



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD
ANIMAL
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DEL pH, FUERZA DE CORTE Y
ATRIBUTOS SENSORIALES DE CARNE DE CONEJO DE TRES
CATEGORÍAS COMERCIALES EN MÉXICO, MADURADA EN
REFRIGERACIÓN DURANTE 24, 48 Y 72 HORAS.

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL

PRESENTA:
LUIS VICENTE JIMÉNEZ CASTILLO

TUTOR PRINCIPAL

MVZ. M. EN C. JOSÉ FERNANDO NÚÑEZ ESPINOSA, FMVZ-UNAM

COMÍTE TUTOR

DRA. MARÍA DE LA SALUD RUBIO LOZANO, FMVZ-UNAM

DRA. ADRIANA LLORENTE BOUSQUETS, FES-CUATITLÁN- UNAM

MÉXICO, D.F. ENERO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD
ANIMAL
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL pH, FUERZA DE CORTE Y
ATRIBUTOS SENSORIALES DE CARNE DE CONEJO DE TRES
CATEGORÍAS COMERCIALES EN MÉXICO, MADURADA EN
REFRIGERACIÓN DURANTE 24, 48 Y 72 HORAS.**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL**

**PRESENTA:
LUIS VICENTE JIMÉNEZ CASTILLO**

**TUTOR PRINCIPAL
MVZ. M. EN C. JOSÉ FERNANDO NÚÑEZ ESPINOSA, FMVZ-UNAM**

**COMÍTE TUTOR
DRA. MARÍA DE LA SALUD RUBIO LOZANO, FMVZ-UNAM
DRA. ADRIANA LLORENTE BOUSQUETS, FES-CUATITLÁN- UNAM**

MÉXICO, D.F. ENERO 2016

Contenido

RESUMEN	VII
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	1
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Selección de animales, matanza y obtención de la canal	4
1.2 Estructura muscular	7
1.3 Transformación de músculo a carne	9
1.4 <i>Proceso de maduración de la carne</i>	11
1.5 Principales procesos enzimáticos presentes en la maduración de la carne.....	14
1.5.1 Calpaínas.....	14
1.5.2 Calpastatinas.....	15
1.5.3 Catepsinas.....	16
1.6 Calidad de la carne	17
1.6.1 Características sensoriales	17
1.6.1.1 Dureza	18
1.6.1.2 Sabor y olor	20
1.6.1.3 Color	21
1.6.1.4 Jugosidad.....	23
1.6.2 Generalidades de las propiedades nutrimentales de la carne de conejo.....	24
1.6.2.1 Contenido de Proteínas	24
1.6.2.2 Contenido de Aminoácidos	24
1.6.2.3 Contenido de Vitaminas y Minerales	25
1.6.2.4 Contenido de Ácidos Grasos	25
1.6.3 Métodos de conservación de la carne.....	26
JUSTIFICACIÓN	29
ALCANCE DEL CONOCIMIENTO	29
OBJETIVOS	30
Objetivo general.....	30
Objetivos específicos	30
HIPÓTESIS	31
Hipótesis general.....	31

Hipótesis específicas	31
2 MATERIAL Y MÉTODOS	32
2.1 Ubicación de espacio-tiempo y criterios de inclusión:	36
2.2 Tamaño y número de muestras	37
2.3 Procedimientos	38
2.3.1 Análisis Microbiológico	38
2.3.2 Medición de pH y fuerza de corte, durante la maduración en refrigeración:	39
2.3.3 Evaluación sensorial de carne de conejo madurada en diferentes tiempos, correspondiente a las tres categorías comerciales en México.	41
2.4 Análisis estadístico	43
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
3.1 Análisis Microbiológicos	46
3.2 Análisis de pH y fuerza de corte, durante la maduración en refrigeración:.....	48
3.2.1 Análisis del parámetro pH	48
3.2.2 Análisis de la variable fuerza de corte.....	50
3.2.2.1 Análisis en diferentes periodos de maduración	51
3.2.2.1.1 Análisis de la fuerza de corte para la carne sin madurar (tiempo 0)...	51
3.2.2.1.2 Análisis de la fuerza de corte para el periodo de maduración de 24 horas.	52
3.2.2.1.3 Análisis de la fuerza de corte para el tiempo de maduración 48 horas	52
3.2.2.1.4 Análisis de la fuerza de corte para el tiempo de maduración de 72 horas.	53
3.2.2.2 Análisis de la fuerza de corte de las diferentes categorías comerciales	54
3.2.2.2.1 Análisis de la fuerza de corte para las categorías comerciales México Extra, México 1 y México 2.	55
3.3 Análisis de la Evaluación Sensorial.....	56
3.3.1 Análisis de las características sensoriales olor, sabor y suavidad en la carne de conejo, entre las distintas categorías comerciales	57
3.3.1.1 Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo sin madurar, entre las distintas categorías comerciales.....	57
3.3.1.2 Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada durante 24 horas, entre las distintas categorías comerciales	58
3.3.1.3 Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada durante 48 horas, entre las distintas categorías comerciales.	58

3.3.1.4	Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada durante 72 horas, entre las distintas categorías comerciales	59
3.3.2	Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada, en periodos diferentes, de las 3 categorías comerciales. 60	
3.3.2.1	Resultados de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo de la categoría México Extra, madurada en diferentes periodos. 61	
3.3.2.2	Resultados de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo de la categoría México 1, madurada en diferentes periodos.	63
3.3.2.3	Resultados de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo categoría México 2, madurada en diferentes periodos.....	65
3.3.3	Análisis de las calificaciones generales de las muestras en la carne de conejo madurada a diferentes tiempos	66
CONCLUSIONES		70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		74
ANEXO A: ENCUESTA.....		100
ANEXO B: ABREVIATURAS UTILIZADAS		104
ANEXO C: PRUEBAS ESTADÍSTICAS COMPLETAS.....		106

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Rigor mortis en las diferentes especies	11
Cuadro 2: Aporte de proteína de las diferentes especies	24
Cuadro 3: Aporte de aminoácidos de la carne de conejo	24
Cuadro 4: Relación de Omega 6 y 3 en las distintas especies.....	26
Cuadro 5: Tiempo máximo de refrigeración de algunos tipos de carne	27
Cuadro 6: Análisis Microbiológicos: Cuenta de Coliformes Totales por la Técnica del Número Más Probable (NMP).	47
Cuadro 7: pH de las categorías comerciales en los diferentes tiempos de maduración.....	48
Cuadro 8: Fuerza de corte de las categorías comerciales en los diferentes tiempos de maduración.....	50
Cuadro 9: Estadísticos Descriptivos de la Evaluación Sensorial.....	56
Cuadro 10: Calificación general promedio y moda; puntos de preferencia por olor, sabor, textura y total; moda de calificación y número de personas que eligieron la muestra como la mejor.....	67
Cuadro 11 Prueba de esfericidad de la muestra para la variable pH	106
Cuadro 12 Análisis Multivariado (Perfiles) para la variable pH	106
Cuadro 13: : Efecto de la categoría comercial en el pH durante las diferentes horas	106
Cuadro 14: Comparaciones múltiples de pH por la prueba de Bonferroni para la categoría comercial México Extra	106
Cuadro 15: Comparaciones múltiples de pH por la prueba de Bonferroni para la categoría comercial México 1.....	107
Cuadro 16: Comparaciones múltiples de pH por la prueba de Bonferroni para la categoría comercial México 2.....	107
Cuadro 17: Prueba de esfericidad de la muestra para la fuerza al corte (WB).	107
Cuadro 18: Análisis Multivariado (Perfiles) para la variable fuerza de corte.	107
Cuadro 19: Efecto de la categoría comercial en la fuerza de corte durante las diferentes horas.	108
Cuadro 20: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales en la carne sin madurar.....	108
Cuadro 21: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales con 24 horas de maduración.....	108
Cuadro 22: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales con 48 horas de maduración.....	108
Cuadro 23: Comparación de la fuerza de corte por la prueba de Bonferroni para las diferentes categorías comerciales madurada a las 48 horas.	109
Cuadro 24: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales con 72 horas de maduración.....	109
Cuadro 25: Comparación de la fuerza de corte por la prueba de Bonferroni para las diferentes categorías comerciales madurada a las 72 horas.	109
Cuadro 26: Análisis de Varianza Univariado de la fuerza de corte para la categoría comercial México Extra en las diferentes hora.	110
Cuadro 27: Comparaciones múltiples por pares de fuerza de corte por la prueba de Bonferroni, para la categoría comercial México Extra.	110
Cuadro 28: Análisis de Varianza Univariado de la fuerza de corte para la categoría comercial México 1 en las diferentes horas.....	110
Cuadro 29: Comparaciones múltiples por pares de fuerza de corte por la prueba de Bonferroni, para la categoría comercial México 1.....	111
Cuadro 30: Análisis de Varianza Univariado de la fuerza de corte para la categoría comercial México 2 en las diferentes horas.....	111
Cuadro 31: Comparaciones múltiples de fuerza de corte por la prueba de Bonferroni, para la categoría comercial México 2.....	111

<i>Cuadro 32: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo de diferentes categorías, madurada a diferentes tiempos.....</i>	<i>112</i>
<i>Cuadro 33: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración.</i>	<i>112</i>
<i>Cuadro 34: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo sin madurar.</i>	<i>113</i>
<i>Cuadro 35: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales sin madurar.....</i>	<i>113</i>
<i>Cuadro 36: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada 24 horas.....</i>	<i>114</i>
<i>Cuadro 37: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración a 24 horas.....</i>	<i>114</i>
<i>Cuadro 38: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada 48 horas.....</i>	<i>115</i>
<i>Cuadro 39: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración a 48 horas.....</i>	<i>115</i>
<i>Cuadro 40: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada 72 horas.....</i>	<i>116</i>
<i>Cuadro 41: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración a 72 horas.....</i>	<i>116</i>
<i>Cuadro 42: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes horas.....</i>	<i>117</i>
<i>Cuadro 43: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos de la categoría México Extra.</i>	<i>117</i>
<i>Cuadro 44: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, de la categoría comercial México Extra durante la maduración.....</i>	<i>117</i>
<i>Cuadro 45: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos de la categoría México 1.....</i>	<i>118</i>
<i>Cuadro 46:: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, de la categoría comercial México 1 durante la maduración.</i>	<i>118</i>
<i>Cuadro 47: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos de la categoría México 2.....</i>	<i>119</i>
<i>Cuadro 48: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, de la categoría comercial México 2 durante la maduración.</i>	<i>119</i>
<i>Cuadro 49: Análisis de la varianza ANOVA para la calificación general de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos.....</i>	<i>120</i>

ÍNDICE DE Figuras

<i>Figura 1: Estructura muscular</i>	7
<i>Figura 2: Animales seleccionados según edad</i>	36
<i>Figura 3: Matanza, faenado y lavado de la canal por personal del CEIEPAv</i>	36
<i>Figura 4: Empacado al vacío de las muestras</i>	37
<i>Figura 5: Muestras empacadas al vacío</i>	37
<i>Figura 6: Medición de pH y temperatura</i>	39
<i>Figura 7: Medición de la temperatura de cocción (35 y 70 °C)</i>	40
<i>Figura 8: Medición de la fuerza de corte</i>	41
<i>Figura 9: Muestras de evaluación sensorial</i>	43
<i>Figura 10: Evaluación sensorial</i>	43
<i>Figura 11: Gráfico de evolución del pH de las diferentes categorías comerciales, a distintas horas de refrigeración (2°C ±2°C)</i>	49
<i>Figura 12: Gráfico de Fuerza de corte de las diferentes categorías comerciales a distintas horas de refrigeración (2°C ±2°C)</i>	51
<i>Figura 13: Radial de categoría México Extra.</i>	62
<i>Figura 14: Radial de categoría México 1.</i>	64
<i>Figura 15: Radial de categoría México 2.</i>	66
<i>Figura 16: Preferencia de los consumidores.</i>	68

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, por las facilidades proporcionadas, el uso de instalaciones, la paciencia de los (as) doctores (as) para explicarme y ayudarme en mi proyecto de tesis, particularmente a las químicas Carolina y Luz, a las Dra´s. Claudia, Bertha y Rosa Helia. También agradezco a la Sra. Refugio por todas las atenciones prestadas y por ser una agradable compañía en esas largas esperas.

Al Departamento de Abejas Conejos y Organismos Acuáticos por su apoyo durante la tesis.

Al Dr. Miguel Ángel por su apoyo incondicional, su ayuda, su paciencia, su esfuerzo por hacerme salir adelante, por enriquecer mi desarrollo como estudiante, por su amistad y aprecio.

Al Comité tutor por el esfuerzo, paciencia, tolerancia y criterio para el desarrollo de este trabajo y de mi formación académica, profesional e intelectual, por los retos que represento el hacer y continuar adelante con el trabajo pese a las circunstancias.

A la Dra. María de la Salud por el apoyo proporcionado, por facilitarme material y equipo necesario para esta investigación, por el aprendizaje adquirido.

A la Dra. Adriana Llorente por hacer que me esfuerce en mi aprendizaje y esmerarme para mejorar en mis defectos.

Agradezco especialmente al Dr. Fernando Núñez por el apoyo, esfuerzo, paciencia, recursos, tiempo dedicado y su amistad, reconozco que es una gran persona que sin su apoyo no podría haber terminado este gran esfuerzo.

Al CEIEPAV y el CEIPSA por las facilidades otorgadas y el préstamo de las instalaciones.

A ti Gaby por ser quien es, por apoyarme en los momentos difíciles, por no dejarme caer en el abismo de la mediocridad, por ser mi compañera y amiga en las situaciones complicadas y en las divertidas, por ser incondicional, gracias de verdad.

Por último y no menos importante a todos mis amigos que me apoyaron alguna forma a Enrique (Enro), Paco, Diego, Edna, Mauricio, Valentín, Tatiana, gracias por esos momentos, risas, compañía y por todo, gracias por ser mis amigos, sin ustedes no sería nada.

DEDICATORIA

A Lourdes y Vicente:

Mis padres, tal vez no puedo decir con palabras todo lo que siento por ustedes, considero que son las personas más maravillosas que existen, gracias a ustedes soy la persona que soy actualmente, por enseñarme a ser una mejor persona cada día, por estar conmigo en las buenas y en las malas, aunque a veces piensen de forma distinta a la mía, gracias por soportarme con todo y perro, por darme la vida y por ser parte de ella, por quererme, respetarme, por darme todas las armas para tener éxito día a día, por enseñarme que las cosas hermosas de la vida se disfrutan mejor en familia, también por los regaños, las llamadas de atención y los cuidados que me han dado, por ser un ejemplo para mí, por darme todo sin esperar nada a cambio. Lo único que puedo decir es que los quiero y amo demasiado.

RESUMEN

El *rigor-mortis* es el inicio del cambio de músculo a carne y una vez que finaliza este, comienza el proceso de maduración, el cual resalta características sensoriales con el transcurso del tiempo, tales como la terneza, jugosidad, sabor y olor, que determinan las preferencias del consumidor. El objetivo del presente estudio, fue determinar el tiempo óptimo de maduración de la carne de conejo de las tres categorías comerciales en México. Para ello, se utilizó el pH como control (5.4 a 6.03) de la conservación correcta de la carne madurada; se evaluó la resistencia al corte y se realizaron pruebas sensoriales de olor, sabor y suavidad. Se utilizaron un total de 100 canales de conejo de las 3 categorías comerciales, de las cuales, 15 se usaron para comprobar su calidad sanitaria, 60 para la medición de pH y el análisis de fuerza de corte, con el dispositivo Warner Bratzler y 25 para el análisis sensorial. La variable pH se encontró dentro de los valores esperados, mientras que la fuerza de corte tuvo un descenso altamente significativo ($P < 0.01$) durante las primeras 24 horas en las tres categorías comerciales, sin presentar diferencias significativas entre ellas hasta las 72 horas; la carne de la categoría México 1 fue la más suave y la de categoría México 2 la más dura ($P = 0.007$). Durante la evaluación sensorial, los consumidores detectaron cambios significativos ($P < 0.05$) en el olor, sabor y suavidad de la carne de las diferentes categorías comerciales y en los diferentes periodos de maduración, principalmente entre la carne sin madurar y la madurada a 72 horas. La carne de conejo sin madurar obtuvo las calificaciones más bajas y fue la menos preferida por los consumidores, demostrando que el tiempo de maduración tiene un efecto importante en la carne de conejo, repercutiendo de manera significativa en la preferencia del consumidor.

Palabras clave: carne de conejo, maduración, categorías comerciales en México.

ABSTRACT

Rigor mortis is the beginning of change in muscle meat and once finishes this, he begins the process of maturation, which highlights sensory characteristics over time such as tenderness, juiciness, flavor and odor, which are consumer preference. The aim of this study was to determine the optimal time of maturity of rabbit meat of the three commercial categories in Mexico. For this pH was used as control (5.4 to 6.03) proper preservation of meat, the cut resistance was evaluated by sensory testing and odor, flavor and softness were made. A total of 100 channels of commercial rabbit 3 categories were used; of which 15 channels were used to verify the sanitary quality of meat, 60 channels for pH measurement and analysis of cutting force with Warner Bratzler device and 25 channels were used for sensory analysis. The pH variable is found within the expected values while cutting force had a highly significant ($P < 0.01$) during the first 24 hours in the three business categories, without significant differences among them up to 72 hours, where meat category Mexico 1 was the softest and category Mexico was the hardest 2 ($P = 0.007$). Consumers in the sensory evaluation detected significant changes ($P < 0.05$) in smell, taste and tenderness of the meat of different categories and you trade in different periods of maturity mainly between unripened meat and matured 72 hours. The immature rabbit meat was the worst skilled and the least preferred by consumers, demonstrating that the aging time has an important effect on rabbit meat significantly impacting consumer preference.

Keywords: rabbit meat, maturing commercial categories in Mexico.

INTRODUCCIÓN

La maduración de la carne, entendida como autólisis aséptica de origen enzimático, es uno de los procesos que se ha estudiado recientemente y que aún se sigue investigando, debido a que existen variables a considerar como la especie, la raza, la edad, el sexo, entre otros, que pueden tener efectos en los atributos de la carne como los cambios texturales, del sabor y del olor (Koochmaraie, 1996). El proceso de maduración se realiza dejando la carne bajo condiciones de refrigeración; durante diferentes periodos, a mayor tiempo existe una mayor exacerbación de las características sensoriales, principalmente sobre la suavidad de la carne (King *et al.*, 2009). La maduración se ha estudiado especialmente en bovinos, borregos y aves (Koochmaraie, 1996), sin embargo, en otras especies como la cunícola se carece de información sobre este tema.

En conejos han realizado diversos estudios que hacen referencia a la fuerza de corte y la mayoría son realizados probando la resistencia hasta 48 horas *post-mortem* en animales de una edad alrededor de los 70 días (Combes *et al.*, 2000; Ortiz y Rubio, 2001; Gondret *et al.*, 2005; Cruz, 2011); de acuerdo con la Norma Mexicana (NMX FF 105 SCFI 2005) estos corresponden a la categoría comercial México Extra. La falta de resultados en canales de conejo, correspondientes a las categorías comerciales México 1 y México 2, trae como consecuencia el no poder emitir recomendaciones adecuadas y necesarias para su tratamiento u opciones de comercialización que sean del agrado del consumidor final. A esto, hay que sumarle que precisamente el consumidor mexicano prefiere en su mayoría piezas grandes (Solís, 2004), lo que conlleva a que la carne tenga que provenir de animales de una edad mayor, con tendencia a ser más dura y con un sabor menos agradable (Roca, 2006), representando un problema para su aceptación.

El consumo de la carne de conejo en el mundo es de aproximadamente 350 g /hab. /año; sin embargo, en algunos países europeos como Francia, Italia y España el consumo per cápita es aproximado a los 7 kg /hab. /año y en ciudades

como Nápoles es de hasta 15 kg /hab. /año; en contraste, en México el consumo de carne de conejo es de 280 g /hab. /año (Martínez *et al.*, 2013; Rosell & Fluvia, 2008).

La importancia en el consumo de la carne de conejo, radica en las características nutrimentales que posee, debido a su alto contenido de proteína y bajos contenidos en sodio, grasa, ácidos grasos saturados, colesterol y carbohidratos (Ramírez, 2004; Combes & Dalle., 2005; Sandoval, 2009). Esto hace que la carne de conejo sea clasificada como alimento funcional, que por definición es aquel que por sus características nutricionales puede mejorar la salud y/o reducir el riesgo a contraer enfermedades (Arihara, 2006; Dalle & Szendrö, 2011), por lo que se recomienda su consumo a personas que padecen diabetes, aterosclerosis, obesidad, problemas de ácido úrico, entre otros padecimientos (Vidal, 2005; Camps, 2000).

Por otro lado en las últimas décadas, el mercado de productos orgánicos o ecológicos ha aumentado de forma acelerada, creando una clara tendencia a la preferencia por productos de origen “natural”, preocupándose por los beneficios a la salud, calidad de vida, impacto al medio ambiente, impacto social, entre otros. La carne, como parte de los alimentos del hombre, ha sufrido la misma tendencia en menor medida y la gente busca alimentos que tengan un menor impacto negativo en el ambiente y un impacto positivo en la salud humana. La carne de conejo representa una alternativa a carnes tradicionales como son pollo, cerdo y res, ya que además de sus características nutrimentales superiores, para su producción en México no se utilizan vacunas u hormonas y el uso de antibióticos es reducido; si bien, en general no se considera como un carne orgánica o ecológica, representa una de las mejores opciones en el mercado, al acercarse a las tendencias de consumo. Según Rosas (2013) las características sensoriales en la carne de conejo son las que determinan su consumo y señala que poco menos del 50% de la población ha tenido una mala experiencia en cuanto a la calidad sensorial del producto. Por lo anterior, es importante fomentar su consumo, siendo una opción a través del mejoramiento de su palatabilidad, por medio de la maduración de la carne.

CAPÍTULO

1 MARCO TEÓRICO

La sedentarización del hombre, dio lugar a la domesticación de animales para satisfacer algunas de sus necesidades alimenticias, siendo de las primeras especies en domesticar los caprinos (8500 A.C.), ovinos (8000 A.C.), suinos (7500 A.C.) y bovinos (7000 A.C.) (Valadez, 2003); la especie cunícola en comparación es de reciente domesticación (1800-1100 A.C.) (Martínez *et al.*, 2013), a pesar de ello ha tenido éxito en el consumo humano, principalmente en Europa y países mediterráneos y durante en el siglo XIX la cría de conejo se convirtió en una actividad practicada en el campo y en ciudades (FAO, 1996).

A lo largo del tiempo, la producción de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) han mostrado sus altibajos, sin embargo, se ha incrementado a nivel mundial, así como también el consumo de su carne y productos derivados como piel, pelo y artesanías. Aunque la producción ha aumentado, el consumo *per capita* no ha tenido un incremento considerable, esto, en parte puede ser debido a que la población humana ha crecido. A nivel nacional, en 1996 en México se reportó que se consumía aproximadamente 0.182 kg/hab/año y para el 2011, se estimó que se alcanzó los 0.280 kg/hab/año; aunque el incremento es considerable, comparado con otras especies de consumo regular como el pollo (27 kg/hab/año), bovinos (17 kg/hab/año) o suinos (15 kg/hab/año), el consumo aún es muy bajo (SAGARPA, 2009), pero significa que existe un mercado potencial para la carne de conejo (Venegas 2004; Osechas, 2006, Carrasco, 2004)

1.1 Selección de animales, matanza y obtención de la canal

Los animales destinados al consumo humano son criados y seleccionados con esta finalidad; en conejos, como en otras especies, se han logrado conformar líneas genéticas y esquemas reproductivos específicos para aumentar la cantidad de animales finalizados, aprovechando la velocidad de crecimiento en el mejoramiento genético, aumentando considerablemente la ganancia diaria de peso (Ariño, 2006; Antonini, 2010).

Una vez producidos los animales seleccionados deben ser transportados bajo condiciones que favorezcan el menor estrés, evitando el calor, hacinamiento,

ruido y transporte de larga duración, debido a que puede producir algunos cambios indeseables sobre la carne, como cambios en el pH y coloración (De la Fuente, 2003; Liria y María, 2007), sin dejar a un lado todas las cuestiones bioéticas de bienestar animal, implicadas en la producción primaria.

Previo a la matanza, los animales deben ser inspeccionados tal y como lo establece la NOM 009 ZOO 1994 (Proceso sanitario de la carne); esta norma señala las características del animal y algunas recomendaciones para realizar eficazmente las inspecciones *ante y posmortem*; ambas deben llevarse a cabo en un lugar con iluminación adecuada –superior a 60 candelas- para observar mejor las posibles alteraciones en dinámica y estática, alteraciones en piel o cualquier otra anomalía en el animal en pie, sospecho, o su canal no apta para el consumo. La inspección *ante-mortem* debe realizarse a la llegada de los animales, considerando las condiciones del transporte; en el caso de la especie cunícola, debe realizarse en jaulas, separando los animales aptos para la matanza de los sospechosos y enfermos. La inspección sanitaria veterinaria, a lo largo de los procesos de producción y transformación, es de gran importancia, debido a que pueden detectarse animales que no son aptos para el consumo humano, siendo una de las primeras barreras para proteger la salud, tanto humana como animal. Entre los objetivos de la inspección, se encuentra monitorear la salud de los animales en el área local, debido a que en los mataderos convergen animales de diversos lugares, por lo que puede ser un punto de detección temprana de algunas enfermedades y establecer medidas preventivas o de control (SAGARPA, 2006; FAO, 2006).

Una vez realizada la inspección *ante-mortem*, se procede a la insensibilización de acuerdo con la norma NOM 033 ZOO 2014, la cual señala que uno de los métodos de aturdimiento permitido es el desnucamiento mediante la técnica concusión o golpe; sin embargo, es conveniente hacer notar que a nivel mundial se realiza a través de una variante conocida como la dislocación cervical, “la cual tiene menor riesgo de fallo en el aturdimiento del animal, además de que disminuye la presencia de lesiones o hematomas en la canal” (CASANUEVA, 2012). En rastros con una gran afluencia de animales se utiliza el electroaturdimiento,

debido al poco esfuerzo físico en comparación con cualquiera de las otras técnicas (NOM 033 ZOO 2014). Una vez realizada la insensibilización, se procede a la matanza mediante el desangrado, ya sea por corte de yugular o decapitación, seguido del retiro de extremidades craneales, desollado, eviscerado, retiro de extremidades caudales y lavado final.

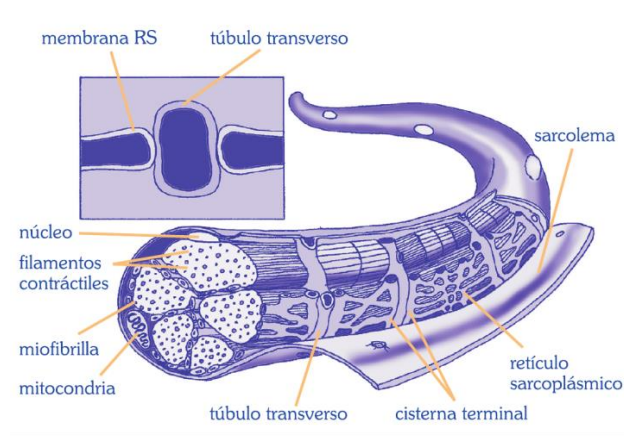
Según la norma mexicana NMX FF 105 SCFI 2005, las canales de conejo se clasifican en:

- México Extra: Provenientes de hembras o machos con una edad máxima de 77 días y un peso en canal entre 1.0 y 1.5 kilogramos.
- México 1: Provenientes de hembras o machos con una edad hasta los 100 días de vida y un peso en canal entre 0.9 y 1.8 kilogramos.
- México 2: Hembras o machos de cualquier edad y el peso de la canal deberá ser menor a 0.9 o mayor a 1.8 kilogramos. Cabe destacar que esta categoría acepta musculatura pálida, suave y exudativa, presencia de grasa líquida, musculatura seca, dura y oscura.

La norma no hace diferencias entre sexos, sin embargo, se ha demostrado que en machos, a mayor peso del animal en pie, mayor rendimiento en canal, produciendo una cantidad mayor de carne, con un beneficio económico al productor (Gimeno, 1990).

1.2 Estructura muscular

El músculo se define como cada uno de los órganos fibrosos que al contraerse produce los movimientos de humanos y animales. Existen 3 tipos de músculo: liso, estriado cardíaco y estriado esquelético, siendo este último usado comúnmente para consumo humano como carne. El músculo estriado esquelético se encuentra protegido con tres capas de tejido conectivo: epimisio, perimisio y endomisio; la más superficial es el epimisio, el perimisio separa por grupos entre 10 y 100 fibras musculares que son células muy largas y multinucleadas; el endomisio por su parte envuelve un conjunto de miofibrillas que forman una célula muscular simple (Prändl *et al.*, 1995) (Figura 1).



Fuente: Tomado de Teijon *et al.*, Fundamentos de la bioquímica metabólica

Figura 1: Estructura muscular

Las fibras musculares esqueléticas están rodeadas por una membrana celular denominada específicamente sarcolema, la cual posee permeabilidad selectiva y característicamente durante su trayecto manifiesta de manera periódica invaginaciones (túbulos T) que atraviesan transversalmente la célula y permiten que el líquido extracelular fluya dentro de ellos; esta circunstancia histológica permite que el potencial de acción que recibe la célula muscular a través de las sinapsis establecidas con botones terminales de neuronas somáticas, despolarice al sarcolema. Este potencial de acción se distribuye a todo lo largo y ancho de la membrana y se introyecta por el sistema T y a su paso termina afectando a las

cisternas del retículo sarcoplásmico provocando que éste libere calcio hacia el sarcoplasma. El calcio liberado se une a la troponina C y con ello se desplaza el complejo troponina-tropomiosina haciendo evidentes los sitios activos de la actina para la miosina; cuando estas dos proteínas se unen se degrada el ATP y la energía liberada permite la contracción: el desplazamiento de los filamentos delgados sobre los gruesos, acercándose las líneas Z contiguas. La repetición de este proceso en el mismo sentido permite explicar el acortamiento del músculo en general. Después, para que tenga lugar la relajación debe bombearse el calcio al interior de las cisternas del retículo sarcoplásmico a través de un proceso de transporte activo, mismo que también demanda gasto de energía (ATP) regresando el músculo al estado de precontracción (Barrett *et al.*, 2010).

Existen diferentes clasificaciones de fibras musculares de acuerdo a sus propiedades morfológicas y funcionales. Las fibras musculares se pueden dividir en dos grandes grupos, fibras blancas (las cuales se subdividen en IIA y IIB) y fibras rojas:

- Fibras Rojas de contracción lenta o Tipo I (Oxidativas): Son las más pequeñas, de contracción prolongada, son resistentes a la fatiga y de metabolismo aeróbico; de mitocondrias grandes, abundantes y muy relacionadas con las miofibrillas, poseen mayor cantidad de mioglobina y de capilares.
- Fibras Blancas de contracción rápida (Glucolíticas):
 - Tipo IIB responden a realizar fuerzas considerables, contrayéndose toda la fibra, sin embargo, se agota rápidamente ya que las mitocondrias son escasas y pequeñas, y el metabolismo es principalmente anaerobio.
 - Tipo IIA o fibras intermedias, comparten características de ambas fibras, con tamaño y metabolismo intermedio, capaces de resistir fuerzas considerables.

Aunque puede observarse la diferencia de los músculos (con respecto al color de la carne) se puede hablar que todos los músculos presentan una variedad y equilibrio entre las fibras musculares, y lo que da el color es tipo preponderante de fibra que existe. En el conejo doméstico producido para consumo humano aun siendo de diferentes líneas genéticas o razas, las fibras predominantes son las tipo IIB inclusive a diferentes edades de los animales (Ramírez, 2004); en el conejo entre el 60 y 80% de las fibras pertenecen a la categoría IIB, sin embargo, aunque la cantidad de fibras predominantes se mantiene conforme avanza la edad el tipo de fibras tipo I puede aumentar (Lambertini et. al 1996).

La contracción normal de músculo cuando el animal todavía está vivo, se inicia cuando el impulso nervioso llega a través de la neurona a la fibra muscular, el impulso eléctrico llega al retículo sarcoplásmico causando la liberación de Ca^{2+} aumentando la concentración en el sarcoplasma de hasta de 10^{-5} , uniéndose a la troponina C y liberando el complejo troponina - tropomiosina, activando la ATPasa que era inhibida por el magnesio (Mg^{2+}) permitiendo la acción contráctil de la actinmiosina (Restrepo *et al.*, 2001).

1.3 Transformación de músculo a carne

Según la FAO (2015) “la carne es el producto pecuario de alto valor” debido al contenido de proteínas de alta calidad, por contener todos los aminoácidos esenciales, así como sus vitaminas y minerales de elevada biodisponibilidad. La carne según la normatividad en México (NOM 009 ZOO 1994 Y NMX FF 105 SCFI 2005) se define como “la masa muscular que cubre el esqueleto del animal y que está constituida por el tejido muscular, conjuntivo y elástico, grasa, vasos linfáticos y sanguíneos y nervios”. La transformación del músculo a carne resulta ser un proceso complejo e interdependiente, en donde después de que el animal destinado para consumo ha muerto, los músculos sufren varios procesos bioquímicos que afectan diferentes características de los mismos. Cuando el animal muere, el músculo pierde la capacidad de contracción y relajación, sin embargo, este fenómeno tiene íntima relación con el ablandamiento de la carne.

El comienzo de esta transformación ocurre posterior a la muerte del animal. La ausencia de la circulación sanguínea provoca la falta de aporte de oxígeno, nutrientes, estímulos nerviosos y hormonales; por lo que el sistema citocromo-oxidasa sintetizador de ATP es desactivado, en consecuencia se activa el metabolismo anaeróbico de las células para transformar las reservas de energía (glucógeno) en ATP y lograr mantener la integridad celular, sin embargo, la degradación de glucógeno provoca la acumulación de ácido láctico al no poder ser retirado por el sistema sanguíneo; como consecuencia es provocado un descenso en el potencial óxido- reducción -pH- (Zimerman, 2008). Aunque este descenso en un principio es rápido, no lo hace de manera constante, más bien, es de velocidad variable debido a la difusión a través de las membranas impermeables de iones, haciendo uniforme el descenso del pH, hasta que se elimina la resistencia de la membrana (Restrepo *et al.*, 2001). Si la temperatura se mantiene a 4°C el ATP tiene un descenso importante las primeras 24 horas y posteriormente es ligero durante los siguientes días (Temprado, 2005; Nakatani *et al.*, 1986 citada por Chacón, 2004). En los conejos el descenso significativo de ATP comienza a partir de las 4 horas a una temperatura de 19°C y desapareciendo prácticamente entre las 15 y 20 horas (Hulot y Ouhayoun, 1999; Blasco y Piles, 1990).

A consecuencia de la acumulación del ácido láctico, el pH de los músculos pasa de valores de 6.7 -7.2 a valores finales de 5.5- 5.6 para músculos con actividad glucolítica y de 6.4 con actividad oxidativa, activando proteasas con centros activos de cisteína (Ordoñez, 1998 citado por Garrido, 2005). El proceso de acidificación varía según la especie, en porcinos dura aproximadamente entre 4 y 5 horas, bovinos entre 15 y 35 horas, mientras que en aves y conejos tiene una duración aproximada entre 1 y 4 horas; esto puede variar debido a la influencia de la temperatura, tamaño de canal, evolución del pH y concentración de ATP en la que tiene lugar el proceso (Hulot y Ouhayoun, 1999).

Al agotarse las reservas de ATP y no poder regenerar la fosforilación oxidativa para la generación de ATP en músculo, la actina y la miosina se unen de forma irreversible, logrando la inextensibilidad de los músculos y al no existir las

condiciones para que el músculo regrese a la normalidad a través de la separación de la actinmiosina la inextensibilidad se mantiene, por lo que se produce la fase conocida como *rigor mortis*.

El *rigor mortis* se define como el estado de inextensibilidad de los músculos posterior a la muerte, donde se produce una rigidez cadavérica e inflexibilidad de las articulaciones; el tiempo de instauración de este proceso varía dependiendo la especie y la temperatura (Beltrán 1998, Tomé 2000). Las especies más grandes tienen un tiempo de rigor mayor, un bovino por ejemplo tarda en instaurar hasta 24 horas, mientras que un pollo en las mismas condiciones ambientales tarda entre 10 min y 4 horas (Temprado, 2005)(Cuadro 1).

Cuadro 1: Rigor mortis en las diferentes especies

Especie	Tiempo en establecer el <i>rigor mortis</i>
Bovino	15-30 horas
Suino	4-12 horas
Ovinos	12-24 horas
Aves	1-4 horas
Conejos	2-5 horas
Pescado	10 min- 2 horas

1.4 Proceso de maduración de la carne

Se denomina maduración al proceso posterior al *rigor mortis* y consiste en la degradación paulatina de la carne a una temperatura de refrigeración (0 a 4 °C), durante diferentes periodos de tiempo, en condiciones controladas el cambio más evidente y buscado con la maduración es la disminución de la resistencia al corte que producen las fibras musculares, es decir, cuanto mayor tiempo de maduración menor será la resistencia de las fibras, produciendo una sensación de suavidad y ternura además de mejorar las características agradables para el consumidor (Koochmaraie, 1995; Koochmaraie, 1996).

El tiempo en el que desaparece la rigidez cadavérica varía dependiendo de la temperatura; en el pescado por ejemplo es imperceptible entre 5 y 30 horas a 0 °C; en pollos a las 8 horas *post-mortem*; mientras que en bovinos tiene una duración de 2 semanas aproximadamente utilizando la misma temperatura, pero si la

temperatura fuera de 43 °C la rigidez desaparece en un solo día en esta última especie, sin embargo, esto disminuye la vida útil de producto (Restrepo *et al.*, 2001).

La maduración se lleva a cabo normalmente bajo condiciones controladas de higiene y temperaturas de refrigeración, se ha demostrado que el efecto de la temperatura afecta los procesos proteolíticos, provocando una baja actividad enzimática a menor temperatura; por el contrario se pueden obtener una menor resistencia al corte en un menor tiempo incrementando la temperatura (García, 2001; Barrientos, 2001); sin embargo, puede traer como consecuencia que valores como el color, la capacidad de retención de agua (CRA) y el crecimiento de poblaciones bacterianas se vean afectados. Existe una serie de cambios importantes en el aumento de la Capacidad de Retención de Agua (CRA) de la carne por el efecto de la maduración y principalmente se deben a la desnaturalización de proteínas (Cury, 2011), mientras que otros autores (HAMM, 1986) señalan que se deben principalmente a la desintegración de las líneas Z y cambios en la permeabilidad de las membranas.

Panea (2008) señala que “el método y tiempo de maduración son más importantes que el método de cocinado o el espesor en las características de la muestra”. Sin embargo, el resultado final posterior al madurado varía según la especie, raza, sexo, edad del animal, genotipo, tipo de músculo, si el animal se encontraba o no castrado, e incluso las condiciones de procesado, haciendo la maduración un efecto variable de múltiples factores (Morgan *et al.*, 1993; Johnson, 1995; Sentandreu, 2002). Existe la evidencia en especies como el bovino y las aves donde el tiempo de maduración marca la diferencia en suavidad, sabor y olor.

En la mayoría de los casos el proceso de maduración aumenta el sabor en la carne, en parte se debe a que está implicado el incremento de aminoácidos libres y péptidos, causado por la acción de las calpaínas y las catepsinas (Arihara, 2006). Un aspecto importante a tomar durante la maduración de la carne de conejo, es el desarrollo de la oxidación lipídica por los ácidos grasos poliinsaturados susceptibles a oxidarse en conjunto con las sustancias catalizadoras de los músculos, que puede

conducir a la aparición de olores o sabores extraños y provocar cambios de coloración en la carne cruda; Hernández (2010) señala por ejemplo, que la actividad de la catalasa disminuyó sus efectos los primeros 2 días y se mantuvo estable hasta los 5 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración (4 °C). El conejo al poseer en mayor medida ácidos grasos poliinsaturados, tendrá la tendencia a sufrir una oxidación más rápidamente, sin embargo, Hernández *et al.* (2008), encuentran que los valores de índice de peróxido (PV –Peroxide Value-) y Sustancia Reactivas a Ácido Tiobarbitúrico (TBARS - Thiobarbituric Acid Reactive Substances) con los cuales se miden la oxidación de los lípidos, son aceptables a los 7 días de estar refrigerada la carne; por lo que el nivel de rancidez no es detectable por consumidores en una degustación.

En la industria avícola, por ejemplo, se considera una maduración adecuada de 4 horas, pero, es posible producir una tenderización adicional de 2 a 5 días más tarde a temperatura de refrigeración (Castelló *et al.*, 2002; Temprado, 2005; Fabre *et al.*, 2011); aunque McKee (1997) citado por Fabre (2014) informó que el menor valor de fuerza de corte en la carne de pollo se encontró a las 71 horas *post-mortem*, sin embargo, se puede reducir de 6 a 2 horas en temperatura de refrigeración si se aplica una estimulación eléctrica a la canal (Fabre *et al.*, 2001; Liu *et al.*, 2004).

Los procesos que llevan a la maduración no se han logrado dilucidar totalmente y en general es aceptado su efecto importante de la maduración en la terneza de la carne en especies como bovino, ovino y aves (Koochmaraie, 1994; González *et al.*, 2011). En la especie cunícola el efecto que tiene sobre la carne se ha visto desestimada dado que existe poca literatura científica que de manera textual hagan referencia a la maduración de la carne de conejo, encontrando de manera somera recomendaciones de como madurar la carne de conejo, Roca (2003) recomienda madurar 24 horas sin dar detalles de cómo hacerlo; Liste *et al.*, (2004) menciona que el tiempo de maduración en su experimento fue de 48 horas.

1.5 Principales procesos enzimáticos presentes en la maduración de la carne.

El inicio de la actividad de sistemas enzimáticos proteolíticos (como las calpaínas, calpastatinas y catepsinas) se produce posterior al agotamiento de reservas de ATP; causando la fragmentación de las miofibrillas por efecto de las enzimas proteolíticas. Uno de los primeros cambios que se observan es la degradación de los discos Z apareciendo paulatinamente una separación entre las líneas I y las Z. (Legarreta *et al.*, 1993), parece ser que es uno de los procesos que más contribuyen al ablandamiento del músculo. La velocidad de degradación es más rápida en las fibras blancas ya que poseen discos Z más estrechos (de 1.5 a 3 μm) que las fibras rojas que tienen un tamaño de sarcómero mayor (6 μm aproximadamente) (Wheeler *et al.*, 1990) Sotelo *et al.* (2004) señala que durante las primeras 24 horas se produce una degradación estructural del endomisio, perimisio y algunas miofibrillas, pero no es hasta las 72 horas que las conexiones intercelulares se degradaron de los haces musculares.

Una vez que se separan los discos Z, la alfa-actinina los une a filamentos F de actina formando agregados solubles de forma desorganizada (Chacón, 2004). La troponina T es degradada en músculos como el dorsal y el semitendinoso rápidamente (Hughes *et al.*, 2001), pero no el psoas. Legarreta *et al.* (1993) reporta que la disminución en el grado de dureza de la carne durante la maduración está relacionada con la pérdida de tropomiosina afectando componentes como la troponinas I y C.

1.5.1 Calpaínas

Las calpaínas son proteínas intracelulares que se encuentran en el citosol en la región del disco Z y en menor cantidad en las bandas I de las miofibrillas y funcionan adecuadamente a pH cercanos a la neutralidad, no obstante, se ha observado una disminución de su actividad a un pH más bajo. Se ha propuesto que la función de las calpaínas en células vivas es la modificación del citoesqueleto, indispensable para la plasticidad muscular y de estar ausentes podrían producir una atrofia muscular (Bartoli and Richard, 2004), es decir, ayuda a conservar la

integridad del músculo una vez que se ha modificado su estructura como por ejemplo en situaciones de ejercicio prolongado. Las calpaínas poseen una subunidad pesada (80 kDa) y otra ligera (30 kDa); la unidad pesada es una cisteín-proteasa semejante a la papaína y dentro de ella tiene un receptor ligador de calcio, mientras que en la unidad ligera no se ha encontrado una función específica, aunque pudiese actuar como regulador de la actividad o bien, incrementando la actividad de la proteasa intrínseca (Soria y Corva, 2004). Cuando el pH disminuye la actividad de las calpaínas decrece hasta cesar la actividad a un pH de 5.5 y son inhibidas por las calpastatinas.

Existen 14 tipos de proteasas de cisteína, sin embargo, el tejido muscular posee principalmente 3 tipos de calpaínas; entre las consideradas las más importantes se encuentran la calpaína μ , tiene una sensibilidad de 3 a 50 μM de Ca^{2+} para alcanzar la mitad de la actividad máxima; la μ/m calpaína se activa en un intervalo de 3 a 1000 μM de Ca^{2+} (también conocida como la tercer calpaína y sólo se ha encontrado en aves); m-calpaína necesita de 200 a 1000 μM de Ca^{2+} para su activación.

Según Sultan *et al.* (2001) el conejo posee una gran cantidad de calpaína-m y calpaína p94 que están relacionadas de forma indirecta con la conversión de tipo de fibra de rápida a lenta, esta transformación se realiza principalmente cuando hay un daño en las células musculares, cuando se inicia la transformación se activan las calpaínas; la calpaína-m tiene su mayor actividad en el 4 día, sin embargo, la p94 tiene una mayor actividad al inicio de la activación del sistema y va decayendo rápidamente y siendo imperceptible posterior al día 4.

1.5.2 Calpastatinas

La calpastatina actúa como regulador del grupo de las calpaínas que requieren calcio, reduce tanto la velocidad como la magnitud del efecto proteolítico (Bartoli & Richard, 2004; Pérez *et al.*, 1998). Las calpaínas liberan la forma alfa-actina de la línea Z y degradan a las troponinas I y T, a la proteína C y M, y tienen la capacidad de liberar a la miosina y actina de forma pasiva al citoplasma, además

degradan la nebulina, la desmina y la titina. La calpastatina es un polipéptido integrado por 4 secciones o dominios y cada una de las secciones tiene actividad inhibitoria, tienen un tamaño muy variable aproximado de 66 kDa, aunque esto puede variar según la especie animal, en bovinos se estima que el peso de la unidad es de 125 kDa, estas últimas se encuentran en exceso en el músculo, existiendo suficiente para inhibir todas las calpaínas, sin embargo, el efecto *in vivo* no es claro, por lo que han propuesto un modelo en cascada en donde la μ calpaína se activa primero por requerir concentraciones bajas de calcio. Zamora *et al.* (1996) citado por Sentandreu (2002) mencionan que las calpastatinas actúan como inhibidor de las calpaínas y por ello tienen un índice alto en la correlación con la proteólisis y la dureza. En bovinos se han descrito varios polimorfismos de la calpastatina del tipo SNP (Single Nucleotide Polymorphism) asociados a la terneza de la carne, que se originan por la existencia de 4 promotores, los cuales sintetizan cuatro isoformas diferentes codificados por el gen CAST (gen codificador de la calpastatina) de gran importancia para la terneza de la carne, sin embargo, no todas las isoformas son funcionales (Motter *et al.*, 2009; Mendez, 2008).

1.5.3 Catepsinas

La activación de las catepsinas está relacionada con el rompimiento de las membranas lisosomales debido al descenso del pH ocasionado durante el *rigor mortis*, liberándose proteasas de actividad autolítica (García, 2001) que funcionan a un pH entre 4.0 y 6.0 y se inactivan a un pH entre 7 y 7.5; por lo que cuando la actividad de las calpaínas disminuye el de las catepsinas aumenta. Aunque las catepsinas tienen un efecto en conjunto con las calpaínas en el ablandamiento de la carne, las catepsinas están relacionadas con la degradación de proteínas a temperatura cercanas a las 20 °C. Las más importantes son las catepsinas B, D, H y L; está última siendo la más importante a nivel industrial, la cual ha sido purificada de un extracto de músculo de conejo debido a ser muy activa sobre la miosina, actina, alfa-actina, troponina T y la troponina I (Legarreta, 1993). Mientras la catepsina B en conjunto con la catepsina L podrían tener una mayor actividad una vez establecido el pH final de la canal. La catepsina D, por su parte, tiene actividad

colagenolítica. El colágeno tiene un papel importante en la dureza de la carne, debido a que dentro de él se encuentran enlaces covalentes cruzados, los cuales hacen que aumenten su resistencia y estabilidad mecánica y son reducibles en animales jóvenes, propiedad que se pierde conforme aumenta la edad del animal; Chacón (2004) ha señalado que la suavidad de la carne no se debe a cambios importantes en el colágeno o la elastina si no, como anteriormente se señala, a cambios en las proteínas miofibrilares. En el conejo la cantidad de colágeno es parecida a la de otras especies: contiene 16.4 mg/g, mientras que la de bovino 15-21mg/g y la de cerdo 17 mg/g (Ramírez, 2004).

1.6 Calidad de la carne

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) la calidad de la carne se encuentra definida generalmente en su composición (coeficiente magro-graso) y los factores de palatabilidad (aspectos organolépticos como apariencia, olor, color, jugosidad, ternura y sabor). Mientras que la composición de la carne es objetiva, la palatabilidad es subjetiva. Kramer citado por Temprado (2005) decía que “La calidad de la carne es la suma de las características de un producto alimenticio, dado que influyen su aceptabilidad o preferencia por el consumidor”. La carne de conejo posee características de composición que nutricionalmente la hacen de excelente calidad, sin embargo, no es aceptada por todos los consumidores debido a mitos o que algunos consumidores han sufrido una mala experiencia al consumirlo.

1.6.1 Características sensoriales

La aceptación y el éxito que tenga un producto en el mercado dependerá de las preferencias que presenten los consumidores. Se ha demostrado que conforme transcurre la maduración, las características sensoriales mejoran (olor, jugosidad, terneza y sabor) y si bien pueden ser analizadas por métodos físicos, químicos o fisicoquímicos, tienen una interpretación deficiente con relación a los resultados de los análisis sensoriales (Franco *et al.*, 2008).

1.6.1.1 Dureza

Existen diversos factores que están relacionados con el grado de dureza/blandura de la carne entre los más relevantes están:

- Raza: En conejos el trabajo de Juin *et al.*, (1998) muestra diferencias sensoriales significativas en animales de raza Nueva Zelanda con respecto a animales de raza Rex; Sierra (2006) encontró diferencias de fuerza de corte entre las razas NZB, Chichilla (Ch) y California; sin embargo, Ortiz y Rubio (2001) encontraron una similar fuerza de corte entre estas razas, pero mostraron diferencias en aroma y sabor, así como en cantidad de hueso, esto último coincidiendo con Barrón (2004).
- Músculo: La cantidad de colágeno es uno de los primeros factores de variación de terneza, es por ello que la dureza entre los diferentes músculos varía, aunque también está relacionado en gran medida con la jugosidad de la carne (Wheeler *et al.*, 2000, Bolet, 2003; Lepetit, 2007). Como resultado, una mayor cantidad de colágeno necesitará un mayor tiempo de cocción o un tipo de cocinado diferente (Garriz, 2001); también se puede mencionar el tamaño del músculo existiendo mayor suavidad a menor tamaño (Chacón, 2004). Pero no sólo es el contenido de colágeno, sino que también dependerá de la solubilidad en agua de este, la cual es alta en el conejo (47.6%) comparada con la de cerdo (12-13 %) o pollo (30-40 %) y al parecer en conejos existen cambios en la solubilidad del colágeno dependiendo de la línea genética, sin embargo, estos cambios no son suficientes para sugerir un cambio en la textura (Pascual *et al.*, 2008; Hernandez *et al.*, 2006), pero son sugerentes en un cambio de olor, color y jugosidad de la carne. En el trabajo de Pérez (2009) se establece que existen diferentes fuerzas de corte para los distintos músculos de la canal de conejo siendo el *Latissimus dorsi* el más suave (2.03 kg-F) y el *Flexor digitorum superficialis* el más duro (7.96 kg-F).
- Genotipo: En conejos el genotipo parece tener un efecto importante sobre la suavidad de la carne aunque Martínez-Cerezo *et al.* (2002) y Bianchi *et al.* (2014) señalan que en especies como el cordero el efecto del genotipo puede ser poco

importante, sobreponiéndose a las características de dureza (Bianchi *et al.*, 2006; González *et al.*, 2011), así mismo Ramírez *et al.*, (2004) encontraron diferencias significativas con grupos de selección, sin embargo, estos presentaron un efecto negativo sobre las propiedades instrumentales y la capacidad de retención de agua.

- Edad: En todas las especies la edad es un factor importante a considerar en la fuerza de corte máxima; en conejos jóvenes de 45 días de edad es inferior en comparación de los animales de 70 días de edad, este cambio puede explicarse con la elevación en la proporción de enlaces cruzados del colágeno (Combes, 2000); sin embargo, Gondret *et al.*, (2005) y Cavani (2010) señalan que los diferentes grados de madurez del conejo y la selección de conejos por tasa de crecimiento no afecta el color, composición química y propiedades sensoriales de la canal, pero si afecta características cualitativas al obtener un mayor peso y rendimiento en canal (Battaglini B *et al.*, 1995; Hermida, 2006).
- Sexo: El efecto del sexo sobre la composición de la canal afecta a la mayoría de las especies, no solamente en el peso, sino también en las características como lo son sabor, olor y terneza de la carne (Torrescano *et al.*, 2009; Miguel, 2011). En el pH, sin embargo, no existen diferencias marcadas entre sexo (Redondo *et al.*, 2007) o en la composición de la canal de conejo (Bernardini, 1995); sin embargo, Ortiz y Rubio (2001) encuentran que existen diferencias en dureza de la carne con tendencias a ser menor en hembras, lo que coincide con Delmas *et al.* (1999) y Jehl *et al.* (2000). En la especie vacuna estudios sugieren que existen diferencias en la dureza de la carne y en el efecto de la maduración entre machos castrados y enteros (Miguel, 2011), de manera similar sucede en conejos, Jehl *et al.* (2000), Lebas *et al.* (2000) y Miguel *et al.* (2011) señalaron que la fuerza de corte en machos castrados y hembras resultó en una fuerza de corte menor a la de machos no castrados. Cabe resaltar que en cerdos y bovinos es común realizar la castración con fines de estandarización, sin embargo, en conejos no se efectúa esta práctica para animales de producción.
- Temperatura de cocción: modifica de manera significativa la dureza de la carne obteniendo valores más altos en temperaturas inferiores a los 60 °C y por encima

de los 80 °C y una carne más blanda en temperaturas entre los 60 y 70 °C (Combes *et al.*, 2000; Christensen *et al.*, 2000; Combes *et al.*, 2004). Esto puede deberse a que en el intervalo de 40 – 50 °C existe una desnaturalización térmica de las proteínas volviéndolas en forma viscosa y al enfriarse pueden formar un gel rígido el cual podría aumentar la fuerza de corte, sin embargo, la desnaturalización del colágeno se produce entre los 58 y 65 °C lo cual está más relacionado con una pérdida de resistencia y de agua (Lepetit *et al.*, 2000).

- Carne “orgánica”: A pesar de que en México el uso de vacunas para conejos no es común y el uso de antibióticos es limitado, no se considera una carne de origen orgánico debido a que en el alimento se añaden coccidiostatos; sin embargo, en países como Francia, existen producciones de carne de conejo orgánicos; se han realizado estudios donde la fuerza de corte de los animales de origen orgánico y criados en semi-libertad muestran una fuerza de corte menor y una aceptación mayor por parte de los consumidores (Pla, 2008).
- Transporte: Se ha demostrado que en traslados largos los valores de fuerza de corte son considerablemente más elevados que en los cortos, además de afectar la luminosidad del producto final (Robinson *et al.*, 2003; Liste *et al.*, 2004; María *et al.*, 2006).

1.6.1.2 Sabor y olor

El sabor y olor de la carne están íntimamente relacionados, debido a que ambas características se perciben gracias a los compuestos químicos que posee; en la carne se han identificado cerca de 1000 compuestos químicos que varían dependiendo de la especie (Youling *et al.*, 2012) principalmente compuestos cíclicos que contienen azufre y nitrógeno. La carne fresca tiene un olor ligero parecido al ácido láctico. Tărnăuceanu (2010) menciona que, aunque existe un cambio en la composición química de la canal, esto debe ser tomado con cautela debido no existir la suficiente evidencia a que sea un factor que pueda ser adjudicado a la edad del animal. Uno de los factores que más influencia tienen sobre el sabor es la cantidad de grasa, ya que puede dar una amplia gama de sabores según la composición y cantidad de esta, siendo un posible factor de rechazo para la carne de conejo.

La conservación prolongada de la carne puede provocar la aparición de olores y sabores extraños, esto debido a la descomposición o crecimiento de los microorganismos.

1.6.1.3 Color

El color es uno de los factores importantes para la elección del consumidor, el cual está influenciado por varios factores, por ejemplo: el color rojo de los músculos proviene principalmente de la mioglobina más que de la hemoglobina, el grupo hemo es el responsable del color intenso rojo-pardo, mientras que la desoximioglobina es rojo-púrpura, cuando se oxigena se convierte en oximioglobina que es de color rojo brillante, y con la exposición prolongada al oxígeno se forma la metamioglobina (Moreno, 2006).

La percepción del color de la carne está conformada por la refracción por la absorción acromática y la reflexión diferencial de las diversas radiaciones luminosas de la luz por los elementos estructurales de la misma; estos elementos varían dependiendo de la saturación (Cantidad de pigmentos), el matiz (estado del pigmento) y la luminosidad (Estado físico de la carne) (Braña *et al.*, 2011). Existe una reflexión diferencial de las diferentes ondas que al llegar al ojo produce una respuesta en los bastones del ojo que es interpretado como color, el cual al tener diferente respuesta según la cantidad de tipos de bastones que posee una persona es una característica subjetiva.

Existen diversos métodos de medición de color como los sistemas Lab como HUNTER Lab Y CIE Lab (basados en $L = \pm$ Luminosidad; $a =$ -verde, + rojo; $b =$ -azul + verde) y sistemas como el PANTONE (basado en un sistema de comparación de colores por medio de paletas o gama de colores), este último es el más utilizado a nivel internacional ya que es el de más fácil uso. Según la Norma Mexicana NMX-FF-105-SCFI-2005 las canales de conejo pueden presentar cuatro coloraciones de rosa (basados en el sistema PANTONE) el 196 C, 706 U, 699 C y 701 U.

La coloración de la carne de conejo puede resultar afectada por factores de estrés, tales como el estrés calórico y ruido, resultando canales de una coloración más oscura y menos luminosas tras refrigeración (De la Fuente, 2003, Kowalska *et al.*, 2011); sin embargo, autores como Gondret (2005) y Hernández (2008) señalan que anomalías de carnes Pálidas, Suaves y Exudativas (PSE) u Oscuras, Firmes y Secas (DFD- Dark, Firm and Dry) no se presentan comúnmente en la carne de conejo. Sin embargo, Sierra (2006) encontró diferencias significativas desde el pH entre las razas Nueva Zelanda Blanco (NZB) y la raza California, derivando en diferencias en coloración; en especies como el cerdo, el fenómeno PSE ha ido en aumento a tal grado que en países como Alemania se ha recurrido “a deshuesar en caliente sus canales e inmediatamente enfriar su carne, esto para menguar por el efecto de la temperatura” (Restrepo, 2001).

Carrilho (2009) por su parte encontró diferencias significativas en el color de la carne de conejo evaluada de animales que consumían 3 diferentes dietas con contenido de fibra cruda (bajo, mediano y alto).

La carne de conejo puede llegar a ser más oscura, seca o húmeda dependiendo del sistema de envasado, lo que puede llegar a afectar la decisión de compra del consumidor final rechazando el producto por el color, lo que hace que permanezca un mayor tiempo en anaquel y por ende la carne tenga una maduración más prolongada, sin embargo, las unidades rechazadas por los compradores de centros comerciales se pueden utilizar para la industria hotelera y restaurantera donde exigen piezas con un mayor tiempo de maduración (Oliete *et al.*, 2006; Pérez *et al.*, 2011).

Otro factor que puede cambiar la coloración de la carne de conejo es el método de descongelación. Una descongelación en Horno de Microondas (rápida) comparada con una descongelación en temperaturas de refrigeración (0-4 °C) (lenta) dará como resultado una carne con menor luminosidad (Chwastowska *et al.*, 2013).

1.6.1.4 Jugosidad

En la carne de conejo se ha demostrado que la capacidad de retención de agua expresada como pérdida de agua liberada por presión (Presion Release Water –PRW-) es de aproximadamente entre 35 y 55 % (Ramírez, 2004; Redondo *et al.*, 2007; Rengifo *et al.*, 2010), sin embargo, esto se verá modificado en gran medida al estrés en el que se somete el animal anterior a la muerte, dando que de animales más estresados resulte una carne menos jugosa, es decir, la carne tiene una mayor pérdida de agua. Por ejemplo, en conejos de monte procedentes de la caza su carne tendrá la tendencia a ser menos tierna y jugosa teniendo una PRW de 17.98 % (Redondo, 2007).

Un aspecto importante a considerar en la jugosidad de la carne es el método de conservación, por ejemplo, la pérdida de agua es mayor en canales refrigeradas sin protección alguna, que canales refrigeradas empacadas al vacío, así mismo tendrán mayores pérdidas de agua si son sometidas a congelación (Hulot, 1999; Rosas *et al.*, 2007).

La grasa en la carne se relaciona con respecto a la suavidad, ya que si se deposita en forma abundante en el tejido muscular produce en teoría un debilitamiento en las fibras musculares, sin embargo, la evidencia científica no es abundante, por lo que la grasa tiene una mayor relación con la jugosidad que con la dureza final de la carne (Chacón, 2004; Rodas *et al.*, 2007).

Lafuente y López (2014) investigaron el efecto del método de aturdimiento sobre la calidad de la carne de conejo, encontrando que el aturdimiento eléctrico da como consecuencia que la carne sea más dura y menos jugosa al ser evaluada por un panel sensorial.

1.6.2 Generalidades de las propiedades nutrimentales de la carne de conejo

1.6.2.1 Contenido de Proteínas

Las proteínas están entre los compuestos más importantes para el buen funcionamiento y estructura de todas las células, ya que son indispensables para realizar múltiples tareas en el cuerpo. La carne del conejo aporta una mayor cantidad de proteína que otros mamíferos (Sandoval, 2009; De teresa, 2006; Bixquert & Gil, 2005). (Cuadro 2)

Cuadro 2: Aporte de proteína de las diferentes especies

Carne por especie	Aporte de proteína cada 100g de carne
Conejo	23 g
Pollo	21,8 g
Ternera	20,7 g
Cerdo	20 g
Cordero	18 g
Vacuno	18,8 g

Fuente: Moreiras edición de los Cuadros de los alimentos 2005.

1.6.2.2 Contenido de Aminoácidos

La calidad de una proteína se define por el perfil de aminoácidos que posee y para que sea considerada de buena calidad debe ser semejante a las que finalmente son usadas en la síntesis de proteínas propias, además de contener todos los aminoácidos esenciales (Dalle *et al.*, 2009) (Cuadro 3). La comisión mixta de FAO/OMS estableció la proteína de referencia basado en los valores metabólicos de aminoácidos y dos patrones de referencia: en 1958, a la caseína, proteína de la leche y en 1973, a la albúmina del huevo.

Cuadro 3: Aporte de aminoácidos de la carne de conejo

Aminoácido	Cantidad	Cantidad sugerida en niños
------------	----------	----------------------------

De 1 año de edad o mayores		
Lisina	52.3 – 55.1g/100g de N	51 mg/g
Metionina – Cisteína	15.6 – 16.9g/100g de N	25 mg/g
Histidina	13.6 – 14.4g/100g de N	18 mg/g
Treonina	30.0 – 31.2g/100g de N	27 mg/g
Valina	0.99 g/100g de carne	32 mg/g
Isoleucina	31.8 – 32.5g/100g de N	25 mg/g
Arginina	1.23 g/100g de carne	--
Tirosina	0.73 g/100g de carne	
Fenilalanina	23.3 – 23.8g/100g de N	
Leucina	47.7 – 49.4g/100g de N	
Triptófano	0.21 g/100g de carne	

Composición de aminoácidos de la carne de conejo, Fuente: Adaptada de la revista científica de nutrición y salud.

1.6.2.3 Contenido de Vitaminas y Minerales

En general se reconoce a la carne como aportadora de hierro, en la carne de conejo el aporte más importante de este mineral se da principalmente al consumir los músculos de los brazuelos (7.5 mg/kg) y los pierniles (4.5mg/kg), sin embargo, Lüker *et al.* (1998) señala que la carne de conejo posee un bajo contenido de hierro (4.7 mg/kg) a diferencia de los bovinos (77.9 mg/kg). La carne de conejo tiene un alto contenido de vitaminas hidrosolubles incluyendo las vitaminas B₁₂, B₃, B₆ (Monereo, 2008), también posee una amplia gama de minerales, los cuales son necesarios para el aporte diario de la dieta del humano entre las que se destacan el fósforo (229 – 244 mg), potasio (371 – 450 mg), calcio (6.9 – 15.1 mg), hierro (3.23 – 7.4 mg) y zinc (9.0 – 16.5 mg); sin embargo, tiene poco sodio (52 – 65 mg) (Combes *et al.*, 2005; Hermida *et al.*, 2006) y de las vitaminas C y D.

1.6.2.4 Contenido de Ácidos Grasos

La grasa intramuscular del conejo no sobrepasa el 1% según Pla, *et al.* (1998). Los ácidos grasos se pueden clasificar de tres formas poliinsaturados: (PUFA), monoinsaturados (MUFA) y saturados (SFA), aunque en la carne de conejo a pesar de tener en general un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados y aumentar el contenido de ácidos grasos libres con un mayor tiempo de almacenamiento en refrigeración, la proporción de estos parece variar según la

calidad genética de los animales (Hernández *et al.*, 2007; Tres 2009; Combes, 2004). La carne de conejo posee una composición equilibrada de Omega 6 y Omega 3); la OMS recomienda el consumo proporcional de 4:1 respectivamente, estableciendo un límite máximo de 10:1, la adición de estas grasas en la ingesta de las personas ayuda a prevenir el riesgo de contraer muchas enfermedades. Mientras que el ácido palmitoleico se encuentra en mayor cantidad en el conejo que en el cerdo, pollo o ternera (Cuadro 4) (Combes, 2004; Hernandez, 2001; Carrilho; 2007).

Cuadro 4: Relación de Omega 6 y 3 en las distintas especies

Especie	Relación de Omegas (n-6:n-3)
Res	2.2:1
Cordero	1.4:1
Ternera	34.1:1
Cerdo	7.3:1
Pollo	10.8:1
Conejo	6.7:1

1.6.3 Métodos de conservación de la carne

La carne es un alimento prácticamente estéril que posteriormente adquiere una carga microbiológica, al entrar en contacto con el aire, superficies inertes, el contacto humano, excretas o pelo del animal o incluso el agua que se utiliza durante el proceso de faenado, también puede producirse de forma endógena al estar el animal enfermo, sin embargo, esta última es menos frecuente (Restrepo, 2001).

La seguridad alimentaria busca proteger a los alimentos de factores ambientales y de microorganismos, para ampliar la vida útil del producto; para ello existen diversas estrategias de conservación como la refrigeración, congelación, irradiación y el uso de empaques como enlatados y plásticos; estos últimos ofreciendo múltiples ventajas ya que son económicos, de fácil manejo y adaptables a diversos alimentos por la gran variedad existente en el mercado.

En la industria se utilizan diversos tipos de empaques de plástico de uso específico para alimentos, como los polietilenos de baja densidad, alta densidad y

los biorientados; es uso varía dependiendo el propósito, no es lo mismo un plástico que será utilizado en una charola de poliestireno expandido (unicel) con película de polietileno grado alimenticio (Vitafilm) que un plástico para empaçado al vacío. El propósito es el mismo, proteger al alimento; sin embargo, el principio es diferente. El primero es muy elástico, flexible, protege alimento de agentes externos, teniendo permeabilidad a gases, por lo que no modifica la atmósfera interna del empaque; en el segundo caso el plástico no es elástico, pero si flexible, generalmente se utilizan en bolsas, son impermeables al agua y oxígeno, protege al alimento de agentes externos y algunos internos mediante la modificación de la atmósfera interna del empaque, reduciendo el oxígeno existente o mediante la combinación de gases (Restrepo *et al.*, 2001; Bravo 2004).

El uso de empaques de atmósfera modificada protege a los alimentos de los microorganismos, por el decremento de la respiración y, por lo tanto, de energía disponible, esto tiene como consecuencia que se puedan prolongar procesos como el de la maduración. En estos empaques hay que considerar la carga microbiana inicial, temperatura, la mezcla de gases, el equipo utilizado ya que esto puede afectar de manera importante la vida útil del producto (Pereira & Mafeito, 2013).

La temperatura es un factor importante para la conservación de alimentos como la carne y/o vegetales entre otros, ya que se reduce a la mitad el aumento de las bacterias con cada descenso de 10 °C, según la FAO (2014) la temperatura óptima de conservación en refrigeración es entre 0 y -1°C, debido a que el punto de congelación de la carne es por debajo de -1°C, incluso en el mercado inglés se consideran temperaturas de hasta -3°C como refrigeración, esto a pesar de la formación de cristales, debido a que en su interior no ha perdido su consistencia blanda, característica principal de la carne fresca (Plank; 1984); el tiempo que pueda estar en refrigeración varía de acuerdo a la especie (Cuadro 5)

Cuadro 5: Tiempo máximo de refrigeración de algunos tipos de carne

Tipo de carne	Duración a -1°C	Humedad relativa
---------------	-----------------	------------------

Vaca	Hasta 3 semanas	90
Ternera	1-3 semanas	90
Cordero	10-15 días	90-95
Cerdo	1-2 semanas	90-95
Pollo*	1-2 días*	90

Fuente: FAO (2015)

*Recomendación hecha para consumidores por la FDA (0-4°C)

La congelación de la carne comienza a partir de -1°C , sin embargo, la carne se considera congelada cuando en el centro alcanza una temperatura de -12.2°C o menor, es por ello que para un buen congelamiento de la carne y otros productos alimenticios se recomienda utilizar temperaturas de congelación inferiores a esta, siendo el ideal -18°C , además de que el descenso de temperatura debe ser lo más rápido posible para evitar la formación de cristales de gran tamaño que pueden dañar los tejidos y cambiar la textura de la carne. El tiempo de congelación varía, dependiendo de muchos factores, como la cantidad de grasa, si los músculos están enteros o troceados, etc; sin embargo, se considera que entre -18 y -22°C la carne puede estar en congelación como máximo durante un año, ya que además de cambios de textura, la oxidación de la grasa (enranciamiento) continua en forma lenta durante el periodo de almacenamiento.

Los métodos de conservación por calor se utilizan en su mayoría como estabilizadores, pero deben utilizar un empaque que pueda evitar la recontaminación de los alimentos, son utilizados en subproductos o productos que posterior a su apertura se consumen inmediatamente. Entre ellos se puede encontrar el escaldado el cual utiliza temperatura entre 50 y 70°C y la cocción la cual se debe dar a temperaturas superiores a los 70°C .

JUSTIFICACIÓN

El consumo de carne de conejo en México es bajo (0.280 kg /hab /año) comparado con otras especies, sin embargo, el consumo ha ido en aumento. Se ha visto que el consumidor mexicano prefiere piezas grandes que por consecuencia provienen de animales de una edad mayor a los 70 días, por lo que la carne es más dura y con un sabor menos agradable.

En carne de especies distintas al conejo, se encuentra bien estudiado que el proceso de maduración ayuda a reblandecer la carne y mejorar las características sensoriales, pero en la carne de conejo proveniente de animales adultos (mayor a 90 días) no se ha estudiado suficientemente el proceso de maduración. En este estudio se evaluaron las condiciones para madurar la carne de conejo de diferentes edades, para mejorar atributos sensoriales que puedan aumentar la satisfacción del consumidor.

ALCANCE DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento de las características de pH, resistencia al corte y sensoriales (blandura, textura, sabor y jugosidad) de la carne de conejo sujeta a maduración, en condiciones de refrigeración (entre 0° y 4°C) y por un tiempo máximo de 72 horas, permitirá aconsejar a los consumidores sobre cómo aplicar el proceso de maduración, cumpliendo con los parámetros que resulten de este estudio y con la finalidad de aprovechar mejor las propiedades de esta carne, disfrutar sus características sensoriales y garantizar su satisfacción; esto podría reflejarse no solo en un mayor consumo, sino también en un beneficio económico al comercializar un producto con valor agregado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el tiempo óptimo de maduración de la carne de conejo de las tres categorías comerciales en México, almacenada en refrigeración (0° - 4° C), durante 24, 48 y 72 horas, con base en cambios físicos, químicos, fuerza de corte y características sensoriales (terneza, olor, sabor y textura) al transcurrir el tiempo, lo que permitirá evaluar la palatabilidad de la carne y establecer el nivel de satisfacción del consumidor.

Objetivos específicos

1. Determinar la resistencia al corte de la carne de conejo de raza Nueva Zelanda Blanco, de las tres categorías comerciales en México, almacenada en refrigeración entre 0° y 4° C, durante 24, 48 y 72 horas, mediante la prueba de fuerza de corte con el dispositivo Warner Bratzler.
2. Obtener los valores de pH de la carne de conejo de las tres categorías comerciales, como control de calidad en el proceso de maduración en refrigeración, a las 24, 48 y 72 horas, considerando un intervalo de aceptación entre 5.4 a 6.03.
3. Evaluar el nivel de satisfacción del consumidor, con carne de conejo de tres categorías comerciales, madurada en refrigeración en tiempos diferentes, mediante un análisis sensorial con un panel no entrenado, para encontrar las diferencias en el agrado de las personas.

HIPÓTESIS

Hipótesis general

La maduración de carne de conejo en refrigeración (0 y 4 °C), proveniente de animales de las tres categorías comerciales, alcanzará un pH dentro del intervalo de 5.4 a 6.03 y mejorará las características sensoriales (textura, ternura, sabor y olor), tras un periodo de 72 horas.

Hipótesis específicas

1. La menor resistencia al corte de la carne de conejo madurada, en las 3 categorías comerciales, se obtendrá a las 72 horas, dado que ha transcurrido un mayor tiempo de maduración.
2. Los valores de pH de la carne de conejo de las tres categorías comerciales se mantendrá dentro del intervalo de 5.4 a 6.03.
3. El grado de satisfacción del consumidor será mayor, con la carne de conejo madurada durante 72 horas en cualquiera de las tres categorías comerciales en México debido a que transcurrió un mayor tiempo de maduración lo que resaltará las características sensoriales.

CAPÍTULO

**2 MATERIAL Y
MÉTODOS**

OBJETIVO GENERAL: Determinar el tiempo óptimo de maduración de la carne de conejo de las tres categorías comerciales en México, almacenada en refrigeración (0° - 4° C), el cual será expresado en cambios fisicoquímicos, fuerza de corte y características sensoriales (terneza, olor, sabor y textura), lo que permitirá evaluar su palatabilidad.

HIPÓTESIS: Es posible que la maduración de carne de conejo proveniente de animales de diferentes categorías comerciales, mejore sus características sensoriales (olor, sabor, textura y terneza), tras un periodo de maduración de 72 horas; acentuándose más estas características en la categoría México 2, dado que se trata de carne proveniente de animales de mayor edad.

ACTIVIDADES PRELIMINARES

Actividad 1

Práctica y observación del faenado para la obtención de canal de

Actividad 2

Práctica de disección del músculo Longissimus dorsi muestra

Actividad 3

Práctica del método de análisis de fuerza de corte

Actividad 4

Capacitación y práctica en: uso y calibración del potenciómetro de punción

Actividad 5

Preparación y esterilización de medios de cultivo y de muestreo.

Actividad 6

Preparación de material y muestras para análisis sensorial

Objetivo específico: Determinar la menor resistencia al corte de la carne de conejo en proceso de maduración, de las tres categorías comerciales en México, almacenada en refrigeración entre 0° y 4° C, a las 24, 48 y 72 horas, mediante la prueba de fuerza de corte "Warner Bratzler".

Hipótesis específica: Es posible que la menor resistencia al corte de la carne de conejo madurada, de las 3 categorías comerciales, se obtenga a las 72 horas; sin embargo, la que presentará un cambio mayor será la categoría México 2.

Objetivo específico: Obtener los valores de pH de la carne de conejo de las tres categorías comerciales, como control en el proceso de maduración en refrigeración, a las 24, 48 y 72 horas, considerando un intervalo de aceptación entre 5.4 y 6.03.

Hipótesis específica: Los valores de pH de la carne de conejo de las tres categorías comerciales se obtendrán entre los valores 5.4 y 6.03.

Variables

- VI: Categoría comercial
- VD: Tiempo
- VR: Fuerza de corte (0, 24, 48, 72)
- CONSTANTE: Temperatura 2°C y CCT < 230

Objetivo específico: Evaluar el nivel de satisfacción del consumidor, con carne de conejo de tres categorías comerciales, madurada en refrigeración en tiempos diferentes, mediante un análisis sensorial con un panel no entrenado, para conocer las diferencias en la palatabilidad.

Hipótesis específicas: Es posible que el grado mayor de satisfacción por el consumidor, se logre con la carne de conejo madurada a las 72 horas, en cualquiera de las tres categorías comerciales en México.

Variables

- VI: Categoría comercial
- VD: Tiempo
- VR: Olor, sabor, suavidad
- CONSTANTE: Temperatura 2 °C

Evaluación de la condición sanitaria de la canal de conejo para descartar influencia de la carga microbiana sobre la maduración.

Lote (O canal)	Tamaño de la muestra (n)	No. Muestra	MSP/CCT/Cuilar (a parte de 100ml de empaque)	Equivalencia	Equivalencia en UFC/CM ²	Aceptable (A) o rechazable (R) (%)
1	5	L1EC1				
		L1EC2				
		L1EC3				
		L1EC4				
		L1EC5				
2	5	L2EC1				
		L2EC2				
		L2EC3				
		L2EC4				
		L2EC5				
3	5	L3EC1				
		L3EC2				
		L3EC3				
		L3EC4				
		L3EC5				

Metodología

Diseño de comparación de medias.

		Calificación de los consumidores				
		OLOR	SABOR	SUAVIDAD	CALF. GNRL	PREFERENCIAS
Categoría comercial	México Extra	0				
		24				
		48				
		72				
	General					
México 1		0				
		24				
		48				
		72				
	General					
México 2		0				
		24				
		48				
		72				
	General					
	TOTAL					

Metodología
Diseño de mediciones repetidas en el tiempo con las diferentes categorías comerciales de la canal de conejo midiendo la resistencia al corte/pH en diferentes tiempos.

Factor A (categoría comercial)		Factor B (horas de maduración en refrigeración, 2° +/-2°C) Fuerza de corte				
		0*	24	48	72	
		México extra (Me)	Me-0	Me-24	Me-48	Me-72
México 1 (M1)		M1-0	M1-24	M1-48	M1-72	
	México 2 (M2)		M2-0	M2-24	M2-48	M2-72

Análisis Estadístico: análisis de perfiles

Análisis Estadístico: Análisis de la varianza ANOVA y Análisis Univariado

Análisis de resultados

Contrastación de hipótesis

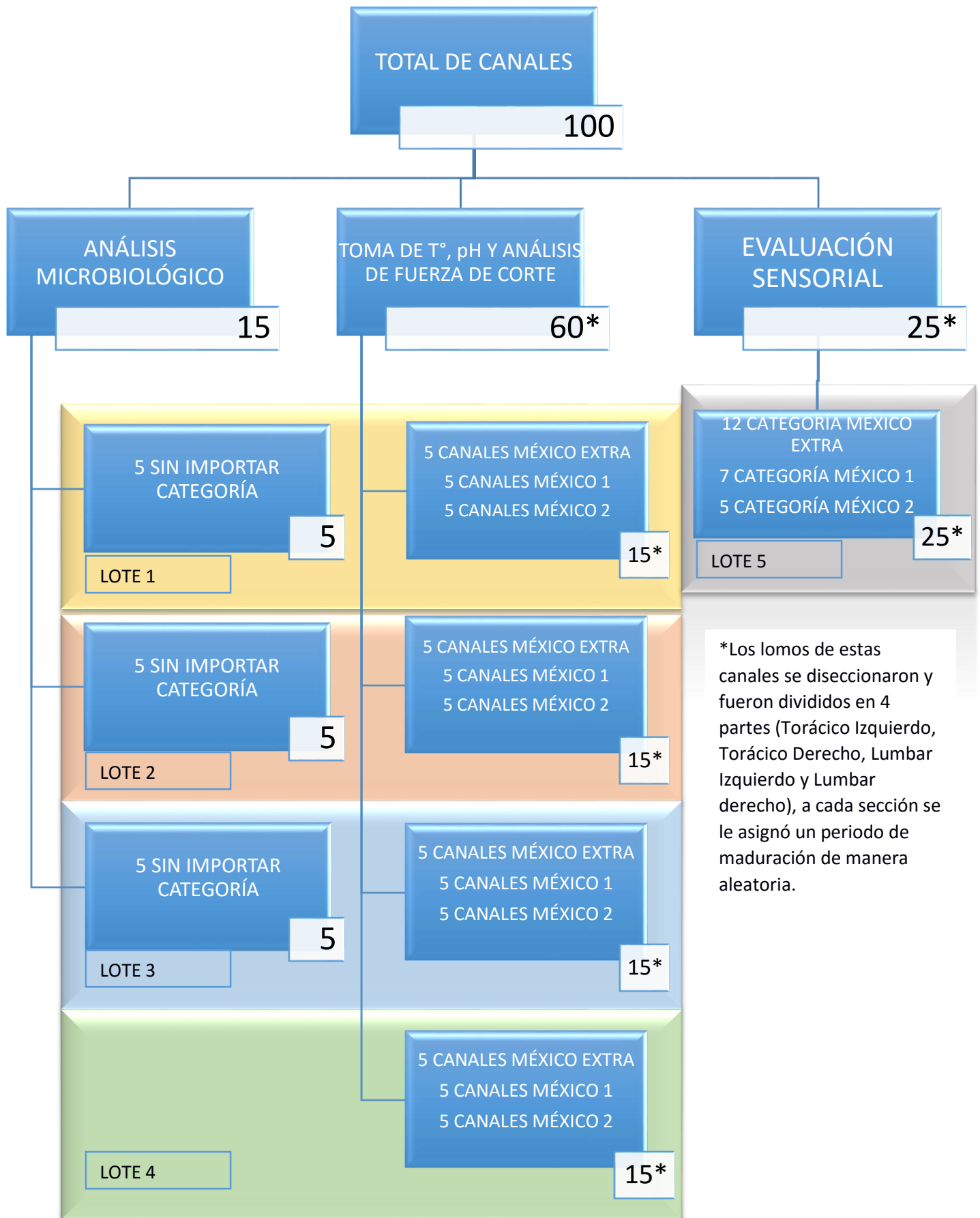
CONCLUSIONES

Cuadro metodológico

Procesamiento de las muestras



Distribución de las canales



2.1 Ubicación de espacio-tiempo y criterios de inclusión:

Esta investigación se desarrolló de enero del 2014 a febrero del 2015. Se utilizaron canales de conejo provenientes de animales de raza Nueva Zelanda Blanco; hembras, sanas, criadas bajo condiciones y manejo típico de granja, de las categorías comerciales establecidas en la NMX-FF-105-SCFI-2005:

México Extra (70 – 77 días de edad; con un peso en canal de 1 a 1.5 kg); igual para este estudio.

México 1 (77 hasta 100 días de edad; con un peso en canal de 900 g a 1.8 kg); para este estudio, de 89 a 99 días.

México 2 (Mayor de 100 días; de cualquier peso); para este estudio, de 140 a 156 días.



Figura 2: Animales seleccionados según edad



Figura 3: Matanza, faenado y lavado de la canal por personal del CEIEPAv

2.2 Tamaño y número de muestras

Para ello se utilizaron 100 canales de conejo; de las cuales se utilizaron 5 canales^{1*} de tres lotes distintos, sin importar su categoría comercial para realizar el análisis microbiológico. Se utilizaron 15 canales de 4 lotes diferentes; cada lote estaba conformado por 5 canales de categoría México Extra, 5 de México 1 y 5 de México 2 para el análisis de fuerza de corte^{2*}; mientras que para la evaluación sensorial se utilizaron 25 canales³ (12 de México Extra, 7 de México 1 y 6 de México 2). Se realizó la disección de los músculos *Longissimus dorsi* en todas las canales, posterior al lavado final (excepto para el análisis microbiológico); cada músculo (izquierdo y derecho) fue dividido en 2 partes proporcionalmente semejantes, que correspondieron a las porciones torácica y lumbar; obteniendo así 4 muestras por canal; estas se identificaron con el número de lote, número de canal y la sección del músculo (izquierdo y derecho, torácico-lumbares); enseguida, se empacaron al vacío en bolsas previamente etiquetadas, marca TradePak™ de 15 x 20 cm, en forma individual (permeabilidad al O₂ de 0.22 cm³/100 pda²/24 h; a vapor de agua de 0.50 cm³/100 pda²/24 h). Para su traslado, se colocaron en grupos de 10 a 15 unidades experimentales, en bolsas de plástico transparente, marca libre, sin importar el orden ni la categoría comercial, colocando 4 refrigerantes a su alrededor y cubos de hielo de 1 cm³ encima de las bolsas, asegurando la temperatura de las muestras (menor a los 8°C).



Figura 4: Empacado al vacío de las muestras



Figura 5: Muestras empacadas al vacío

¹ *Obtenida, a partir del plan de muestreo propuesto por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos (ICMSF, 2002).

² *Obtenida por el método de Tang (Kuehl, R. 2001).

³ *Cálculo basado en el tamaño de área la muestra, desarrollado en la sección de procedimientos

2.3 Procedimientos

2.3.1 Análisis Microbiológico

Se evaluó la condición sanitaria de las canales de conejo, después de la etapa del lavado final, correspondiente al proceso de matanza y faenado, para descartar la influencia que hubiera podido ejercer la carga microbiana sobre la maduración en la carne, cuando rebasa el límite máximo permisible (1000 UFC/g en la NOM-194-SSA1-2004). Se seleccionó al azar mediante la numeración de las canales y la función aleatoria de la computadora, una muestra de 5 canales de cada lote, de un total de tres lotes; enseguida, se realizó un enjuague de la canal de conejo con agua peptonada (Higgins *et al.*, 2005; Zambrano *et al.*, 2013; Hiett *et al.*, 2002). Cada canal fue depositada en una bolsa de plástico (marca Reynolds, resellables, de 23 x 27 cm, capacidad para 2.5 kg) en la cual se vertieron 100 ml de agua peptonada (Cox *et al.*, 1981; Hiett *et al.*, 2002; Higgins *et al.*, 2005), enseguida la bolsa se cerró y se agitó vigorosamente, vertical y horizontalmente durante 60 segundos y se aseguró que toda la canal tuviera contacto con la solución durante la agitación. El enjuague de la canal se depositó en un recipiente estéril de vidrio con tapa de rosca y se mantuvo a una temperatura inferior a los 8° C en una bolsa isotérmica con refrigerante (NOM-110-SSA1-1994). Los análisis microbiológicos que se llevaron a cabo en el laboratorio permitieron determinar la cantidad de bacterias coliformes totales, por la técnica del número más probable (CCAYAC-M-004), la cual tiene mayor sensibilidad. Las muestras se transportaron al Laboratorio de Investigación I, del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Los resultados fueron expresados en NMP/ canal, el límite máximo permisible se estableció < 10 NMP de coliformes totales / ml de enjuague de canal; si hubiese rebasado los 10 NMP en más de 3 muestras, el lote se hubiera rechazado.

Se determinó el número y tamaño de las muestras, con base en los criterios microbiológicos establecidos por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos (ICMSF, 2002) y se definió el plan de muestreo:

Para el caso de los coliformes totales (Indicador sanitario), considerados de riesgo bajo, indirecto para la salud humana, se seleccionó el caso 4 que corresponde a un plan de muestreo de 3 clases con una n de 5 y una c igual a 3; esto, porque la condición que se espera para poder ser consumida la carne es posterior a un tratamiento térmico, lo que reduce el riesgo para el consumidor. Este indicador sanitario se considera indirecto, porque a partir de una cuenta superior al límite máximo permisible en el alimento (1000 UFC/g en la NOM-194-SSA1-2004) puede estar presente alguna bacteria patógena infecciosa o formadora de toxina causante de alguna enfermedad o intoxicación, respectivamente.

2.3.2 Medición de pH y fuerza de corte, durante la maduración en refrigeración:

Para la medición de pH-temperatura y fuerza de corte en los músculos *Longissimus dorsi*, en el Laboratorio de Carnes del Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) utilizando un tiempo de traslado de 3 horas aproximadamente desde la primera medición:

- a) Para la medición de la temperatura y pH, a las 0, 3, 24, 48 y 72 horas, se utilizó el medidor de potenciómetro portátil Hanna HI 99163 (ELECTRODO FC 232D sonda pre-amplificada) para carne, previamente calibrado con amortiguadores de referencia 4.01 y 7.01 y una sonda Termistor de penetración plegable HI 151 (para temperatura).
- b) Para la medición de la resistencia al corte a las 3, 24, 48 y 72 horas, se utilizó el dispositivo de Warner Bratzler marca Mecmesin Modelo BGF 500.



Figura 6: Medición de pH y temperatura

La primera medición (inicio) de pH y temperatura, se realizó posterior al lavado final de las canales por triplicado (Redondo *et al.*, 2007), utilizando una sonda de penetración siguiendo las instrucciones del fabricante. Inmediatamente se disecciono, dividió, empacó y traslado los músculos *Longissimus dorsi*. En el taller de cárnicos, las unidades experimentales se almacenaron en refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$) para su maduración; y se hizo la medición de pH y fuerza de corte en ese momento, a las 24, 48 y 72 horas; por lo que se abrieron al mismo tiempo todos los paquetes designados para ese momento. Cabe señalar que el pH para este trabajo fue solamente utilizado como un control, en un intervalo de 5.4 a 6.03; las muestras que durante el *rigor mortis* alcanzaron un valor inferior de 5.4 o al que al final rebasaron 6.03 (Lambertini *et al.*, 1996; Ramírez, 2004; Hulot *et al.*, 2010) no fueron incluidas en el análisis estadístico.

Para el análisis de fuerza de corte se siguió el procedimiento utilizado por Ortiz y Rubio (2001), en el cual, la sección del músculo *Longissimus dorsi* (7 cm aprox.), correspondiente a cada tiempo de maduración establecido, fue asado en una parrilla eléctrica de cocina, precalentada, marca Black & Decker LG 201; cuando la muestra alcanzó los 35°C , se le dio vuelta y se esperó hasta que alcanzó los 70°C y fue retirada, dejándola enfriar durante 30 min a temperatura ambiente.



Figura 7: Medición de la temperatura de cocción (35 y 70°C)

Una vez temperada la carne, se obtuvieron cilindros de 1.27 cm de diámetro en forma paralela a las fibras musculares, utilizando el sacabocado mecánico; con

el dispositivo de Warner Bratzler (marca Mecmesin Modelo BGF 500) se cortaron y se registraron los valores obtenidos de la fuerza de corte de cada cilindro, los cuales se promediaron para obtener el valor de la muestra correspondiente.



Figura 8: Medición de la fuerza de corte

2.3.3 Evaluación sensorial de carne de conejo madurada en diferentes tiempos, correspondiente a las tres categorías comerciales en México.

La Evaluación Sensorial se realizó en el Laboratorio II de Docencia del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, con la participación de 69 consumidores no entrenados (jueces afectivos), que fueron convocados el mismo día y a los que se les indicó el procedimiento de evaluación, usando los procedimientos de Elizabeth (2005) y Harry & Hildegarde (2010).

Para determinar el número de canales y obtener la cantidad de carne necesaria para realizar la evaluación sensorial se consideran los siguientes factores:

- Cada músculo *Longissimus dorsi* de los conejos clasificados en la categoría México Extra midieron un aproximado de 18 cm de largo x 2 cm de ancho x 1 cm de grosor = 36 cm³ y para las categorías México 1 y México 2 midieron aproximadamente 25 cm x 2 cm x 1 cm = 50 cm³; lo que equivale a 72 cm³ de

lomo por conejo de la categoría México Extra y 100 cm³ para la categoría México 1 y México 2.

- Cada lomo se dividió en 2 partes resultando un total de 4 partes por conejo y cada sección permaneció en refrigeración durante diferentes tiempos. (0, 24, 48 y 72 horas)
- Cada muestra fue de 1 cm³ aproximadamente por lo que para obtener un total de 150 muestras por categoría comercial y tiempo de maduración se utilizaron: 12 conejos para la categoría México Extra, 7 conejos para categoría México 1 y 6 conejos para categoría México 2.

Posterior al traslado, a cada sección de músculo se les destinó un periodo de refrigeración (0, 24, 48 y 72 horas), posteriormente se introdujeron en un congelador hasta la fecha destinada para la evaluación sensorial, para controlar los cambios bioquímicos.

Cinco horas previas a la evaluación sensorial se sacaron las muestras de congelación y pasaron a temperatura de refrigeración. Después la carne se extrajo del refrigerador y se colocó en una parrilla eléctrica precalentada para su asado (250°C); cuando la temperatura interna de la carne alcanzó los 35 °C se volteó y se retiró hasta alcanzar una temperatura de 70 °C, utilizando una parrilla eléctrica convencional de uso doméstico marca Black & Decker; cada muestra fue cortada en trozos de 1 cm³, las cuales se colocaron en 3 platos, identificadas previamente con números establecidos de forma aleatoria; se ofrecieron calientes junto con servilletas, un vaso de agua simple y un par de galletas habaneras (se anexa encuesta en el Anexo A).



Figura 9: Muestras de evaluación sensorial

Los consumidores invitados fue público en general, (comunidad académica y estudiantil de la FMVZ y de otras facultades, además de algunas amas de casa), a quienes se les solicitó llenar una encuesta. Las instrucciones para realizar la evaluación estuvieron descritas en el material proporcionado y previamente descrito por un instructor, una vez terminada la encuesta los consumidores se retiraron.



Figura 10: Evaluación sensorial

2.4 Análisis estadístico

La variable de respuesta fuerza de corte se sometió a un análisis de perfiles (Hair, 2009; Gill, 1978); el pH fue utilizado como un control en el tiempo y la temperatura de la carne como una constante.

Para comprobar que no hubiera diferencias significativas en el pH se realizó un análisis de perfiles y para las categorías comerciales durante la maduración, se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples de

Bonferroni; para la comparación de las diferentes horas de maduración dentro de las categorías comerciales, se utilizó un análisis de varianza multivariado con comparación múltiple de Bonferroni. Para esto, se comprobó la no esfericidad de la muestra.

Para la resistencia de corte se utilizó un análisis de perfiles. Se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples de Bonferroni para las categorías comerciales durante la maduración; y para las diferentes horas de maduración dentro de las categorías comerciales, se utilizó un análisis de varianza multivariado con comparación múltiple de Bonferroni. Para poder realizar esta prueba se comprobó la no esfericidad de la muestra.

Mientras que para la evaluación sensorial se realizó un análisis de la varianza (ANOVA), para la comparación de categorías comerciales durante la maduración y comparaciones múltiples con el método de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) (por ser la más sensible y la más indicada para Evaluaciones Sensoriales) y para la comparación de los diferentes periodos de tiempo de maduración dentro de las categorías comerciales se utilizó un Análisis de la Varianza Univariado, haciendo comparaciones múltiples con el método de la DMS.

Para conocer la preferencia de los consumidores no entrenados, se les preguntó cuál muestra era de su preferencia y la razón de ello; si el consumidor mencionaba un atributo de las cualidades de la muestra, se calificaba con un punto por cada atributo y/o mención; los atributos se categorizaron en cuanto a olor, sabor, textura y otros (tales como jugosidad, acidez y palatabilidad) además fueron realizadas gráficas radiales de perfil de producto.

Se realizó una base de datos elaborada en Excel y procesada en el programa estadístico SPSS versión 20.0.

CAPÍTULO

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis Microbiológicos

El efecto de la maduración ha sido tema de estudio en la carne de distintas especies para mejorar las características sensoriales. En este trabajo se incluyeron las 3 categorías comerciales de canales de conejo establecidas en México (México Extra, México 1 y México 2) y fueron sometidas a diferentes periodos de maduración; se realizaron comparaciones encontrando diferencias significativas en cada una de ellas.

Según lo establecido en la NOM-194-SSA1-1994 (Productos y Servicios. Especificaciones Sanitarias en los Establecimientos dedicados a la matanza y faenado de los animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones Sanitarias de los Productos), ningún lote de canales muestreado rebasó el límite máximo permisible para coliformes totales (1000 UFC/g), porque usando la técnica del número más probable se obtuvieron <10 NMP de coliformes totales/ml, equivalente a < 1000 UFC/g; por lo tanto todos los lotes fueron aceptables para realizar el estudio (Cuadro 6).

Cuadro 6: Análisis Microbiológicos: Cuenta de Coliformes Totales por la Técnica del Número Más Probable (NMP).

No. Lote (20 canales)	Tamaño de la muestra (n)	Id. Muestra	NMP CT/ Canal ^(a) (a partir de 100ml de enjuague)	Equivalencia	Equivalencia en UFC/mL	Aceptable (A) o rechazable (R) ^(b)
1	5	L1EC1	9	9/100mL=0.09NMP/mL	Ausencia	A
		L1EC2	93	93/100 mL=0.93 NMP/mL	<10 UFC	A
		L1EC3	9	9/100mL=0.9NMP/mL	Ausencia	A
		L1EC4	<3	<3/100 mL= <0.03 NMP/mL	Ausencia	A
		L1EC5	15	15/100 mL= 0.15 NMP/mL	Ausencia	A
2	5	L2EC1	<3	<3/100 mL= <0.03 NMP/mL	Ausencia	A
		L2EC2	<3	<3/100 mL= <0.03 NMP/mL	Ausencia	A
		L2EC3	4	4/100 mL= 0.04 NMP/mL	Ausencia	A
		L2EC4	<3	<3/100 mL= <0.3 NMP/mL	Ausencia	A
		L2EC5	9	9/100 ml=0.09 NMP/mL	Ausencia	A
3	5	L3EC1	9	9/100 ml=0.09 NMP/mL	Ausencia	A
		L3EC2	9	9/100 ml=0.09 NMP/mL	Ausencia	A
		L3EC3	9	9/100 ml=0.09 NMP/mL	Ausencia	A
		L3EC4	9	9/100 ml=0.09 NMP/mL	Ausencia	A
		L3EC5	9	9/100 ml=0.09 NMP/mL	Ausencia	A

Código: LN (Número de lote) E (Categoría Extra) CN (número de Canal); < 0,9 NMP/ml = ausencia UFC/ml; 1 a 9 NMP/ml = < 10 UFC/ml y > 10 NMP/ml = > 10 UFC/ml. (Kerh *et al.*, 2002).

(a) NOM-112-SSA-1994 Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número Más Probable.

(b) NOM-194-SSA1-2004 Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos. Publicada en DOF el 18 de marzo del 2004.

Todas las muestras se encontraron dentro del límite máximo permisible, lo que descarta una posible contaminación bacteriana que influyera sobre los resultados del estudio.

3.2 Análisis de pH y fuerza de corte, durante la maduración en refrigeración:

3.2.1 Análisis del parámetro pH

Para el pH se realizó un análisis de perfiles (P=0.001) para comparar categorías comerciales durante la maduración.

Cuadro 7: pH de las categorías comerciales en los diferentes tiempos de maduración.

		Factor B: pH, según tiempo (h) de maduración en refrigeración (2° +/-2°C).					Sig. de los periodos de maduración.
		0	3	24	48	72	
Factor A: (categoría comercial)	México Extra	^a 6.864 ±0.105	^b 6.418 ±0.329	^c 5.766 ±0.255	^c 5.811 ±0.298	^c 5.753 ±0.165	0.001
	México 1	^a 6.812 ±0.128	^b 6.401 ±0.352	^c 5.772 ±0.221	^c 5.778 ±0.281	^c 5.682 ±0.119	0.001
	México 2	^a 6.801 ±0.096	^b 6.220 ±0.420	^c 5.810 ±0.214	^c 5.831 ±0.334	^c 5.725 ±0.167	0.001
Promedio general		6.826 ±0.112	6.3465 ±0.483	5.782 ±0.294	5.807 ±0.038	5.7201 ±0.197	
Sig. entre categorías		0.162	0.180	0.810	0.856	0.331	

^{a, b, c} Valores con letras diferentes en la fila, presentan diferencias significativas (P<0.05)

Se realizó un análisis de perfiles para la variable pH (Figura 11), indicando que no hay un efecto significativo de la categoría comercial sobre el pH de la carne de conejo (P= 0.693)(Cuadro 13, Anexo C) encontrándose dentro de los valores esperados entre 5.4 y 6.03, teniendo un pH inicial cercano a la neutralidad (6.82 ± 0.112), con una ligera diferencia con respecto al pH establecido en el músculo vivo (7.0 a 7.2); probablemente por el tiempo que se invirtió en la disección y el corte de cada músculo *Longissimus dorsi* (15 min, aproximadamente). A las 3 horas posterior a la matanza, se observó un descenso significativo (6.34 ± 0.48), el cual no es un valor muy diferente, comparado con el reportado por Sierra (2006) a las 2 horas (6.15 ± 0.17). El pH de la carne continuó su descenso hasta las 24 horas (5.78 ± 0.29), mostrando diferencias altamente significativas respecto a las mediciones iniciales de 0 y 3 horas (P <0.001) y posteriormente, el pH de la carne de las 3 categorías comerciales, se mantuvo estable (Cuadro 7) hasta finalizar las pruebas a las 72 horas *post-mortem* (5.72 ± 0.19); esto coincide con los estudios de Hulot *et al.* (2010), Ramírez (2004) y Lambertini *et al.* (1996). Cabe señalar que las tres

categorías tuvieron un comportamiento similar en el pH durante el tiempo de refrigeración, sin diferencias significativas entre ellas ($P>0.05$). Dos muestras no cumplieron con el pH del intervalo establecido, por lo que fueron desechadas (lote 2 y 3, ambas categoría México Extra).

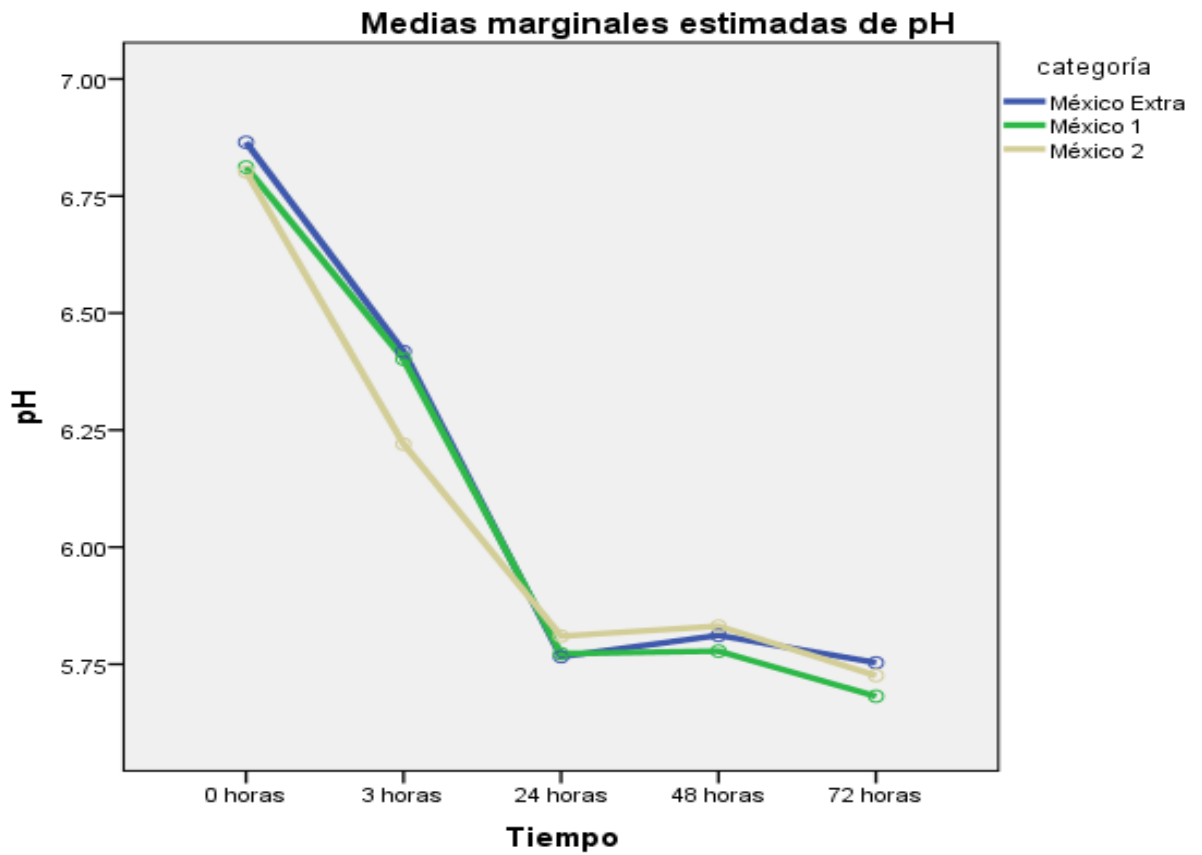


Figura 11: Gráfico de evolución del pH de las diferentes categorías comerciales, a distintas horas de refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)

3.2.2 Análisis de la variable fuerza de corte

Para el análisis de fuerza de corte, se comprobó la no esfericidad de la muestra, para seleccionar la técnica del análisis de perfiles que se realizó ($P=0.001$) y comparar así, las categorías comerciales durante los tiempos de maduración.

		Factor B (horas de maduración en refrigeración, 2° +/-2°C) Fuerza de Corte (kg/cm ²)				Sig. de los periodos de maduración
		3 h	24 h	48 h	72 h	
Factor A (categoría comercial)	México Extra (Me)	4.6064 ± 1.5396	*2.6223 ± 0.7905	^a 2.4525 ± 0.9306	^{ab} 2.6411 ± 1.1226	0.001
	México 1 (M1)	4.8311 ± 1.2350	*2.8478 ± 0.8025	^{ab} 2.7654 ± 0.5691	^a 2.3093 ± 0.8970	0.001
	México 2 (M2)	5.1566 ± 1.3382	*3.2766 ± 0.9709	^b 3.0519 ± 0.7292	^b 3.2602 ± 0.7731	0.001
General		4.8647 ± 1.3721	2.9155 ± 0.8871	2.7566 ± 0.7845	2.7369 ± 1.0076	
Sig. categoría		0.451	0.058	0.050	0.008	

^{a, b} Valores con letras diferentes presentan diferencias significativas en la columna ($P<0.05$)

* Valores con asterisco presentan diferencia significativa dentro de la fila, respecto al valor anterior ($P<0.05$)

Se puede observar que los cambios más importantes en la suavidad dentro de las categorías comerciales se dan soló las primeras 24 horas, sin embargo, al transcurrir el tiempo de maduración se hace evidente el mejoramiento en la suavidad de las categorías comerciales con mayor edad, con respecto a la categoría México Extra.

Cuadro 8: Fuerza de corte de las categorías comerciales en los diferentes tiempos de maduración.

En el análisis de perfiles para la variable fuerza de corte se realizó el gráfico (Figura 12) indicando que la fuerza de corte tiene diferencias altamente significativas en alguno de los tiempos de maduración de la carne ($P < 0.001$); además, la categoría comercial tuvo un efecto significativo sobre la fuerza de corte ($P=0.003$). A las 0 y 24 horas no se presentaron diferencias significativas entre las categorías (Cuadro 8); aunque la diferencia significativa se encontró entre la categoría México Extra y México 2 a las 48 horas ($P=0.046$) (Cuadro 14 Anexo C), incrementándose esta diferencia a las 72 horas ($P=0.007$).

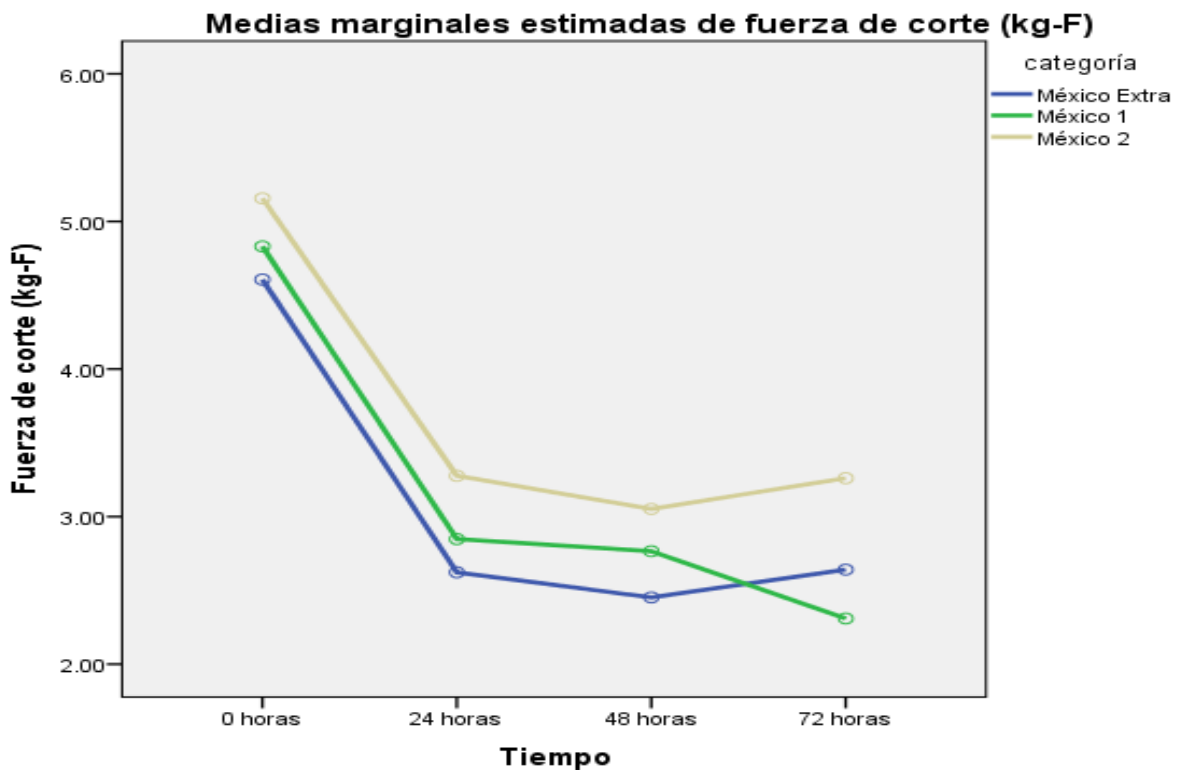


Figura 12: Gráfico de Fuerza de corte de las diferentes categorías comerciales a distintas horas de refrigeración (2°C ±2°C)

Dado que los perfiles de la fuerza de corte para las tres categorías en los diferentes tiempos no son iguales ($P=0.001$), el análisis de igualdad de efectos dentro de cada periodo de maduración y para cada categoría comercial, se realizó por separado.

3.2.2.1 Análisis en diferentes periodos de maduración

3.2.2.1.1 Análisis de la fuerza de corte para la carne sin madurar (tiempo 0)

La menor fuerza de corte inicial la presentó la categoría comercial México Extra (4.60 ± 1.53), mientras que la categoría México 1 obtuvo un valor intermedio (4.83 ± 1.23) y el valor más alto lo obtuvo la categoría México 2 (5.15 ± 1.33); sin embargo, no se encontró evidencia suficiente, para afirmar que existe una diferencia no significativa en la fuerza de corte entre las categorías de la carne sin madurar ($P=0.451$). Esto concuerda con los resultados de Koohmaraie, (1996), donde la fuerza de corte no se ve influenciada por la edad del animal, sin embargo, existe

una relación entre la edad del animal y la dureza del músculo, es decir, a mayor edad del animal, mayor dureza del músculo y por ende; de la carne sin madurar.

3.2.2.1.2 Análisis de la fuerza de corte para el periodo de maduración de 24 horas.

A las 24 horas de maduración, las 3 categorías tuvieron un descenso altamente significativo en la fuerza de corte ($P=0.001$); la categoría México Extra obtuvo los valores de fuerza de corte más bajos (2.62 ± 0.79), valores similares a los publicados por Ortiz y Rubio (2001); Ramírez *et al.* (2003) y Pérez (2009), mientras que la categoría México 1 obtuvo un valor intermedio (2.84 ± 0.80) y el valor más alto lo obtuvo la categoría México 2 (3.27 ± 0.97); sin embargo, no se encontró evidencia suficiente para afirmar que no existe diferencia significativa en la fuerza de corte entre las tres categorías, a las 24 horas de estar refrigerada la carne ($P= 0.058$).

Lo anterior no coincide con lo publicado por Combes (2000), Sierra (2006) y Dalle (2002), quienes encontraron diferencias significativas en la fuerza de corte de la carne refrigerada durante 24 horas, proveniente de animales de 70 días con respecto a los de 90 días (correspondientes a la categoría México 1); por lo que la diferencia en la fuerza de corte tendría que ser mayor en animales de mayor edad; es posible que esto suceda en animales de mayor edad, por presentar un complejo enzimático mejor desarrollado que actúa de manera más eficaz, no así en animales más jóvenes (Koochmaraie, M *et al.*, 2002; Veiseth, 2004).

3.2.2.1.3 Análisis de la fuerza de corte para el tiempo de maduración 48 horas

La menor fuerza de corte a las 48 horas de maduración en refrigeración la siguió presentando la categoría comercial México Extra (2.45 ± 0.93), mientras que la categoría México 1 obtuvo un valor intermedio (2.76 ± 0.56) y el valor más alto lo obtuvo la categoría México 2 (3.05 ± 0.72); en este caso, existe evidencia para afirmar que hay una diferencia significativa en la fuerza de corte en alguna de las categorías a las 48 horas de estar refrigerada la carne ($P= 0.050$). Al realizar las comparaciones múltiples por el método de Bonferroni, se encontró diferencia

significativa entre la categoría México Extra y México 2 a las 48 horas ($P= 0.046$); sin embargo, no existen evidencias significativas para decir que la categoría México Extra es diferente a la México 1 ($P= 0.591$) y a su vez, esta última, sea diferente de la México 2 ($P= 0.710$), encontrando un parecido entre las categorías México 1 y 2; es decir, los valores de la fuerza de corte de la categoría México 1, puede incluir valores de resistencia de corte de las otras dos categorías (los mayores de México Extra y los menores de México 2). Estos resultados concuerdan con los estudios de los autores antes mencionados y también con los de Koohmaraie, M *et al.* (2002) y Veiseth (2004), en los cuales el efecto de la mayor edad, es el incremento en la fuerza de corte. Sin embargo, la diferencia de la fuerza de corte entre las categorías, puede deberse al menor número de enlaces entrecruzados de colágeno en animales de menor edad y a la alta actividad enzimática que rompe la mayoría de los enlaces durante la maduración, produciéndose una suavidad mayor en un tiempo más corto.

3.2.2.1.4 Análisis de la fuerza de corte para el tiempo de maduración de 72 horas.

Los cambios más interesantes entre las tres categorías comerciales ocurrieron a las 72 horas; en el análisis de fuerza de corte se encontraron diferencias altamente significativas. En este periodo, a diferencia de los anteriores, la menor fuerza de corte, la presentó la categoría comercial México 1 (2.30 ± 0.89), mientras que la categoría México Extra obtuvo un valor intermedio (2.64 ± 1.12) y el valor más alto lo obtuvo la categoría México 2 (3.26 ± 0.77); en este caso existe evidencia para afirmar que hay una diferencia en la fuerza de corte de alguna de las tres categorías, a las 72 horas de estar refrigerada la carne ($P= 0.008$) (Cuadro 8). Al realizar las comparaciones múltiples por el método de Bonferroni, se encontraron diferencias significativas que indican que la categoría México 1 y México 2 son diferentes a las 72 horas ($P= 0.007$); sin embargo, no existen evidencias significativas para decir que la categoría México 2 es diferente a la México Extra ($P= 0.127$) y a su vez esta última, sea diferente de la México 1 ($P= 0.810$).

Para las categorías México Extra, México 1 y México 2, el análisis de fuerza de corte presentó un descenso altamente significativo ($P=0.001$) hasta las 24 horas

y posteriormente se mantuvo, similar a lo que sucedió en otros trabajos (Cruz, 2011; Combes y Dalle 2005); sin embargo, la categoría México 1 siguió presentando un descenso hasta las 72, aunque este no fue significativo; esto puede deberse a que los complejos enzimáticos se encuentran mejor desarrollados en los animales adultos que en los animales jóvenes, lo que explicaría que no existan cambios aparentes en la categoría México Extra, a partir de las 24 horas y permitiendo posiblemente una mayor ternura de la carne en las categorías México 1 y México 2; aunque, la categoría México 2 no presentó este descenso, esto podría deberse a que la calpaína-m tiene una mayor actividad *in-vivo* posterior al día 4 y la calpaína p94 anterior al día 4 (Sultan, 2001); es probable que el efecto de degradación muscular observado, sea por efecto de la calpaína p94, por lo que se tendría que realizar un estudio con periodos de maduración más prolongados, midiendo los valores de actividad de las calpaínas anteriormente descritas.

3.2.2.2 Análisis de la fuerza de corte de las diferentes categorías comerciales

En la fuerza de corte, las 3 categorías comerciales tuvieron un comportamiento similar durante la maduración, con un descenso significativo durante las 24 horas y cambios no significativos en las siguientes horas (48 y 72 horas); cabe señalar, que la desviación estándar de las muestras se redujo de manera significativa en las primeras 24 horas y posteriormente tuvo un aumento paulatino no significativo, debido a que la fase de rigor mortis se terminó de establecer en las primeras 12 horas en condiciones de refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), por lo que el proceso de maduración y ablandamiento de la carne se hacen evidentes, haciendo más homogéneas las muestras; puede inferirse que la actividad enzimática es mayor en las primeras 24 horas, para todas las categorías comerciales y posterior a este periodo, su actividad desciende paulatinamente, tal como lo refleja la desviación estándar; esto debe ser tomado con cierta cautela, ya que en este experimento no se realizó la medición de la actividad enzimática.

3.2.2.2.1 Análisis de la fuerza de corte para las categorías comerciales México Extra, México 1 y México 2.

Existe evidencia altamente significativa para señalar que hay diferencias en la fuerza de corte de las categorías México Extra, en por lo menos uno de los periodos de maduración ($P= 0.001$). Para la categoría México Extra, la fuerza de corte inicial fue la más baja (4.60 ± 1.53) entre las categorías comerciales y tuvo un descenso altamente significativo a las 24 horas (2.62 ± 0.79) ($P=0.001$), sin embargo, a pesar de tener un descenso en la fuerza de corte a las 48 horas (2.45 ± 0.93), este no fue significativo ($P >0.05$) y a las 72 horas tuvo un ligero ascenso (2.64 ± 1.12) que tampoco fue significativo ($P >0.05$). Para la México 1, la fuerza de corte inicial fue de 4.83 ± 1.23 y tuvo un descenso significativo a las 24 horas (2.84 ± 0.80), sin embargo, a pesar de tener un descenso en la fuerza de corte a las 48 horas (2.76 ± 0.56) y ser la única categoría que también tuvo un descenso a las 72 horas (2.30 ± 0.89), estos no fueron significativos ($P >0.05$); para la México 2, la fuerza de corte del tiempo cero fue la más alta de las 3 categorías (5.15 ± 1.23) y tuvo un descenso significativo a las 24 horas (3.27 ± 0.80), sin embargo, a pesar de tener un descenso en la fuerza de corte a las 48 horas (3.05 ± 0.72), este no fue significativo ($P >0.05$); y a las 72 horas tuvo un ligero ascenso (3.26 ± 0.77) que tampoco fue significativo ($P >0.05$). En todos los casos, indica que la fuerza de corte desciende solamente durante las primeras 24 horas y que a las 72 horas no se encontraron cambios en esta característica, esto coincide con Ortiz y Rubio (2001) y Combes *et al* (2005), donde los cambios significativos en la fuerza de corte son durante las primeras 24 horas y posteriormente ya no existen cambios significativos, algunos señalan que el no existe efecto de las calpaínas en la carne de conejo y el ablandamiento que se tiene es en parte por la degradación de la desmina (Perez, 1998).

3.3 Análisis de la Evaluación Sensorial

El sabor de la carne de conejo sin madurar, de las 3 categorías comerciales, presentó una media de 6.54 ± 2.147 y el olor de 6.29 ± 2.12 (Cuadro 9); según el análisis de varianza, existe diferencia significativa del sabor en alguna de las categorías de carne de conejo, por lo menos en uno de los periodos de maduración ($P= 0.05$), sin embargo, al realizar el ANOVA, no existió diferencia significativa en la característica del olor ($P>0.05$). Para la suavidad, existe evidencia suficiente para decir que hay diferencia altamente significativa por lo menos en una de las categorías comerciales ($P=0.001$), presentando una media general de 6.69 ± 2.36 .

Cuadro 9: Estadísticos Descriptivos de la Evaluación Sensorial

Característica		Periodos de maduración					
	Categoría	0	24	48	72	General	Sig.
OLOR	México Ext	6.35 ± 1.86	a 5.90 ± 2.05	6.36 ± 2.11	a 5.77 ± 2.18	6.09 ± 2.06	0.899
	México 1	5.97 ± 2.23	b 6.61 ± 1.97	6.68 ± 2.24	ab 6.17 ± 2.24	6.36 ± 2.18	0.168
	México 2	5.93 ± 1.89 a	b 6.48 ± 2.11 a	6.64 ± 2.25 b	b 6.64 ± 2.18 b	6.42 ± 2.12	*0.158
Sig.		0.401	*0.098	0.655	*0.071	Prom. 6.29 ± 2.12	
SABOR	México Ext	6.39 ± 1.84	6.36 ± 2.29	6.57 ± 1.99	a 6.30 ± 2.26	6.41 ± 2.10	0.899
	México 1	5.88 ± 2.26 a	6.67 ± 2.21 b	6.70 ± 1.98 b	b 6.46 ± 2.03 ab	6.43 ± 2.14	*0.093
	México 2	6.25 ± 2.06 a	6.64 ± 2.16 a	7.06 ± 2.44 b	a 7.25 ± 1.94 b	6.80 ± 2.18	0.033
Sig.		0.334	0.657	0.381	0.019	Prom. 6.54 ± 2.147	
SUAVIDAD	México Ext	a 6.38 ± 2.17 a	a 7.00 ± 2.47 a	a 8.03 ± 1.84 b	a 7.77 ± 2.11 b	7.29 ± 2.24	0.001
	México 1	b 5.41 ± 2.54 a	a 7.04 ± 2.22 b	b 6.77 ± 2.08 b	ab 7.04 ± 2.19 b	6.57 ± 2.35	0.001
	México 2	b 5.54 ± 2.39 a	b 6.14 ± 2.43 a	b 6.80 ± 2.27 b	b 6.32 ± 2.18 b	6.20 ± 2.35	0.017
Sig.		0.035	0.046	0.001	0.001	Prom. 6.54 ± 2.147	

a,b (color rojo) lado izquierdo del número significan diferencias mínimas significativas en la columna dentro del grupo (olor, sabor, suavidad), entre las categorías comerciales.

a,b (color azul) lado derecho del número significan diferencias significativas en la fila dentro de la categoría comercial.

Se puede observar que existen diferencias significativas en la suavidad en la categoría México Extra sin madurar, además, existe diferencias significativas en agrado de los consumidores principalmente después de las 48 horas.

*A pesar de que el análisis de varianza no encontró diferencias significativas, la prueba de la DMS sí encontró diferencias ($P<0.05$)

NOTA: Las muestras fueron evaluadas por los panelistas con calificaciones del 1 al 10 siendo "1-Me disgusta mucho" y "10 Me gusta mucho" para las características olor y sabor, mientras que para la característica suavidad fue "1-Muy duro" y "10-Muy suave".

La carne de la categoría México Extra, fue la que presentó una mayor suavidad (7.29 ± 2.24), seguida de la México 1 (6.57 ± 2.35) y la México 2 (6.57 ± 2.35), presentando una diferencia altamente significativa respecto a las otras 2 categorías comerciales ($P= 0.001$), en por lo menos uno de los periodos de maduración. Para la variable sabor; se encontró diferencia significativa entre la

categoría México 2 (6.25 ± 2.06) con respecto a las categorías México Extra (6.39 ± 1.84) y México 1 (5.88 ± 2.26), en por lo menos uno de los periodos de maduración ($P < 0.05$). Estos resultados coinciden con lo reportado en otras especies (bovinos y caprinos), donde el uso de la maduración controlada tiene un efecto positivo en la calidad sensorial de la carne, principalmente en las características de suavidad y sabor, (Restrepo *et al.*, 2001; González *et al.*, 2011); influyendo en la preferencia de los consumidores no entrenados. Como existieron diferencias en la suavidad y el sabor entre las categorías comerciales, se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa, en cada uno de los periodos de maduración.

3.3.1 Análisis de las características sensoriales olor, sabor y suavidad en la carne de conejo, entre las distintas categorías comerciales

En la carne de conejo sin madurar de las diferentes categorías, no se encontraron diferencias significativas para el olor y el sabor ($P > 0.05$); el mayor agrado de sabor, la obtuvo la categoría México Extra (6.39 ± 1.84) y el sabor menos agradable la México 1 (5.88 ± 2.26); en la característica de olor, la calificación más alta la obtuvo la categoría México Extra (6.35 ± 1.86) y la más baja la México 2 (5.93 ± 1.89); sin embargo, existe evidencia significativa para decir que la suavidad de la carne de conejo es diferente, por lo menos en una de las categorías comerciales ($P = 0.05$).

3.3.1.1 *Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo sin madurar, entre las distintas categorías comerciales.*

A pesar de que en el análisis de fuerza de corte, inicialmente no se encontraron diferencias significativas entre los valores, en la evaluación sensorial sí se detectaron diferencias en la suavidad de la carne; la categoría México Extra fue calificada como la más suave (6.38 ± 2.17), seguida de la México 2 y la México 1 (5.41 ± 2.54); encontrando diferencia significativa en la México Extra ($P = 0.035$). Estos resultados coinciden más, con los publicados por Combes (2000) y Sierra (2006), quienes observaron que a mayor edad existe una mayor fuerza de corte. Debido a que las canales de la categoría México Extra provienen de animales más

jóvenes y en estos la cantidad de enlaces entrecruzados de colágeno es menor, tendrá tendencia a ser más blanda (Chacón, 2004), aun cuando no se sometió a maduración.

3.3.1.2 Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada durante 24 horas, entre las distintas categorías comerciales

En la carne de conejo madurada 24 horas, en refrigeración ($2^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$), no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para la característica del sabor, entre las diferentes categorías comerciales; la mayor calificación en sabor la obtuvo la categoría México 1 (6.67 ± 2.21) y la menor, la México Extra (6.36 ± 2.29).

La carne de la categoría México 1 fue la calificada como la de olor más agradable (6.61 ± 1.97) y una mayor suavidad (7.04 ± 2.22); la carne de la categoría México Extra fue la que obtuvo las calificaciones más bajas en la característica olor (5.90 ± 2.05) y una suavidad parecida (7.00 ± 2.47) a la de México 1; para el olor, la carne de la categoría México 2 obtuvo una calificación intermedia (6.48 ± 2.11) entre las categorías México Extra y México 1, pero fue la carne con mayor dureza (6.14 ± 2.43) ($P < 0.05$). En general, hubo una mejoría de las características sensoriales de la carne en las 3 categorías comerciales. A pesar de que en el análisis de fuerza de corte, no se encontraron diferencias significativas entre las categorías comerciales, en la evaluación sensorial sí, para la suavidad ($P = 0.046$); para el olor, se encontraron diferencias significativas entre la categoría México 1 y México Extra ($P = 0.046$), sin existir diferencias significativas de ambas con respecto a la categoría México 2. En el sabor no se encontraron diferencias significativas.

3.3.1.3 Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada durante 48 horas, entre las distintas categorías comerciales.

En la carne de conejo madurada durante 48 horas, no se encontraron diferencias significativas para las características olor y sabor en las diferentes

categorías ($P > 0.05$); la mayor calificación en el sabor la obtuvo la categoría México 2 (7.06 ± 2.44) y la menor la México Extra (6.57 ± 1.99); mientras que para el olor, la calificación más alta la obtuvo la categoría México 1 (6.68 ± 2.24) y la más baja la México Extra (6.36 ± 2.11). A pesar de que no hubo diferencias en olor y sabor, existe evidencia altamente significativa para decir que la suavidad de la carne de conejo madurada 48 horas en refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), es diferente por lo menos en una de las categorías comerciales ($P = 0.001$).

La carne de la categoría México Extra, fue calificada como la más suave (8.03 ± 1.84), seguida de la categoría México 2 (6.80 ± 2.27) y la categoría México 1 (6.77 ± 2.08); se encontró que existen diferencias altamente significativas en la categoría México Extra con respecto a México 1 y México 2 ($P < 0.001$). Esto concuerda con los resultados obtenidos en la fuerza de corte, sin embargo, los consumidores no eligieron esta muestra como la mejor, por ser excesivamente suave.

3.3.1.4 Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada durante 72 horas, entre las distintas categorías comerciales

En la carne de conejo madurada durante 72 horas en refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), para las tres diferentes categorías comerciales, en el análisis de varianza para la característica de olor, no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$), sin embargo, con la prueba de la Diferencia Mínima Significativa, sí se encontró diferencia entre la categoría México Extra y la México 2 ($P = 0.022$); la calificación más alta la obtuvo la categoría México 2 (6.64 ± 2.18) y la más baja fue la México Extra (5.77 ± 2.18). Además, existe evidencia altamente significativa para decir que la suavidad de la carne de conejo madurada 72 horas, es diferente, por lo menos en una de las categorías comerciales ($P = 0.001$); también existe evidencia significativa para decir que hay diferencia en el sabor de la carne madurada, por lo menos en una de las categorías comerciales ($P = 0.019$).

La suavidad de la carne de la categoría México Extra, fue calificada como la más suave (7.77 ± 2.11), seguida de la categoría México 1 (7.04 ± 2.19) y la México

2 (6.32 ± 2.18); se encontró que existen diferencias altamente significativas entre la categoría México Extra y la México 2 ($P < 0.001$).

El sabor de la carne de conejo madurada por 72 horas, de las tres categorías comerciales, fue calificado de la siguiente forma: El más agradable, para la México 2 (7.25 ± 1.94), le sigue la México 1 (6.46 ± 2.03) y la menos agradable, la México Extra (6.30 ± 2.26), por lo que se encontró diferencia altamente significativa entre México Extra y México 2 ($P = 0.009$) y significativa entre México 1 y México 2 ($P = 0.029$). El agrado por el sabor de la carne madurada, proveniente de animales con mayor edad, puede deberse a que tienen complejos enzimáticos mejor desarrollados y una mayor cantidad de grasa, lo que produce un sabor más agradable; esto concuerda con lo descrito por Koohmaraie (1995), Combes (2000) y Sierra (2006).

3.3.2 Análisis de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo madurada, en periodos diferentes, de las 3 categorías comerciales.

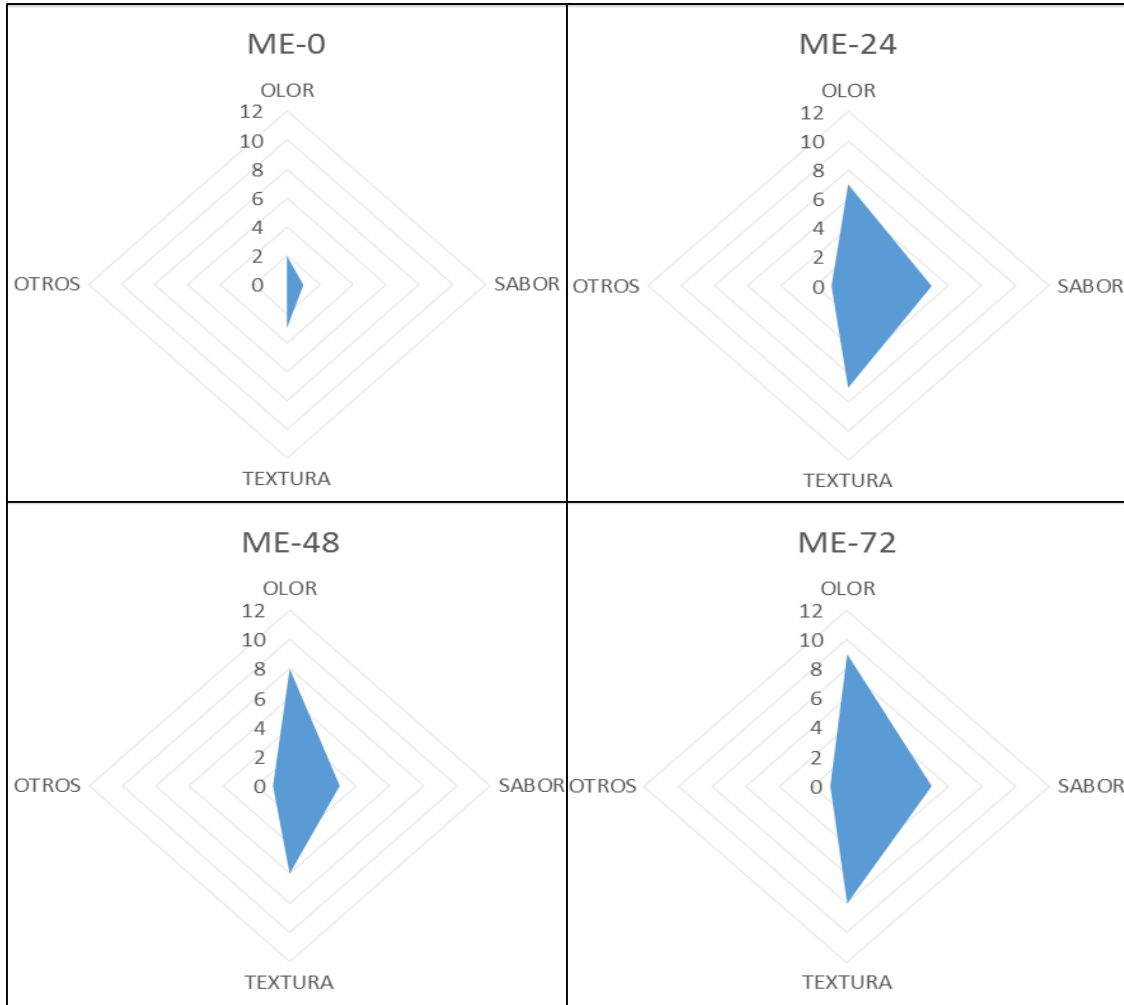
Una vez realizadas las pruebas para cada periodo de maduración, se procedió a evaluar la influencia de la maduración en refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), sobre las características sensoriales (olor, sabor, suavidad), en cada categoría comercial; en el análisis de varianza, no se encontró evidencia para decir que existe alguna diferencia significativa en la característica del olor (6.29 ± 2.12), entre los periodos de maduración, en alguna de las categorías comerciales ($P > 0.05$). No obstante, existe evidencia para decir que hubo un cambio de sabor significativo, en por lo menos una de las categorías comerciales ($P = 0.026$), así mismo, se encontró diferencia altamente significativa para decir que existe un cambio en la suavidad, por lo menos en una de las categorías comerciales y al menos en uno de los periodos de maduración ($P = 0.001$).

3.3.2.1 Resultados de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo de la categoría México Extra, madurada en diferentes periodos.

En la carne de conejo de la categoría México Extra sin madurar (tiempo cero), la característica del olor obtuvo calificaciones de 6.35 ± 1.862 y madurada a las 72 horas, calificaciones de 5.77 ± 2.18 , disminuyendo su nivel de agrado; el sabor obtuvo calificaciones de 6.39 ± 1.84 en el tiempo cero y descendió hasta 6.30 ± 2.26 a las 72 horas; sin embargo, no se encontró evidencia que indique una diferencia significativa en ninguna de las 2 características (olor y sabor), en el tiempo cero y durante los periodos de maduración ($P > 0.05$), para esta categoría.

La característica de suavidad, obtuvo calificaciones de 6.38 ± 2.17 en el tiempo cero y de 7.00 ± 2.47 a las 24 horas de maduración, sin existir diferencia significativa; a las 48 horas aumentó la suavidad (8.03 ± 1.84) respecto a las 2 primeras calificaciones, presentando una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). Para el periodo de 72 horas, la suavidad de la carne de esta categoría, tuvo un ligero incremento (7.77 ± 2.11), el cual no fue significativo respecto al de 48 horas ($P > 0.05$), pero si fue altamente significativo respecto al tiempo cero ($P = 0.001$) y significativo a las 24 horas de maduración ($P = 0.038$).

Para la categoría México Extra, el análisis sensorial mostró que la maduración tuvo una influencia en la suavidad de la carne; sin embargo, los consumidores no encontraron diferencias en el olor y el sabor en la carne madurada. Por lo anterior, se puede inferir que la carne proviene de animales con menos desarrollo en su nivel metabólico (enzimas) y la cantidad de grasa corporal es menor; por lo que el cambio de sabor y olor no tendría la misma respuesta, que tendrían los animales de una edad mayor (Juin, 1998).



*ME-##=México Extra-(Horas de maduración)

Figura 13: Radial de categoría México Extra.

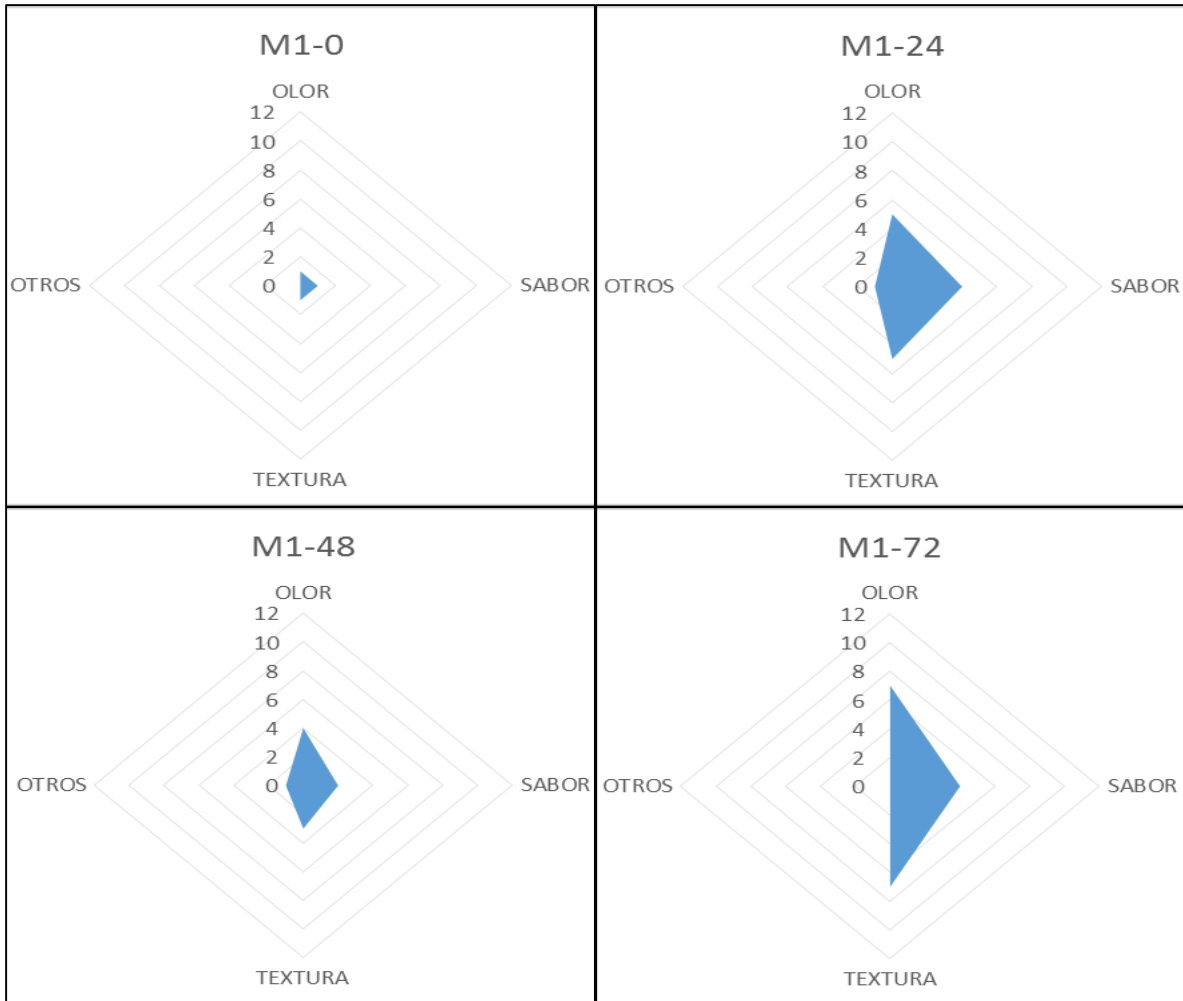
En la figura 14 se presentan las imágenes de las gráficas radiales que definieron los consumidores de acuerdo a su preferencia, las cuales correspondieron a olor, color, suavidad y otros, y las que cumplieron con la mayor expectativa fueron las que provenían de la carne de la categoría comercial México Extra, madurada en refrigeración durante 72 horas. Se demostró un incremento en la percepción de estas características sensoriales en la carne de mayor tiempo de maduración.

3.3.2.2 Resultados de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo de la categoría México 1, madurada en diferentes periodos.

En la carne de conejo de la categoría México 1, la característica de olor en el tiempo cero, obtuvo calificaciones de 5.97 ± 2.23 y la madurada a las 72 horas calificaciones de 6.17 ± 2.24 , aumentando su agrado; en la variable sabor inició con calificaciones de 5.88 ± 2.26 y tuvo un aumento paulatino hasta 6.46 ± 2.03 ; sin embargo, no se encontró evidencia que señale que existe una diferencia significativa en ninguna de las 2 variables (olor y sabor) con el análisis univariado ($P > 0.05$). Sin embargo, el método de la diferencia mínima significativa sí encontró diferencias entre la carne sin madurar y la madurada a 24 y 48 horas en refrigeración ($P < 0.05$).

La suavidad de la carne de la categoría México 1, inició con calificaciones de 5.41 ± 2.54 y aumentó a las 24 horas (7.04 ± 2.22); esto, no represento un cambio significativo sino hasta las 48 horas (6.77 ± 2.08) para tener un incremento en el grado de suavidad final a 7.04 ± 2.19 ; lo que representó cambios altamente significativos comparados con el valor inicial ($P = 0.001$), y significativos comparados con el valor a las 24 horas ($P < 0.05$).

En esta categoría los consumidores detectaron una mayor suavidad y mejor sabor en la carne madurada, en comparación con la carne que no lo estaba, esto coincide con en el trabajo de Juin (1998), quien encontró que el sabor de la carne de conejo no presentó diferencias significativas para las edades de 10, 12 y 18 semanas. En el trabajo de Gil *et al.* (2006), se reportan diferencias significativas que concuerdan con este trabajo y señalan que la elasticidad y masticabilidad presentan una clara tendencia a ser menores a los 7 días de maduración, además, no habría cambios significativos por la rancidez tomando en cuenta el trabajo de Velázquez (2013) y Hernández *et al.*, (2008), donde en su trabajo demuestra que la actividad oxidativa presenta la mayor actividad durante los primeros 3 días, posterior a esto, existe una relativa estabilidad hasta los 6 días. Castellini *et al.*, (1998) por su parte, mencionan que existe un aumento de la estabilidad oxidativa si se realiza una suplementación en la dieta con α -tocoferol.



*M1-##=México 2-(Horas de maduración)

Figura 14: Radial de categoría México 1.

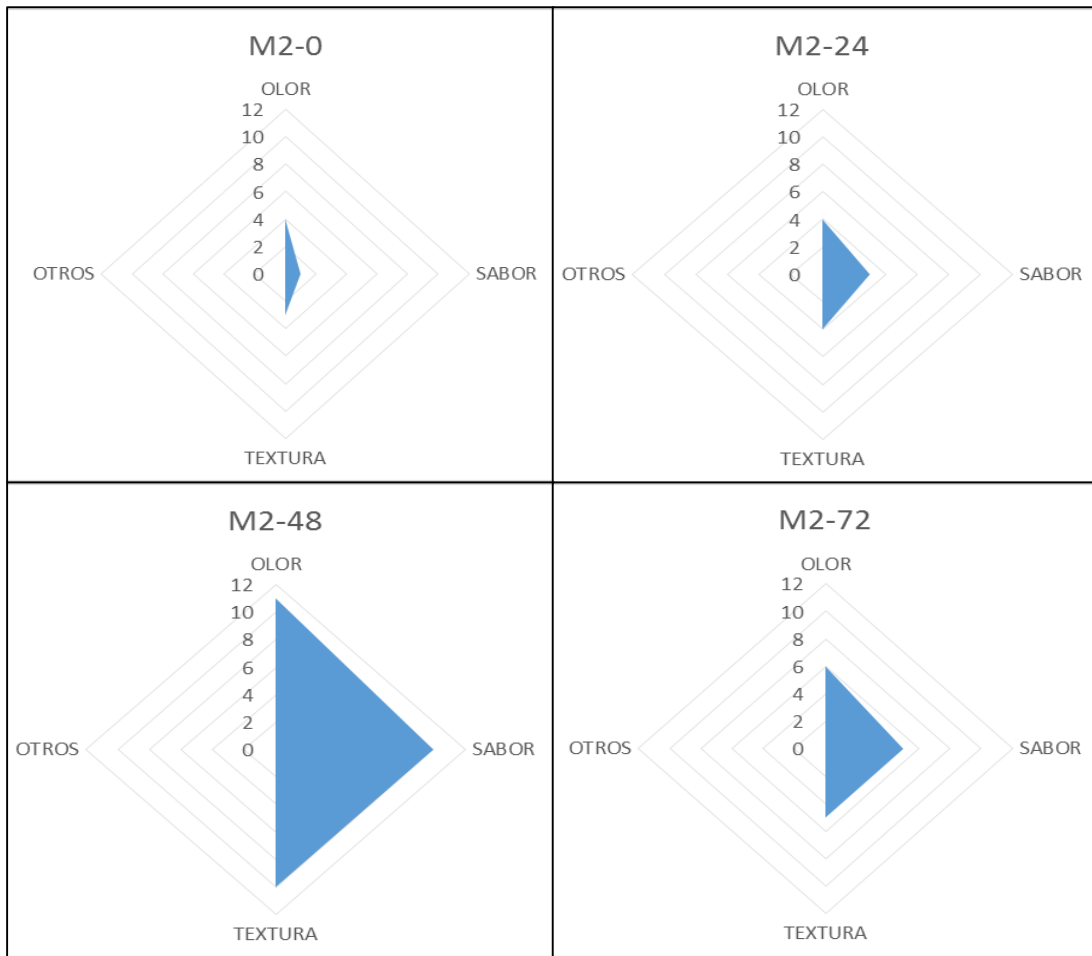
En la figura 15 se presentan las imágenes de las gráficas radiales que definieron los consumidores de acuerdo a su preferencia, las cuales correspondieron a olor, color, suavidad y otros, y las que cumplieron con la mayor expectativa fueron las que provenían de la carne de la categoría comercial México 1, madurada en refrigeración durante 72 horas. Se demostró un incremento en la percepción de estas características sensoriales en la carne de mayor tiempo de maduración.

3.3.2.3 Resultados de las características sensoriales (olor, sabor y suavidad) en la carne de conejo categoría México 2, madurada en diferentes periodos

En la carne de conejo categoría México 2, la característica de olor en el tiempo cero, obtuvo calificaciones de 5.93 ± 1.89 y aumentó su agrado a las 24 (6.48 ± 2.11), a las 48 horas tuvo calificaciones de 6.64 ± 2.25 y de 6.64 ± 2.18 a las 72 horas de maduración; en el análisis univariado, no se encontró evidencia que señale que existe una diferencia significativa del olor en los diferentes periodos de maduración de la categoría comercial ($P > 0.05$). Cabe señalar que la prueba de la DMS sí encontró diferencias significativas ($P = 0.050$) a las 48 y 72 horas, comparándolo con el valor inicial, lo que coincide con los resultados para sabor y suavidad.

La característica de suavidad tuvo calificaciones de 5.54 ± 2.39 en el periodo cero y aumento su suavidad a las 24 horas de maduración (6.14 ± 2.43); esto no representó un cambio significativo sino hasta a las 48 horas (6.80 ± 2.27), para tener un descenso a las 72 horas 6.32 ± 2.18 ; este aumento en la suavidad representa un cambio significativo comparado con el tiempo cero ($P < 0.05$).

El sabor en la categoría México 2 en el tiempo cero obtuvo calificaciones de 6.25 ± 2.067 , con un cambio no significativo ($P > 0.05$) a las 24 horas (6.64 ± 2.16), y teniendo un cambio significativo ($P = 0.028$) con el tiempo cero a las 48 horas (7.06 ± 2.44), aumentando esta diferencia a las 72 horas (7.25 ± 1.94) (0.007). Esta categoría tuvo los cambios más importantes hasta las 72 horas, lo que concuerda con lo esperado en la investigación, esto, debido a que posee una mayor cantidad de grasa y los sistemas enzimáticos están mejor desarrollados, sin embargo, cabe resaltar que es probable que pueda adquirir una terneza adicional posterior a las 72 horas por la activación de la calpaína m (Sultan *et al.*, 2001), sin embargo, esto no se ha comprobado.



*M2-##=México 2-(Horas de maduración)

Figura 15: Radial de categoría México 2.

En la figura 16 se presentan las imágenes de las gráficas radiales que definieron los consumidores de acuerdo a su preferencia, las cuales correspondieron a olor, color, suavidad y otros, y las que cumplieron con la mayor expectativa fueron las que provenían de la carne de la categoría comercial México 2, madurada en refrigeración durante 48 horas. Se demostró un incremento en la percepción de estas características sensoriales en la carne de mayor tiempo de maduración.

3.3.3 Análisis de las calificaciones generales de las muestras en la carne de conejo madurada a diferentes tiempos

Para este análisis se consideró como si todas las muestras fueran independientes, por lo que se realizó un análisis de varianza para observar si hay

diferencias significativas en el agrado general de las muestras; y se observó que existen diferencias altamente significativas (0.001).

Cuadro 10: Calificación general promedio y moda; puntos de preferencia por olor, sabor, textura y total; moda de calificación y número de personas que eligieron la muestra como la mejor

CATEGORÍA	HORAS	PROMEDIO DE			OTROS			PUNTOS DE	
		CALIFICACIÓN	MODA	OLOR	SABOR	TEXTURA	ATRIBUTOS	PREFERENCIA	PERSONAS
MÉXICO 2	72 h	7.25	8	6	5	5	0	16	6
MÉXICO EXTRA	48 h	7.10	9	8	3	6	1	18	8
MÉXICO 2	48 h	7.07	9	11	10	10	0	31	12
MÉXICO 1	24 h	6.81	8	5	4	5	1	15	5
MÉXICO 1	48 h	6.74	8	4	2	3	1	10	4
MÉXICO EXTRA	72 h	6.72	5	9	5	8	1	23	9
MÉXICO 2	24 h	6.72	5	4	3	4	0	11	4
MÉXICO 1	72 h	6.65	8	7	4	7	0	18	7
MÉXICO EXTRA	24 h	6.62	5	7	5	7	1	20	7
MÉXICO EXTRA	0 h	6.38	5	2	1	3	0	6	3
MÉXICO 2	0 h	6.22	5	3	1	3	0	7	3
MÉXICO 1	0 h	5.78	5	0	1	0	0	1	1

El promedio de calificación general y la moda se obtuvo de la calificación en términos general de cada muestra proporcionada por los panelistas; mientras que el olor, sabor, textura y otros atributos, son las veces que el consumidor mencionaba la razón de su preferencia por dicha muestra, los puntos de preferencia son obtenidos de la suma de las menciones de olor, sabor, textura, y otros atributos. Las personas son el número de panelistas que eligieron esas muestras.

Para conocer la predilección de los consumidores no entrenados, se les preguntó cuál muestra era de su preferencia y la razón de ello; si el consumidor mencionaba un atributo de las cualidades de la muestra, se calificaba con un punto por cada atributo y/o mención; los atributos se categorizaron en olor, sabor, textura y otros (tales como jugosidad, acidez y palatabilidad).

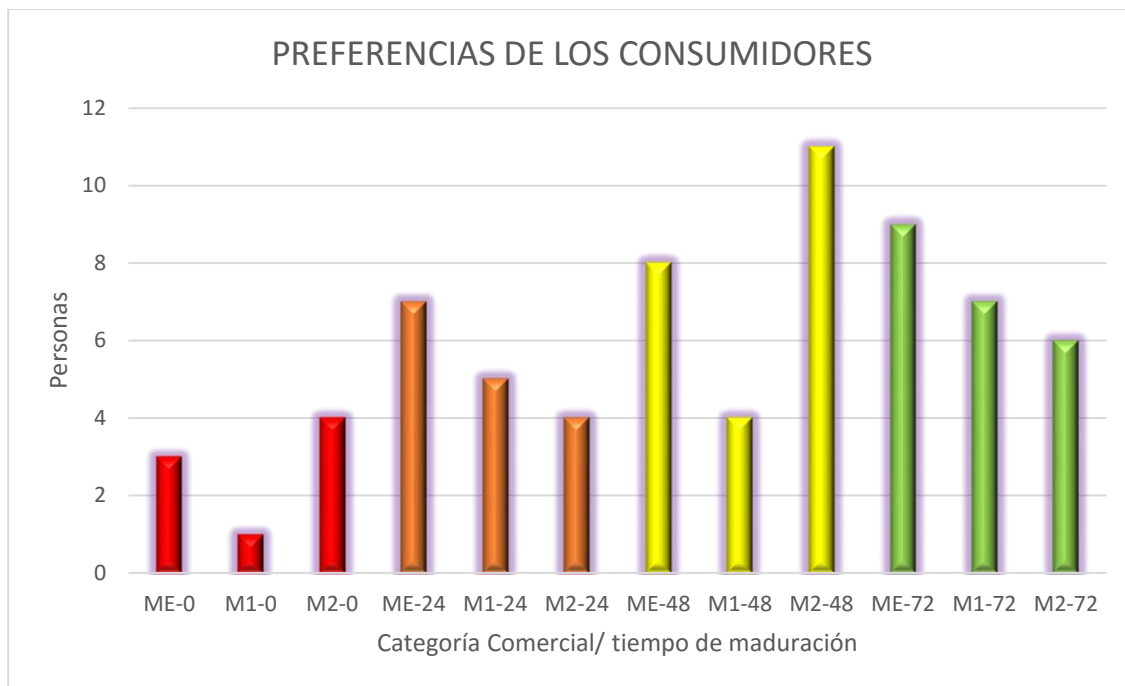


Figura 16: Preferencia de los consumidores.

Se puede observar que los consumidores tuvieron una tendencia a preferir la carne de conejo madurada (anaranjado -24 horas-; amarillo -48 horas-; verde -72 horas-) de la que no está madurada (roja -0 horas-).

La carne que obtuvo más alto promedio de calificación general, fue la categoría México 2 madurada durante 72 horas, empacada al vacío a temperatura de refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), alcanzando el promedio de 7.25, escogida por 6 personas y con un total de 16 puntos. La carne que fue escogida por más personas (12 personas), fue la categoría México 2, madurada 48 horas, coincidiendo con la carne que tuvo más puntos con un total de 31, además de tener una moda de 9 en la calificación general y un promedio de 7.07. Cabe señalar que el consumidor y los productores de conejos, desconocen los beneficios sensoriales que resultan del proceso de maduración, buscando el equilibrio entre calidad y precio.

Dentro de las categorías comerciales, las calificadas más altas fueron las siguientes:

- México Extra, con maduración de 48 horas: 7.10 de calificación general promedio, 18 puntos acumulados, moda de 9 y 8 personas eligieron la muestra.

- México 1, con maduración de 72 horas: 6.65 de calificación general promedio, 18 puntos acumulados, moda de 8 y 9 personas eligieron la muestra.
- México 2, con maduración de 48 horas: 7.07 de calificación general promedio, 31 puntos acumulados, moda de 9 y 12 personas eligieron la muestra.

Dentro de las categorías las calificadas más bajas, fueron las siguientes:

- México Extra, sin maduración: 6.38 de calificación general promedio, 6 puntos acumulados, moda de 5 y 3 personas eligieron la muestra.
- México 1, sin maduración: 5.78 de calificación general promedio, 1 punto acumulado, moda de 5 y 1 persona eligió la muestra.
- México 2, sin maduración: 6.22 de calificación general promedio, 7 puntos acumulados, moda de 5 y 3 personas eligieron la muestra.

CONCLUSIONES

La maduración controlada de la carne de conejo (raza Nueva Zelanda Blanco), proveniente de las tres categorías comerciales en México, empacada al vacío y almacenada en refrigeración ($2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), durante 24, 48 y 72 horas, es una alternativa que incrementa la suavidad y el agrado por el sabor y olor de la carne. El 97% de las canales estuvieron dentro del intervalo de pH establecido (5.4 a 6.03), presentando cambios altamente significativos en el pH y la fuerza de corte ($P=0.001$), principalmente durante las primeras 24 horas; así mismo, las características sensoriales de la carne madurada, obtuvieron calificaciones más altas que la carne sin madurar, pero en distintos periodos de maduración. Esto, principalmente en la carne proveniente de animales de edad mayor a la establecida comercialmente como “óptima”; sin embargo, es indispensable contar con medidas higiénicas durante la matanza y faenado, que aseguren la calidad sanitaria de la carne de conejo en canal.

Los cambios significativos en la fuerza de corte ($P<0.05$), producidos por la maduración de la carne, tuvieron un comportamiento similar en las 3 categorías comerciales, descendiendo de forma altamente significativa ($P=0.001$), durante las primeras 24 horas y sin cambios posteriormente, dentro de las categorías; esto, conlleva a rechazar la primera hipótesis específica, porque los cambios en la fuerza se presentaron a las 24 horas y después de este periodo hasta las 72 horas no hubo cambios significativos.

Los valores de pH tuvieron un descenso altamente significativo ($P=0.001$) dentro de las primeras 24 horas, la mayoría estuvieron dentro del intervalo de pH final esperado (5.4 – 6.03), a excepción de 2 muestras.

En la evaluación sensorial, la carne con calificaciones más altas fue la categoría México 2, madurada por 72 horas y la categoría México 2, madurada por 48 horas, como la más agradable, ya que fue la preferida mayormente, por panelistas no entrenados, mostrando evidencia significativa ($P=0.001$) que indica una mejoría en el grado de aceptación de la carne madurada con respecto a la no madurada. Mientras que para la categoría México 1, el grado de aceptación fue principalmente la madurada a las 72 horas, mostrando una clara diferencia con la

carne no madurada. Sin embargo, la categoría México Extra presentó una mejoría sólo a las 24 horas, ya que posteriormente fue tan suave, tanto que para algunos consumidores no fue la preferida; además, para el olor y sabor, no hubo evidencias suficientes para afirmar una diferencia significativa en esta categoría ($P>0.05$), por lo que el efecto, si bien, es apreciable a las 24 horas, la maduración prolongada parece no tener un efecto importante en olor y sabor.

En esta investigación, la maduración controlada de la carne de conejo de diferentes categorías comerciales, tuvo como consecuencia el cambio en la calidad física y sensorial, presentando una mejora significativa en la carne de los animales de las 3 categorías comerciales reconocidas en México, sin embargo, el efecto de la mejora en el sabor, olor y suavidad, es más evidente en animales de una edad mayor a la comercialmente establecida en México y otros países (España, Italia, entre otros) como “óptima” (México Extra). En estos mismos países, los consumidores prefieren piezas grandes y como consecuencia deben ser de una edad mayor, lo que conlleva a que la carne sea más dura. La maduración de esta carne resulta en una suavidad y olor exacerbados, probablemente por tener mayor grasa y complejos enzimáticos mejor desarrollados. Cabe señalar que la carne que no fue madurada, fue la que obtuvo calificaciones más bajas. Por lo que se recomienda para las diferentes categorías, lo siguiente:

Categoría México Extra: Maduración óptima de 24 horas.

Categoría México 1: Maduración mínima de 24 horas, óptima de 72 horas.

Categoría México 2: Maduración mínima de 48 horas, óptima de 72 horas o más.

En este estudio, el cambio sensorial más evidente producido por la maduración en la carne de conejo, es el aumento de la suavidad; esta característica o atributo de calidad es el más buscado por el consumidor, sin llegar a una suavidad extrema tal, que se deshaga en la boca, ni tan dura que no pueda masticarse (México Extra, madurada 72 horas y México 2, sin madurar, respectivamente). Otro efecto favorecido por la maduración es el sabor, porque fue considerado el más agradable, cuando la carne fue sometida al periodo mayor de maduración; sin embargo, el cambio de olor no fue tan evidente, como lo fueron el sabor y la

suavidad, aunque sí fue apreciado por la mayoría (95%) de los panelistas no entrenados. Por lo tanto, la maduración de la carne de conejo, incrementará la satisfacción del consumidor, principalmente, los que prefieren piezas grandes. Así mismo, existe una tendencia favorable en la preferencia de los panelistas no entrenados, por la carne madurada de la categoría comercial México 2 (154 días).

Aunque se incluyeron en el estudio animales de hasta 154 días, es recomendable hacer una comparación con animales de 1 y 2 años de edad, incluyendo machos, que han terminado su vida productiva como reproductores, madurando la carne empacada al vacío y sin empacar, a temperatura de refrigeración, en periodos de 3, 5 y 7 días, para comprobar diferencias que pudieran presentarse en estos grupos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Savoy IL American Meat Science Association. 1995
- Antonini, A. G., & Cordiviola, C. A. (2010). Mejoramiento genético en conejos para carne. *BAG. Journal of Basic and Applied Genetics*, 21(2), 1 - 7.
- Arihara, K. (2006). Functional Properties of Bioactive Peptides Derived From Meat Proteins. *Advanced Technologies for Meat Processing*, 245 - 264.
- Ariño, B. (2006). *Variabilidad genética de la calidad de la carne de conejo* (Tesis). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Barrett K, Barman S, Boitano S, Brooks H, Barman PhD, Heddwen L, Brooks. (2010). Ganong Fisiología médica. 23ª Edición. Mc Graw Hill. México D.F.
- Barrientos, R. G. (2001). *Efecto de las enzimas endógenas sobre las propiedades fisicoquímicas y estructurales de carne de bovino durante la maduración*. (Tesis). Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F.
- Barrón M. del C., Herrera, J. G., Suárez, M. E., Zamora, M. M., & Lemus, C. (2004). Evaluación de características de canal en tres razas de conejo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (Cuba)*.
- Bernardini Battaglini, M., Castellini, C., & Lattaioli, P. (1995). Effect of sire strain-feeding plan-slaughter age and sex on meat and fat quality in rabbits. *Zootecnica e Nutrizione Animale (Italy)*.

- Bartoli, M., & Richard, I. (2005). Calpains in muscle wasting. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 37(10), 2115-2133.
- Battaglini, B., Castellini, C., Lattaioli, P., & Marcella, B. (1995). Effect of sire strain, feeding, age and sex on rabbit carcass. *World-Rabbit-Science*, 3, 1-9.
- Beltrán, J. (1988). *Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del rigor mortis y la maduración en músculos de Ternasco* (Tesis). Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.
- Bianchi, G., Bentancur, O., Garibotto, G., Feed, O., Franco, J., & Sañudo, C. (2006). Efecto del tiempo de maduración *post-mortem* sobre la calidad sensorial de la carne de corderos corriedale y cruza. *Agrociencia*, 10(1), 81-87.
- Bianchi, G., Bentancur, O., & Sañudo, C. (2014). La maduración de la carne de cordero como una herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial. *Revista Argentina de Producción Animal*, 26(1), 39-55.
- Bixquert, M., & Gil, R. (2005). Propiedades nutricionales y digestibilidad de la carne de conejo. Carne de conejo: Equilibrio y salud. *Revista Científica de Nutrición*, 1, 7-11.
- Blasco, A., & Piles, M. (1990). Muscular pH of the rabbit. *Annales Zootechnie*, 39, 133-136.
- Bolet, D. G. (2003). Comparaison lapin bio lapin standard: Caractéristiques des carcasses et composition chimique de 6 muscles de la cuisse. *Proceeding from 10èmes Journées de la Recherche Cunicole*, 133-136.

- Braña D, Ramírez E, Rubio MS, Sánchez A, Torrescano G, Arenas ML, Partida JA, Ponce E, Ríos FG. (2011) Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. SAGARPA, CENID-INIFAP, Folleto técnico No.11. Ajuchitlán, Qro. México
- Bravo, F. (2004). *El manejo higiénico de los alimentos / Hygiene Handling of Food: Guía para la obtención del distintivo H / Guide for Obtaining the Distintive H*. Editorial Limusa S.A. De C.V. Recuperado a partir de <http://books.google.com.mx/books?id=0ay1SkjUiEwC>
- Camps, J. (2000). Beneficios de las características nutricionales de la carne de conejo para la salud humana. *Cunicultura*, 25(146), 188-192.
- Carrasco, M. C. G. (2004). *Proyecto de inversión para la producción y comercialización de carne de conejo en el Estado de Oaxaca* (Tesis). Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca.
- Carrilho, M., Campo, M., López, M., Calcodo, J., Jaime, R., Torrens, M., Pascua, A. (2007). Effect of weight and sex on the fatty acid composition of rabbit meat. (pp. 753-755). Presentado en XXXVIII Jornadas de Estudio, XII Jornadas sobre Producción Animal, Zaragoza, España, 16-17 Mayo, 2007. Tomo I and II., Gobierno de Aragón, Servicio de Investigación Agroalimentaria.
- Carrilho, M., Campo, M., Olleta, J., Beltrán, J., & López, M. (2009). Effect of diet, slaughter weight and sex on instrumental and sensory meat characteristics in rabbits. *Meat Science*, 82(1), 37-43.

- Casanueva, F. E. (2012, enero). *Elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) y procedimientos operacionales estandarizados de sanitización (POES), para el rastro del área de cunicultura del centro de enseñanza, investigación y extensión en producción avícola (C.E.I.E.P.Av) (estudio de revisión)*. (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México, México City: UNAM. Recuperado a partir de <http://132.248.9.195/ptd2013/Presenciales/0688743/Index.html>
- Castellini, C., Dal Bosco, A., Bernardini, M., & Cyril, H. (1998). Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability of raw and cooked rabbit meat. *Meat Science*, 50(2), 153-161.
- Castelló, J., Castelló, J., Cedó, R., Cepero, R., García, E., Pontes, M., & Vaquerizo, J. (2002). La industria del pollo para carne. *JA Castelló, R. Cedó, R. Cepero, E. García, M. Pontes y JM Vaquerizo. Producción de carne de pollo. Real Escuela de Avicultura, Barcelona.[Links]*, 15-36.
- Cavani, C., Petracci, M., Trocino, A., & Xiccato, G. (2010). Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2s), 741-750.
- Chacón-Villalobos, A. (2004). La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 1(1), 225-243.

- Christensen, M., Purslow, P. P., & Larsen, L. M. (2000). The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Science*, 55(3), 301-307.
- Chwastowska-Siwiecka, I., Kondratowicz, J., Gugolek, A., & Matusevičius, P. (2013). Changes in the physicochemical properties of deep-frozen rabbit meat as dependent on thawing method. *Veterinarija ir Zootechnika*, 62(84).
- Combes, S. (2004). Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *Productions Animales*, 17(5), 373-383.
- Combes, S., Auvergne, A., & Lebas, F. (2000). Effect of cooking temperature on Warner-Bratzler tenderness measurement in rabbit meat (pp. 4-7). Presentado en Proceedings of the 7th World Rabbit Congress, Valencia.
- Combes, S., & Dalle Zotte, A. (2005). La viande de lapin: valeur nutritionnelle et particularités technologiques. *Proc.: 11èmes. Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 November, 2005. Paris, France, 167, 180, 29-30.*
- Combes, S., Lepetit, J., Darche, B., & Lebas, F. (2004). Effect of cooking temperature and cooking time on Warner–Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. *Meat Science*, 66(1), 91-96.
- Cox, N. A., J. E. Thomsom, and J. S. Bailey. (1981). Sampling of broiler carcasses for Salmonella with low volume water rinse. *Poultry Science*. 60:768–770
- Cruz, M. (2011). *Evaluación del pH, capacidad de retención de agua, color y dureza en el músculo Longissimus dorsi de conejo durante su transformación en carne* (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de

México, Facultad de Estudios Superiores, Cuatitlan. Recuperado a partir de <http://132.248.9.195/ptb2011/septiembre/0672628/Index.html>

Cury, K., Martínez, A., Aguas, Y., & Oliveros, R. (2011). Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 3(2), 269-282.

Dalle, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75(1), 11-32.

Dalle, A., Princz, Z., Metzger, S., Szabó, A., Radnai, I., Biró-Németh, E., ... Szendrő, Z. (2009). Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. *Livestock Science*, 122(1), 39-47.

Dalle, A., & Szendrő, Z. (2011). The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, 88(3), 319-331.

De la Fuente, J. (2003). *Bienestar animal en el transporte de conejos a matadero* (Tesis). Recuperado a partir de <http://eprints.ucm.es/tesis/vet/ucm-t26651.pdf>

Delmas, D., Doutreloux, J., Jehl, N., Auvergne, A., & Lebas, F. (1999). Incidence de l'âge à la castration chez le lapin II/Caractéristiques physico-chimiques de la viande. *8èmes Journées de la Recherche Cunicole en France, Paris 9-10 Juin 1999*, 93-96.

De Teresa, C. (2006). La carne de conejo en la dieta de los deportistas. *Cunicultura*, 31(183), 323-325.

Elizabeth, H. A. (2005). Evaluación Sensorial. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia–UNAD. Bogotá DC.*

Fabre, R. (2014). *Efecto de la maduración, estimulación eléctrica, marinado y congelación sobre la calidad de la carne de pechuga de ave* (Tesis). Universitat Politècnica de València. Departamento de Tecnología de Alimentos - Departament de Tecnologia d'Aliments, Valencia. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10251/43770>

Fabre, R., Perlo, F., Bonato, P., Teira, G., & Tisocco, O. (2011). Calidad de la carne de pollo. Aplicación industrial de la estimulación eléctrica y maduración. Su efecto sobre la calidad de la carne de ave. XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura 2011.

FAO, Lebas F, Coudert P. Rochambeau H, Thébault R.G. (1996) El Conejo, Cría y patología. FAO, Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/t1690s/t1690s.pdf>

FAO. (s. f.). FAO - División de Producción y Sanidad Animal/Carne y Productos Cárnicos. Recuperado 29 de enero de 2014, a partir de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>

FAO. Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo. (s/f). Recuperado el 6 de agosto de 2015, a partir de <http://www.fao.org/docrep/004/t0566s/t0566s12.html>

FDA. fridgechart_SPAqrk4.qxd - UCM148133.pdf. (s/f). Recuperado a partir de <http://www.fda.gov/downloads/Food/ResourcesForYou/HealthEducators/UCM148133.pdf>

I. C. M. S. Foods, (2011). *Microorganisms in Foods 8: Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. Springer. Recuperado a partir de http://books.google.com.mx/books?id=znrrMGdj2_sC

Franco, J., Feed, O., Bianchi, G., Garibotto, G., Ballesteros, F., Nan, F., ... Bentancur, O. (2008a). Parámetros de calidad de carne en cinco músculos de novillos Holando durante la maduración *post-mortem* I. Calidad instrumental. *Agrociencia*, 12(1), 61-68.

Franco, J., Feed, O., Bianchi, G., Garibotto, G., Ballesteros, F., Nan, F., ... Bentancur, O. (2008b). Parámetros de calidad de carne en cinco músculos de novillos Holando durante la maduración *post-mortem* III. Calidad sensorial. *Agrociencia*, 12(1), 74-79.

García B.R. (2001). Efecto de las enzimas endógenas sobre las propiedades fisicoquímicas y estructurales de carne de bovino durante la maduración. Tesis de grado. UAM. México D.F.

Garrido, M. D., Bañón, S., & Álvarez, D. (2005). Medida del pH. *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa)* Ed. Cañeque V. y Sañudo C, 206-215.

Garriz, C. (2001). Calidad organoléptica de la carne vacuna, influencia de factores biológicos y tecnológicos, 1 - 5.

Gil, M., Ramírez, J. A., Pla, M., Arino, B., Hernández, P., Pascual, M., ...

Szerdahelyi, E. N. (2006). Effect of selection for growth rate on the ageing of myofibrils, meat texture properties and the muscle proteolytic potential of *m. longissimus* in rabbits. *Meat Science*, 72(1), 121-129.

Gill, J. L. (1978). Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. Vol. 1. Ames, Iowa: Iowa State University Press.

Gimeno, A. C., Sánchez, M. I. L., & Cantán, F. F. (1990). Calidad de la canal y de la carne de conejo de raza gigante de España en tres pesos comerciales de sacrificio (pp. 97-104). Presentado en XV Symposium, I Jornadas de Cunicultura [Texto impreso]: Murcia, 19, 20 y 21 de junio de 1990: Murcia, 19, 20 y 21 de junio de 1990, Murcia (Comunidad Autónoma). Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Gondret, F., Larzul, C., Combes, S., & De Rochambeau, H. (2005). Carcass composition, bone mechanical properties, and meat quality traits in relation to growth rate in rabbits. *Journal of Animal Science*, 83(7), 1526-1535.

González, C., Serna, L., Civit, D., Díaz, M., & Keilty, H. (2011). Efecto del tiempo de maduración sobre la textura de la carne de ovejas de refugio de la raza Corriedale. *Revista Veterinaria Argentina*, (264), --.

Hamm, R. (1986). Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In muscle as food. Ed. P.J. Bechtel, 135-199. Academy Press California

- Harry, T. L., & Hildegarde, H. (2010). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices, 227-250.
- Hermida, M., González, M., Miranda, M., & Rodríguez-Otero, J. (2006). Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). *Meat Science*, 73(4), 635-639.
- Hernández, P., Pla, M., & Blasco, A. (1998). Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: II. Relationships between meat characteristics. *Livestock production science*, 54(2), 125–131.
- Hernández, P., Ariño, B., Grimal, A., & Blasco, A. (2006). Comparison of carcass and meat characteristics of three rabbit lines selected for litter size or growth rate. *Meat Science*, 73(4), 645-650.
- Hernández, P., Cesari, V., & Blasco, A. (2007). Comparación entre líneas y efecto del almacenamiento en refrigeración en los lípidos de la carne de conejo. *Boletín de Información Bibliográfica*, 2007(8), 756-758.
- Hernández, P., Cesari, V., & Blasco, A. (2008). Effect of genetic rabbit lines on lipid content, lipolytic activities and fatty acid composition of hind leg meat and perirenal fat. *Meat Science*, 78(4), 485-491.
- Hernández, P., López, A., Marco, M., & Blasco, A. (2001). Actividad de los enzimas antioxidantes en la carne de conejo. *IX Jornadas sobre producción animal. AIDA*.

- Hiatt, K. L., Stern, N. J., Fedorka-Cray, P., Cox, N. A., Musgrove, M. T., & Ladely, S. (2002). Molecular subtype analyses of *Campylobacter* spp. from Arkansas and California poultry operations. *Applied and Environmental Microbiology*, *68*(12), 6220–6236.
- Higgins, J. P., Higgins, S. E., Guenther, K. L., Huff, W., Donoghue, A. M., Donoghue, D. J., & Hargis, B. M. (2005). Use of a specific bacteriophage treatment to reduce *Salmonella* in poultry products. *Poultry Science*, *84*(7), 1141–1145.
- Hughes, M., Geary, S., Dransfield, E., McSweeney, P., & O'Neill, E. (2001). Characterization of peptides released from rabbit skeletal muscle troponin-T by μ -calpain under conditions of low temperature and high ionic strength. *Meat Science*, *59*(1), 61-69.
- Hulot, F., & Ouhayoun, J. (1999). Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, *7*(1), 15-36.
- Hulot, F., & Ouhayoun, J. (2010). Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, *7*(1), 15-36.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. ICMSF (2002). R. Bruce Tompkin. *Microbiological Testing in Food Safety Management*, Springer,
- Jehl, N., Delmas, D., & Lebas, F. (2000). Influence of the male rabbit castration on meat quality. 1/. Performances during fattening period and

carcass quality. Presented en Communication to the 7th World Rabbit Congress, Valencia Spain 4-7 July 2000.

Johnson, D. D., McGowan, C. H., Nurse, G., & Anous, M. R. (1995). Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. *Small Ruminant Research*, 17(1), 57-63.

Juin, H., Lebas, F., Malineau, G., & Gondret, F. (1998). Aptitude d'un jury de dégustation à classer différents types de viande de lapin selon des critères sensoriels: aspects méthodologiques et application à l'étude des effets de l'âge et du type génétique. *7èmes Journ. Rech. Cunicole Fr*, 13-14 mai 1998, 123-126.

King, D. A., Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (2009). Fresh meat texture and tenderness. *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. JP Kerry and D. Ledward, ed. Woodhead Publ. Ltd., Cambridge, UK, 61-88.

Koohmaraie, M. (1992). The role of Ca²⁺-dependent proteases (calpains) in *post-mortem* proteolysis and meat tenderness. *Biochimie*, 74(3), 239-245.

Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, 43, 193-201.

Koohmaraie, M., Doumit, M. E., & Wheeler, T. L. (1996). Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *Journal of Animal Science-Menasha then Albany then Champaign Illinois-*, 74, 2935-2942.

- Koohmaraie, M., Kent, M. P., Shackelford, S. D., Veiseth, E., & Wheeler, T. L. (2002). Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science*, 62(3), 345-352.
- Koohmaraie, Tm., & Go112, D. E. (1995). Is Z-Disk Degradation Responsible for *Post-mortem* Tenderization. *Journal of Animal Science*, 73, 1351-1367.
- Kowalska, D., Gugolek, A., & Bielanski, P. (2011). Effect of stress on rabbit meat quality. *Annals of Animal Science*, 11(3), 465-475.
- Lafuente, R., & López, M. (2014). Effect of electrical and mechanical stunning on bleeding, instrumental properties and sensory meat quality in rabbits. *Meat Science*, 98(2), 247-254.
- Lambertini, L., Barilli, M., & Costerbosa, G. L. (1996). Considerazioni sulla composizione in fibre del muscolo scheletrico di coniglio. *Rivista di Coniglicoltura*, 33, 47–51.
- Lambertini, L., Lalatta, G., Petrosino, G., Zaghini, G., & Vignola, G. (2010). Caractéristiques histochimiques du muscle et pH de la viande de lapins hybrides sacrifiés à différents âges. *World Rabbit Science*, 4(4), 171–179.
- Lambertini, L., Zaghini, G., Benassi, M. C., & Martino, G. (1997). Indagine sulle caratteristiche qualitative della carcassa e delle carni di coniglio: valutazioni sulla componente lipidica. *La Rivista di Scienza dell' Alimentazione*, 26(3-4), 59–67.

- Lebas, F., Jehl, N., Juin, H., & Delmas, D. (2000). Influence of the male rabbit castration on meat quality. 2. Physico-chemical and sensory quality (pp. 4-7). Presentado en Proc. 7th World Rabbit Congress, Valencia.
- Legarreta, I. G. (1993). Productos cárnicos. En M. García, R. Quintero, & A. López Munguía, *Bioteología Alimentaria*: (pp. 225 -262). Recuperado a partir de <http://books.google.com.mx/books?id=PUm4AgAAQBAJ>
- Lepetit, J. (2007). A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Science*, 76(1), 147-159.
- Lepetit, J., Grajales, A., & Favier, R. (2000). Modelling the effect of sarcomere length on collagen thermal shortening in cooked meat: consequence on meat toughness. *Meat Science*, 54(3), 239-250.
- Liria, M., & María, R. (2007). Guía para la evaluación sensorial de alimentos. *Calí: CIAT*.
- Liste, G., María, G. A., Robinson, M. V., Sánchez, M. I. L., Castañer, J. L. O., Astiz, C. S., Chacón, G. (2004). Efecto del transporte sobre la calidad de la carne y el bienestar animal en conejos comerciales en época cálida en Aragón. En *XXIX Symposium de cunicultura de ASESCU: Lugo, 31 de marzo y 1 de abril de 2004* (pp. 62-69). Asociación Española de Cunicultura (ASESCU).
- Liu, Y., Lyon, B., Windham, W., Lyon, C., & Savage, E. (2004). Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of

chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours *post-mortem*. *Poultry Science*, 83(1), 101-108.

Lücker, E., Failing, K., Lange, K., Walker, G., & Bülte, M. (1998). Content and Distribution of Iron in Rabbit Meat. A Model Study on Nutritional Values and Bio-Analytical Variance. *LWT-Food Science and Technology*, 31(2), 150-154.

María, G., Buil, T., Liste, G., Villarroel, M., Sañudo, C., & Olleta, J. (2006). Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat Science*, 72(4), 773-777.

Martínez, MA. (2004). *Cunicultura. 2ª* (Edición. UNAM-FMVZ, México, DF, Vol. 2). Edición. UNAM-FMVZ, México, DF.

Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Olleta, J., Medel, I., Panea, B., Macie, S., & Sierra, I. (2002). Breed, weight and ageing effects on meat lamb tenderness assessed by consumers. *48th ICoMST. Rome*, 1, 142-143.

Martínez, MA, Casanueva, FE., Cruz, P., Jandete, H. G., Jiménez, LV., Mitzi, Y., Villagran, C. (2013). *Medicina y Zootecnia Cunicola II* (Universidad Nacional Autónoma de México). México City: UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

Mendez, J. (2008). *Segregacion de polimorfismos identificados en los genes de mu-calpaina y calpastatina y su relacion con el crecimiento corporal y características de la canal de bovinos para carne en Puerto Rico*. ProQuest.

- Miguel, J. A., Ciria, J., Asenjo, B., Colmenarez, D., & Pargas, H. (2011). Effect of Ageing Time on Meat Characteristics of Castrated and Uncastrated Brahman Cattle. *Journal of Life Sciences*, 5, 747-753.
- Monereo, S. (2008). Importancia nutricional de los macro y micronutrientes de la carne de conejo en el organismo., 9.
- Moreno, B. (2006). Higiene e inspección de carnes. *Ed. Díaz de Santos. Madrid*.
- Morgan, J. B., Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Savell, J. W., & Crouse, J. D. (1993). Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. *Journal of Animal Science*, 71(6), 1471-1476.
- Motter, M., Corva, P., Krause, M., Perez Cenci, M., & Soria, L. (2009). Rol de la calpastatina en la variabilidad de la terneza de la carne bovina. *BAG. Journal of Basic and Applied Genetics*, 20(1), 15-24.
- Moya, F. I., & Angulo, Y. B. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: Métodos y aplicaciones*. Taylor & Francis.
- Nakatani, Y., Fujita, T., Sawa, S., Otani, T., Hori, Y., & Takagahara, I. (1986). Changes in ATP-Related Compounds of Beef and Rabbit Muscles and a New Index of Freshness of Muscle (Food & Nutrition). *Agricultural and Biological Chemistry*, 50(7), 1751-1756.
- NORMA Mexicana NOM-009-ZOO-1994. Proceso sanitario de la carne. Publicada en DOF. (16 de Noviembre del 1994) Recuperado el: 12 de Septiembre 2013. Disponible en:

[http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=524
&IdUrl=1815&down=true](http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=524&IdUrl=1815&down=true)

NORMA Mexicana NMX-FF-105-SCFI-2005, Productos Pecuarios – Carne de Conejo en Canal – Calidad de la Carne – Clasificación. Publicada en DOF. (2005, septiembre 22). Recuperado a partir de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2007/CDAgropecuaria/pdf/91NOM.pdf>

Norma Mexicana. NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-2014, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. (2014, Diciembre 18). Recuperado a partir de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376424&fecha=18/12/2014

Oliete, B., Moreno, T., Carballo, J., Monserrat, L., & Sanchez, L. (2006). Study of Rubia Gallega breed veal quality during the ageing time under vacuum. *Archivos de Zootecnia*, 209, 3-14.

Onega, M. E. (2004). *Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales* (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Departamento de Nutrición y Bromatología III.

Ortiz, J., & Rubio, L. (2001). Effect of breed and sex on rabbit carcass yield and meat quality. *World Rabbit Science*, 9(2), 51-56.

- Osechas Berríos, O. D. (2006). Producción y mercadeo de carne de conejo en el Estado Trujillo, Venezuela. *Revista Científica*, 16(002), 129-135.
- Panea, B., Sañudo, C., Olleta, J., & Civit, D. (2008). Efecto del método de maduración, tiempo de maduración, método de cocinado y espesor de la muestra sobre las características de textura de la carne bovina. *Eurocarne*, 167, 01-08.
- Pascual, M., & Pla, M. (2008). Changes in collagen, texture and sensory properties of meat when selecting rabbits for growth rate. *Meat Science*, 78(4), 375-380.
- Pereira, M., & Malfeito-Ferreira, M. (2013). A simple method to evaluate the shelf life of refrigerated rabbit meat. *Food Control*, 49, 70 - 44.
- Pérez-Arévalo, M. L., Morón-Fuenmayor, O., Gallardo, N., Vila, V., Arzalluz-Fischer, A. M., & Pietrosevoli, S. (2009). Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. *Revista Científica*, 19(2), 134-138.
- Pérez, M., Vitale, M., Lloret, E., & Arnau, J. (2011). Efecto de la maduración de la vida útil de la carne de vacuno envasada en atmósfera modificada. *eurocarne*, (198), 74-78.
- Pérez, M. de L., & Ponce, E. (s. f.). *Manual de prácticas de laboratorio. Tecnología de carnes*. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Recuperado a partir de <http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MTC/carnes.pdf>

- Pérez, M. L., Escalona, H., & Guerrero, I. (1998). Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. *Meat Science*, 48(1), 125-134.
- Pérez M.L. (1998) Efecto de las calpaínas sobre las propiedades fisicoquímicas, ultraestructurales y sensoriales de la carne roja. Tesis de grado. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México D.F. Noviembre.
- Pla, M. (2008). A comparison of the carcass traits and meat quality of conventionally and organically produced rabbits. *Livestock Science*, 115(1), 1-12.
- Pla, M., Guerrero, L., Guardia, D., Oliver, M. A., & Blasco, A. (1998). Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: I. Between lines comparison. *Livestock Production Science*, 54(2), 115–123.
- Plank, R., & Usón, R. (1984). *El empleo del frío en la industria de la alimentación*. Reverté. Recuperado a partir de <https://books.google.com.mx/books?id=pOQNOei7mIUC>
- Prändl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T., & Sinell, H.-J. (1995). *Tecnología e higiene de la carne*.
- Ramírez, J. A. (2004). *Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento* (Tesis Doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de

Ciència Animal i dels Aliments. Recuperado a partir de

<http://hdl.handle.net/10803/5655>

Ramírez, J. A., Oliver, M., Pla, M., Guerrero, L., Arino, B., Blasco, A., ... Gil, M. (2004). Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat from rabbits. *Meat Science*, 67(4), 617-624.

Redondo, P. G., Camacho, T., & Aldea, M. J. A. (2007). Capacidad de retención de agua y pH de la carne de conejos de monte procedentes de la caza (pp. 3-8). Presentado en XXXII Symposium de Asescu, Asociación Española de Cunicultura (ASESCU).

Rengifo, L. I., & Ordoñez Gomez, E. S. (2010). Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y PH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco, 7(2), 75-78.

Restrepo, D., Arango, C., & Amézquita, R. (2001). Industria de carne. *Medellín: Universidad Nacional de Colombia*.

Roca T. (2012). Comer carne de conejos adultos. *Cunicultura*. Vol. 37 No. 215 pág 36

Roca T. Como madurar la carne. *Conejos-info* No. 5. Junio 2003. Disponible en:

<http://www.conejos-info.com/asemuce/revista/conejos-info05.pdf>

Roca T. El paquete familiar en cunicultura. *Conejos-info*. Noviembre 2006.

Disponible en:

<http://www.conejos-info.com/articulos/el-paquete-familiar-en-cunicultura>

Robinson, M. V., María, G., Sánchez, M. I. L., Liste, G., Castañer, J. L. O., Astiz, C. S., & Laita, S. G.-B. (2003). Efecto del transporte y espera pre-sacrificio sobre el bienestar animal y la calidad de la carne en los conejos comerciales (COTRANS): revisión de la literatura y presentación de un nuevo proyecto (pp. 57-66). Presentado en XXVIII Symposium de Cunicultura: 2, 3 y 4 de abril de 2003 Alcaniz (Teruel), Diputación General de Aragón.

Rodas-González, A., Vergara-López, J., de Moreno, L. A., Huerta-Leidenz, N., Leal, M., & Pirela, M. F. (2007). Efecto de la suplementación y maduración de carnes al vacío sobre la palatabilidad del longissimus de novillos criollo limonero cebados a pastoreo. *Revista Científica*, 17(003), 280-287.

Rosas, N. (2013). *Demanda actual y potencial de la carne de conejo en el Municipio de Texcoco, Estado de México*. (Tesis). Instituto de Enseñanzas e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

Rosell, J., & Fluvía, M. (2008). Análisis técnico-económico de explotaciones cunícolas. *Cunicultura*, 192, 9-13.

SAGARPA. (2006, octubre). Manual de Buenas Prácticas en la Producción de Carne de Conejo. Recuperado a partir de http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Sistemas%20Producto%20Pecuarios/Attachments/39/3MBPP_conejos.pdf

- SAGARPA. (2009, octubre). Estudio sobre la cunicultura en el estado de Baja California. SAGARPA. Baja California 2009. Recuperado a partir de <http://nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/1930.pdf>
- Sandoval, M. (2009). *Guía para profesionales de la salud* (INTERCUN). España: Gobierno de España. Ministerio de Medio ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Sentandreu, M., Coulis, G., & Ouali, A. (2002). Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in Food Science & Technology*, 13(12), 400-421.
- Shackelford, S., Wheeler, T., & Koohmaraie, M. (1999). Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, 77(10), 2693-2699.
- Sierra, D. M. (2006). *Evaluación de los cortes comerciales en canal de conejo: mediante la determinación del pH, terneza y color en las razas de Nueva Zelanda Blanco (NZ), Chinchilla (CH) y Californiano en corporica Tibaitata Mat* (Tesis). La salle, Bogotá, Colombia.
- Solís J.C. (2004). Comercialización de carne de conejo. Pre-congreso del 6° congreso mundial de cunicultura. Tlaxcala
- Soria, L., & Corva, P. (2004). Genetic and environmental factors influencing beef tenderness. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, 12(2). Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/1807/7055>

- Sotelo, I., Pérez-Munuera, I., Quiles, A., Hernando, I., Larrea, V., & Lluch, M. (2004). Microstructural changes in rabbit meat wrapped with *Pteridium aquilinum* fern during *post-mortem* storage. *Meat Science*, 66(4), 823-829.
- Sultan, K. R., Dittrich, B. T., Leisner, E., Paul, N., & Pette, D. (2001). Fiber type-specific expression of major proteolytic systems in fast-to slow-transforming rabbit muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 280(2), C239-C247.
- Tărnăuceanu, G., Lazăr, R., & Boișteanu, P. (2010). Researches on comparative characterization of sensory and nutrient-biological properties of meat harvested from rabbit and hare. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*, 54, 198-206.
- Teijon, J. maría, Garrido, A., Blanco, D., Villaverde, C., Mendoza, C., & Ramírez, J. (s. f.). *Fundamentos de bioquímica metabólica*. Recuperado a partir de http://books.google.com.mx/books?id=lw_z2TPXvZgC
- Temprado, R. M. (2005). Calidad de la carne de pollo. *Selecciones avícolas*, 47(6), 347-355.
- Tomé, E., Iglesias, M., Kodaira, M., & González, A. (2000). Efecto de la temperatura de almacenamiento en el *rigor mortis* y en la estabilidad de la tilapia (*Oreochromis* spp.) cultivada. *Revista Científica*, 10(4), 328-338.
- Torrescano, U., Sánchez, E., Peñuri, M., Velázquez, C., & Sierra, R. (2009). Característica de la canal y calidad de la carne de ovinos Pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *Biotecnia*, 11, 41-50.

- Tres Oliver, A. (2009). *Incorporación de aceites poliinsaturados, alfatocoferol y minerales en pienso: Efectos sobre la composición y oxidación lipídica de plasma, hígado y carne de conejo*. Universitat de Barcelona.
- Tůmová, E., Bůzková, Z., Skřivanová, V., Chodová, D., Martinec, M., & Volek, Z. (2014). Comparisons of carcass and meat quality among rabbit breeds of different sizes, and hybrid rabbits. *Livestock Science*, 8-14.
- Valadez, R. (2003). *La domesticación animal* (México City: UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Plaza y Valdés Editores). México City: UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Plaza y Valdés Editores: UNAM.
- Veiseth, E., Shackelford, S., Wheeler, T., & Koohmaraie, M. (2004). Factors regulating lamb longissimus tenderness are affected by age at slaughter. *Meat Science*, 68(4), 635-640.
- Velázquez, S. R. (2013). *Efecto de genotipo, alimento y tiempo de refrigeración, en la actividad antioxidante y estabilidad oxidativa de lomo crudo de conejo*. (Tesis). Instituto de Enseñanzas e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10521/2040>
- Venegas LV. "Proyecto de inversión para la producción y comercialización de carne de conejo en el estado de Oaxaca". Universidad Tecnológica de la Mixteca. Tesis de Licenciatura. Huijapan de León, Oaxaca. Septiembre 2004

- Vidal, M. (2005). Carne de conejo: Equilibrio y salud – Alimentación equilibrada y protección cardiovascular, 2(9), 11-17.
- Watts, B. M., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. International Development Centre.
- Wheeler, T. L., Savell, J. W., Cross, H. R., Lunt, D. K., & Smith, S. B. (1990). Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and. *Journal of Animal Science*, 68, 4206-4220.
- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (2000). Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles^{1, 2, 3}. *Journal of Animal Science*, 78, 958-965.
- Youling L. Xiong, Chi-Tang Ho, Fereidoon Shahidi. Quality Attributes of Muscle Foods. Ilustrada. Springer Science & Business Media, 2012
- Zimerman, M., Sañudo Astiz, C., & González, C. (2008). pH de la carne y factores que lo afectan. *Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano*, 141 - 152.

ANEXO A: ENCUESTA

PLATO: A

DEGUSTACIÓN DE CARNE DE CONEJO.

Sexo: _____ Edad: _____ Ocupación: _____

Lea cuidadosamente.

En un plato se le presentan 4 muestras numeradas:

- a) Tomé una de ellas y anote en el cuadro superior el número que la identifica; b) con una mano acerque la muestra hacia usted mientras con la otra realice movimientos circulares sobre la muestra, favoreciendo que el aire transporte el OLOR de la carne para que usted aspire por la nariz; c) BEBA un poco de agua para enjuagar su paladar y pruebe la carne masticando muy despacio por un tiempo de 10 segundos, sin deglutir; d) ELIJA UNA SOLA OPCIÓN de respuesta por cada pregunta; e) antes de empezar con la segunda muestra numerada, coma una galleta y tome agua.

Conteste el siguiente cuestionario:

Califique del 1 al 10, según su perspectiva: 1. Me disgusta mucho; 5. Ni mucho, ni poco y 10. Me gusta mucho. Encierre en un CÍRCULO la calificación que otorgó a la muestra.

No. DE MUESTRA →				
OLOR				
Me disgusta mucho	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Me gusta mucho	10	10	10	10
SABOR				
Me disgusta mucho	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Me gusta mucho	10	10	10	10
SUAVIDAD				
Muy duro	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Muy suave	10	10	10	10
TÉRMINOS GENERALES				
Muy mala	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Regular	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Muy buena	10	10	10	10

PLATO: B

DEGUSTACIÓN DE CARNE DE CONEJO.

Sexo: _____ Edad: _____ Ocupación: _____

Lea cuidadosamente.

En un plato se le presentan 4 muestras numeradas:

- a) Tomé una de ellas y anote en el cuadro superior el número que la identifica; b) con una mano acerque la muestra hacia usted mientras con la otra realice movimientos circulares sobre la muestra, favoreciendo que el aire transporte el OLOR de la carne para que usted aspire por la nariz; c) BEBA un poco de agua para enjuagar su paladar y pruebe la carne masticando muy despacio por un tiempo de 10 segundos, sin deglutir; d) ELIJA UNA SOLA OPCIÓN de respuesta por cada pregunta; e) antes de empezar con la segunda muestra numerada, coma una galleta y tome agua.

Conteste el siguiente cuestionario:

Califique del 1 al 10, según su perspectiva: 1. Me disgusta mucho; 5. Ni mucho, ni poco y 10. Me gusta mucho. Encierre en un CÍRCULO la calificación que otorgó a la muestra.

No. DE MUESTRA →				
OLOR				
Me disgusta mucho	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Me gusta mucho	10	10	10	10
SABOR				
Me disgusta mucho	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Me gusta mucho	10	10	10	10
SUAVIDAD				
Muy duro	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Muy suave	10	10	10	10
TÉRMINOS GENERALES				
Muy mala	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Regular	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Muy buena	10	10	10	10

DEGUSTACIÓN DE CARNE DE CONEJO.

Sexo: _____ Edad: _____ Ocupación: _____

Lea cuidadosamente.

En un plato se le presentan 4 muestras numeradas:

- a) Tomé una de ellas y anote en el cuadro superior el número que la identifica; b) con una mano acerque la muestra hacia usted mientras con la otra realice movimientos circulares sobre la muestra, favoreciendo que el aire transporte el OLOR de la carne para que usted aspire por la nariz; c) BEBA un poco de agua para enjuagar su paladar y pruebe la carne masticando muy despacio por un tiempo de 10 segundos, sin deglutir; d) ELIJA UNA SOLA OPCIÓN de respuesta por cada pregunta; e) antes de empezar con la segunda muestra numerada, coma una galleta y tome agua.

Conteste el siguiente cuestionario:

Califique del 1 al 10, según su perspectiva: 1. Me disgusta mucho; 5. Ni mucho, ni poco y 10. Me gusta mucho. Encierre en un CÍRCULO la calificación que otorgó a la muestra.

No. DE MUESTRA →				
OLOR				
Me disgusta mucho	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Me gusta mucho	10	10	10	10
SABOR				
Me disgusta mucho	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Me gusta mucho	10	10	10	10
SUAVIDAD				
Muy duro	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Ni mucho, ni poco	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Muy suave	10	10	10	10
TÉRMINOS GENERALES				
Muy mala	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Regular	5	5	5	5
	6	6	6	6
	7	7	7	7
	8	8	8	8
	9	9	9	9
Muy buena	10	10	10	10

Por favor lea con atención las indicaciones:

Ahora que ya probó todas las muestras de los 3 platos, indique el número de muestra que usted prefiere sobre todas.

Por favor, escriba las razones a partir de las cuales estableció la preferencia.

¡¡¡Muchas gracias por su participación y tiempo invertido!!!

LVJC/lvjc, Dic. 14

ANEXO B: ABREVIATURAS UTILIZADAS

° C	Grados centígrados
a. C	Antes de Cristo
Aprox.	Aproximada
ATP	Adenosin Trifosfato
CEPIPSA y Salud Animal	Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal
CRA	Capacidad de Retención de Agua
DMPySP	Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública
DMS	Diferencia Mínima Significativa
<i>et al</i>	y colaboradores
FAO	Food and Agriculture Organization
FMVZ	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
g	gramos
gl	grados de libertad
hab	habitante
h	hora
ICMSF en Alimentos	Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos
kDa	Kilodalton
kg	Kilogramo

kgf	Kilogramos fuerza
m	metro
Mg	Magnesio
mg	miligramos
ml	mililitros
MUFA	Ácidos Grasos Monoinsaturados
NMP	Número Más Probable
P	Probabilidad
Pda	pulgada
pH	Potencial de Hidrogeno
PUFA	Ácidos Grasos Poliinsaturados
PV	Peroxide Value
SAGARPA y Alimentación	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca
SFA	Ácidos Grasos Saturados
sig.	significancia
SNP	Single Nucleotide Polymorphism
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TBARS	Thiobarbituric Acid Reactive Substances
UFC	Unidades Formadoras de Colonia

ANEXO C: PRUEBAS ESTADÍSTICAS COMPLETAS

Cuadro 11 Prueba de esfericidad de la muestra para la variable pH

Efecto	W de mauchy	Chi-cuadrado	Grados de libertad (GL.)	Significancia (Sig.)
Tiempo	0.267	73.127	9	0.001

Como $0.001 < 0.05$ existen evidencias significativas para indicar que la muestra no contiene esfericidad.

Cuadro 12 Análisis Multivariado (Perfiles) para la variable pH

Efecto	Valor	F	GL	Sig.
Tiempo	0.978	590.296	4	0.001
Tiempo* Categoría	0.196	1.496	8	0.167

Se puede observar un efecto del tiempo en la variación de pH, sin embargo, no existe una interacción entre el tiempo y la categoría comercial para la variable pH ($P=0.001$).

Cuadro 13: Efecto de la categoría comercial en el pH durante las diferentes horas

Origen	Suma de cuadrados	G.L.	Media Cuadrada	F	Sig.
Tiempo	11150.23	1	11150.23	74996.553	0.001
Categoría	0.110	2	0.055	0.368	0.693
Error	8.475	57	0.149		

Se puede observar que no existen evidencias significativas para decir que existe un efecto de la categoría comercial sobre el pH ($P=0.693$).

Cuadro 14: Comparaciones múltiples de pH por la prueba de Bonferroni para la categoría comercial México Extra

Comparación de Medias de pH en los diferentes periodos de maduración para la categoría México Extra (Diferencia de medias / significancia)					
0	3	24	48	72	(horas)
--	0.446 / 0.001	1.099 / 0.001	1.053 / 0.001	1.112 / 0.001	0
	--	0.652 / 0.001	0.607 / 0.001	0.665 / 0.001	3
		--	0.046 / 1.000	0.013 / 1.000	24
			--	0.059 / 1.000	48
				--	72

Se puede observar para la categoría México Extra existen diferencias altamente significativas ($P=0.001$) entre el pH "0" y 3 horas con respecto a las demás horas.

Cuadro 15: Comparaciones múltiples de pH por la prueba de Bonferroni para la categoría comercial México 1.

Comparación de Medias de pH en los diferentes periodos de maduración para la categoría México 1 (Diferencia de medias / significancia)					
0	3	24	48	72	(horas)
--	0.411 / 0.001	1.040 / 0.001	1.034 / 0.001	1.130 / 0.001	0
	--	0.629 / 0.001	0.623 / 0.001	0.720 / 0.001	3
		--	0.006 / 1.000	0.091 / 1.000	24
			--	0.096 / 1.000	48
				--	72

Se puede observar para la categoría México 1 existen diferencias altamente significativas entre el pH "0" y 3 horas con las demás horas (P=0.001).

Cuadro 16: Comparaciones múltiples de pH por la prueba de Bonferroni para la categoría comercial México 2.

Comparación de Medias de pH en los diferentes periodos de maduración para la categoría México 2 (Diferencia de medias / significancia)					
0	3	24	48	72	(horas)
--	0.582 / 0.001	0.992 / 0.001	0.970 / 0.001	1.076 / 0.001	0
	--	0.410 / 0.001	0.338 / 0.001	0.494 / 0.001	3
		--	0.022 / 1.000	0.084 / 1.000	24
			--	0.106 / 1.000	48
				--	72

Se puede observar para la categoría México 1 existen diferencias altamente significativas entre el pH "0" y 3 horas con las demás horas (P=0.001).

Cuadro 17: Prueba de esfericidad de la muestra para la fuerza al corte (WB).

Efecto	W de mauchy	Chi-cuadrado	Grados de libertad (GL.)	Significancia (Sig.)
Tiempo	0.450	44.444	5	0.001

Como 0.001 > 0.05 existen evidencias significativas para indicar que la muestra no contiene esfericidad

Cuadro 18: Análisis Multivariado (Perfiles) para la variable fuerza de corte.

Efecto	Valor	F	GL	Sig.
Tiempo	0.647	33.619	3	0.001
Tiempo*Categoría	0.100	0.983	6	0.441

Se puede observar un efecto del tiempo en la variación de fuerza de corte, sin embargo, no existe una interacción entre el tiempo y la categoría comercial para la variable fuerza de corte (P= 0.001).

Cuadro 19: Efecto de la categoría comercial en la fuerza de corte durante las diferentes horas.

Origen	Suma de cuadrados	G.L.	Media Cuadrada	F	Sig.
Tiempo	2642.868	1	2642.868	1999.735	0.001
Categoría	16.706	2	8.353	6.320	0.003
Error	75.332	57	1.322		

Se puede observar que existen evidencias altamente significativas para decir que existe un efecto de la categoría comercial sobre la fuerza de corte ($P= 0.003$).

Cuadro 20: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales en la carne sin madurar.

Origen	Suma de Cuadrados	G.L.	Media Cuadrática	F	Sig.
WB 0 Inter-grupos	3.062	2	1.531	0.808	0.451
Intra-grupos	108.029	57	1.895		
Total	111.090	59			

Se puede observar que no existen evidencias significativas para decir que existe no hay diferencias entre las categorías comerciales en la fuerza de corte en la carne sin madurar ($P= 0.451$).

Cuadro 21: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales con 24 horas de maduración.

Origen	Suma de Cuadrados	G.L.	Media Cuadrática	F	Sig.
WB 24 Inter-grupos	4.418	2	2.209	2.297	0.058
Intra-grupos	42.021	57	0.737		
Total	46.439	59			

Se puede observar que no existen evidencias significativas para decir que existe no hay diferencias entre las categorías comerciales en la fuerza de corte en la carne madurada 24 horas ($P= 0.058$).

Cuadro 22: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales con 48 horas de maduración.

Origen	Suma de Cuadrados	G.L.	Media Cuadrática	F	Sig.
WB 24 Inter-grupos	3.595	2	1.797	3.131	0.050
Intra-grupos	32.716	57	0.574		
Total	36.311	59			

Se puede observar que existen evidencias significativas para decir hay diferencias en la fuerza de corte en por lo menos una de las categorías comerciales de carne de conejo madurada 48 horas ($P= 0.050$).

Cuadro 23: Comparación de la fuerza de corte por la prueba de Bonferroni para las diferentes categorías comerciales madurada a las 48 horas.

Comparación de medias de la fuerza de corte (kg/cm ²) a las 48 horas de maduración (Diferencia de medias / Significancia)			
Categoría	Méx Extra	Méx 1	Méx 2
Méx Extra	--	0.3128 / 0.591	0.5993 / 0.046*
Méx 1		--	0.2395 / 0.710
Méx 2			--

Se puede observar que existen evidencias significativas para decir hay diferencias en la fuerza de corte sólo entre la carne de conejo categoría México Extra y México 2 madurada 48 horas (P= 0.046).

*Existe evidencia para decir que hay diferencia.

Cuadro 24: Análisis de Varianza (ANOVA) de la fuerza de corte para las categorías comerciales con 72 horas de maduración.

Origen		Suma de Cuadrados	G.L.	Media Cuadrática	F	Sig.
WB 24	Inter-grupos	9.316	2	4.658	5.248	0.008
	Intra-grupos	50.592	57	0.888		
	Total	59.908	59			

Se puede observar que existen evidencias significativas para decir hay diferencias en la fuerza de corte en por lo menos una de las categorías comerciales de carne de conejo madurada 72 horas (P= 0.008).

Cuadro 25: Comparación de la fuerza de corte por la prueba de Bonferroni para las diferentes categorías comerciales madurada a las 72 horas.

Comparación de medias de la fuerza de corte (kg/cm ²) a las 72 horas de maduración (Diferencia de medias / Significancia)			
Categoría	Méx Extra	Méx 1	Méx 2
Méx Extra	--	0.3317 / 0.810	0.6190 / 0.127
Méx 1		--	0.9508 / 0.007*
Méx 2			--

Se puede observar que existen evidencias significativas para decir hay diferencias en la fuerza de corte sólo entre la carne de conejo categoría México Extra y México 2 madurada 72 horas (P= 0.007).

*Existe evidencia para decir que hay diferencia

Cuadro 26: Análisis de Varianza Univariado de la fuerza de corte para la categoría comercial México Extra en las diferentes hora.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste	62.569	3	20.856	16.280	0.001
Error	97.362	76	1.281		

Existen evidencias altamente significativas para afirmar que hay diferencias en la fuerza de corte para la categoría comercial México Extra en por lo menos una de las horas de maduración (P= 0.000).

Cuadro 27: Comparaciones múltiples por pares de fuerza de corte por la prueba de Bonferroni, para la categoría comercial México Extra.

Comparación de los diferentes periodos de maduración de la carne de conejo categoría México Extra (Diferencia de medias / Significancia)				
Horas	3	24	48	72
3	--	1.986 / 0.001*	2.155 / 0.001*	1.966 / 0.001*
24		--	0.169 / 1.000	0.020 / 1.000
48			--	0.189 / 1.000
72				--

Se puede observar que para la categoría México Extra existen diferencias altamente significativas entre la fuerza de corte entre las 3 horas con las demás (P=0001), sin embargo, no existen evidencias significativas para afirmar que posterior a las 24 horas existan un cambio en la fuerza de corte (P >0.05).

Cuadro 28: Análisis de Varianza Univariado de la fuerza de corte para la categoría comercial México 1 en las diferentes horas.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste	70.685	3	23.562	30.985	0.001
Error	57.032	75	0.760		

Existen evidencias altamente significativas para afirmar que hay diferencias en la fuerza de corte para la categoría comercial México 1 en por lo menos una de las horas de maduración (P= 0.001).

Cuadro 29: Comparaciones múltiples por pares de fuerza de corte por la prueba de Bonferroni, para la categoría comercial México 1.

Comparación de los diferentes periodos de maduración de la carne de conejo categoría México 1 (Diferencia de medias / Significancia)				
Horas	3	24	48	72
3	--	1.986 / 0.001*	2.065 / 0.001*	2.401 / 0.001*
24		--	0.81 / 1.000	0.417 / 1.000
48			--	0.336 / 1.000
72				--

Se puede observar que para la categoría México 1 existen diferencias altamente significativas entre la fuerza de corte entre las 3 horas con las demás (P=0.001), sin embargo, no existen evidencias significativas para afirmar que posterior a las 24 horas existan un cambio en la fuerza de corte (P >0.05).

Cuadro 30: Análisis de Varianza Univariado de la fuerza de corte para la categoría comercial México 2 en las diferentes horas.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste	58.345	3	19.448	20.147	0.001
Error	73.364	76	0.965		

Existen evidencias altamente significativas para afirmar que hay diferencias en la fuerza de corte para la categoría comercial México 2 en por lo menos una de las horas de maduración (P= 0.001).

Cuadro 31: Comparaciones múltiples de fuerza de corte por la prueba de Bonferroni, para la categoría comercial México 2.

Comparación de los diferentes periodos de maduración de la carne de conejo categoría México 2 (Diferencia de medias / Significancia)				
Horas	3	24	48	72
3	--	1.882 / 0.001*	2.106 / 0.001*	1.898 / 0.001*
24		--	0.224 / 1.000	0.017 / 1.000
48			--	0.207 / 1.000
72				--

Se puede observar que para la categoría México 2 existen diferencias altamente significativas entre la fuerza de corte entre las 3 horas con las demás (P=0.001), sin embargo, no existen evidencias significativas para afirmar que posterior a las 24 horas existan un cambio en la fuerza de corte (P >0.05).

Cuadro 32: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo de diferentes categorías, madurada a diferentes tiempos.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Sabor desagradable/ agradable	Inter-grupos	26.696	2	13.348	2.908	0.050
	Intra-grupos	3786.739	825	4.590		
	Total	3813.435	827			
Muy suave/ Muy duro	Inter-grupos	171.263	2	85.632	15.907	0.001
	Intra-grupos	4441.094	825	5.383		
	Total	4612.357	827			
Olor desagradable/ agradable	Inter-grupos	16.568	2	8.284	1.832	0.161
	Intra-grupos	3730.286	825	4.522		
	Total	3746.854	827			

Para la variable olor entre las diferentes categorías comerciales, evaluado por los consumidores no se encontraron diferencias significativas ($P=0.161$) entre las diferentes categorías comerciales a lo largo de la maduración, y para la variable sabor existe evidencia significativa para afirmar una diferencia ($P=0.05$) en por lo menos una de las categorías; además existe evidencia que señala una diferencia altamente significativa para la variable suavidad ($P=0.001$).

Cuadro 33: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración.

Comparación de medias en la evaluación sensorial de sabor y suavidad durante la maduración (Diferencia de medias / Significancia)			
Categoría	Méx Extra	Méx 1	Méx 2
SABOR			
Méx Extra	--	0.22 / 0.905	0.370 / 0.043*
Méx 1	0.728 / 0.001*	--	0.391 / 0.032*
Méx 2	1.094 / 0.001*	0.366 / 0.064	--
SUAVIDAD			

Se puede observar que se encontró diferencias en la categoría México 2 en la característica sabor en alguna de sus horas con respecto a las otras categorías ($P < 0.05$), y existen diferencias altamente significativas en la categoría México Extra en la característica suavidad en por lo menos alguna de sus horas ($P=0.001$).

Cuadro 34: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo sin madurar.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Olor	Inter-grupos	7.372	2	3.686	0.917	0.401
Desagradable / Agradable	Intra-grupos	820.232	204	4.021		
	Total	827.604	206			
Sabor	Inter-grupos	9.420	2	4.710	1.104	0.334
Desagradable / Agradable	Intra-grupos	870.319	204	4.266		
	Total	879.739	206			
Suavidad	Inter-grupos	38.329	2	19.164	3.411	0.035
Muy suave/ Muy duro	Intra-grupos	1146.000	204	5.618		
	Total	1184.329	206			

Se puede observar que no existen evidencias significativas para afirmar que el olor y el sabor en la carne de conejo sin madurar sea distinta en alguna de las categorías ($P > 0.05$); sin embargo, existe evidencia significativa que indica que la suavidad es diferente en por lo menos una de las categorías comerciales ($P = 0.035$).

Cuadro 35: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales sin madurar.

Comparación de medias de suavidad en la evaluación sensorial entre las categorías comerciales sin maduración (Diferencia de medias / Significancia)			
Categoría	Méx Extra	Méx 1	Méx 2
	SUAVIDAD		
Méx Extra	--	0.971 / 0.017*	0.841 / 0.038*
Méx 1		--	0.130 / 0.747
Méx 2			--

Se puede observar que existen diferencias significativas en la suavidad de la categoría México Extra con respecto a las otras categorías ($P < 0.05$).

Cuadro 36: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada 24 horas.

		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Olor desagradable/ agradable	Inter-grupos	19.720	2	9.860	2.344	0.098
	Intra-grupos	857.942	204	4.206		
	Total	877.662	206			
Sabor desagradable/ agradable	Inter-grupos	3.894	2	1.947	.394	0.675
	Intra-grupos	1009.217	204	4.947		
	Total	1013.111	206			
Suavidad Muy suave/ Muy duro	Inter-grupos	35.430	2	17.715	3.117	0.046
	Intra-grupos	1159.420	204	5.683		
	Total	1194.850	206			

Se puede observar que no existen evidencias significativas para afirmar que el olor y el sabor en la carne de conejo madurada 24 horas sea diferente en alguna de las categorías ($P > 0.05$); sin embargo, existe evidencia significativa que indica que la suavidad es diferente en por lo menos una de las categorías comerciales ($P = 0.046$).

Cuadro 37: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración a 24 horas.

Comparación de medias de suavidad en la evaluación sensorial entre las categorías comerciales madurada 24 horas (Diferencia de medias / Significancia)			
Categoría	Méx Extra	Méx 1	Méx 2
OLOR			
Méx Extra	--	0.710 / 0.043*	0.580 / 0.098
Méx 1	0.043 / 0.915	--	0.130 / 0.709
Méx 2	0.855 / 0.036*	0.899 / 0.028*	--
SUAVIDAD			

Se puede observar que a pesar no se detectó diferencias en el olor en el Análisis de Varianza (ANOVA) el método de la DMS encontró diferencias entre México 1 y México 2 en alguna de sus horas con respecto a las otras categorías ($P = 0.043$), además existen diferencias significativas en la suavidad de la categoría México 2 con respecto a las otras categorías ($P < 0.05$).

Cuadro 38: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada 48 horas.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Olor desagradable/ agradable	Inter-grupos	4.126	2	2.063	0.424	0.655
	Intra-grupos	992.870	204	4.867		
	Total	996.995	206			
Sabor desagradable/ agradable	Inter-grupos	8.995	2	4.498	0.969	0.381
	Intra-grupos	947.333	204	4.644		
	Total	956.329	206			
Muy suave/ Muy duro	Inter-grupos	71.488	2	35.744	8.292	0.001
	Intra-grupos	879.391	204	4.311		
	Total	950.879	206			

Se puede observar que no existen evidencias significativas para afirmar que el olor y el sabor en la carne de conejo madurada 48 horas sea diferente en alguna de las categorías ($P > 0.05$); sin embargo, existe evidencia altamente significativa que indica que la suavidad es diferente en por lo menos una de las categorías comerciales ($P = 0.001$).

Cuadro 39: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración a 48 horas.

Comparación de medias de suavidad en la evaluación sensorial entre las categorías comerciales sin maduración (Diferencia de medias / Significancia)			
Categoría	Méx Extra	Méx 1	Méx 2
SUAVIDAD			
Méx Extra	--	1.261 / 0.001*	1.232 / 0.001*
Méx 1		--	0.029 / 0.935
Méx 2			--

Se puede observar que existen diferencias altamente significativas en la suavidad de la categoría México Extra con respecto a las otras categorías ($P < 0.001$).

Cuadro 40: Análisis de la varianza (ANOVA) para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada 72 horas.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Olor desagradable/ agradable	Inter-grupos	26.126	2	13.063	2.686	0.071
	Intra-grupos	992.145	204	4.863		
	Total	1018.271	206			
Sabor desagradable/ agradable	Inter-grupos	35.082	2	17.541	4.036	0.019
	Intra-grupos	886.580	204	4.346		
	Total	921.662	206			
Muy suave/ Muy duro	Inter-grupos	72.464	2	36.232	7.730	0.001
	Intra-grupos	956.145	204	4.687		
	Total	1028.609	206			

Se puede observar que no existen evidencias significativas para afirmar que el olor en la carne de conejo madurada 48 horas sea diferente en alguna de las categorías ($P > 0.05$); sin embargo, existe evidencia significativa que el sabor es diferente ($P = 0.019$) y altamente significativa para la suavidad ($P = 0.001$), en por lo menos una de las categorías comerciales.

Cuadro 41: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, entre las categorías comerciales durante la maduración a 72 horas.

Comparación de medias de suavidad en la evaluación sensorial entre las categorías comerciales sin maduración (Diferencia de medias / Significancia)				
		Méx Extra	Méx 1	Méx 2
Méx Extra	Olor	--	0.406 / 0.281	0.870 / 0.022*
	Sabor	--	0.159 / 0.654	0.942 / 0.009*
	Suavidad	--	0.725 / 0.051	1.449 / 0.001*
Méx 1	Olor		--	0.464 / 0.218
	Sabor		--	0.783 / 0.029*
	Suavidad		--	0.725 / 0.051
Méx 2	Olor			--
	Sabor			--
	Suavidad			--

Se puede observar que existen diferencias altamente significativas en la suavidad de la categoría México 2 madurada 72 horas con respecto a las otras categorías ($P < 0.05$) y existe una diferencia altamente significativa en la suavidad entre la carne de México Extra y México 2 ($P = 0.001$). * Significativa utilizando una $P < 0.05$

Cuadro 42: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes horas.

Variable dependiente		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Olor	Contraste	26.322	3	8.774	1.943	0.121
	Error	3720.531	824	4.515		
Sabor	Contraste	42.594	3	14.198	3.103	0.026
	Error	3770.841	824	4.576		
Suavidad	Contraste	253.691	3	84.564	15.987	0.001
	Error	4358.667	824	5.290		

Para la variable olor entre las diferentes horas de maduración, evaluado por los consumidores no se encontraron diferencias significativas (P= 0.121) entre las diferentes categorías comerciales a lo largo de la maduración, sin embargo, existe evidencia para afirmar una diferencia significativa para la variable sabor (P= 0.026) y es altamente significativa para la variable suavidad (P= 0.001).

Cuadro 43: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos de la categoría México Extra.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Sabor	Inter-grupos	2.609	3	.870	.195	0.899
	Intra-grupos	1209.942	272	4.448		
	Total	1212.551	275			
Suavidad	Inter-grupos	116.793	3	38.931	8.309	0.001
	Intra-grupos	1274.435	272	4.685		
	Total	1391.228	275			
Olor	Inter-grupos	19.377	3	6.459	1.527	0.208
	Intra-grupos	1150.174	272	4.229		
	Total	1169.551	275			

Para la variable olor y sabor entre las diferentes horas de maduración de la categoría México Extra evaluado por los consumidores no se encontraron diferencias significativas (P >0.05), sin embargo existe evidencia para afirmar una diferencia altamente significativa para la variable sabor (P= 0.001).

Cuadro 44: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, de la categoría comercial México Extra durante la maduración.

Comparación de medias de suavidad en la evaluación sensorial entre las diferentes horas de maduración en la categoría México Extra (Diferencia de medias / Significancia)				
horas	0	24	48	72
0	--	0.623 / 0.092	1.652 / 0.001*	1.391 / 0.001*
24		--	1.029 / 0.006*	0.768 / 0.038*
48			--	0.261 / 0.480
72				--

Como se puede observar existe evidencias significativas suficientes para afirmar que hay un cambio de la suavidad en la carne de conejo categoría México Extra a partir de las 48 horas (*P<0.05).

Cuadro 45: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos de la categoría México 1.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Sabor	Inter-grupos	29.377	3	9.792	2.162	0.093
	Intra-grupos	1232.174	272	4.530		
	Total	1261.551	275			
Suavidad	Inter-grupos	127.159	3	42.386	8.255	0.001
	Intra-grupos	1396.667	272	5.135		
	Total	1523.826	275			
Olor	Inter-grupos	24.214	3	8.071	1.698	0.168
	Intra-grupos	1293.275	272	4.755		
	Total	1317.489	275			

Para la variable olor y sabor entre las diferentes horas de maduración de la categoría México 1 evaluado por los consumidores no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, existe evidencia para afirmar una diferencia altamente significativa para la variable sabor ($P = 0.001$).

Cuadro 46:: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, de la categoría comercial México 1 durante la maduración.

Comparación de medias de suavidad y sabor en la evaluación sensorial entre las diferentes horas de maduración en la categoría México 1 (Diferencia de medias / Significancia)				
horas	0	24	48	72
	SABOR			
0	--	0.783 / 0.032*	0.812 / 0.026*	0.580 / 0.111
24	1.638 / 0.001*	--	0.029 / 0.936	0.203 / 0.576
48	1.362 / 0.001*	0.275 / 0.476	--	0.232 / 0.523
72	1.638 / 0.001*	0.001 / 1.000	0.275 / 0.476	--
	SUAVIDAD			

Como podemos observar existe evidencias significativas suficientes para afirmar que hay un cambio de la suavidad en la carne de conejo categoría México 1 a partir de las 24 horas ($P < 0.001$).

Cuadro 47: Análisis de la varianza Univariado para la evaluación sensorial de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos de la categoría México 2.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Sabor	Inter-grupos	41.304	3	13.768	2.946	0.033
	Intra-grupos	1271.333	272	4.674		
	Total	1312.638	275			
Suavidad	Inter-grupos	56.185	3	18.728	3.466	0.017
	Intra-grupos	1469.855	272	5.404		
	Total	1526.040	275			
Olor	Inter-grupos	23.507	3	7.836	1.747	0.158
	Intra-grupos	1219.739	272	4.484		
	Total	1243.246	275			

Para la variable olor en las diferentes horas de maduración de la categoría México 1 evaluado por los consumidores no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, existe evidencia para afirmar una diferencia significativa para la variable sabor ($P = 0.033$) y para la variable suavidad ($P = 0.017$).

Cuadro 48: Comparaciones múltiples de las características sensoriales por la prueba de DMS, de la categoría comercial México 2 durante la maduración.

Comparación de medias de suavidad, olor y sabor entre los diferentes periodos de maduración en la evaluación sensorial de la categoría México 1 (Diferencia de medias / Significancia)					
horas		0	24	48	72
0	Olor	--	0.551 / 0.128	0.710 / 0.050*	0.710 / 0.050*
	Sabor	--	0.391 / 0.289	0.812 / 0.028*	1.000 / 0.007*
	Suavidad	--	0.609 / 0.125	1.261 / 0.002*	0.783 / 0.049*
24	Olor		--	0.159 / 0.659	0.159 / 0.659
	Sabor		--	0.420 / 0.255	0.609 / 0.099
	Suavidad		--	0.652 / 0.101	0.174 / 0.661
48	Olor			--	0.001 / 1.000
	Sabor			--	0.188 / 0.609
	Suavidad			--	0.478 / 0.228
72	Olor				--
	Sabor				--
	Suavidad				--

Como se puede observar a pesar de que el Univariado no detectó diferencias en el olor en las diferentes horas para la categoría México 2, la prueba de la DMS si encontró diferencias a partir de las 48 horas ($P = 0.050$); además existen evidencias significativas suficientes para afirmar que hay un cambio de la suavidad y en el sabor de la carne de conejo categoría México 2 a partir de las 48 horas ($P < 0.05$).

Cuadro 49: Análisis de la varianza ANOVA para la calificación general de la carne de conejo madurada a diferentes tiempos.

	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste	123.636	11	11.240	2.830	0.001
Error	3240.667	86	3.971		