 mg/100 g de carne de Vitamina E, que es un contenido muy alto comparado con los de las otras carnes, que por lo general tienen 0.20 mg /100 g de carne. Esta vitamina posee características antioxidantes que permite reducir el envejecimiento celular y tiene una acción beneficiosa en la prevención cardiovascular (Comité Nacional Cunicola, 2008).

Al mismo tiempo, aporta importantes minerales como el calcio y el zinc. Su aporte de sodio es muy bajo (49 y 37 mg/100g de lomo y pierna, respectivamente), el de magnesio alto y su contenido en hierro es superior al de las otras carnes, lo que la hace conveniente para problemas de hipertensión o vasculopatías (Bixquert y Gil, 2005).

La carne de conejo no tiene ácido úrico y su contenido en purinas es bajo (32 mg/100 g) a diferencia de ciertos pescados (arenques, anchoas, bacalao, trucha y salmón), algunos mariscos (cangrejo, ostras), las vísceras, otras carnes (vacuno, cerdo y pavo), legumbres (alubias, garbanzos, lentejas) y las espinacas; por ello

no existen restricciones sobre su consumo, ya que ayuda a prevenir los disturbios del metabolismo lipídico. En pruebas de laboratorio, se ha comprobado que la producción de ácido úrico del cuerpo humano es menor tras su ingestión que cuando se consumen otras carnes (res, cerdo, carnero) es ligeramente menor al pollo y mayor en pequeña proporción al pescado fresco, por eso se recomienda para convalecientes y artríticos (Bixquert y Gil, 2005).

Se considera una carne light porque su aporte calórico es bajo, contiene alrededor de 160 Kcal por cada 100 g siendo muy recomendable para todos aquellos que se preocupan por conservar la línea, incluso si se retiran las partes donde se deposita la grasa (riñón y hombros), se obtiene una carne más fina y ligera (Comité Nacional Cunícola, 2008).

Además es un alimento que goza de un exquisito sabor, se pueden preparar diversos platillos ya que acepta cualquier tipo de cocción y su preparación está al alcance de familias tanto de escasos recursos como en la alta cocina (Echeverri, 2004).

2.5 Microbiología de la carne

En general, después del sacrificio, las partes internas de la carne son estériles por lo que la contaminación microbiana se da de forma superficial. La contaminación resulta de las operaciones inherentes a su obtención durante la matanza y evisceración. Aunque se tenga el mayor cuidado durante la faena siempre es posible tener algún grado de contaminación (Price y Schweigert, 1994).

Todo aquello que contacta con la carne durante el proceso de carnización constituye una fuente potencial de contaminación microbiana: aerosoles, polvos, las manos y ropa del personal, los equipos, los utensilios, las canales vecinas, las vísceras y el agua. Además el tracto intestinal del animal tiene una elevada cantidad de microorganismos y puede pasar a la canal si se producen incisiones o roturas (Forrest y col., 1979). Para reducir al máximo el nivel de contaminación se

deben seguir los procedimientos de buenas prácticas de manufactura y análisis de riesgos y puntos críticos de control apropiados (Hui y col., 2006)

Las características de los microorganismos que se desarrollan durante el procesamiento de la carne dependen de las condiciones medioambientales que la rodean y de la carga microbiana presente en las superficies con que la carne está en contacto como resultado de una contaminación cruzada (Brown, 1982).

Cuando termina el faenado la superficie de la canal está húmeda y caliente, condiciones favorables para la proliferación microbiana por lo que se debe enfriar rápidamente, al enfriar la canal disminuye el recuento microbiano, la superficie se deshidrata y se modifica la flora predominando los microorganismos psicrótrofos. La velocidad de crecimiento de los microorganismos dependerá del pH alcanzado, la temperatura y la Aw que está en función de la humedad relativa del medio (López y Casp, 2004).

Los microorganismos que contaminan la carne se fijan a la superficie estéril por medio de un proceso llamado adherencia microbiana, en la que intervienen dos fenómenos distintos. En el primero, las células se unen por fuerzas físicas como las de Van Der Waals, esta etapa es reversible; y en la segunda, dependiendo del tiempo, se forma un exopolisacárido extracelular que une fuertemente a las bacterias entre sí y con la superficie en cuestión (Hui y col., 2006).

La adherencia microbiana se puede prevenir con la pronta aplicación de agentes antimicrobianos como el ácido láctico y la nisina. Experimentalmente se ha comprobado que microorganismos como *Pseudomonas* pueden desarrollar microfibrillas de adherencia en menos de 60 minutos. Los mismos estudios señalan que al poner en contacto una cantidad conocida de *Pseudomonas* con músculo bovino estéril, 80% de las bacterias presentes se adhieren antes del primer minuto de contacto con la carne. Esto conlleva a reducir al mínimo la contaminación inicial de la carne (Ockerman y col., 1992).

El desarrollo de biopelícula protege a los microorganismos y dificulta su eliminación, ya que constituye una manera de promover homeostasis en conjunto con las demás células y los protege contra los agentes antimicrobianos que pudieran aplicarse (Rodríguez, 1990: Rodríguez, 1996).

2.6 Deterioro de la carne

La carne y los productos cárnicos son productos altamente perecederos y la alteración se inicia después de la sangría, como resultado de acciones físicas y químicas, pero sobretodo microbiológicas. Primero las enzimas hidrolíticas endógenas de la carne degradan parcialmente las moléculas complejas y después son las enzimas producidas por los microorganismos las responsables de la degradación total. La velocidad de alteración de la carne depende del tipo y número de microorganismos presentes en el medio ambiente del cual se obtuvo inicialmente y de las condiciones sanitarias bajo las cuales se manipuló, procesó, empacó y almacenó (Forrest y col., 1979). A continuación se detallan los principales cambios asociados a los microorganismos:

2.6.1 Cambios químicos

Los principales cambios químicos que dan lugar al deterioro de la carne son la degradación de las proteínas, los carbohidratos y los lípidos a moléculas más sencillas con el fin de utilizarlas como fuentes nutritivas para los microorganismos como glucosa, glucosa-6-fosfato, ribosa, glicerol, aminoácidos y lactato (Hui y col., 2006).

Algunos microorganismos tienen mayor impacto en las características organolépticas de un alimento que otros debido al tipo de enzimas que actúan sobre los constituyentes del alimento. Los niveles y/o tipos de microorganismos de alteración, así como los cambios en las características perceptibles de calidad variarán dependiendo del alimento y de las condiciones de almacenamiento tales como la temperatura y la atmósfera gaseosa (Hui y col., 2006).

METABOLISMO DE LAS PROTEÍNAS

Los productos finales de la acción microbiana dependen de la disponibilidad de oxígeno. Cuando el oxígeno es abundante los productos de la hidrólisis proteica son péptidos sencillos o aminoácidos, mientras en condiciones anaerobias la degradación es a sustancias azufradas que son malolientes y peligrosas (Forrest y col., 1979).

Algunas bacterias como ciertas especies de *Clostridium*, *Bacillus* y *Pseudomonas*, secretan enzimas proteolíticas (proteinasas y peptidasas) extracelulares que hidrolizan rápidamente las moléculas de proteína hasta péptidos solubles y aminoácidos. Estas enzimas hidrolíticas llevan a cabo la licuefacción de la proteína acompañada de liberación de energía para crecer, sin embargo continúan con un ataque sobre los aminoácidos liberados produciendo mercaptanos, aminas, ácidos grasos con olores desagradables provocando la putrefacción de la carne (Price y Schweigert, 1994).

Otras bacterias secretan enzimas (colagenasas y gelatinasas) que atacan el colágeno o la gelatina, sin embargo, hay bacterias que no pueden atacar las proteínas pero si metabolizan los aminoácidos libres o pequeños péptidos como fuente de energía, estas reacciones producen compuestos de olores fuertes y desagradables (Price y Schweigert, 1994).

Asimismo también hay cambios en el color resultado de reacciones directas entre los pigmentos cárnicos y productos metabólicos bacterianos como el peróxido de hidrógeno, ácido sulfhídrico o el nitrito (Forrest y col., 1979).

METABOLISMO DE LOS LIPÍDOS

Las bacterias desarrollan dos tipos de ataques enzimáticos sobre las grasas: la hidrólisis por una lipasa y la oxidación de los ácidos grasos por oxidasas, los productos de estas reacciones dan la combinación de olores y sabores denominado enranciamiento (Price y Schweigert, 1994).

Las lipasas segregadas por los microorganismos hidrolizan los triglicéridos y los fosfolípidos a glicerina y ácidos grasos en el primer caso, y a bases nitrogenadas y fósforo en el caso de los fosfolípidos (Forrest y col., 1979).

Las oxidasas que afectan a los ácidos insaturados tanto esterificados como libres dan como resultado la acumulación de sustancias de bajo peso molecular como aldehídos, cetonas, ácidos grasos, epóxidos y peróxidos que confieren al producto un olor y sabor desagradables (López y Casp, 2004).

Hay muchos factores que influyen en las modificaciones que causa el metabolismo bacteriano como la temperatura, el pH o la tensión de oxígeno que determinan el tipo de flora y las enzimas que se desarrollarán (Price y Schweigert, 1994).

Los microorganismos lipolíticos más destacados son las *Pseudomonas* y otras bacterias gram-negativas, bacilos, hongos y levaduras. Los ácidos grasos liberados producen un efecto inhibitorio sobre algunos microorganismos, se ha observado que la flora de una carne rancia disminuye conforme se desarrolla la rancidez (Price y Schweigert, 1994).

El grado de oxidación depende del tipo de especie y de músculo, ya que los músculos rojos son más propensos a oxidarse que los blancos, la mioglobina (pigmento mayoritario) sufre una serie de transformaciones debido al medio donde se encuentra, el color es rojo brillante debido a la oxigenación de la mioglobina que se convierte en metamioglobina debido a la oxidación por las condiciones del medio ambiente (Hui y col., 2006).

METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

Aunque la carne es pobre en carbohidratos muchos los utilizan como fuente de carbono para su crecimiento, estos microorganismos crecen aeróbicamente en la carne (*Pseudomonas*, hongos, levaduras y *Micrococcus*) oxidando los azúcares hasta CO₂ y agua. Los productos de la oxidación no afectan en el aroma o flavor de la carne, pero los microorganismos producen grandes masas de células en la

superficie formando manchas o limo superficial. Si por alguna razón la oxidación no se completa se acumulan ácidos orgánicos (Price y Schweigert, 1994).

Los microorganismos que se desarrollan en la superficie de la carne utilizan preferentemente la glucosa. Cuando la velocidad de utilización de glucosa supera a la de su difusión desde los tejidos internos, se degradan aminoácidos. El contenido de la glucosa de la carne es un factor crítico que determina la aparición de olores extraños (Hui y col., 2006).

El metabolismo anaerobio de los carbohidratos en la carne se da principalmente por bacterias lácticas que convierten los glúcidos en ácido láctico y hacen descender el pH. Algunas moléculas pequeñas como la acetoína son responsables del flavor característico que es deseable en algunos productos pero indeseables en otros (Price y Schweigert, 1994).

2.6.2 Cambios físicos

Los cambios físicos originados por los microorganismos son más llamativos que los químicos. La alteración de la carne se clasifica en aeróbica o anaeróbica dependiendo de las condiciones en que tuvo lugar (Forrest y col., 1979).

La alteración aeróbica se da por bacterias y levaduras que producen mucosidad, de olores y aromas repugnantes, cambios de color y cambios en los lípidos. La producción de compuestos oxidantes por parte de las bacterias, la mioglobina y oximioglobina se transforman en metamioglobina y otras formas oxidadas del pigmento, apareciendo colores gris, marrón o verde. Estas anomalías aumentan bajo la acción de bacterias y levaduras lipolíticas. La alteración aeróbica por mohos da lugar a la aparición en la carne de una sustancia pegajosa. También es común la formación de botones fúngicos o zonas algodonosas (Forrest y col., 1979).

La alteración anaerobia se debe a las bacterias facultativas y anaerobias y se define con el término amargor o hediondez. El amargor se debe a la acumulación

de ácidos orgánicos durante la degradación enzimática de moléculas complejas. Y el término hediondez es usado para describir la aparición de olores y aromas repugnantes que se deben a las bacterias anaeróbicas que pueden encontrarse en los ganglios linfáticos o en las articulaciones óseas. El término hueso hediondo o amargo se utiliza para describir el olor pútrido-amargo que en ocasiones se encuentra en los tejidos que rodean al hueso (Forrest y col., 1979).

Por otro lado antes del sacrificio los animales están sujetos a estrés por lo que su presión sanguínea aumenta hasta romper los capilares derramando sangre en los tejidos por lo que es frecuente la aparición de pequeñas manchas rojo oscuras (Price y Schweigert, 1994).

También existen otros factores que inducen decoloraciones en la carne (Price y Schweigert, 1994):

- Iones metálicos. El cobre, hierro, zinc y aluminio, pueden catalizar la oxidación de la oximioglobina a metamioglobina aparte de que estos iones forman sales coloreadas que alteran el color de la carne.
- Sal. La sal actúa de tres modos: (1) actuando como pro-oxidante de la oxidación del hemo, causando su pardeamiento (2) desnaturalizando enzimas, deteniendo así la glicólisis y la producción de sustancias reductoras endógenas; y (3) incrementando la capacidad de retención de agua de las proteínas, lo que hace a los tejidos más permeables a la luz y más oscuros.
- Luz. La luz causa la disociación del oxígeno del hemo en la oximioglobina, la reformación del complejo es muy rápida, especialmente en la superficie de la carne donde la concentración de oxígeno es alta. La oxidación del pigmento causará decoloración, pero la intensidad de ésta dependerá de la capacidad reductora de los tejidos.

- Gases. El efecto principal de los gases inertes, incluyendo al N₂. y gases refrigerantes como el freón, es disminuir la presión parcial de oxígeno, causando el pardeamiento de la carne.

2.6.3 Factores que influyen en el metabolismo microbiano

Los factores que afectan el crecimiento microbiano de la carne se dividen en propiedades intrínsecas como contenido de humedad, pH, potencial de óxido-reducción, valor nutritivo y presencia o ausencia de sustancias inhibitorias y extrínsecas tales como temperatura, humedad relativa, presencia o ausencia de oxígeno y estado físico de la carne (en canal, rebanada o picada). Sin embargo, los factores que ejercen más influencia en el crecimiento de los microorganismos son la temperatura de almacenamiento, la humedad y la disponibilidad de oxígeno (Brown, 1982; Man, 2004).

2.7 Microorganismos de la carne

La contaminación inicial de la carne fresca consta de la flora de la piel que está compuesta de levaduras, bacilos, micrococos, estafilococos, corinebacterias, bacterias tipo *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterias*, *Enterobacteriaceae*, *E.coli*, *Salmonella spp.*, *Shewanella putrefaciens* y *Listeria spp* (Hui y col., 2006).

A una temperatura alta de almacenamiento (25-30°C) la flora alterante está formada principalmente por enterobacterias y *Acinetobacter spp*. Si la temperatura ha desecado la superficie pueden aparecer colonias de micrococos, levaduras y mohos. El crecimiento de la microflora bajo estas circunstancias es irregular en la canal debido a variaciones en la Aw superficial (Hui y col., 2006).

Los mohos tienden a predominar cuando la superficie está excesivamente seca, se han aislado los siguientes géneros: *Thamnidium*, *Mucor*, *Rhizopus* en vacuno; *Clodosporium* causa moteado negro; *Penicillium*, produce manchas verdes y *Sporotrichum* y *Chrysosporium* produce moteado blanco. Entre los géneros de

levaduras aisladas de canales de vacuno están *Candida* y *Rhodoturolo*, siendo *C. lipolytica* y *C. zelanooides* las especies más abundantes (Hui y col., 2006).

En condiciones aerobias y almacenadas a temperaturas cercanas a 0°C se favorecen el crecimiento de psicrótrofos de los géneros: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Psychrobacter immobilis*, *Achromobacter* y *Flavobacterium* (Schöbitz y cols., 1990). Siendo *Pseudomonas* la población predominante, dentro de éste género las más importantes son *P. fragi*, *P. lundensis* y *P. fluorescens*. La carne refrigerada tiene un alto contenido de agua con un valor de Aw de 0.990, este ambiente es adecuado para el crecimiento microbiano por lo que después de un tiempo prolongado se inicia la alteración (Price y Schweigert, 1994).

Las *Pseudomonas* provocan la aparición de mucosidad y malos olores en la superficie de la carne ya que generan ésteres, aminas, compuestos azufrados y ácidos como producto del metabolismo de los aminoácidos (Price y Schweigert, 1994), mientras que, en el interior se da principalmente por *Brochothrix thermosphacta*, *Carnobacterium*, *Lactobacillus spp*, *Leuconostoc spp.* y *Weissella spp* que producen olores desagradables, sabores amargos, decoloraciones, gas, viscosidad y disminuyen el pH. Cabe destacar que estas bacterias constituyen una pequeña proporción de la microflora alterante (Hui y col., 2006).

La vida útil de la carne, conservada en atmósfera normal, está limitada por la presencia de oxígeno atmosférico y del crecimiento de microorganismos aerobios que producen cambios de color, sabor, olor y textura conduciendo a un deterioro de calidad (López y Casp, 2004).

En un ambiente anaerobio y bajo condiciones de refrigeración el crecimiento de microorganismos es menor además se inhiben *Pseudomonas*, *Moraxella* y *Acinetobacter* predominando las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*), *Brochothrix thermosphacta* y *Enterobacteriaceae* que no producen olores desagradables como los aerobios y por lo tanto toleran recuentos microbianos más altos (Price y Schweigert, 1994).

2.8 Conservación de la carne

Los métodos de conservación pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes enfoques tecnológicos; los métodos que previenen la contaminación inicial, durante el faenado y despiece; la inactivación de los microorganismos que pudieran estar presentes en la carne y; el uso de condiciones de almacenamiento que prevengan o reduzcan el nivel de desarrollo de microorganismos en el producto. Por esto, el tiempo de almacenamiento durante el que se mantiene el óptimo de aceptabilidad, dependen del método utilizado y de las propiedades inherentes del producto (Forrest y col., 1979).

Al evaluar un método de conservación, se deben considerar además de la prevención de la alteración; el efecto del método sobre la calidad del producto, los riesgos para la salud del manipulador y el consumidor, el posible mal empleo del método, los problemas de distribución y comercialización y la evaluación ingenieril y económica de la aplicación comercial del método (Price y Schweigert, 1994).

Los empaques y sistemas de envasado de alimentos perecederos como la carne se diseñan para mantener la calidad natural de la carne a través del flujo comercial hasta su uso por parte del cliente. La vida de anaquel requerida depende de la manera en la que es comercializada; es decir, cómo y dónde, identificando los parámetros de tiempo, temperatura y condiciones de exposición (Hui y col., 2006).

En relación al envasado de la carne se debe considerar la permeabilidad de oxígeno del material de empaque, ya que uno de los factores más importantes es la conservación de un color óptimo, presente cuando la mioglobina se encuentra oxigenada. Además, se debe tomar en cuenta la permeabilidad a la humedad, la dureza, la estabilidad, la capacidad de automatización, la capacidad de impresión, el sellado, la resistencia al calor, las necesidades del mercado y el costo (Hui y col., 2006).

Los sistemas de envasado se clasifican según la forma o el tipo de material de empaque, el proceso de elaboración del envase y el proceso por el cual se elimina el oxígeno del envase. A continuación se describen los principales sistemas utilizados para carne y productos cárnicos: empaque al vacío y empaque en atmósferas modificadas (Hui y col., 2006).

2.8.1 Empaque al vacío

Uno de los métodos de conservación de la carne, es envasarla al vacío, esto tiene por finalidad inhibir el desarrollo de la flora causante de la descomposición, y favorecer el desarrollo de otras bacterias como la flora ácido láctica (Brody, 1996).

El proceso implica el uso de un film de baja permeabilidad al oxígeno, y el cerrado después de realizar toda la evacuación del aire sin que sea reemplazado por otros gases, con buenas condiciones de realización del envasado a vacío la concentración de oxígeno se reduce por debajo del 1% (López y Casp, 2004).

En el envasado a vacío se limita la entrada de oxígeno desde el exterior, generalmente se utilizan laminados donde como película interna se utiliza polietileno y como película de soporte poliamida, poliéster, celulosa, aluminio u otros materiales (Hui y col., 2006).

Los alimentos metabólicamente activos, como la carne, continúa con sus actividades respiratorias, consumiéndose el oxígeno en los tejidos del producto, con lo que aumenta el vacío y se produce CO₂, que al final en el interior del envase se incrementa hasta el 10-20% y vapor de agua. La evolución de la flora microbiana en carne envasada a vacío es en los 15-20 primeros días similar a la que se observa en las atmósferas modificadas enriquecidas con CO₂, pero después la tasa microbiana se estabiliza y no llega al nivel de 10⁸ ufc/cm² (Brody, 1996).

Debido a la estabilización de la tasa de bacterias por debajo de los 10⁸ ufc/cm² es difícil decidir cuando una carne envasada a vacío no es apta para consumo

humano. Además las sustancias resultantes del metabolismo de la flora láctica (ác. láctico, diacetilo, acetoína, etc.) confieren a la carne un aroma que no es claramente desagradable y se disipa rápidamente al abrir el envase (López y Casp, 2004).

El CO₂ que se forma al interior de la bolsa, generado por la actividad enzimática de la carne y de los microorganismos, retrasa e inhibe el crecimiento de algunas bacterias como *Pseudomonas* a niveles tan bajos como un 10%. Sin embargo, el envasado no se realiza adecuadamente o por alguna razón no se logra excluir el oxígeno, crecerán *Pseudomonas* que alterarán la carne de la misma forma que en condiciones de aerobiosis (Brody, 1996).

Otro microorganismo presente en este tipo de carne puede ser *Brochothrix thermosphacta*, el cual, bajo condiciones aerobias, utiliza la glucosa como sustrato para crecer produciendo ácido acético y acetoína a partir de ella. Este microorganismo causaría un 'olor dulzón' característico en la carne. En condiciones anaerobias este microorganismo utiliza el ácido láctico como producto metabólico (Sakala y col., 2002). Se ha demostrado que la bacteria a la segunda semana de envasado al vacío tiende a disminuir predominando la flora láctica que inicialmente constituye una pequeña proporción pero al cabo de 20 días alcanzan del 70 al 90% de la población (Schöbitz y col., 1990).

Las posibles variaciones en la vida útil de la carne envasada al vacío se pueden deber a una serie de factores como: pH inicial de la carne, carga microbiana inicial, atmósfera al interior del envase y la temperatura de almacenamiento (Blixt y Borch, 2002). Para ello es fundamental contar con carne de buena calidad, lo que implica tener un pH de 6 en el momento del envasado (López y Casp, 2004).

Para lograr un buen almacenaje es importante mantener la cadena de frío para lo cual es indispensable contar con un sistema de refrigeración tanto en la planta como en el transporte, la temperatura deberá mantenerse por debajo de los 10 °C y lo más cercana a los 0 °C (Schöbitz y col., 1990). Cuando se interrumpe la cadena de frío rápidamente aparecen defectos primero en el color y luego en el

olor del producto (Hui y col., 2006). Además de la temperatura se debe considerar las propiedades físicas de la bolsa ya que para el crecimiento microbiano son ideales la pérdida de vacío, la entrada de oxígeno y las altas temperaturas de almacenamiento (Brody, 1996).

Este método de conservación otorga muchas ventajas, como (Lambert y col., 1991; López y Casp, 2004):

- ✓ Extensión de la vida útil de la carne de un 50-400%
- ✓ Maduración controlada de la carne
- ✓ Reducción de las pérdidas de peso debidas a la evaporación
- ✓ Preservación del color del músculo debido a la eliminación del oxígeno
- ✓ Menor oxidación lipídica comparada con una carne almacenada en aerobiosis
- ✓ Mayor control higiénico evitando la contaminación secundaria
- ✓ Mejora la presentación del producto final
- ✓ Mayor facilidad en el transporte y almacenamiento

Las desventajas de este método de conservación son (Schöbitz y col., 1995):

- × Costo adicional por la necesidad de una rigurosa cadena de frío para el control estricto de la temperatura
- × Costo de los film de baja permeabilidad
- × Costo final más elevado
- × Necesidad de contar con equipos y personal más entrenado para el proceso de envasado
- × Aumento de las pérdidas de líquido o exudado que se produce durante el almacenamiento otorgándole un aspecto poco deseable. Sin embargo se puede solucionar con el uso de envases ajustados o termoencogibles.
- × y frecuente manejo de temperaturas inadecuadas.

Actualmente se ha sugerido la adición de antimicrobianos, como nisina con EDTA, la radiación o el uso de altas presiones hidrostáticas junto con el empaque al vacío para inhibir la flora deterioradora (Hui y col., 2006).

2.8.2 Empaque en atmósferas modificadas

La atmósfera que rodea la carne juega un papel importante para su conservación. Para controlar esta atmósfera se puede (1) introducir la carne sin ninguna protección en una cámara donde la composición de la fase gaseosa se modifica de manera deseada y (2) introducir la carne en un envase y dentro de este envase se controlan las características del espacio de cabeza. Utilizar uno u otro implica conocer la naturaleza del producto y del método de almacenamiento y transporte (Price y Schweigert, 1994).

El método consiste en la extracción de una parte o la totalidad de oxígeno y la sustitución de éste con un gas inerte, como CO₂, N₂, O₂ o mezcla de estos. El efecto inhibitorio del CO₂ sobre los microorganismos se incrementa a mayor concentración asociado a la disminución de la temperatura. El nitrógeno usado solo no tiene efecto inhibitorio alguno sobre las bacterias alterantes, sin embargo, es auxiliar para asegurar la reducción de exudados de líquidos o para impedir la modificación de la forma y evitar que las unidades de productos rebanados se peguen entre si (Price y Schweigert, 1994).

Los principales cambios que sufren las carnes almacenadas en esta forma de empaque y generalmente carnes rojas como la de res son respecto del color, oxidación de lípidos y población microbiana. Los conteos microbianos menores a 10⁷ ufc/g se considera aceptable y mayores a 10⁷ ufc/g como inaceptable y en el color “rojo” es aceptable y “café” inaceptable desde el punto de vista de los consumidores. La mezcla de CO₂ o N₂ con O₂ mantiene estable el color rojo y bajos conteos microbianos, mientras que un empaque aerobio o 100% CO₂ o un mayor porcentaje de N₂ en la mezcla afecta el color y desarrollo de microorganismos en las muestras empacadas (Hui y col., 2006).

Para contrarrestar los efectos de las reacciones de oxidación en el empaque en atmósferas modificadas se ha sugerido la adición de antioxidantes naturales de extractos de vegetales, el cambio de luz ultravioleta o el uso de monóxido de carbono en carne fresca irradiada para mantener el color y evitar la pérdida de olores con una mezcla de 0.5% CO- 29.5%N₂- 70%CO₂ en dosis de hasta 4. 5 kGy (Hui y col., 2006).

Se ha estudiado el efecto de un alto contenido de oxígeno (80%O₂-20%CO₂) es efectivo ya que el O₂ mantiene un color rojo brillante y el CO₂ inhibe el crecimiento de aerobios. Las atmósferas más efectivas para prolongar la vida de anaquel de las carnes frescas son las que emplean CO₂. El CO₂ alarga la fase lag y reduce la velocidad de crecimiento de las bacterias. Su efecto es proporcional a su concentración, pero a altas concentraciones causa una coloración parda intensa. Un proceso comercial emplea 35-75% de CO₂, 21-28% de O₂ y el resto de N₂ obteniendo una vida útil de 21 días. La conservación en atmósferas modificadas permite el transporte de carnes no congeladas lo que constituye una gran ventaja comercial (Price y Schweigert, 1994).

2.9 Antimicrobianos naturales

Los dos factores principales para mejorar las carnes frescas así como aumentar su seguridad son limitar la contaminación y retardar o inhibir el crecimiento de microorganismos deterioradores y patógenos durante la manipulación y almacenamiento. Por otra parte, los consumidores demandan alimentos más seguros pero más naturales y con alta calidad organoléptica por lo que se ha incrementado el uso de tecnologías de conservación más naturales (Hui y col., 2006).

Existen sustancias presentes en vegetales, animales o microorganismos que tienen agentes de naturaleza antimicrobiana, que afectan a los microorganismos a diferentes niveles: pared celular, membrana plasmática, interferencia con sistemas enzimáticos y bloqueo de nutrientes (Hernández y Sastre, 1999).

Entre las sustancias de origen animal destacan los componentes del albumen de huevo como la lisozima y la ovotransferrina además de bloqueadores de algún nutriente como la avidina y de la yema sobresale la ovoglobulina (IgY), así como antimicrobianos presentes en productos lácteos como la lactoperoxidasa, la lactoferrina, la lactoglobulina y los lactolípidos (Roller, 2003).

En los vegetales se señalan más de 1340 sustancias con actividad antimicrobiana provenientes de plantas, hierbas y especias. Los compuestos antimicrobianos se localizan principalmente en el aceite esencial proveniente de las hojas, flores, bulbos, rizomas, semillas y frutos. Entre los compuestos antimicrobianos resaltan las saponinas, los flavonoides, compuestos fenólicos como los fitofenoles y las catequinas, los tiosulfatos presentes en especies del género *Allium*, y los glucosinolatos presentes en vegetales de la familia *Cruciferae* (Roller, 2003).

Se sabe que la actividad antimicrobiana de los compuestos naturales se ve afectada por el tipo, género, especie y microorganismo que ataca. También el número inicial de microorganismos en el sistema y algunos factores intrínsecos afectan como el pH, temperatura, atmósfera, potencial de óxido – reducción y actividad de agua (Roller, 2003).

Las bacteriocinas son proteínas o péptidos antimicrobianos que aunque pueden ser generados por levaduras, bacterias gram-positivas y gram-negativas, son las producidas por las bacterias lácticas las que han recibido especial interés como bioconservador ya que son un grupo bacteriano por excelencia saludable y presentan actividad frente a bacterias gram-positivas, *L. monocytogenes* y bajo ciertas condiciones contra bacterias patógenas como *S. aureus*, *E.coli* O157:H7 y *Salmonella*. Algunos géneros de bacterias lácticas productoras de bacteriocinas son: *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Enterococcus*. Actualmente la nisina A producida por *Lactococcus lactis* es la bacteriocina más estudiada y la única con estatus GRAS (Generalmente Reconocida como Segura) por la FDA (Food & Drug Administration) y es efectiva contra *E.coli* O157:H7 y *Salmonella* mediante la adición de agentes quelantes como el EDTA. La pediocina PA-1/AcH es la segunda bacteriocina más estudiada y es producida por bacterias

del género *Pediococcus*, y tiene mayor potencial que la nisina para ser empleada en productos cárnicos ya que es más soluble y estable a los valores del pH comúnmente presentes en carne y productos cárnicos (Quintero y Ponce, 2009).

Otras sustancias utilizadas como conservadores naturales son los ácidos orgánicos y sus sales, tales compuestos incluyen los ácidos ascórbico, acético, benzoico, cítrico, láctico, propiónico y sórbico. Además de otros como el málico, tartárico, fumárico y glucónico. La incorporación de los ácidos y sus sales a los alimentos pueden tener las siguientes funciones: 1) poder acidulante, 2) capacidad amortiguadora de pH, 3) agente quelante de iones metálicos, 4) emulsificante y 5) efectos organolépticos (Barbosa y col., 1999; García y col., 2002).

El principal uso es la acidificación y control del pH final del producto, ya que a pH bajo se retarda el crecimiento microbiano, asimismo reduce la necesidad de tratamientos térmicos y disminuye la rancidez debido a que tienen propiedades quelantes de iones metálicos (García y col., 2002).

La eficacia de los ácidos orgánicos como conservadores radica en las moléculas que se encuentran en forma no disociada (R-COOH) por lo que pueden pasar a través de las membranas celulares y ejercer su efecto en el interior de la célula. La selección de un ácido u otro en una aplicación particular depende principalmente de su solubilidad en agua y de los efectos que tenga sobre las características organolépticas (Ventanas y Andrés, 2001).

Diversas sustancias han sido estudiadas con la finalidad de reducir los niveles de contaminación microbiana superficial en carne. Una de ellas es el lactato de sodio, que actúa como agente bacteriostático, aumentando la fase de latencia de los microorganismos, es decir, el tiempo necesario para que los microorganismos comiencen a multiplicarse de forma exponencial. Las investigaciones demuestran que el espectro de acción del lactato es muy amplio: inhibe el crecimiento de bacterias gram-positivas y negativas, de la flora deterioradora y patógenos (Rodríguez, 2005).

Estudios señalan que el mecanismo de acción del lactato interfiere en el metabolismo de la bacteria. Entre otros, acidificación intercelular, interferencia en la transferencia de protones a través de la membrana celular y sistemas de retroalimentación negativa. Además, el lactato también reduce la actividad del agua. Esta acción antimicrobiana inhibe el crecimiento por extensos períodos de tiempo aumentando la conservación y la seguridad intrínseca del producto, proporcionando al productor la oportunidad de vender sus productos frescos en un área más extensa (Rodríguez, 2005).

El uso del ácido láctico como un tratamiento superficial mediante atomización o inmersión en canales o cortes individuales a una concentración del 2% puede reducir un 1-3 log (90-99.9%) la contaminación de *Salmonella*, *E. coli O157:H7* y *Listeria monocytogenes* así como la cuenta de mesófilos aerobios. Sin embargo, el ácido láctico altera el pH del alimento modificando su sabor, color y aroma. Por el contrario, los lactatos tienen un pH neutro y por su efecto tampón mantienen el pH durante su vida útil, aumentan del 30-50% la vida de anaquel del producto a una concentración de 2.5-3.3%, atrapan el agua previniendo la sinéresis en el empaque, mejoran el sabor, estabilizan el color y previenen la pérdida de sabor durante su almacenamiento (FOCUS-PURAC, 2005).

El lactato sódico ha mostrado ser eficaz en pavo precocido (Maas y col., 1989), en carne de res cocinada (Papadopoulos y col., 1991; Maca y col., 1999), en salchichas (Brewer y col., 1991 y 1993; Lin y Lin, 2001), en pechugas de pollo asadas (Williams y Phillips, 1998), en pollo (Gonçalves y col., 2005), en pescado ahumado (Ligia y col., 2008) y en lomo de cerdo (McKeith y col., 2007).

El éxito o fracaso del uso de lactatos dependen de la calidad de la materia prima, la contaminación inicial y la aplicación de correctas medidas de higiene en las instalaciones. Es importante señalar que el uso de ácidos orgánicos y sus sales no deben utilizarse para enmascarar prácticas sanitarias deficientes, ya que no son bactericidas por lo que no debe considerarse como método preventivo único. (Rodríguez, 2005).

3. JUSTIFICACIÓN

La carne de conejo tiene excelentes propiedades nutritivas que la distinguen de las demás. A pesar de ello, actualmente en nuestro país aún se carece de información sobre su producción, comercialización y consumo. Tan sólo el 5% de la producción cunícola se hace de forma industrial; sin embargo, cada vez es más frecuente la asociación de productores formando cooperativas. Referente a la comercialización, el principal problema al que se enfrentan los productores es la corta vida de anaquel del producto. Por otro lado, se ha incrementado la demanda de productos más frescos y naturales por parte del consumidor, por lo que los productores deben buscar métodos de conservación más naturales que proporcionen alimentos seguros y con óptima calidad organoléptica.

La Cooperativa Mujeres de Cacaloapan, S.A. de C.V. ubicada en el municipio de Huasca de Ocampo en el estado de Hidalgo dedicada a la cría y venta de conejo distribuye su producto envasado a vacío y refrigerado. Sin embargo, ha considerado el uso de conservadores naturales con el objetivo de ampliar la venta y distribución de su carne.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres concentraciones de lactato de sodio en la evolución microbiológica, fisicoquímica y sensorial de carne de conejo empacada a vacío durante su almacenamiento en refrigeración.

4.2 Objetivos específicos

1. Determinar la actividad antimicrobiana de lactato de sodio en cada tratamiento durante el almacenamiento en refrigeración mediante análisis microbiológicos.
2. Evaluar el efecto de lactato de sodio en las propiedades fisicoquímicas en la carne de conejo empacada a vacío.
3. Evaluar el efecto de lactato de sodio en las propiedades organolépticas de carne de conejo empacada a vacío y conservada a 4°C.
4. Determinar la vida de anaquel del producto con base a los resultados obtenidos.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Muestras y reactivos

Las muestras fueron proporcionadas por la Cooperativa Cunicola “Mujeres de Cacaloapan” ubicada en el poblado de Cacaloapan del municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo.

Se utilizaron 25 canales de conejo de las razas California y Nueva Zelanda blanca, sacrificadas el mismo día del empacado, por el personal de la granja, oreadas y cortadas en medias canales sin cabeza de acuerdo al procedimiento habitual de la empresa.

A continuación las medias canales se transportaron en una caja de plástico a temperatura ambiente al laboratorio de Biotecnología del Área Académica de Química de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (figura 9).



Figura 9. Recepción de muestras

5.2 Preparación y tratamiento de la carne

Posteriormente se aplicó lactato sódico a la carne de conejo a las siguientes concentraciones: 1.8%, 2.5%, 3%. Se utilizó un control al cual no se aplicó la sal.

Se realizó el experimento por duplicado y se evaluaron las tres concentraciones diferentes de lactato sódico frente al control. Para ello las 50 medias canales de conejo se repartieron en cuatro lotes (tabla 5).

Tabla 5. Distribución de medias canales para la aplicación de los tratamientos

Lote	Concentración de lactato de sodio (%)	Cantidad de medias canales
1	0	16
2	1.8	14
3	2.5	14
4	3.0	14

Cada lote se asperjó con 300 ml de cada una de las soluciones de lactato sódico a probar (figura 10). Después se procedió a orear las muestras en una campana de flujo laminar en ambiente estéril por hora y media; posteriormente se introdujeron en bolsas de BOPP (Polipropileno biorientado, 55 micras de grosor) y se empacaron a vacío usando una empacadora a vacío de campana (Torrey, EV-20, México). Las muestras se conservaron a 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) por 18 días.



Figura 10. Aplicación del tratamiento

5.3 Muestreos

El día 0 se tomaron, dos medias canales del lote 1 y se realizaron únicamente análisis fisicoquímicos, y microbiológicos para evaluar la carga microbiana de la carne. De los lotes restantes, se analizaron dos muestras de cada lote para el análisis sensorial, fisicoquímico y microbiológico, los días 1, 4, 7, 11, 14 y 18.

Durante los días de experimentación se realizó primeramente el análisis sensorial, después el análisis fisicoquímico y finalmente el microbiológico. Los puntos de muestreo para los análisis se muestran en la figura 11. A excepción del análisis sensorial donde no se muestreó de la pata delantera, ya que la zona carece de carne.

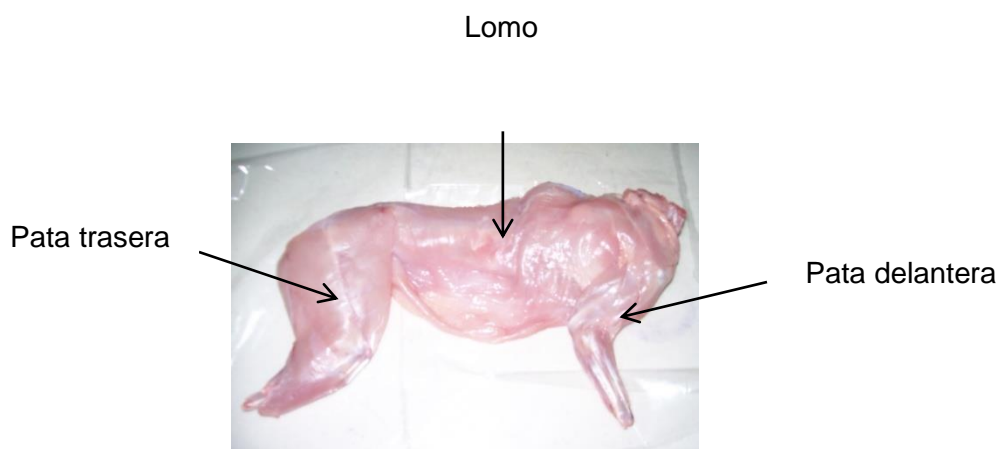


Figura 11. Puntos de muestreo para los análisis

5.4 Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico se pesaron 10 g de muestra en condiciones estériles en bolsas de plástico estériles (Whill pack) y se adicionaron 90 ml de agua peptonada estéril al 1% (Solución Ringer, Oxoid) siendo la primera dilución. Posteriormente se homogeneizó en el stomacher (Seward, 400 Circulator, Inglaterra) durante 2 minutos a 160 rpm y se realizaron diluciones decimales seriadas (NOM-110-SSA-1994).

Obtenidas las diluciones se determinaron los siguientes parámetros microbiológicos:

1. Recuento total (RT)

Para realizar el análisis se utilizó agar para métodos estándar (Bioxon®), sembrando por vertido en placa 1 mL de cada dilución en cajas petri y se incubaron a 35°C por 48 h, con base a la NOM-092-SSA1-1994, Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa (Límite de detección 1 Log ufc/g).

2. Coliformes

Para la determinación de coliformes se utilizó el medio Agar de Bilis y Rojo Violeta (Bioxon®), sembrando por vertido en placa 1 mL de cada dilución en cajas petri y con sobrecapa para darle condiciones de anaerobiosis, y se incubaron a 35°C por 48 h. El conteo se realizó con base a la NOM- 113-SSA1-1994, Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa, identificando las colonias típicas, que son de color rojo oscuro y rodeadas de un halo de color rojo claro o rosa debido a la precipitación de las sales biliares (Límite de detección 1 Log ufc/g).

3. Bacterias Ácido Lácticas (BAL)

Para este análisis se usó Agar MRS (DIBICO®). Se sembró 1 mL de cada dilución mediante la técnica de vertido en placa con sobrecapa. Posteriormente se incubó a 30°C por 48 h. El recuento se llevó a cabo con la identificación de las colonias típicas que son blancas y de forma lenticular (Límite de detección 1 Log ufc/g).

4. Mohos y levaduras

Se realizó en cajas con Agar Dextrosa Sabouraud (Bioxon®) adicionado de Cloranfenicol (Sigma®) (0.05g/L), sembrando 100 µL de cada dilución y por la técnica de extensión, y se incubaron a 25°C por 7 días. Posteriormente se contaron las colonias presentes y por separado con base a la NOM-111-SSA1-1994, Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos (Límite de detección 2 ufc/g).

5. Pseudomonas

Se prepararon cajas petri con el medio *Pseudomonas* Agar P (Difco™) enriquecido con suplemento CFC (Oxoid) (Cefaloridina- Fucidina- Ceftrimida), para evitar el crecimiento de microorganismos que pudieran interferir en el desarrollo de *Pseudomonas*. La siembra se realizó por extensión, se inocularon 100 µL de cada dilución y se incubaron a 30°C por 48 h (Límite de detección 2 Log ufc/g).

6. *Brochothrix thermosphacta*

El análisis para BT se hizo en cajas con medio preparado de forma idéntica a STAA CM0881 (Oxoid) Agar base para *Brochothrix thermosphacta*, preparado en el laboratorio de acuerdo a la formulación de la tabla 6.

Tabla 6. Composición del medio STTA CM0881 agar base para *B.thermosphacta*

Componentes	g/L
Peptona de caseína (Bioxon®)	20
Extracto de levadura (Bioxon®)	2
Fosfato de Dipotasio hidrogenado (J.T. Baker®)	1
Sulfato de Magnesio (J.T. Baker®)	1
Agar- Agar (DIBICO®)	13

Este medio fue enriquecido con Sulfato de Estreptomicina, Acetato de Talio y Ciclohexamida de igual forma que el suplemento SR0151 de la casa comercial Oxoid (tabla 7).

Tabla 7. Concentración de antibióticos del suplemento para *B.thermosphacta*

Antibióticos	mg/L
Sulfato de estreptomicina (Sigma®)	500
Acetato de talio (Sigma®)	50
Ciclohexamida (Sigma®)	50

Una vez preparado el medio, se prepararon las cajas petri, se sembraron 100 µL de cada dilución por extensión en superficie y se incubaron a 22°C por 48 h. El conteo se realizó con la identificación de las colonias típicas que son de color beige o paja de un diámetro de 0.5- 1.0 mm (Límite de detección 2 Log ufc/g).

En las determinaciones *Pseudomonas* y *Brochothrix thermosphacta* se realizaron las pruebas bioquímicas correspondientes (tabla 8). Para ello se seleccionaban colonias al azar y se realizaba pruebas de tinción de Gram, catalasa y oxidasa.

Tabla 8. Pruebas bioquímicas para la identificación de *Pseudomonas* y *B. thermosphacta*

PRUEBA	<i>Pseudomonas</i>	<i>B. thermosphacta</i>
Tinción de Gram	-	+
Forma	Bacilos	Bacilos
Catalasa	+	+
Oxidasa	+	-

La técnica de tinción de Gram involucró los siguientes pasos (Guedea, 2007):

1. Se tomó una colonia con un asa de siembra, se colocó sobre un portaobjetos y se extendió. Se dejó secar y se pasó sobre la llama del mechero para fijar la muestra.
2. Se agregaron unas gotas de colorante cristal violeta de tal modo que se cubriera toda la muestra. Se dejó actuar por un minuto.
3. Transcurrido el tiempo se enjuagó con agua destilada.
4. Posteriormente se aplicó como mordiente una gota de lugol durante un minuto.
5. Pasado el minuto, el frotis se decoloró unas gotas de una mezcla de etanol- acetona hasta que ya no escurriera liquido azul.
6. Se lavó con agua destilada para eliminar los residuos de colorante y se dejó secar.
7. Posteriormente se adicionaron unas gotas de safranina y se dejó actuar por un minuto.
8. Después se enjuagó con agua destilada y se dejó secar. Finalmente se puso una gota de aceite de inmersión y se observó al microscopio.

Prueba de la catalasa (Cortés, 2001): Se tomó con un asa de siembra una colonia y se colocó sobre un portaobjetos, se agregó con una pipeta Pasteur una gota de H₂O₂ sobre la colonia sospechosa. La prueba se considera positiva si se observa la formación inmediata de burbujas.

Prueba de la oxidasa (Cortés, 2001): Se colocó un trozo de papel filtro sobre una caja petri, se agregaron 2 gotas de reactivo de Kovacs (solución acuosa al 1% de diclorhidrato de tetrametil- *p*- fenilendiamina) en el centro del papel, se extendió con un asa de siembra una colonia sobre el papel impregnado. La reacción si considera positiva si tiñe de color púrpura durante los primeros 5-10 segundos.

5.5 Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron fueron:

1. pH

Se realizó por triplicado utilizando un pHímetro de punción (Hanna Instruments).

2. Color

La determinación de color se realizó por triplicado con colorímetro portátil (HunterLAB Miniscan® XE) con un iluminante D65 y un ángulo 10° de posición observador estándar en la superficie de la carne mediante la medición de los siguientes parámetros CIE L* (luminosidad) a* (coordenada rojo a verde) y b* (coordenada amarillo a azul) y el índice de rojez (a^*/b^*) (Mannesa y Vicente, 2007).

3. Aw

El análisis de actividad de agua se efectuó por triplicado mediante AquaLab (Decagon) en la muestra triturada. Se utilizó como estándar KCl 0.5 M ($A_w = 0.984$).

5.6 Análisis sensorial

Se realizó una prueba descriptiva los días 1, 4, 7, 11, 14 y 18 por un panel entrenado de 5 personas. El entrenamiento de los jueces se llevó a cabo en 6 sesiones previas al análisis para familiarizar a los jueces con los atributos a evaluar y 8 sesiones de entrenamiento en la escala a utilizar (Espinosa, 2007). La prueba se llevó a cabo en dos etapas:

En la primera se les proporcionó una ficha para evaluar el aspecto visual de los paquetes y el olor al abrir la bolsa (figura 12). Para esta parte de la prueba se les

mostraron 4 paquetes codificados y después de inspeccionarlos se procedió a abrirlos para que detectaran el olor.

Figura 12. Ficha de cata para la primera parte de la prueba descriptiva

Nombre: _____ Fecha: _____

Muestra: Carne de conejo

Código: _____

Evaluación de aspecto visual

Por favor observe detenidamente la muestra y marque con una x la respuesta que prefiera.

1	2	3	4	5
----- ----- ----- ----- -----				
Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Excelente

Evaluación de olor al abrir el envase

Por favor huela la muestra y marque con una X la respuesta que usted prefiera.

1	2	3	4	5
----- ----- ----- ----- -----				
Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Excelente

Comentarios: _____

¡Muchas gracias!

En la segunda se les dio otra ficha para la evaluación de olor, sabor y textura de la carne cocinada (figura 13). Para ello se prepararon las muestras de la siguiente manera; se cortaron pequeños cubos de carne de 2 cm x 2 cm x 2cm y se cocinaron en horno de microondas por 25 segundos. A cada juez se le presentaron 4 muestras codificadas y se les indicó que olieran y probaran de izquierda a derecha y entre muestra y muestra se enjuagaran con agua. Cada parámetro sensorial tiene una escala de 5 puntos donde 1 es la mínima y 5 es la máxima calificación.

Figura 13. Ficha de cata para la segunda parte de la prueba descriptiva

Nombre: _____ Fecha: _____

Muestra: Carne de conejo cocinada

Código: _____

Evaluación de olor, sabor y textura

Huela y pruebe la muestra que se le proporciona y marque con una x la respuesta que usted prefiera.

	1	2	3	4	5
OLOR	----- ----- ----- -----				
	Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Excelente
	1	2	3	4	5
SABOR	----- ----- ----- -----				
	Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Excelente
	1	2	3	4	5
TEXTURA	----- ----- ----- -----				
	Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Excelente

Comentarios: _____

¡Muchas Gracias!

5.7 Análisis estadístico

A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza, siendo los factores concentración de lactato sódico y tiempo de almacenamiento; las medias se ordenaron mediante el test LSD con un nivel de significación de 0.05. Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa Statgraphics Plus versión 4.0 para Windows.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó en el apartado de material y métodos, se probaron tres diferentes concentraciones de lactato sódico en carne de conejo empacada a vacío y almacenada en refrigeración, y se realizó el experimento por duplicado.

6.1 Resultados del primer experimento

Se analizaron 50 medias canales e hicieron determinaciones fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en diferentes días de almacenamiento (0, 1, 4, 7, 11, 14 y 18). En la tabla 9 se muestran los resultados fisicoquímicos, se observó que el tiempo tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) pero el tratamiento no tuvo efecto estadístico significativo ($p > 0.05$) sobre el pH.

El pH inicial de la carne (6.10 ± 0.30) fue similar a los reportados por Karakaya y col., 2006 (6.28 ± 0.29) y Mendoza y col., 2007 (6.02 ± 0.14) que analizaron carne de conejo fresca. Sin embargo, es más alto comparado con otras carnes como la de res (5.45-5.6) y la de cerdo (5.35-5.7) (Blixt y Borch, 2002). El pH en los cuatro tratamientos tuvo una tendencia decreciente durante el periodo de almacenamiento hasta llegar a 5.6 en el último día de análisis, excepto la muestra con 1.8% de lactato que presentó un ligero incremento (0.2 U mayor que el resto) en el día 18, esta cifra es ligeramente superior al pH final de la carne de res o de cerdo (5.42 y 5.49-5.52, respectivamente) empacadas a vacío durante 3 semanas a 4°C (Blixt y Borch, 2002). El valor del pH no fue tan bajo porque durante el proceso de maduración de la carne las enzimas endógenas (calpaínas y catepsinas) hidrolizan los enlaces peptídicos de las proteínas (Hui y col., 2006) y además como el film tiene cierta permeabilidad al O₂ no se anula el crecimiento de *Pseudomonas* que también tienen acción proteolítica produciendo aminas como resultado de la descarboxilación de aminoácidos, del mismo modo se libera amoníaco y sulfuros que incrementan el pH (Brody, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 9. Resultados de los análisis fisicoquímicos del primer experimento

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	4	7	11	14	18
pH							
Control	^A 6.10 ^b	^A 5.63 ^a	^A 5.63 ^a	^A 5.57 ^a	^A 5.64 ^a	^A 5.73 ^a	^A 5.66 ^a
1.80%	^A 6.10 ^b	^A 5.55 ^a	^A 5.63 ^a	^A 5.63 ^a	^A 5.60 ^a	^A 5.55 ^a	^A 5.86 ^{ab}
2.50%	^A 6.10 ^b	^A 5.59 ^a	^A 5.72 ^a	^A 5.52 ^a	^A 5.61 ^a	^A 5.70 ^a	^A 5.65 ^a
3.00%	^A 6.10 ^b	^A 5.54 ^a	^A 5.65 ^a	^A 5.68 ^a	^A 5.66 ^a	^A 5.70 ^a	^A 5.68 ^a
Aw							
Control	^A 0.991 ^a	^A 0.994 ^{ab}	^B 0.997 ^c	^A 0.994 ^{ab}	^B 0.997 ^c	^A 0.992 ^{ab}	^A 0.995 ^{bc}
1.80%	^A 0.991 ^a	^A 0.994 ^{bc}	^{AB} 0.996 ^d	^A 0.993 ^{ab}	^A 0.992 ^{ab}	^A 0.992 ^{ab}	^A 0.994 ^{cd}
2.50%	^A 0.991 ^a	^A 0.994 ^{bc}	^{AB} 0.996 ^c	^A 0.994 ^{bc}	^{AB} 0.994 ^b	^A 0.992 ^{ab}	^A 0.995 ^c
3.00%	^A 0.991 ^a	^A 0.994 ^{bc}	^A 0.995 ^{bc}	^A 0.995 ^c	^A 0.993 ^{ab}	^A 0.993 ^{ab}	^A 0.995 ^{bc}
L*							
Control	^A 57.72 ^a	^{AB} 60.66 ^a	^A 58.52 ^a	^A 56.13 ^a	^A 59.05 ^a	^A 56.31 ^a	^A 59.60 ^a
1.80%	^A 57.72 ^a	^B 61.70 ^a	^A 57.85 ^a	^{AB} 58.50 ^a	^A 58.83 ^a	^{AB} 61.31 ^a	^A 61.04 ^a
2.50%	^A 57.72 ^a	^A 57.43 ^{ab}	^A 61.68 ^{cd}	^A 55.62 ^a	^A 60.02 ^{bcd}	^B 62.75 ^d	^A 58.15 ^{abc}
3.00%	^A 57.72 ^a	^B 62.46 ^a	^A 61.20 ^a	^B 62.02 ^a	^A 59.00 ^a	^{AB} 58.81 ^a	^A 61.91 ^a
a*							
Control	^A 5.75 ^a	^A 6.48 ^a	^A 7.95 ^{ab}	^A 9.82 ^b	^A 7.63 ^{ab}	^A 10.68 ^b	^B 7.63 ^{ab}
1.80%	^A 5.75 ^a	^A 7.27 ^a	^A 6.71 ^a	^A 7.24 ^a	^A 7.63 ^a	^A 7.85 ^a	^{AB} 6.88 ^a
2.50%	^A 5.75 ^a	^B 10.39 ^c	^A 6.32 ^{ab}	^A 9.84 ^c	^A 7.56 ^{abc}	^A 9.07 ^{bc}	^B 8.54 ^{abc}
3.00%	^A 5.75 ^a	^A 6.63 ^{ab}	^A 7.12 ^{ab}	^A 8.20 ^{ab}	^A 6.63 ^{ab}	^A 9.14 ^b	^A 5.38 ^a
b*							
Control	^A 11.13 ^a	^A 10.60 ^a	^A 10.11 ^a	^A 12.41 ^{ab}	^A 11.70 ^{ab}	^B 13.82 ^b	^A 10.56 ^a
1.80%	^A 11.13 ^b	^A 11.47 ^b	^A 9.50 ^{ab}	^A 9.99 ^{ab}	^A 9.54 ^{ab}	^A 8.03 ^a	^A 10.17 ^{ab}
2.50%	^A 11.13 ^a	^A 12.44 ^{ab}	^A 10.47 ^{ab}	^A 12.67 ^b	^A 9.09 ^a	^B 11.64 ^{ab}	^A 9.24 ^{ab}
3.00%	^A 11.13 ^b	^A 11.64 ^b	^A 10.87 ^b	^A 9.95 ^{ab}	^A 9.58 ^{ab}	^{AB} 10.96 ^b	^A 7.14 ^a
Índice de rojez							
Control	^A 0.53 ^a	^A 0.62 ^a	^A 0.80 ^a	^A 0.79 ^a	^A 0.66 ^a	^A 0.78 ^a	^A 0.75 ^a
1.80%	^A 0.53 ^a	^A 0.64 ^{ab}	^A 0.70 ^{abc}	^A 0.72 ^{abc}	^A 0.80 ^{bc}	^A 0.96 ^c	^A 0.68 ^{abc}
2.50%	^A 0.53 ^a	^A 0.85 ^{ab}	^A 0.62 ^{ab}	^A 0.78 ^{ab}	^A 0.85 ^b	^A 0.77 ^{ab}	^A 0.99 ^b
3.00%	^A 0.53 ^a	^A 0.58 ^{ab}	^A 0.65 ^{ab}	^A 0.85 ^b	^A 0.69 ^{ab}	^A 0.83 ^b	^A 0.79 ^{ab}

abc; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

ABC; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$) para cada parámetro evaluado.

En cuanto a los análisis de Aw y color se encontró que ni el tiempo ni la concentración de lactato de sodio tuvieron un efecto estadístico significativo ($p > 0.05$). De hecho, apenas se observaron ligeras diferencias que se deben principalmente a la heterogeneidad de la muestra. Estos resultados concuerdan con Papadopoulos y col., 1991 que aplicaron lactato sódico en carne de res

cocinada, en tanto que Brewer y col., 1991 y 1993 que evaluaron el efecto de lactato sódico en salchichas de cerdo frescas.

El valor inicial de la A_w fue 0.991. Price y Schweigert, 1994 reportan que la carne fresca refrigerada tiene una A_w mayor a 0.990, y su importancia radica en que este ambiente es muy adecuado para el crecimiento de microorganismos que utilizan el O_2 presente dentro del envase y generan CO_2 y H_2O como resultado de su metabolismo, incrementando de esta manera la A_w (Brody, 1996). Además la carne al ser un alimento sólido no posee una estructura homogénea y uniforme, por lo que el crecimiento microbiano pueden variar según la localización de los microorganismos en el alimento (Man, 2004).

Los valores iniciales de color fueron ($L^*=57.72$, $a^*= 5.75$, $b^*=11.13$ e I. rojez=0.53). El color de la carne está directamente relacionado con la concentración de mioglobina presente en el músculo. Las variaciones del color dependen de la especie, la carne de vacuno por ejemplo tiene de 4-10 mg de mioglobina/g de tejido húmedo mientras que en la ternera y el cerdo no excede 3 mg/g de tejido húmedo (Warris, 2003). Así mismo hay diferencias entre los músculos de una misma especie, los niveles de mioglobina varían según la raza, la edad, el sexo, el sistema de crianza y la dieta del animal (Varnam y Sutherland, 1998; Ariño, 2006; Oteku e Igene, 2006; Corino y col., 2007).

Respecto a los análisis microbiológicos que aparecen en la tabla 10, se obtuvieron recuentos de 3.04 ± 0.04 Log ufc/g y 1.45 ± 0.21 Log ufc/g para mesófilos aerobios y coliformes respectivamente. *Pseudomonas*, bacterias lácticas y levaduras no se detectaron en el día 0. Con base a estos resultados podemos decir que la carga microbiana inicial fue baja ya que Hui y col. 2006 mencionan que la carga microbiana es baja cuando los recuentos microbianos iniciales en la carne son menores a 3 Log ufc/g.

Tabla 10. Resultados de los análisis microbiológicos del primer experimento

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	4	7	11	14	18
Recuento total							
Control	^A 3.04 ^a	^B 3.36 ^b	^A 3.80 ^c	^B 4.15 ^d	^A 4.30 ^d	^A 5.32 ^e	^A 7.47 ^f
1.80%	^A 3.04 ^a	^{AB} 3.26 ^b	^A 3.62 ^c	^C 4.39 ^d	^B 4.84 ^e	^B 5.87 ^f	^A 7.62 ^g
2.50%	^A 3.04 ^a	^{AB} 3.18 ^a	^A 3.92 ^b	^D 4.60 ^c	^{AB} 4.67 ^c	^B 5.85 ^d	^B 8.31 ^e
3.00%	^A 3.04 ^a	^A 3.10 ^a	^A 3.45 ^b	^A 4.03 ^c	^{AB} 4.51 ^d	^C 6.64 ^e	^B 8.41 ^f
Coliformes							
Control	^A 1.45 ^a	^{AB} 2.08 ^{ab}	^A 2.11 ^{ab}	^A 2.61 ^b	^A 3.93 ^c	^A 4.89 ^c	^A 8.64 ^d
1.80%	^A 1.45 ^a	^C 2.78 ^b	^A 2.84 ^b	^B 3.07 ^b	^A 4.25 ^c	^B 5.73 ^d	^A 7.90 ^e
2.50%	^A 1.45 ^a	^B 2.26 ^b	^A 2.49 ^b	^B 3.23 ^c	^A 4.15 ^d	^{AB} 5.47 ^e	^A 8.17 ^f
3.00%	^A 1.45 ^a	^A 1.90 ^b	^A 2.58 ^c	^B 3.09 ^d	^A 4.28 ^e	^{AB} 5.50 ^f	^A 8.09 ^g
Bacterias Ácido Lácticas							
Control	<1	<1	^A 1.74 ^a	^A 3.08 ^b	^A 3.61 ^{bc}	^B 4.30 ^{cd}	^A 5.36 ^d
1.80%	<1	^A 2.30 ^{ab}	^A 1.70 ^a	^B 3.62 ^d	^A 2.80 ^{bc}	^A 3.42 ^{cd}	^A 5.30 ^e
2.50%	<1	^B 2.53 ^b	^A 1.98 ^a	^A 3.07 ^c	^A 3.31 ^c	^{AB} 3.84 ^d	^A 5.71 ^e
3.00%	<1	^A 2.30 ^a	^A 2.19 ^a	^{AB} 3.27 ^b	^A 3.27 ^b	^{AB} 3.64 ^c	^B 6.70 ^d
Pseudomonas							
Control	<2	^A 2.48 ^a	^A 2.90 ^a	^A 3.66 ^b	^A 4.30 ^c	^A 4.64 ^c	^{AB} 7.20 ^d
1.80%	<2	^B 2.90 ^a	^B 3.79 ^b	^A 4.44 ^c	^A 4.48 ^c	^B 5.97 ^d	^A 6.84 ^e
2.50%	<2	^A 2.48 ^a	^A 3.00 ^a	^A 4.27 ^b	^B 5.58 ^c	^{AB} 5.45 ^c	^C 8.10 ^d
3.00%	<2	^C 3.15 ^a	^B 3.62 ^a	^A 4.41 ^b	^B 5.33 ^c	^{AB} 5.67 ^c	^{BC} 7.54 ^d
Levaduras							
Control	<2	^A 2.00 ^a	<2	^A 3.10 ^b	^{BC} 3.47 ^c	^A 3.17 ^{bc}	^{AB} 4.63 ^d
1.80%	<2	^B 2.70 ^b	^A 2.00 ^a	^A 3.30 ^c	^{AB} 3.34 ^{cd}	^{AB} 3.68 ^d	^{AB} 4.60 ^e
2.50%	<2	<2	^A 2.00 ^a	^A 2.65 ^{ab}	^A 3.06 ^b	^A 3.25 ^b	^B 4.84 ^c
3.00%	<2	^A 2.00 ^a	^A 2.00 ^a	^A 2.60 ^b	^C 3.76 ^c	^B 4.08 ^d	^A 4.39 ^e

abc; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes (p<0.05)

ABC; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes (p<0.05) para cada parámetro evaluado.

La flora microbiana inicial depende de la manera en que el animal fue sacrificado y eviscerado, así como el manejo y almacenamiento de la carne en términos de tiempo, temperatura y condiciones de higiene (Pérez y col., 1999). Los bajos recuentos microbianos indican que el proceso de obtención de la carne fue llevado a cabo en buenas condiciones higiénicas aunque siempre es posible tener cierto grado de contaminación (Hui y col., 2006). Según Rodríguez y col. (2005), la microflora inicial de la carne de conejo, está compuesta principalmente por bacterias mesófilas aerobias, *Pseudomonas* principalmente *P. fluorescens*,

bacterias ácido lácticas, levaduras, Enterobacterias y en menor grado *B. thermosphacta*.

El tiempo afectó significativamente ($p < 0.05$) a todos los parámetros microbiológicos excepto a mohos y *B. thermosphacta* que no se detectaron durante el periodo de almacenamiento. Se observó un incremento paulatino en la concentración de los microorganismos acorde avanza el tiempo, llegando en el día 18 a recuentos mayores a 7 Log ufc/g para RT, coliformes y *Pseudomonas*, 5.30 Log ufc/g en bacterias lácticas y 4.60 Log ufc/g en el caso de levaduras.

La eliminación de O_2 a través del empacado a vacío reduce el desarrollo aerobio y favorece el desarrollo de bacterias lácticas y *B. thermosphacta* o ambos. Pero si el pH es 6 o superior, es probable que se crezcan *B. thermosphacta* y bacterias Gram negativas que pueden alcanzar números muy altos (Hui y col., 2006).

Para bacterias mesófilas aerobias se encontró un efecto significativo ($p < 0.05$) de la concentración de lactato ya que los días 1 y 7 las muestras con 3.0% de lactato presentaron el recuento más bajo. Sin embargo a partir del día 11 la tendencia se invierte y es el control quien muestra recuentos menores. El tratamiento también afectó ($p < 0.05$) a *Pseudomonas*; sin embargo, al revisar los resultados se encontró que el control tuvo los menores recuentos los días 1, 4, 11 y 14. Aunque la muestra con 2.5% de lactato presentó los mismos recuentos los días 1 y 4. Para el día 18 la muestra con el 1.8% de lactato de sodio resultó ser la del recuento más bajo.

Los resultados de los análisis sensoriales se presentan en la tabla 11. De acuerdo a dichos resultados se observó que el tratamiento no tuvo efecto significativo ($p > 0.05$) pero el tiempo si afectó significativamente ($p < 0.05$) a las características sensoriales evaluadas. A medida que transcurría el periodo de almacenamiento los valores de los parámetros estudiados disminuían.

Tabla 11. Resultados de los análisis sensoriales del primer experimento

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (Días)					
	1	4	7	11	14	18
Aspecto visual						
Control	A5.00 ^c	A4.80 ^{bc}	A4.40 ^b	B4.80 ^{bc}	A3.00 ^a	A3.20 ^a
1.80%	A5.00 ^c	A4.80 ^c	A4.20 ^b	B4.80 ^c	B3.60 ^a	B3.80 ^{ab}
2.50%	A5.00 ^c	A4.80 ^{bc}	A4.40 ^b	B4.40 ^b	AB3.20 ^a	A3.20 ^a
3.00%	A5.00 ^b	A4.60 ^b	A4.40 ^b	A3.50 ^a	AB3.40 ^a	A3.20 ^a
Olor al abrir						
Control	A5.00 ^c	A5.00 ^c	A4.20 ^b	B4.00 ^b	A3.80 ^b	A3.20 ^a
1.80%	A5.00 ^d	A4.80 ^{cd}	A4.20 ^{bc}	B4.20 ^{bc}	A3.40 ^a	B3.80 ^{ab}
2.50%	A5.00 ^d	A5.00 ^d	A4.60 ^{cd}	B4.20 ^{bc}	A3.80 ^b	A3.00 ^a
3.00%	A5.00 ^d	A5.00 ^d	A4.40 ^c	A3.00 ^a	A3.80 ^b	A3.00 ^a
Olor						
Control	A5.00 ^b	A4.60 ^{ab}	A4.60 ^{ab}	A4.40 ^{ab}	A4.00 ^a	B4.00 ^a
1.80%	A5.00 ^b	A4.60 ^b	A4.60 ^b	A4.40 ^b	A3.40 ^a	A3.60 ^a
2.50%	A5.00 ^b	A4.60 ^{ab}	A4.60 ^{ab}	A4.20 ^a	A4.00 ^a	B4.00 ^a
3.00%	A5.00 ^d	A5.00 ^d	A4.60 ^{cd}	A4.25 ^{bc}	A3.60 ^a	B4.00 ^{ab}
Sabor						
Control	A5.00 ^c	A4.40 ^{abc}	A4.60 ^{bc}	A4.20 ^{ab}	A3.80 ^a	AB3.80 ^a
1.80%	A5.00 ^d	A4.80 ^{cd}	A4.60 ^{cd}	A4.40 ^{bc}	A4.00 ^b	A3.40 ^a
2.50%	A5.00 ^b	A4.60 ^{ab}	A4.60 ^{ab}	A4.20 ^a	A4.00 ^a	B4.00 ^a
3.00%	A5.00 ^c	A4.60 ^{bc}	A4.40 ^{abc}	A4.25 ^{abc}	A4.20 ^{ab}	AB3.80 ^a
Textura						
Control	A5.00 ^c	A4.40 ^{bc}	A4.40 ^{bc}	A4.40 ^{bc}	A3.40 ^a	AB3.80 ^{ab}
1.80%	A4.60 ^c	A4.20 ^{abc}	A4.40 ^{bc}	A4.20 ^{abc}	AB3.60 ^{ab}	A3.40 ^a
2.50%	A5.00 ^b	A4.40 ^{ab}	A4.40 ^{ab}	A4.20 ^{ab}	B4.20 ^{ab}	AB3.80 ^a
3.00%	A4.60 ^b	A4.20 ^{ab}	A4.00 ^{ab}	A3.75 ^{ab}	A3.25 ^a	B4.00 ^{ab}

abc; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

ABC; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$) para cada parámetro evaluado.

En la primera parte del análisis los panelistas relacionaban la pérdida de vacío, el color marrón de la carne, el color púrpura de la sangre, la presencia de petequias y agua libre con un mal aspecto.

En el envasado a vacío la presión parcial de oxígeno se hace cero y el color de la carne se torna púrpura. Sin embargo no se considera desventaja ya que la carne que es realmente fresca, contiene una suficiente concentración de sustancias reductoras residuales, que una vez abierto el envase el aire inducirá la recuperación del color rojo normal (Price y Schweigert, 1994). Por otro lado la aparición de coágulos de sangre (petequias) en la superficie de la carne se debe a

la rotura capilar que ocurre cuando los animales para abasto son sometidos a un estrés extremo antes del sacrificio, su presión sanguínea aumenta lo suficiente que rompe la pared de los capilares derramando sangre en los tejidos. Además el envasado a vacío puede producir un exudado que es desagradable a la vista y resta valor al producto final (María y col., 2006; Lambertini y col., 2006).

Por otro lado en la segunda parte el olor a ácido y grasa, sabores agrios y textura chiclosa eran las principales características indicativas de deterioro.

La pérdida de vacío da lugar a condiciones aerobias que favorecen el crecimiento de *Pseudomonas* que generan compuestos que provocan olores y sabores desagradables, además se produce un aumento en la concentración de metamioglobina en la carne hasta que la oxidación y la reducción alcanzan un equilibrio, sin embargo este efecto dura poco tiempo ya que finalmente el sistema enzimático reductor se inactiva favoreciendo la oxidación, adquiriendo la carne un color pardo irreversible (López y Casp, 2004). Además el oxígeno provoca la oxidación de las grasas disminuyendo la calidad de la carne debido a que los radicales libres y peróxidos generados destruyen a los ácidos grasos insaturados y las vitaminas liposolubles (A y E) del alimento, estos intermediarios pueden reaccionar con los enlaces sulfonatos de las proteínas que provienen de los aminoácidos esenciales disminuyendo su calidad nutricional (Casp y Abril, 1999; Man, 2004). Por otra parte, las lipasas hidrolizan los triglicéridos presentes en la carne o en la grasa cárnica liberando ácidos grasos de cadena corta (cáprico, láurico y mirístico) que tienen olores desagradables (Man, 2004). Los olores que ácidos que se perciben a lo largo del almacenamiento también se deben al desarrollo de la flora láctica.

Cabe mencionar que aunque los olores al abrir el envase son muy concentrados y desagradables se disipan rápidamente al ser aireados. Cuando la carne es cocinada el olor y el sabor desagradables disminuyen y casi no se perciben. De todas formas valores por encima de 3 aún tienen un nivel de aceptabilidad. Las muestras con 2.5% de lactato presentaron mejor sabor que el resto, Brewer y col.,

1993 también reportaron que el lactato de sodio incrementa el sabor de salchichas de cerdo envasadas a vacío y lo mantiene durante el periodo de almacenamiento.

6.2 Resultados del segundo experimento

Los resultados de los análisis fisicoquímicos se muestran en la tabla 12, se observó que el tiempo tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) pero el tratamiento no tuvo efecto significativo ($p > 0.05$) en el pH.

El pH inicial de la carne (5.84) fue más bajo que en el primer experimento, esto puede deberse a que a diferencia del primer experimento el recuento de BAL fue mayor, estas bacterias principalmente de especies homofermentativas *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Leuconostoc* y *Lactococcus* producen ácido láctico como producto de su metabolismo contribuyendo a la disminución de pH. Las fuentes potenciales de bacterias lácticas y *B. thermosphacta* son las operaciones de despiece y corte (Varnam y Sutherland, 1998). Nuevamente presentó una ligera disminución a medida que avanza el tiempo.

Los parámetros A_w y color no se modificaron por el tiempo o el tratamiento ($p > 0.05$). A excepción del índice de rojez que mostró una disminución en las muestras de 1.8% de lactato los días 14 y 18, y la muestra con 3.0% de lactato al día 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 12. Resultados de los análisis fisicoquímicos del segundo experimento

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	4	7	11	14	18
pH							
Control	A5.84 ^c	A5.64 ^{ab}	A5.71 ^{abc}	A5.60 ^a	A5.64 ^{ab}	A5.70 ^{abc}	B5.84 ^{bc}
1.80%	A5.84 ^b	A5.59 ^a	A5.63 ^a	A5.69 ^{ab}	A5.60 ^a	A5.59 ^a	AB5.64 ^a
2.50%	A5.84 ^b	A5.65 ^a	A5.62 ^a	A5.59 ^a	A5.64 ^a	A5.61 ^a	A5.56 ^a
3.00%	A5.84 ^b	A5.57 ^a	A5.65 ^{ab}	A5.67 ^{ab}	A5.51 ^a	A5.73 ^{ab}	A5.52 ^a
Aw							
Control	A0.994 ^{abc}	A0.996 ^{bc}	A0.993 ^{abc}	A0.997 ^c	A0.992 ^a	A0.992 ^{ab}	A0.992 ^{ab}
1.80%	A0.994 ^{abc}	A0.995 ^{abc}	A0.996 ^{bc}	A0.997 ^c	A0.992 ^a	A0.992 ^a	A0.993 ^{ab}
2.50%	A0.994 ^{ab}	A0.997 ^c	A0.994 ^{ab}	A0.995 ^{bc}	A0.991 ^a	A0.993 ^{ab}	A0.994 ^{abc}
3.00%	A0.994 ^a	A0.996 ^{ab}	A0.995 ^{ab}	A0.997 ^b	A0.994 ^{ab}	A0.994 ^{ab}	A0.993 ^a
L*							
Control	A59.28 ^{ab}	A57.61 ^{ab}	AB56.54 ^a	A58.80 ^{ab}	A60.30 ^{ab}	A61.47 ^b	A60.38 ^{ab}
1.80%	A59.28 ^{ab}	AB58.35 ^{ab}	A55.44 ^a	A61.29 ^{bc}	A62.71 ^{bc}	A63.27 ^c	A65.14 ^c
2.50%	A59.28 ^a	BC60.53 ^{ab}	B59.18 ^a	A60.60 ^{ab}	A65.00 ^b	A61.41 ^{ab}	A62.86 ^{ab}
3.00%	A59.28 ^{ab}	C62.43 ^{bcd}	AB56.68 ^a	A59.85 ^{abc}	A61.10 ^{abc}	A64.13 ^{cd}	A66.24 ^d
a*							
Control	A6.26 ^a	AB7.02 ^a	A8.14 ^a	AB7.35 ^a	A5.50 ^a	AB4.96 ^a	C6.69 ^a
1.80%	A6.26 ^{bc}	B8.36 ^c	A7.16 ^{bc}	A5.18 ^{abc}	A4.13 ^{ab}	A3.19 ^a	A2.28 ^a
2.50%	A6.26 ^a	AB6.81 ^a	A8.21 ^a	B7.78 ^a	A5.67 ^a	B7.24 ^a	BC5.23 ^a
3.00%	A6.26 ^b	A5.94 ^b	A8.02 ^b	AB7.31 ^b	A6.95 ^b	AB5.39 ^b	AB2.31 ^a
b*							
Control	A12.45 ^a	A11.29 ^a	A11.83 ^a	B11.02 ^a	AB10.02 ^a	A9.24 ^a	A10.72 ^a
1.80%	A12.45 ^c	A12.37 ^{bc}	A9.08 ^{ab}	A8.22 ^a	AB8.21 ^a	A10.06 ^{abc}	A9.77 ^{abc}
2.50%	A12.45 ^c	A11.39 ^c	A10.41 ^{bc}	B10.81 ^{bc}	A6.65 ^a	A10.94 ^c	A7.93 ^{ab}
3.00%	A12.45 ^b	A11.74 ^{ab}	A9.24 ^a	AB10.08 ^{ab}	B11.65 ^{ab}	A9.65 ^{ab}	A8.96 ^a
Índice de rojez							
Control	A0.50 ^a	A0.63 ^a	A0.70 ^a	A0.68 ^a	A0.52 ^a	B0.57 ^a	B0.62 ^a
1.80%	A0.50 ^{ab}	A0.69 ^{bc}	A0.88 ^c	A0.64 ^{abc}	A0.51 ^{abc}	A0.31 ^{ab}	A0.24 ^a
2.50%	A0.50 ^a	A0.60 ^{ab}	A0.79 ^b	A0.72 ^{ab}	A0.88 ^b	B0.68 ^{ab}	B0.66 ^{ab}
3.00%	A0.50 ^{ab}	A0.51 ^{ab}	A0.93 ^c	A0.73 ^{bc}	A0.60 ^b	B0.56 ^b	A0.28 ^a

abc; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

ABC; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$) para cada parámetro evaluado.

En lo que concierne a los análisis microbiológicos (tabla 13) podemos decir que la carga microbiana inicial fue más alta que el experimento uno, ya que los recuentos para mesófilos, BAL y *Pseudomonas* fueron de 3.77 ± 0.19 Log ufc/g, 4.13 ± 0.06 Log ufc/g y 4.12 ± 0.10 Log ufc/g, respectivamente. Para coliformes 2.51 ± 0.37 Log ufc/g y levaduras 2.65 ± 0.07 Log ufc/g. Es importante mencionar que el día

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

que se realizó el sacrificio fue un día extremadamente caluroso y a pesar que el traslado se hizo en neveras estas no son refrigeradas por lo que se cree que la temperatura exterior favoreció el crecimiento de los microorganismos.

Tabla 13. Resultados de los análisis microbiológicos del segundo experimento

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (Días)						
	0	1	4	7	11	14	18
Recuento total							
Control	A3.77 ^a	AB4.75 ^b	A5.20 ^c	AB6.54 ^d	A7.47 ^e	A7.61 ^e	A8.28 ^f
1.80%	A3.77 ^a	C5.57 ^b	A5.79 ^b	A6.38 ^c	B7.86 ^d	C8.95 ^e	B9.61 ^f
2.50%	A3.77 ^a	A4.21 ^b	A5.26 ^c	B6.61 ^d	A7.63 ^e	B7.94 ^f	A8.30 ^g
3.00%	A3.77 ^a	BC5.31 ^b	A5.64 ^b	B6.65 ^c	B7.94 ^d	C8.86 ^e	B9.44 ^f
Coliformes							
Control	A2.51 ^a	A3.11 ^b	A3.52 ^b	A4.40 ^c	A5.17 ^d	A6.30 ^e	A6.44 ^e
1.80%	A2.51 ^a	B4.60 ^b	C5.40 ^c	B5.56 ^c	D6.28 ^d	B7.36 ^e	B7.37 ^e
2.50%	A2.51 ^a	A3.71 ^b	B3.98 ^b	B5.34 ^c	B5.60 ^c	A6.48 ^d	AB6.96 ^d
3.00%	A2.51 ^a	B4.65 ^b	C5.14 ^b	B5.41 ^{bc}	C6.10 ^c	B7.24 ^d	B7.36 ^d
Bacterias Ácido Lácticas							
Control	A4.13 ^a	A4.38 ^b	A5.27 ^c	A5.45 ^d	A6.46 ^e	A6.71 ^f	A7.33 ^g
1.80%	A4.13 ^a	B5.50 ^b	D6.44 ^c	B6.88 ^d	C7.66 ^e	B7.75 ^e	C8.49 ^f
2.50%	A4.13 ^a	A4.48 ^b	B5.34 ^c	A5.55 ^d	B6.81 ^e	A6.87 ^e	B7.87 ^f
3.00%	A4.13 ^a	B5.40 ^b	C6.22 ^c	B6.78 ^d	D7.89 ^e	B7.93 ^e	C8.59 ^f
Pseudomonas							
Control	A4.12 ^a	A4.00 ^a	A4.17 ^a	A5.47 ^b	B6.66 ^c	A6.70 ^c	A6.79 ^c
1.80%	A4.12 ^a	B4.66 ^b	B5.57 ^c	B6.23 ^d	C7.23 ^e	B7.31 ^e	B7.57 ^f
2.50%	A4.12 ^a	A4.08 ^a	A4.15 ^a	A5.35 ^b	A6.33 ^c	A6.72 ^d	A6.95 ^e
3.00%	A4.12 ^a	B4.58 ^b	B5.36 ^c	B6.19 ^d	C7.34 ^e	B7.42 ^e	B7.54 ^e
Levaduras							
Control	A2.65 ^a	A2.78 ^{ab}	A2.89 ^b	A3.30 ^c	A4.05 ^d	D4.89 ^e	B4.93 ^e
1.80%	A2.65 ^a	B3.15 ^b	B4.00 ^c	B4.02 ^c	A4.14 ^c	C4.71 ^d	B5.06 ^e
2.50%	A2.65 ^a	A2.78 ^{ab}	A3.00 ^{bc}	A3.18 ^c	A3.99 ^d	A4.06 ^d	A4.12 ^d
3.00%	A2.65 ^a	AB2.95 ^b	B3.95 ^c	B3.96 ^c	A4.23 ^{cd}	B4.52 ^{de}	AB4.57 ^e
B. thermosphacta							
Control	<2	<2	<2	<2	<2	A2.40 ^a	A3.13 ^b
1.80%	<2	<2	<2	B2.90 ^a	B3.26 ^b	B3.40 ^c	C4.11 ^d
2.50%	<2	<2	<2	A2.35 ^a	A3.19 ^b	C3.89 ^c	B4.08 ^d
3.00%	<2	<2	<2	C3.30 ^a	C3.73 ^b	D4.02 ^c	D4.59 ^d

abc; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes (p<0.05)

ABC; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes (p<0.05) para cada parámetro evaluado.

Ockerman y col. (1992) estudiaron el fenómeno de adherencia microbiana y su prevención con ácido láctico y nisina en carne, señalan que la aplicación temprana de antimicrobianos previene la adherencia especialmente de *Pseudomonas*. Experimentalmente se ha demostrado que *Pseudomonas* pueden desarrollar microfibrillas de adherencia en una hora en condiciones ambientales, al poner una cantidad conocida de *Pseudomonas* en músculo de bovino estéril, el 80% de las bacterias presentes se adhieren antes del primer minuto de contacto con la carne. Las bacterias adheridas desarrollan una biopelícula que las protege contra los agentes antimicrobianos que pudieran aplicarse y dificulta su eliminación de equipos de procesamiento, empaque y la conservación de alimentos (Rodríguez, 1990; Rodríguez, 1996). En este caso la aplicación de lactato se llevó a cabo después de 3 horas *posmortem*, por lo que es necesario reducir al mínimo la contaminación inicial de la carne en el menor tiempo posible.

Se obtuvo que el tiempo y la concentración de lactato sódico afectaron significativamente ($p < 0.05$) a todos los parámetros microbiológicos. Los recuentos microbianos incrementaban a medida que pasaba el tiempo, llegando a recuentos mayores a 8.28 Log ufc/g para mesófilos aerobios, 6.44 Log ufc/g para coliformes y 6.79 Log ufc/g para *Pseudomonas*, mientras que las ácido lácticas se situaron por encima de 7.33 Log ufc/g, las levaduras tuvieron recuentos superiores a 4.12 Log ufc/g en el día 18. Para este experimento no se detectaron mohos y *B. thermosphacta* apareció a los 7 días de almacenamiento.

El deterioro de la carne es consecuencia del metabolismo de las bacterias, las reacciones producidas en el alimento incluyen la hidrólisis de carbohidratos complejos en otros más sencillos, la hidrólisis de las proteínas en polipéptidos, aminoácidos y amoníaco o aminas, y la hidrólisis de las grasas en glicerol y ácidos grasos. Las reacciones redox utilizadas por las bacterias para obtener energía de los alimentos originan, ácidos orgánicos, alcoholes, aldehídos, cetonas y gases como resultado de las mismas (Casp y Abril, 1999).

En cuanto al efecto que tuvo el tratamiento se observó una mayor concentración de microorganismos en las muestras con 1.8% y 3.0% de lactato sódico desde el día 1 en todos los parámetros microbiológicos.

El objetivo de los conservadores es inhibir a los microorganismos en la fase de latencia, cuando un alimento tiene una carga microbiana inicial alta, es posible que se encuentre en la fase de crecimiento logarítmico por lo tanto no se puede retornar al alimento a un estado fresco puesto que ya se ha iniciado el proceso de putrefacción (Lück y Jager, 2000).

En lo que se refiere al análisis sensorial (tabla 14) los factores tiempo de conservación y tratamiento tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) en los parámetros organolépticos. Conforme avanza el tiempo las muestras sufren una degradación en sus características sensoriales. En relación al tratamiento los panelistas detectaron cambios principalmente en el olor al abrir el envase (a putrefacción) el día 7. Para el día 11 las calificaciones de las muestras con 1.8% y 3.0% de lactato de sodio en el aspecto visual y el olor al abrir fueron considerablemente más bajas que el resto. Estas muestras fueron las que presentaron recuentos más altos y por lo tanto estaban más deterioradas. Respecto a las muestras control y 3% las calificaciones más bajas en olor, sabor y textura las tuvieron las muestras control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 14. Resultados de los análisis sensoriales del segundo experimento

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (Días)					
	1	4	7	11	14	18
Aspecto visual						
Control	A5.00 ^c	A4.00 ^b	B4.60 ^{bc}	B3.20 ^a	C3.00 ^a	B2.80 ^a
1.80%	A5.00 ^e	B4.60 ^d	A4.00 ^c	A2.00 ^b	A1.00 ^a	A1.00 ^a
2.50%	A5.00 ^d	B5.00 ^d	A4.00 ^c	B3.40 ^b	D4.00 ^c	B3.00 ^a
3.00%	A4.80 ^d	B4.80 ^d	AB4.20 ^c	A2.50 ^b	B2.00 ^b	A1.00 ^a
Olor al abrir						
Control	A5.00 ^c	A4.60 ^{bc}	C4.20 ^b	B3.00 ^a	C2.80 ^a	B2.60 ^a
1.80%	A5.00 ^c	A4.60 ^c	A2.40 ^b	A1.20 ^a	A1.00 ^a	A1.00 ^a
2.50%	A5.00 ^c	A4.80 ^c	BC4.00 ^b	B3.60 ^b	D3.80 ^b	C3.00 ^a
3.00%	A5.00 ^d	A4.80 ^d	B3.40 ^c	A2.00 ^b	B2.00 ^b	A1.00 ^a
Olor						
Control	A5.00 ^c	A5.00 ^c	A4.40 ^b	A3.20 ^a	A3.00 ^a	A3.20 ^a
1.80%	A5.00 ^c	A4.80 ^{bc}	A4.40 ^b	A3.40 ^a	N/T	N/T
2.50%	A5.00 ^d	A5.00 ^d	A4.40 ^c	A3.60 ^{ab}	B4.00 ^{bc}	A3.40 ^a
3.00%	A5.00 ^c	A5.00 ^c	A4.40 ^b	A3.50 ^a	N/T	N/T
Sabor						
Control	A4.60 ^c	A5.00 ^c	A3.80 ^b	A2.60 ^a	A2.40 ^a	A2.60 ^a
1.80%	A4.60 ^{bc}	A5.00 ^c	A4.00 ^b	AB3.20 ^a	N/T	N/T
2.50%	A5.00 ^e	A4.60 ^{de}	A4.20 ^{cd}	B3.40 ^{ab}	B3.80 ^{bc}	A3.00 ^a
3.00%	A5.00 ^c	A4.80 ^c	A4.20 ^b	AB3.25 ^a	N/T	N/T
Textura						
Control	AB4.20 ^c	A4.40 ^c	A3.80 ^{bc}	A2.60 ^a	A2.80 ^a	3.00 ^{ab}
1.80%	A3.60 ^a	A4.80 ^b	A4.60 ^b	AB3.20 ^a	N/T	N/T
2.50%	B4.60 ^b	A4.60 ^b	A3.80 ^{ab}	AB3.20 ^a	A3.40 ^a	3.00 ^a
3.00%	AB4.40 ^b	A4.80 ^b	A4.40 ^b	B3.50 ^a	N/T	N/T

abc; medias en la misma fila con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

ABC; medias en la misma columna con diferente letra, son significativamente diferentes ($p < 0.05$) para cada parámetro evaluado.

Se considera que la vida de anaquel de un alimento termina cuando el recuento total o de bacterias lácticas supera los 7 Log (ufc/g) (Korkeala y col., 1987). Con base a este dato, se obtuvo en el primer experimento una vida de anaquel de 18 días independientemente de la concentración de sal utilizada mientras que en el segundo se recortó la vida útil a 7 días en las muestras 1.8% y 3% mientras que la adición de 2.5% de lactato de sodio alargó la vida útil a 11 días, presentando unas características organolépticas aceptables.

Una de las razones por la que los conservadores son ineficaces o tienen una acción muy ligera es porque carecen de acción sobre el pH óptimo de las bacterias que normalmente se encuentra en la región neutra, entre más bajo sea el pH la eficacia será mayor, sin embargo, el pH del alimento está íntimamente relacionado con el sabor (Lück y Jager, 2000). El pH de la carne de conejo no es tan bajo por lo que puede inhibir la acción de antimicrobianos, además tiene una A_w elevada (>0.990) y los nutrientes necesarios para el desarrollo de microorganismos.

Es posible además que el lactato pueda ser descompuesto por los microorganismos que utilizan particularmente a las moléculas orgánicas como fuente de carbono. La descomposición se facilita si el conservante aplicado es ineficaz frente al microorganismo alterador o que la concentración sea inadecuada para la carga microbiana como en el caso de alimentos fuertemente contaminados o que están en fase de alteración microbiana incipiente (Lück y Jager, 2000).

El lactato fue eficaz solo en las muestras muy contaminadas, es preferible aplicar buenas prácticas sanitarias de operación durante todo el proceso de obtención de la carne a utilizar conservadores.

Es importante resaltar que ningún conservador es activo frente a todos los microorganismos que alteran a un alimento por lo que se sugiere la combinación con otros para mejorar su efectividad. Diferentes estudios han demostrado que la combinación de lactato con otros conservadores como diacetato de sodio en jamón cocido y rebanado (Stekelenburg y Kant-Muermans, 2001) y salchichas (Samelis y col., 2001), mezclado con NaCl en carne de cerdo picada reduce la oxidación lipídica (Tan y Shelef, 2002) y su combinación con nisina en pescado ahumado reduce la carga microbiana (Nykänen y col., 2000) y en pollo combate *Arcobacter butzleri* (Long y Phillips, 2003).

7. CONCLUSIONES

- La concentración de lactato sódico no afectó a los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la carne de conejo empacada a vacío.
- El desarrollo microbiano afecta las características sensoriales de la carne provocando su deterioro conforme pasa el tiempo y disminuyendo ligeramente el pH.
- Las características fisicoquímicas A_w y color presentaron pocos cambios durante el periodo de conservación debido principalmente a la heterogeneidad de las muestras.
- El lactato de sodio solamente fue eficaz en la conservación a una concentración de 2.5% y cuando los recuentos microbiológicos iniciales eran superiores a 3 Log ufc/g para RT, BAL y *Pseudomonas*.
- El periodo de vida de anaquel de la carne empacada a vacío depende fundamentalmente de la calidad microbiológica inicial del producto. Con base a los resultados obtenidos se recomienda a la Cooperativa Mujeres de Cacaloapan considerar el envasado a vacío y el almacenamiento a 4°C como método de conservación. Y se aconseja asegurar la correcta aplicación de buenas prácticas sanitarias de operación en todo momento antes de utilizar un conservador.
- Se sugiere estudiar la combinación de lactato sódico con otros conservadores para mejorar su efectividad. Además de aplicar el antimicrobiano inmediatamente después del sacrificio.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACUCH (Asociación de Cunicultores de Chile). 2009. La explotación del conejo de carne en Chile. Consultado en: <http://libros.zapto.org/libros/Estudio%20y%20otros/la%20explotacion%20de%20carne%20de%20conejo%20en%20chile.pdf> el día 10 de mayo de 2009.
2. Ariño, B. 2006. Variabilidad Genética de la calidad de la carne de conejo. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ciencia Animal. Valencia, España.
3. Arredondo, E. 2006. De 400 gramos por persona al año, el consumo per cápita de conejo. El cambio de Michoacán. Consultado en: <http://www.cambiodemichoacan.com.mx> el día 20 de diciembre de 2008.
4. Barbosa, G., Pothakamury, U., Palou, E. y Swanson, B. 1999. Conservación no térmica de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
5. Bixquert, M. y Gil, R. 2005. Propiedades nutricionales y digestibilidad de la carne de conejo. Carne de conejo: Equilibrio y salud. Revista científica de nutrición. No. 1.
6. Blixt, Y. y Borch, E. 2002. Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef. Meat Science 60: 371 - 378.
7. Brewer, M.S., McKeith, F., Martin, S.E., Dallmier, A.W. y Meyer, J. 1991. Sodium Lactate Effects on Shelf-Life, Sensory, and Physical Characteristics of Fresh Pork Sausage. Journal of Food Science 56: 1176-1178.
8. Brewer, M.S., McKeith, F.K. y Sprouls, G. 1993. Sodium Lactate Effects On Microbial, Sensory, And Physical Characteristics Of Vacuum-Packaged Pork Sausage. Journal Muscle of Foods 4: 179-182.
9. Brody, A. 1996. Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y al vacío. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
10. Brown, M. 1982. Meat microbiology. Applied Science Publisher Ltda. England: 529.

11. Caro, W.T., Araya, E., Nuñez, H. y Barahona, A. 1997. Sexo, edad y rendimiento en canal y evaluación de las características de la carne ahumada de conejo. *Revista Lagomorpha*. No. 92.
12. Casp, A. y Abril, J. 1999. *Procesos de conservación de alimentos*. Editorial Mundi prensa. Madrid, España.
13. Castellini, C., Dal Bosco, A. y Bernardini, M. 1999. Effect of dietary vitamin E supplementation on the characteristics of refrigerated and frozen rabbit meat. *Ital. J. Food Science* 11: 151-160.
14. Centro Nacional de Cunicultura. 2005. Razas, y procesamiento de la carne y pieles cunícolas. Irapuato, Gto., México. Pp. 20-37.
15. Comité Cunícola del Distrito Federal. 2007. Plan rector (Sistema- Producto). Consultado en: http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/df/ganaderia/Plan_Rector_Cunicola.pdf el día 15 de mayo de 2009.
16. Comité Nacional Cunícola. 2008. Sistema-Producto. Consultado en: <http://www.comitenacionalcunicola.org> el día 20 de diciembre de 2008.
17. Corino, C., Filetti, F., Gambacorta, M., Manchisi, A., Magni, S., Pastorelli, G., Rossi, R. y Maiorano, G. 2003. Influence of dietary conjugated linoleic acids (CLA) and age at slaughtering on meat quality and intramuscular collagen in rabbits. *Meat Science* 66: 97-103.
18. Corino, C., Lo Fiego, D.P., Macchioni, P., Pastorelli, G., Di Giancamillo, A., Domeneghini, C. y Rossi, R. 2007. Influence of dietary conjugated linoleic acids and vitamin E on meat quality, and adipose tissue in rabbits. *Meat Science* 76: 19-28.
19. Corino, C., Mourot, J., Magni, S., Pastorelli, G. y Rosi, F. 2002. Influence of dietary conjugated linoleic acid on growth, meat quality, lipogenesis, plasma leptin and physiological variables of lipid metabolism in rabbits. *Journal Animal Science* 80: 1020-1028.
20. Cortés, J.A. 2001. La prueba de catalasa y la prueba de oxidasa. Consultado en: <http://www.joseacortes.com> el día 11 de noviembre de 2009.

21. Cossu, M. 2009. Carne de conejo. ¿La carne del futuro? Consultado en: <http://www.fanus.com.ar/05-11-26-Calidad-de-carne-conejos.php> el día 2 de Abril de 2009.
22. Coss y León, W. 2000. Producción cunícola, oportunidad de negocios. Revista Teorema Ambiental. No. 26.
23. Dal Bosco, A., Castellini, C., Bianchi, L. y Mugnai, C. 2004. Effect of dietary α -linolenic acid and vitamin E on the fatty acid composition, storage stability and sensory traits of rabbit meat. Meat Science 66: 407-413.
24. Dal Bosco, A., Castellini, C. y Bernardini, M. 2001. Nutritional Quality of Rabbit Meat as Affected by Cooking Procedure and Dietary Vitamin E. JFS: Sensory and Nutritive Qualities of food 66:1047-1051.
25. Dalle, A. 2005. Descripción básica del conejo. Revista conejos-info. No. 10.
26. Echeverri, J.E. 2004. Razas y sacrificio. Explotación y manejo del conejo doméstico. Capítulo 2 y 8, pp. 13-24, 67-70.
27. Enser, M., Hallet, K., Hewitt, B., Fursey, G.A.J. y Wood, J.D. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. Meat Science 42: 443-456.
28. Espinosa, J. 2007. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.
29. FAO, 1994. Consultado en: <http://www.fao.org> el día 23 de diciembre de 2008.
30. FOCUS-PURAC. 2005. Empleo del ácido láctico en productos cárnicos. Mundo lácteo y cárnico. Consultado en: <http://www.alimentariaonline.com> el día 15 de enero de 2008.
31. Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D. y Merkel, R.A. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
32. García, M., Quintero, R. y López, A. 2002. Biotecnología Alimentaria. Editorial Limusa. México, D.F.
33. Gómez, B.J. y Argüelles, F. 2005. Necesidades nutricionales en las distintas etapas de la vida. Carne de conejo: Equilibrio y Salud. Revista científica de nutrición. No. 3.

34. Gonçalves, A.C., Almeida, R.C.C., Alves, M.A.O. y Almeida, P.F. 2005. Quantitative investigation on the effects of chemical treatments in reducing *Listeria monocytogenes* populations on chicken breast meat. *Food Control* 16: 617-622.
35. Guedea, G. 2007. Tinción de gram. Consultado en: <http://www.revistaciencias.com> el día 11 de noviembre de 2009.
36. Hernández, M. y Sastre, A. 1999. Tratado de nutrición. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España.
37. Hernández, P. 2009. La carne de conejo como alimento funcional. Consultado en: <http://www.puntoradio.com> el 6 de junio de 2009.
38. Hui, Y.H., Guerrero, I. y Rosmini, M.R. 2006. Ciencia y tecnología de carnes. Editorial Limusa. México, D.F.
39. Karakaya, M., Saricoban, C. y Yilmaz, M.T. 2006. The effect of mutton, goat, beef and rabbit- meat species and state of rigor on some technological parameters. *Journal of Muscle Foods* 17: 56-64.
40. Korkeala, H., Lindroth, S., Ahvenainen, R. y Alanko, T. 1987. Interrrelation ship between microbial numbers and other parameters in the spoilage of vacuum-packed cooked ring sausages. *Journal Food Microbiology* 5: 311–321.
41. Kouba, M., Benatmane, F., Blochet, J. E. y Mouro, J. 2008. Effect of a linseed diet on lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Science* 80: 829-834.
42. Lambert, A., Smith, J. y Dodds, K. 1991. Shelf life extension and microbiology safety of fresh meat. *Food Microbiology* 8: 267-297.
43. Lambertini, L., Vignola, G., Badiani, A., Zaghini, G. y Formigoni, A. 2006. The effect of journey time and stocking density during transport on carcass and meat quality in rabbits. *Meat Science* 7: 641-646.
44. Ligia, V., Prinyawiwatkul, W., King, J.M., Kyo, H., Bankston, J.D. y Beilei, G. 2008. Effect of preservatives on microbial safety and quality of smoked blue catfish (*Ictalurus furcatus*) steaks during room-temperature storage. *Food Microbiology* 25: 958–963.

45. Lin, K.W. y Lin S.N. 2001. Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage. *Meat Science* 60: 147-154.
46. Long, C. y Phillips, C.A. 2003. The effect of sodium citrate, sodium lactate and nisin on the survival of *Arcobacter butzleri* NCTC 12481 on chicken. *Food Microbiology* 20: 495-502.
47. López, R. y Casp, A. 2004. *Tecnología de Mataderos*. Editorial Mundi prensa. Madrid, España.
48. Lück, E. y Jager, M. 2000. *Conservación química de los alimentos (características, usos, efectos)*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
49. Maas, M.R., Glass, K.A. y Doyle, M.P. 1989. Sodium lactate delays toxin production by *Clostridium botulinum* in cook-in-bag turkey products. *Applied and Environmental Microbiology* 55: 2226-2229.
50. Maca, J.V., Miller, R.K., Bigner, M.E., Lucia, L.M. y Acuff, G.R. 1999. Sodium lactate and storage temperature effects on shelf life of vacuum packaged beef top rounds. *Meat science* 53: 23-29.
51. Maggi, E., 2009. *Carne de conejos, Análisis de cadena alimentaria*. Consultado en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar> el día 1 de Abril de 2009.
52. Man, D. 2004. *Caducidad de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
53. Mannesa, A. y Vicente, I. 2007. *El color en la industria de los alimentos*. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.
54. María, G.A., Buil, T., Liste, G., Villarroel, M., Sañudo, C. y Olleta, J.L. 2006. Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat Science* 72: 773-777.
55. Mc Keith, F.K., Brewer, M.S., O'Connor, P.L., Carr, T.R. y Novakofski, J. 2007. Sodium Lactate Effects On The Stability Of Fresh And Cured Pork Longissimus. *Journal of Muscle Foods* 5: 285-297.
56. Mendoza, B., Sanchez, I., Zuñiga, A., Castro, J. y Santos, E.M. 2007. Seguimiento microbiológico de la conservación de carne de conejo

- envasada a vacío. Memorias del 9º Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos. México, D.F.
57. Moyano, F. 2009. El sector cunícola español también sufre las consecuencias de la crisis económica. Consultado en: <http://www.europaagraria.es/articulo.asp?id=12280> el día 5 de Abril de 2009.
58. Norma Mexicana NMX-FF-105-SCFI-2005, Productos pecuarios-Carne de conejo en canal- Calidad de la carne-Clasificación.
59. Norma Oficial Mexicana NOM-009-Z00-1994, Proceso sanitario de la carne.
60. Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
61. Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales.
62. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
63. Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA-1994, Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
64. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
65. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
66. Nykänen, A., Weckman, K. y Lapveteläinen, A. 2000. Synergistic inhibition of *Listeria monocytogenes* on cold-smoked rainbow trout by nisin and sodium lactate. *International Journal of Food Microbiology* 61: 63-72.
67. Ockerman, H., Rodríguez, R. y Pensel, N. 1992. Attachment of spoilage bacteria to beef muscle tissue. *Proceedings of the 38th International Congress of Meat Science and Thechnology*. Clermont- Ferrand, Francia.
68. Olivares, R., Schwentesius, R. y Gómez, M. 2008. Conejo orgánico: una alternativa de producción y consumo. Consultado en: http://vinculando.org/mercado/conejo_organico_una_alternativa_de_produccion_y_consumo.html el día 2 de abril de 2009.

-
69. Oteku, I.T. e Igene, J.O. 2006. Effect of Diet Types and Slaughter Ages on Carcass Characteristics of the Domestic Rabbits in Humid Southern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 5: 01-05.
70. Papadopoulos, L.S., Miller, R.K., Acuff, G.R., Vanderzant, C. y Cross, H.R. 1991. Effect of Sodium Lactate on Microbial and Chemical Composition of Cooked Beef during Storage. *Journal of Foods Science* 56: 341-347.
71. Pérez, M.L., Rodríguez, G.M., Lara, P. y Guerrero, I. 1999. Microbial spoilage of meats offered for retail sale in Mexico City. *Meat Science* 51: 279-282.
72. Price, J.F. y Schweigert, B.S. 1994. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
73. Quintero, B. y Ponce, E. 2009. Empaques y recubrimientos con actividad antimicrobiana adicionados con bacteriocinas y su aplicación. *Revista Carnilac Industrial*.
74. Rabot, C., Rouseau, F., Dumont, J. P., Remignon, H. y Gandemer, G. 1996. Poulets de chair: Effets respectifs de l'âge et du poids d'abattage sur les caractéristiques lipidiques et sensorielles des muscles. *Viandes Prod. Carnés* 17: 17-22.
75. Ramírez, J. A., Diaz, I., Pla, M., Gil, M., Blasco, A. y Oliver, M.A. 2005. Fatty acid composition of leg meat and perirenal fat of rabbits selected by growth rate. *Food Chemistry* 90: 251-256.
76. Rodríguez, J.M., García, M.L., Santos, J.A. y Otero, A. 2005. Development of the anaerobic spoilage flora of chilled rabbit meat. *Meat Science* 70: 389-394.
77. Rodríguez, H.R. 1990. Effect of lactic acid and nisin during the attachment of spoilage bacteria to sterile beef muscle tissue. MSc thesis. The Ohio State University. Columbus, Ohio.
78. Rodríguez, J.J. 2005. El uso de lactatos en el control de productos cárnicos. *Revista Carnilac*. Alfa-editores técnicos. Pp. 43-44.

-
79. Rodríguez, R. 1996. Higiene y sanidad de las carnes de consumo. Estudios de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires 19: 13-27. Buenos Aires, Argentina.
80. Roller, S. 2003. Natural antimicrobials for the minimal processing of foods. Woodhead publishing limited and CRC Press LLC. Cambridge, England.
81. Sakala, R., Hayashidani, H., Kato, K., Hirata, T., Makino, Y., Fukushima, A., Yamada, T., Kaneuchi, CH. y Ogawa, M. 2002. Change in the composition of the microflora on vacuum-packaged beef during chiller storage. *International Journal of Food Microbiology* 74: 87–99.
82. Samelis, J., Bedie, G.K., Sofos, J.N., Belk, K.E., Scanga, J.A. y Smith, G.C. 2001. Organic Acids and Their Salts as Dipping Solutions To Control *Listeria monocytogenes* Inoculated following Processing of Sliced Pork Bologna Stored at 4°C in Vacuum Packages. *Journal of Food Protection* 64: 1722–1729.
83. Schöbitz, R., De la Vega, J. y Tamayo, R. 1990. Calidad microbiológica y sensorial de carne de vacuno envasada al vacío almacenada a diferentes temperaturas. *Fleischwirtschaft Español* 2: 31–36.
84. Schöbitz, R., Raddatz, Tamayo, R. y Miranda, C. 1995. Actividad de cepas lácticas aisladas a partir de carne envasada al vacío. *Fleischwirtschaft Español* 2: 12–19.
85. Segundo, M. 2008. Situación de la cunicultura a nivel mundial y en México. Consultado en: <http://www.ancum.com.mx> el día 21 de diciembre de 2008.
86. Stekelenburg, F.K. y Kant-Muermans, M.L.T. 2001. Effects of sodium lactate and other additives in a cooked ham product on sensory quality and development of a strain of *Lactobacillus curvatus* and *Listeria monocytogenes*. *International journal of food microbiology* 66: 197-203.
87. Tan, W. y Shelef, L.A. 2002. Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork. *Meat Science* 62: 27-32.
88. Tres, A., Bou, R., Codony, R. y Guardiola, F. 2008. Influence of dietary doses of n-3- or n-6-rich vegetable fats and α -tocopheryl acetate

- supplementation on raw and cooked rabbit meat composition and oxidative stability. *Journal Agriculture. Food Chemistry* 56: 7243-7253.
89. Urizal, J.I. 2006. Mercado internacional de la carne de conejo. Secretaría de agricultura, ganadería, pesca y alimentos, Argentina.
90. Varnam, A.H. y Sutherland, J.P. 1998. Carne y productos cárnicos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
91. Ventanas, J. y Andrés, A.I. 2001. Tecnología del jamón Ibérico: de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma. Editorial Mundi prensa. Madrid, España.
92. Warris, P.D. 2003. Ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
93. Williams, S.K. y Phillips, K. 1998. Sodium lactate affects sensory and objective characteristics of tray-packed broiler chicken breast meat. *Poultry Science* 77: 765-769.
94. Zamora, M. 2001. Carne de conejo contra la astenia otoñal. Consultado en: <http://nutriguia.com/?id=f234d94e;t=STORY;topic=art> el día 6 de junio de 2009.
95. Zamora, M.M. 1997. La cunicultura en México. Hablemos del conejo. *Revista Correo del maestro*. No. 13.