



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**EVALUACIÓN DE CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS
DE CONEJOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES
NIVELES DE *Lemna gibba* L.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA

JESÚS ALBERTO VALENTINO ÁLVAREZ



MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado:

Presidente Prof. Francisca Aída Iturbe Chiñas.

Vocal Prof. María de los Ángeles Valdivia López.

Secretario Prof. Leonor Sanginés García.

1er. Suplente Prof. Julieta Sandoval Guillén.

2º. Suplente Prof. Gabriela Alatorre García.

SITIO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

**LABORATORIO 1, DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL,
DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y
NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRAN.**

ASESOR DEL TEMA: DRA. MVZ. LEONOR SANGINÉS GARCÍA

(nombre y firma)

SUSTENTANTE (S): JESÚS ALBERTO VALENTINO ÁLVAREZ

(nombre (s) y firma (s))

AGRADECIMIENTOS

AL CREADOR POR DARME LA VIDA, PARA AMAR, RESPIRAR, SENTIR Y PODER REALIZAR LAS COSAS QUE ME PROPONGO DÍA CON DÍA.

Al doctor Fernando Pérez-Gil Romo, jefe del departamento de Nutrición Animal, del INCMNSZ. Por las facilidades brindadas durante mi estancia en el instituto.

A mi asesora de tesis la doctora Mvz. Leonor Sanginés García, por su amistad, apoyo, enseñanzas, confianza y paciencia a lo largo de todo el tiempo que duro este proyecto.

A los integrantes del Departamento de Nutrición Animal GRACIAS A TODOS, por su AMISTAD y ayuda durante mi estancia en el Laboratorio de Nutrición Animal: A Patricia Torres, Rosa María Castillo Domínguez, Gladis López, Lourdes, Maria Eugenia Juárez, Enrique Villareal, Gladis Coral, Silvia Carrillo, Maria Elena Carranco, Claudia Delgadillo P. por su apoyo, tiempo y amistad durante mi estancia en el INCMNSZ.

A los investigadores del Departamento de Tecnología de Alimentos y Planta Piloto, por su apoyo durante mi estancia en el Laboratorio de Análisis Sensorial.

A Gloria N. Acevedo, por la paciencia y enseñanzas brindadas durante el tiempo que pase en la planta piloto.

A Luís Martínez Galicia, Delfino Martínez Galicia y Bilma Moreno Loria, por el apoyo recibido durante la colecta y en la granja en San Luis Tlaxialtemalco, Xochimilco, D. F.

A mis Sinodales, por sus correcciones para mejorar mi trabajo.

**GRACIAS INFINITAS
A LOS
40 CONEJOS
RAZA NEOZELANDES
QUE DIERON SU
VIDA
PARA LA ELABORACIÓN DE ESTE
TRABAJO DE TESIS**

***Y AL FINAL
EL AMOR QUE RECIBES
EQUIVALE AL AMOR
QUE HACES.***

THE BEATLES

DEDICADO CON RESPETO Y AFECTO A:

A MIS PADRES

Josefina Álvarez Urieta y Jesús Valentino Figueroa, por su apoyo incondicional y soportarme todo este tiempo, gracias.

A MIS ABUELOS

Domitila Urieta Ríos (†), Gonzalo Hidalgo Lara (†). Con cariño para ustedes, por que me cuidan siempre.

A MIS TIOS

Fausto Hidalgo Correa, Arcadio Álvarez, Julieta Amparán, Virginia Álvarez.

A MIS PRIMOS

Marco Antonio y Julieta Álvarez Amparán, Verónica Domínguez Álvarez.

A MAGALI RAMÍREZ HERNÁNDEZ por tu amistad, porque tú sonrisa siempre la llevo en mi corazón y sabes; ERES un ser excepcional.

A mis amig@s, es un PRIVILEGIO conocerlos GRACIAS:

A Bertha Jazmín Nájera Gómez, Jaime Antonio Becerra García, por los momentos difíciles y alegres que pasamos en esta odisea.

A mis amig@s del servicio social, por brindarme su amistad y apoyo:

QAs:

A los niñ@s 2003: Alejandra Reyes Díaz, Magali Ramírez Hernández, Ana María Mendoza Márquez, Juan Manuel Pérez Rico, Oscar Arias, y los demás chicos...

A Jocabed Alfaro Sosa, Paulina Pérez, Angélica Fuentes, Miriam Ramírez Hernández, Rosa Isela Ortiz Huidobro, Yunatzi Martín del Campo, Miriam Radyx Hernández, Raquel Aparicio, Raquel Romero Viruega.

MVZs:

A Maria Eugenia Gómez Díaz, Teresita Amezcua Jaeger, Nayeli Garduño Hernández, Mario Cuchillo, Alejandro Hernández L., Dulce María Vega.

A mis amig@s del grupo 18-sadapi y anexas:

Martha Lilia Rivera Rodríguez, Gisela Solano Morán, Janeth García Valle, Juan Luis “chino” y Juanita, Rubén Medina, Hayde Rojano Rodríguez, Karina Rea, Patricia Ortega y Armando, Viny y Miriam García Hernández, Israel Islas “cometin” y Ana Pérez Abeja, Abelardo y Gisela, Magdalena Carvajal, Cristina Anaya Cajiga, Agustín Olmedo, Misael Baldizón, Marisela Mendoza y Alfonso, Paty, Montserrat y Soledad, Jannely Cristal Álvarez Meza, Omar Veloz Meza, Daniel Cervantes G., Azucena Reyes Díaz, Edgar Rocha, Joel Espinoza, Cesar Hernández, Cuahutemoc Guillén, a los del espacio estudiantil...Mauricio, Yanet, Citlali, Pirrol y los que me faltaron....

A QFB. Ana Elena Baeza Narvéez, a donde te encuentres que Dios cuide tu camino.

**A MIS PROFESORES
DE TODA MI VIDA
ACADÉMICA
POR SUS ENSEÑANZAS
Y EDUCACIÓN.**

**A MI INOLVIDABLE
FACULTAD DE QUÍMICA**

**A LA MAGNIFICA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

ÍNDICE GENERAL

RESUMÉN.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	2
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 General.....	4
2.2 Específicos.....	4
3 HIPOTÉSIS.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1 Generalidades de <i>Lemna sp.</i>	6
4.2 Situación actual de la cunicultura en México.....	9
4.3 Importancia de la carne de conejo en la salud pública y su composición química.....	14
4.4. La Importancia de la carne, productos cárnicos en general y la calidad de la carne en conejo.....	20
4.5 Los lípidos, ácidos grasos y el colesterol.....	25
4.6 La importancia de los lípidos, ácidos grasos omega-3 y omega-6, y del colesterol en la salud y alimentación humana.....	31
4.7 Historia de los embutidos y perspectivas de desarrollo a futuro.....	40
4.7.1 Química del curado de la carne y aspectos tecnológicos de la Elaboración de jamón y salchicha.....	46
4.8 Evaluación sensorial de los alimentos.....	53
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	56
5.1 Muestreo de la carne y los productos cárnicos.....	57
5.2 Elaboración de los productos cárnicos.....	58
5.3 Análisis Estadístico.....	58
5.4 Diagrama General de la Investigación.....	60
5.5 Diagrama General de la elaboración de los Productos Cárnicos.....	61
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
6.1 <i>Lemna gibba</i> y Dietas Experimentales.....	63
6.2 Carne de conejo obtenida a partir de las dietas experimentales.....	66
6.3 Productos Cárnicos.....	75

6.3.1 Composición Química del Jamón.....	75
6.3.2 Composición Química de Salchicha.....	79
6.4 Evaluación Sensorial de Productos Cárnicos.....	83
6.4.1 Evaluación Sensorial de Jamón.....	83
6.4.2 Evaluación Sensorial de Salchichas.....	86
7. CONCLUSIONES.....	90
8. LITERATURA CITADA.....	92
9. ANEXO 1.....	104
9.1 Elaboración de jamón curado cocido.....	104
9.2 Elaboración de salchicha.....	106
9.3 Cuestionario para prueba de evaluación sensorial (jamón y salchicha)...	108
9.4 Determinación de humedad por secado en estufa.....	109
9.5 Determinación de proteína cruda.....	110
9.6 Determinación de lípidos totales.....	113
9.7 Preparación de metilésteres y esterificación de ácidos grasos Utilizando trifloruro de boro/metanol	114
9.8 Determinación de colesterol por cromatografía de gases.....	116
10. Cromatogramas de perfil de ácidos grasos y colesterol.....	118

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de carne de conejo mundial por zonas (Hasta 2001).....	12
Cuadro 2. Características de los diversos productos animales.....	16
Cuadro 3. Proporción de ácidos grasos en diferentes especies animales (%).....	17
Cuadro 4. Perfil de minerales y vitaminas en 100g de carne de conejo.....	18
Cuadro 5. Perfil de aminoácidos en carne de conejo.....	19
Cuadro 6. Producción de carne mundial en 1995 (Tm).....	20
Cuadro 7. Producción Pecuaria 2003-2004.....	21
Cuadro 8. Rutas biosintéticas de ácidos Grasos Omega 3 y Omega 6.....	33
Cuadro 9. Propiedades fisiológicas de los eicosanoides derivados de las series ω -6 y ω -3.....	34
Cuadro 10. Formulación de las dietas experimentales.....	57
Cuadro 11. Análisis químico de <i>lemna gibba</i>	63
Cuadro 12. Análisis químico de las dietas experimentales.....	65
Cuadro 13. Porcentaje de los principales ácidos grasos presentes en las dietas experimentales.....	66
Cuadro 14. Análisis químico de la carne de conejos alimentados con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% Y 60%) comparado con alimento comercial.....	71
Cuadro 15. Porcentaje de los ácidos grasos de importancia en carne de conejos alimentados con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial.....	74

Cuadro 16. Análisis químico de jamones elaborados con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y jamón de pavo.....	76
Cuadro 17. Porcentaje de los ácidos grasos de importancia en jamones elaborados con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y jamón de pavo.....	78
Cuadro 18. Análisis químico de salchichas elaboradas con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.....	80
Cuadro 19. Porcentaje de los ácidos grasos de importancia en salchichas elaboradas con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.....	82
Cuadro 20. Evaluación sensorial de sabor en jamones elaborados a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y jamón de pavo.....	84
Cuadro 21. Evaluación sensorial de textura en jamones elaborados a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y jamón de pavo.....	84
Cuadro 22. Evaluación sensorial de sabor en salchicha elaborada a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.....	88
Cuadro 23. Evaluación sensorial de textura en salchicha elaborada a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de <i>Lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.....	88

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Producción de carne de conejo mundial (hasta 2005).....	12
Gráfica 2. Nivel de agrado para sabor en jamones provenientes de carne de conejos alimentados con dietas a niveles de inclusión de <i>lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparadas con alimento comercial y jamón de pavo.....	85
Gráfica 3. Nivel de agrado para textura en jamones provenientes de carne de conejos alimentados con dietas a niveles de inclusión de <i>lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparadas con alimento comercial y jamón de pavo.....	85
Gráfica 4. Nivel de agrado para sabor en salchichas provenientes de carne de conejos alimentados con dietas a niveles de inclusión de <i>lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparadas con alimento comercial y salchicha de pavo.....	89
Gráfica 5. Nivel de agrado para textura en salchichas provenientes de carne de conejos alimentados con dietas a niveles de inclusión de <i>lemna gibba</i> (0%, 40% y 60%) comparadas con alimento comercial y salchicha de pavo.....	89

ÍNDICE DE FOTOS Y FIGURAS

Foto 1. <i>Lemna gibba</i> L. ó lentejilla de agua.....	6
Figura. 1. Triglicérido.....	27
Figura. 2. Ácido graso linoleico (18:2 ^{9,12}).....	27
Figura 3. Ácidos grasos de la familia omega-6.....	29
Figura 4. Ácidos grasos de la familia omega-3.....	29
Figura.5 a) Estructura del esterano.....	30
Figura.5 b) Estructura del colesterol.....	30
Figura.5 c) Estructura del colesterol indicando el número de carbonos y anillos condensados.....	31
Figura.6. Reacción química general del curado.....	48
Figura.7. Reacción de formación de nitrosamina.....	50

RESUMEN

VALENTINO ÁLVAREZ JESÚS ALBERTO. Evaluación de carne y productos cárnicos de conejo alimentados con diferentes niveles de *Lemna gibba* (bajo la dirección de la Dra. Mvz. Leonor Sanginés García).

El presente trabajo se realizó en el departamento de Nutrición Animal del INCMNSZ; y en una granja ubicada en Xochimilco, D. F. Se llevó a cabo una engorda de conejos alimentados con diferentes niveles de *Lemna gibba* (*L.g.*) (0%, 40% y 60%) en la dieta y se comparó con un alimento comercial. Tanto a la *L.g.*, como a las dietas se les hizo el análisis químico proximal y perfil de ácidos grasos. A la carne obtenida de la engorda, se le realizaron los análisis químicos antes mencionados, además de colesterol; así mismo se elaboraron productos cárnicos(jamón cocido y salchicha tipo Viena) mismos que fueron evaluados química y sensorialmente, midiendo textura y sabor; los resultados fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza para un diseño completamente al azar y utilizando la prueba de Tuckey para la diferencia múltiple de medias con un nivel de significancia de 0.05. Y las pruebas de evaluación sensorial, se empleó la de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia $P < 0.05$, utilizando el programa Statistics Analysis System (SAS, 1997). A nivel de carne, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a proteína cruda y colesterol, mientras que para lípidos totales fue mayor en la dieta comercial (8.44%), seguido de la dieta testigo (4.27%) y después por las dietas experimentales 40 y 60% *L.g.* (2.85 y 2.63% respectivamente); Así mismo disminuyó el contenido de los ácidos grasos (Palmítico, Linoleico y Oléico), aumentando los de la serie ω -3 (DHA y EPA), en las dietas experimentales, en relación a la testigo y comercial. En el jamón se mantuvieron las características de la carne en cuanto a proteína cruda y lípidos totales, mientras que en las salchichas se observó una disminución de la proteína cruda, aumento de lípidos totales y modificación del colesterol y ácidos grasos incrementando el contenido de ácido Oléico, Palmítico y Linoleico, y de la fracción de los ácidos de la serie omega-3 (alfa-linolénico, Eicosapentaenoico y Docosahexaenoico), debido a la inclusión de manteca de cerdo para su elaboración. La prueba hedónica de evaluación sensorial, mostró un nivel de agrado bueno en cuanto a sabor y textura de los productos procesados a partir de carne de conejos alimentados con *L.g.*, en relación a la dieta testigo y comercial, comparadas con un producto comercial de carne de pavo.

1. INTRODUCCIÓN

La tendencia actual sobre la alimentación humana consiste en reducir los niveles de grasas y colesterol en la dieta, esto con la finalidad de disminuir enfermedades cardiovasculares y la obesidad que aquejan en países de primer mundo y recientemente a los que tienen menos recursos económicos, debido a los intercambios culturales y socioeconómicos que se dan como parte de un crecimiento y desarrollo a nivel global. La carne y derivados cárnicos del conejo, aunque un poco olvidados pueden ofrecernos una opción más en nuestro amplio espectro alimentario, aportando además efectos benéficos para la salud.

La elaboración de productos cárnicos a partir de carne de conejo no es nueva, sin embargo es una inquietud que ha surgido dentro de la comunidad científica, por las características de la carne, la facilidad de su producción y por el valor agregado que se le dará mediante la tecnología de alimentos. Una forma de fomentar el consumo de este tipo de carne sería utilizarla como materia prima para la fabricación de embutidos y derivados (Iribarren *et al.*, 2001).

A la fecha se han realizado diversos estudios sobre la evaluación nutricional de la planta acuática *Lemna gibba* en la alimentación para animales monogástricos tales como cerdos y pollos (Gutiérrez *et al.*, 2001; Haustein *et al.*, 1994; Ali y Leeson 1994; Leng *et al.*, 1995) y muy poco en conejos; sin embargo, se sabe que *Lemna gibba* es rica fuente de proteína foliar, fibra y pigmentos (Russof *et al.*, 1980; Gutiérrez *et al.*, 2001; Carranco *et al.*, 2002) por lo que presenta ventajas en la alimentación para conejos. Además actualmente se está dando una atención especial a la búsqueda de nuevos alimentos de origen vegetal de alta calidad nutritiva y de bajo costo (Carranco *et al.*, 2002) para la alimentación animal.

El uso de conejos como alimento y fuente de recursos económicos en países en desarrollo continúa en incremento. La habilidad de los conejos para reproducirse y brindar carne de gran calidad a partir de dietas de bajo aporte

nutrimental basadas en forrajes y subproductos agrícolas, así como los requerimientos modestos para su alojamiento, los hacen muy adecuados para la agricultura de subsistencia (Lebas, 1997); ya que permite a los habitantes de las zonas rurales incrementar el ingreso familiar, en virtud de que en esta actividad pueden participar todos los miembros de la familia. Así la crianza del conejo tiene un alto impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores rurales (Iribarren *et al.*, 2001).

La carne de conejo es de las mejores en su contenido de nutrimentos, pues tiene elevado porcentaje de proteína de buena calidad con todos los aminoácidos esenciales, menor cantidad de lípidos y colesterol, baja en sodio (González, 2004; Pérez-Llamas, 1997 y Bello, 1999) además su composición química se puede modificar por el tipo y calidad de alimento consumido (Cobos *et al.*, 1994; Lebas, 1997; Cheeke, 1995). Se puede además mencionar que la carne de conejo es de fácil digestión para personas con problemas intestinales (Búxade, 1996; Bixquert y Gil, 2005).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) en dietas para conejos, en comparación con un alimento comercial sobre la composición química de la carne y productos cárnicos como jamón cocido y salchicha tipo Viena derivados de la misma, así como la evaluación sensorial de los mismos, con el fin de obtener una mejor calidad nutritiva de la carne y derivados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición química de la *Lemna gibba* y de las dietas utilizadas en la engorda de conejos con una inclusión de: 0%, 40% y 60% de *Lemna gibba*, así como del alimento comercial como control, mediante el análisis químico (humedad, proteína cruda, lípidos totales, colesterol y perfil de ácidos grasos).
- Analizar la composición química de la carne de conejos alimentados con las dietas experimentales y dieta control (humedad, proteína cruda, lípidos totales, colesterol y perfil de ácidos grasos).
- Elaborar jamón cocido y salchichas tipo Viena a partir de carne de conejos alimentados con las cuatro dietas (0%, 40% y 60% de inclusión de *Lemna gibba*, y alimento comercial).
- Analizar la composición química (humedad, proteína cruda, lípidos totales, colesterol y perfil de ácidos grasos) de los productos cárnicos elaborados a partir de la carne de conejos alimentados con las cuatro dietas experimentales y de un producto comercial a base de carne de pavo.
- Realizar la evaluación sensorial de textura y sabor a un panel de jueces no entrenados, mediante una prueba de tipo hedónico para los diferentes productos cárnicos elaborados, comparados con un producto comercial de carne de pavo.

3. HIPÓTESIS

- Conforme se incremente el porcentaje de *Lemna gibba* en la dieta de los conejos, la carne y los productos cárnicos derivados de los mismos presentarán una menor cantidad de lípidos totales y colesterol, así como un incremento en el contenido de ácidos grasos de la serie ω -3, sin modificar el contenido de proteína total.
- La inclusión de *Lemna gibba* en la dieta de conejos, no modificará la evaluación sensorial de los productos cárnicos.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades de *Lemna sp.*

Las plantas acuáticas superiores o macrófitas acuáticas son importantes componentes ecológicos de los sistemas acuáticos al ser productoras primarias que proveen hábitat para invertebrados, epífitas, peces y una gran diversidad de otros organismos de este medio, constituyendo un recurso que hasta la fecha ha sido casi o totalmente subutilizado. (Hopson y Zimba, 1993; Wychera *et al*, 1993).

Dentro de este grupo de plantas, destaca por su abundancia la lemna (*Lemna gibba* L., ver foto. 1), una pequeña planta flotadora de morfología simple, rápido y abundante crecimiento, de fácil propagación y con un contenido de proteína comparable a la de la pasta de soya y la harina de pescado (Hillman y Culley 1978; Ali y Leeson 1994; Leng *et al*, 1995). Linneo describió a *Lemna gibba* en 1753, en su obra *Species Plantarum*, y le dio el nombre de “gibba” debido al carácter giboso de las frondas (Miranda, 1998).

Esta compuesta por dos partes fronda y raíz, carece de tallos y hojas verdaderas, poseen un pequeño cuerpo oval y plano, llamado fronda que mide de 0.8 a 1.5 cm. Cada fronda produce cerca de 20 frondas hijas durante su tiempo de vida que es de cuatro semanas aproximadamente (Arredondo, 1993; Leng *et al*, 1995 y Hillman, 1961). Lo voluminoso de las frondas se debe a un engrosamiento vertical de los espacios aéreos, los que pueden variar notablemente bajo la influencia de factores externos. *Lemna gibba* L. en ocasiones presenta forma aplanada - en la fronda- que no varía mucho morfológicamente con la especie *Lemna minor* L. por lo que es común confundirlas (Miranda, 1998).



Foto. 1. *Lemna gibba* L. ó lentejilla de agua.

Las lemnáceas han sido estudiadas por representar un medio potencial muy reductor de la concentración de nutrimentos inorgánicos y de contaminación orgánica en aguas de desechos; así como una fuente alterna de alimentación animal, indicador biológico de la calidad del agua y como un material modelo en el estudio de poblaciones vegetales (Arredondo, 1993; Slocum y Robinson, 1997; Westerdahl y Getsienger, 1988; Ali y Leeson, 1994).

La distribución mundial de *Lemna gibba* L. esta limitada por la isoterma de 18°C para los tres meses más fríos del año. En localidades con temperaturas promedio de -1°C y -5°C las colectas de la macrófita son muy escasas. Como regla general *Lemna gibba* L. se presenta únicamente en regiones con un promedio de precipitación anual menor a los 90 mm. (Miranda, 1998). *Lemna gibba* L., se adapta bien a cualquier condición del agua e iluminación desde aguas eutróficas hasta mesotróficas en orillas de charcas, lagos y arroyos, crece muy bien en cuerpos de agua dulce sin importar la profundidad y extensión del mismo en cualquier zona de clima templado; crece con un rango de pH amplio y a temperaturas de 15°C a 26°C, (Domínguez y Díaz, 2004; Miranda, 1998).

Russof *et al.* (1980) determinaron el potencial proteico y aminoacídico de diferentes lemnáceas crecidas en aguas de desecho. La composición encontrada, en base seca fue de: 25-36.5% de proteína cruda, 8.8 –11% de fibra cruda, 4.7 – 6.6% de grasa, 14 –17% de cenizas y 1.5 – 2% de lisina.

Por su parte, Carranco *et al.* (2002) quienes analizaron *Lemna gibba* de la región de Xochimilco, D. F., obtuvieron valores de 30.28% de Proteína cruda, 4.28% de Extracto etéreo, 48.28% de carbohidratos totales, 17.31% de cenizas y 6.01% de lisina; mientras que Gutiérrez *et al.* (2001), encontraron 27.82%, 1.10%, 35.82%, 24.15% y 4.18% respectivamente. En cuanto a la determinación de factores antinutricionales y agentes tóxicos (metales pesados) en *Lemna gibba* L., Gutiérrez *et al.* (2001), quienes la utilizaron para alimentación en cerdos con buenos resultados; no encontraron glucósidos cianogénicos, ni alcaloides y la cantidad de saponinas y ácido tánico fue escaso, respecto a metales pesados solo se encontró plomo (Pb) pero en una cantidad de 19 ppm, lo cuál no lo hace perjudicial para la alimentación en conejos, porque esta por debajo de los límites permisibles.

Otros autores como Domínguez y Díaz (2004) reportan el contenido de metales pesados en tres macrófitas de los canales de Xochimilco siendo *Lemna gibba* L. la que menor absorción de metales pesados presentó, con valores medios de 6.73 ppm, 3.13 ppm, 0.13 ppm y 18.69 ppm para Pb, Cr, Cd y Zn respectivamente. Es de mencionarse que el agua de los canales chinamperos de Xochimilco llega de las Plantas de Tratamiento del Cerro de la Estrella y San Luis Tlaxiátemalco por lo que tiene un contenido mínimo de metales pesados, además el agua de los canales chinamperos se caracteriza por tener un pH superior a 6 y un alto nivel de materia orgánica y arcilla, estas condiciones mantienen una baja actividad de los iones de los metales en solución, lo que hace que precipiten y sean sedimentados (Domínguez y Díaz, 2004).

La necesidad de encontrar fuentes proteicas no convencionales para la alimentación animal, justifica el uso de *Lemna gibba* L. (conocida en la localidad como lentejilla de agua, chilacastle ó amoyo) obteniéndose un doble beneficio: el aprovechamiento de un recurso de elevado valor nutricional para el conejo, y por otro utilizar un recurso que en estos momentos se considera un elemento contaminante por su rápido y abundante crecimiento, y que no contribuye al proceso de oxigenación del sistema lacustre (Domínguez y Díaz, 2004) en este caso los canales de Xochimilco.

La biomasa obtenida después de cultivarla en efluentes municipales, puede utilizarse para la alimentación animal con un aporte de proteína del 40% (Domínguez y Díaz, 2004). Miranda (1998) menciona que en Bangladesh PRISM organismo no gubernamental ha desarrollado desde 1990 una laguna con cultivo de *Lemna spp.*, que recibe agua doméstica de una población de 2000-3000 habitantes, siendo el único sistema a escala técnica que ha sido operado en una forma semiprofesional durante 4 años continuos, siendo utilizada la cosecha de *Lemna sp.*, para piscicultura. Mientras que Haustein *et al.* (1994) utilizaron *Lemna gibba* L. en diferentes proporciones (0, 10, 15 y 25% de inclusión en dietas) para la alimentación de pollos de engorda, con buenos resultados en la ganancia de peso y eficiencia alimentaría, sin alterar también las características organolépticas de la carne de pollo como color, sabor, olor y textura, resultando claro que *Lemna gibba* L. es una fuente importante de proteína no convencional en alimentación animal. Hasta el momento del presente estudio la lentejilla tiene aplicaciones muy escasas en la comunidad de

ejidatarios de Xochimilco, es utilizada como fertilizante natural y captador de salitre en las chinampas destinadas a sembrar y cosechar hortalizas, y es alimento de patos silvestres y peces de la región (observación personal).

4.2 Situación actual de la cunicultura en el mundo y en México

El conejo es un mamífero herbívoro, clasificado taxonómicamente así; orden Lagomorpha, familia Leporidae, géneros (*Sylvilagus*, *Oryctolagus*, *Romerolagus*). En México según la Enciclopedia de México Sabeca Internacional (2000) hay 8 especies del género *Sylvilagus* los cuales son: *Sylvilagus Graysoni* (endémico de islas Marías), *S. mansuetus* (endémico de isla San José, Baja California), *S. bochmani* (endémico de Baja California), *S. insonus* (habita en las montañas del centro de Guerrero), *S. brasiliensis* (habita desde Veracruz hasta Yucatán), *S. audoboni* (habita desde Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila y toda la región central hasta Puebla), *S. Floridanus* llamado conejo castellano siendo el más pequeño de las ocho especies (habita ampliamente en la parte central del Valle de México) y *Sylvilagus cunicularius* o conejo serrano mexicano (habita desde el sur de Sinaloa por la costa del Pacífico hasta Oaxaca, también desde el sur de Michoacán hasta Puebla y Veracruz, siendo abundante en el Valle de México) es la más grande de las ocho especies. En la zona de los volcanes del Valle de México habita el género *Romerolagus diazi* o llamado teporingo, tepolito, zacatuche ó conejo de los volcanes vive específicamente en bosques de pino-encino y se alimenta de una menta aromática llamada *Cunnila tritifolium*. (Lebas, 1997; Enciclop. de. Méx., 2000). Mientras el conejo domestico introducido por los españoles luego de la conquista, pertenece al género *Oryctolagus* especie *cuniculus* y es el más usado para la explotación cunicular (Lebas, 1997). El conejo silvestre tenía gran importancia para los antiguos pobladores del Valle de México, para los aztecas era el octavo mes de los veinte que había y lo llamaban Tochtlí, el calendario azteca simbolizaba su visión cosmológica del mundo, Tochtlí estaba emparentado con Xipetote, Diosa de la agricultura y las buenas cosechas, por lo que el conejo era símbolo de fertilidad y abundancia (Lebas, 1997). Los pueblos precolombinos además de consumir su carne aprovechaban la piel para fabricarse utensilios y vestidos.

El conejo tiene una gran prolificidad y adaptación a distintos medios ambientes excepto al calor húmedo, puede asimilar con facilidad proteínas contenidas en alimentos celulósicos por lo que no compite con el hombre por alimentos de este tipo, por su tamaño pequeño no se requiere de grandes extensiones de tierra para su explotación (Lebas, 1997).

La carne de conejo es en la actualidad poco consumida por el mexicano hay poca cultura y hábitos culinarios respecto a esta especie animal (Comité Nacional Cunícola de México, 2008); y se limita a pequeñas localidades en el interior del país, es decir, a nivel rural y la producción es de tipo familiar, predominando por consecuencia la producción de traspatio en el país, sobre la producción intensiva o industrial. Sin embargo existen muchos puntos de venta en donde adquirir carne de conejo en México (Comité Nacional Cunícola de México, 2008) por ejemplo: en cadenas comerciales como Comercial Mexicana, Gigante, Soriana, Chedraui, así como en la cadena Wal Mart. En el Distrito Federal también se vende carne de conejo en Ferrería y en los mercados de San Juan (en la calle Ernesto Pugibet), en el de San Cosme de Santa María la Ribera, en el mercado Hidalgo de la Colonia Doctores y en el mercado de la Colonia Argentina. Y en los municipios de Cuautitlán de Romero Rubio, Ecatepec, Villa del Carbón, Jilotepec, Cuautitlán Izcalli, Texcoco, Los Reyes y Chiconcuac, así como en la Central de Abasto de Atizapán y de Toluca, en el Estado de México.

Además se vende conejo en los corredores gastronómicos de la Av. José López Portillo, así como en el de Chalco-Tlalmanalco-Amecameca que junto con la zona de Texcoco, posiblemente sea la región de mayor consumo de la carne de conejo; otro de los lugares de alto consumo es la zona de la Marquesa, así como en algunos restaurantes del centro de la ciudad de México, también en muchos restaurantes ubicados en la zona del sur del Distrito Federal, como son: Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco, San Pedro Actopan, San Gregorio, también se comercializan grandes cantidades de conejo en muchas localidades de los Estados de Michoacán, Querétaro, Jalisco y San Luis Potosí.

El precio de la carne durante el año 2004, varía entre 19 y 22 pesos el Kg. en pie y de 36 a 48 pesos en canal (Salazar, 2004). Las presentaciones al consumidor ya sea

en una tienda comercial o en carnicerías pueden ser la venta de piernas, lomo, brazos, cabeza, y vísceras tales como hígado y riñón, o la canal entera con cabeza y vísceras o sin ellas, por ejemplo en la cadena Wal-Mart se vende la canal entera sin vísceras a 57-60 pesos, hasta 2006.

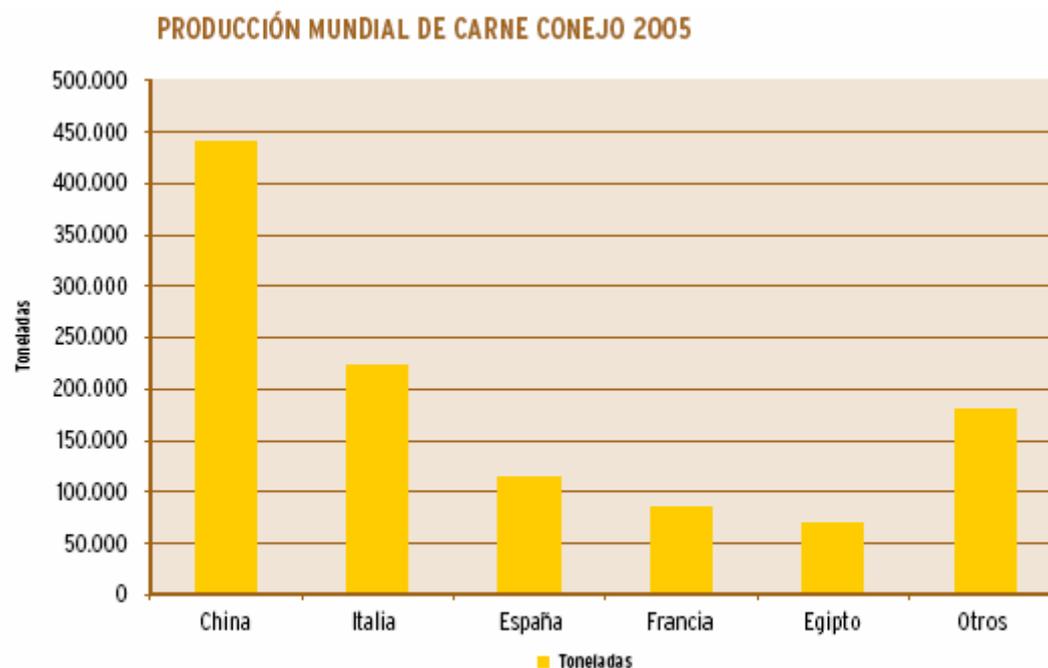
En México, se reporto la producción anual estimada de carne de conejo basado en datos de organizaciones de productores que fue de 200 toneladas hasta 2004 y se concentra principalmente en los estados de Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Morelos y México; el consumo per cápita (2004) asciende a 50 g por habitante según Zamora Fonseca en entrevista (Salazar, 2004). Mientras que el Comité Nacional Cunicula de México hasta (2008) y basado en datos de organizaciones de productores estima que el consumo per cápita de carne de conejo en México se ubica entre 100 a 120 g por persona al año. Los países que tienen mayor consumo per-cápita de carne de conejo (kg/hab/año) son los de la región del Mar Mediterráneo como Malta (8.89), Italia (5.71), Chipre (4.37), Francia (2.76), España (2.61) hasta 1994, (Colín y Lebas, 1994).

Ahora la producción a nivel mundial de carne de conejo según Lebas y Colin en el año (2001), reportan a Asia como el mayor productor y exportador de carne de conejo (carne congelada), seguido de la región de Europa occidental (Italia, Francia y España) ver cuadro 1. En el año 2003 la producción de carne fue de 900 mil toneladas, siendo China el principal productor con 322 mil toneladas, seguido por Italia con 212 mil, España con 120 mil y Francia con 94 mil, países que han destacado tanto a nivel tecnológico como de producción y consumo en la cría de conejos (Segundo, 2003; Salazar, 2004). En el 2005 los mayores productores de carne de conejo fueron China, Italia, España y Francia (FAOSTAT, 2005) ver gráfica 1.

Cuadro 1. Producción de carne de conejo mundial por zonas (hasta 2001).

Zona / País	Producción ton	Población mill	Consumo kg/hab
Europa occidental	647.000	391	1,654
Italia	260.000	55	4,727
Francia	150.000	49	3,061
España	110.000	35	3,143
Asia (Extremo oriente)	520.000	2.014	0,258
Europa del Este	326.000	338	0,964
Africa del Norte	121.000	182	0,665
Africa (centro y sur)	78.000	663	0,118
América del Sur	38.500	336	0,115
América del Norte	38.000	306	0,124
Asia Central y Sur	27.500	1.409	0,020
América Central	20.500	173	0,118
Asia Oriente medio	20.000	253	0,079
Oceanía	2.000	30	0,067
TOTAL	1.838.500	6.095	0,302

(Lebas y Colín, 2001)



Fuente: FAOSTAT

Gráfica 1. Producción de carne de conejo mundial (hasta 2005).

En un informe dado en conferencia sobre el tema (Segundo, 2004) la producción de carne de conejo en México no es considerada una actividad de importancia económica ganadera y no existen censos agropecuarios en los que se incluyan cifras de productores que se dedican a esta actividad, llamada cunicultura. La producción cunícola mexicana está caracterizada por una serie de factores sociales, culturales, económicos, políticos y geográficos que determinan la coexistencia de diversos tipos de producción. El 70-80% de ésta, a nivel nacional, es de tipo familiar o de traspatio, carece de tecnificación, está destinada al autoconsumo, los animales son explotados a nivel de piso o en jaulas hechas con material no adecuado para la especie y la alimentación se centra en alfalfa, desperdicio de pan y tortillas (Segundo, 2004).

El 25% de la producción es semi-industrial; en este sistema se lleva un manejo reproductivo, productivo y sanitario controlado, puede existir o no cierta tecnificación, la alimentación es básicamente con concentrado, su producción se comercializa, generalmente, por medio de intermediarios o de manera directa a clientes fijos (restaurantes o carnicerías), además se utiliza la venta al consumidor de manera directa (Segundo, 2004).

Por último, el 5% de la producción es industrial, en algunas granjas de este tipo se han puesto en práctica los conocimientos y la experiencia de los grandes países productores de carne de conejo (inseminación artificial y manejo en bandas); las medidas reproductivas, productivas y sanitarias son estrictas, utilizando alimentos concentrados. La producción que se obtiene de este sistema se destina a restaurantes, centros comerciales o al público de manera directa (Segundo, 2004).

Por otra parte, la cunicultura enfrenta diversos problemas que impiden su desarrollo como son: poco interés de las instituciones gubernamentales que cuentan con programas de financiamiento y crédito para impulsar este tipo de producción; escaso interés por la especie; carencia de líneas genéticas para producir carne; ausencia de técnicos capacitados en el área que sean respaldados por una institución; inexistencia de estudios de mercado que indiquen, a ciencia cierta, cómo y dónde comercializar; ausencia de planes de promoción y publicidad para expresar las bondades del producto; mitos en torno al consumo del conejo; hábito culinario

escaso por parte de las amas de casas para preparar la carne de conejo; poca o nula organización entre los productores para diversificar su producción, y prácticas desleales en las estrategias de venta (Segundo, 2004; Salazar , 2004; y Lebas, 1997).

Hasta hace varios años en México no existía una norma o ley que regule el sacrificio, la venta o comercialización de la carne de conejo, la mayor parte se comercializa en la Ciudad de México y área conurbana, pero no existe un control en cuanto al peso o precio de venta -por lo que los costos varían- ni en la presentación al consumidor. (Salazar, 2004). Actualmente ya existe una norma para la carne de conejo, la cual se aprobó y entro en vigencia en octubre de 2005 (Claridades Agropecuarias, 2006) lográndose gracias al esfuerzo de diversas instituciones que trabajaron en conjunto para crear la NMX-FF-105-SCFI-2005, productos pecuarios - carne de conejo en canal -calidad de la carne- clasificación, esta norma regula la calidad de la carne de conejo en todos los lugares del país donde se produzca y comercialice además permite al consumidor seleccionar una mejor calidad de acuerdo a sus recursos económicos. Algunas instituciones involucradas en impulsar la norma fueron; FES Cuautitlan (UNAM), la Universidad Autónoma de Chapingo, Asociación Nacional de Cunicultores de México, A.C., Centro Nacional de Cunicultura de Irapuato, Guanajuato, la Asociación Nacional de Establecimientos Tipo Inspección Federal, A.C., el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y empresas como QUIN MARÍA, MALTA, AGRIBRANDS PURINA y EXTRONA (Salazar, 2004; Claridades Agropecuarias, 2006).

4.3 Importancia de la carne de conejo en la salud pública y su composición química

La tendencia actual sobre la alimentación humana consiste en reducir los niveles de grasas y colesterol en la dieta, esto con la finalidad de disminuir enfermedades cardiovasculares y la obesidad que aquejan en países de primer mundo y recientemente a los que tienen menos recursos económicos, debido a los intercambios culturales y socioeconómicos que se dan como parte de un crecimiento a nivel global. Algunas enfermedades como la obesidad se han vuelto un problema de salud pública.

En la última Encuesta Nacional de Salud en México (ENSA, 2000) se menciona un aumento de enfermedades cardiovasculares arterioescleróticas y diabetes mellitus. Al igual que una creciente cadena de malos hábitos alimenticios como el consumo de dietas altas en grasa saturada, en carbohidratos refinados, en el consumo de comidas rápidas y alimentos chatarra, por mencionar algunos, aunado a que el tabaquismo y la vida sedentaria se vuelven más comunes en el país. Las conclusiones a las que se llegaron en dicho informe fueron que los factores de riesgo son: tabaquismo, obesidad, hipertensión arterial, diabetes e hipercolesterolemia y se presentaron en un 60.5% de la población adulta de México. Por otra parte uno de cada cinco niños mexicanos de entre 5 y 11 años presenta sobrepeso u obesidad (Padrón, 2002) siendo la principal etiología la falta de actividad física y mayor consumo calórico.

En el caso de las mujeres la situación se agrava; ya que “son más susceptibles a tener complicaciones o llegar a la muerte por causa de una enfermedad cardiovascular, ya que después de los 50 años pierden la protección hormonal, aumentan de peso, sufren hipertensión y los niveles de colesterol se elevan, lo que incrementa los factores de riesgo a tal grado que una de cada tres, desarrolla algún problema cardíaco y la mortalidad se dispara. Al comparar la posibilidad de presentar un infarto asociado a cáncer de mama, se observa que por cada mujer ocurren 14 casos de infarto. Estas enfermedades se presentan cada vez más frecuentemente en gente joven”, comenta en entrevista el Dr. Gómez Álvarez, jefe de cardiología del Hospital Centro Médico Nacional 20 de Noviembre siglo XXI, (Martínez, 2004).

Los aspectos que complican la situación ocasionada por estas enfermedades son el elevado costo social, familiar y económico de su tratamiento, así como sus secuelas. La atención de los padecimientos relacionados con la circulación sanguínea y corazón requiere de tecnología de importación, equipo de diagnóstico complejo e insumos costosos; por lo que la prevención debe comenzar desde la niñez, pues es ahí donde inician casi todas las enfermedades, por lo que la familia debe llevar una alimentación equilibrada. Gómez Álvarez recomienda “integrar a la dieta alimentos ricos en fibra, frutas con cáscara pues ayudan arrastrar el colesterol e impiden la absorción de grasas”, (Martínez, 2004).

“Para reducir el riesgo de trastornos cardíacos, es preciso sustituir las grasas animales saturadas por grasas vegetales no saturadas, consumir carne blanca, alimentos integrales, pescado, mayor cantidad de fruta y verduras durante el día. También es importante mantener un peso corporal saludable. Algunas de estas estrategias son beneficiosas porque reducen el deterioro de las paredes arteriales, diluyen la sangre y contribuyen a evitar la acumulación de colesterol en las paredes de los vasos sanguíneos”, (Martínez, 2004). La carne de conejo es considerada dietética, es decir, baja en grasas, colesterol y sodio; ideal para niños y adultos mayores. Además posee cualidades culinarias como son; jugosidad, textura suave que la hace fácil de masticar, además de prepararse de diversas maneras. (Salazar, 2004).

La carne de conejo es una de las mas saludables y nutritivas, ya que tiene proteína de buena calidad al cumplir con todos los aminoácidos esenciales y menor cantidad de grasa y colesterol en relación a otras especies animales como se muestra en el 2 (González, 2004). Por otra parte se puede mencionar que la carne de conejo es un producto de fácil digestión para personas con problemas intestinales. También por su bajo contenido de colesterol puede ser consumido por personas que padecen hipercolesterinemia (Búxade, 1996).

Cuadro 2. CARACTERISTICAS DE LOS DIVERSOS PRODUCTOS ANIMALES.

Tipo	Peso canal (Kg)	Proteína %	Grasa %	Agua %	Colesterol (mg/100 g)	Aporte energético (Kcal/100 g)	Contenido en hierro (mg/100g)
Carne de ternera	150	14-20	8-9	74	70-84	170	2,2
Carne de buey	250	19-21	10-19	71	90-100	250	2,8
Carne de cerdo	80	12-16	30-35	52	70-105	290	1,7
Carne de cordero	10	11-16	20-25	63	75-77	250	2,3
Carne de conejo	1	19-25	3-8	70	25-50	160-200	3,5
Carne de pollo	1,3-1,5	12-18	9-10	67	81-100	150-195	1,8
Huevo de gallina	0,06	12-13	10-11	65-66	213	150-160	1,4

(González, 2004).

El contenido de ácidos grasos en el tejido graso de la carne de conejo es elevado en ácido grasos poliinsaturados: linoleico y linolénico, mientras que es menor en ácido esteárico y oleico (Lebas, 1997) como se puede observar en el Cuadro 3. Con el aumento de la edad del animal puede incrementarse el contenido de grasa total, en detrimento de la composición de ácidos grasos poliinsaturados (Lebas, 1997). Cheeke (1995) menciona que la composición en ácidos grasos de la carne de conejo es un reflejo del tipo de dieta que consumió el animal.

Cuadro 3. Proporción de ácidos grasos en diferentes especies animales (%).

Ácido graso	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
Vacunos	4	27	2	24	42	2.5	-
Puercos	1	27	3	12.5	45	8	0.5
Pollos	0.1	26	7	7	40	20	-
Conejo	3.1	29	6	6.1	28	17.9	6.5

Tomado de: Lebas, 1997. (Fuentes originales: Adrián et al., 1981; Ouhayoung et al., 1981.)

La carne de conejo muestra un buen perfil del contenido de minerales Cuadro 4 (Moreiras *et al.*, 2003.; Requejo *et al.*, 1995.; USDA., 2004.; Muñoz y Ledesma, 2002), pero lo destacable es que contiene una baja cantidad de sodio respecto a otras carnes y una mayor cantidad de potasio y fósforo (Pérez, 1993; Muñoz y Ledesma, 2002). Por el bajo contenido de sodio, es recomendable para personas hipertensas, que no pueden comer carnes rojas o bien para personas que quieran bajar de peso o requieran dietas hiposódicas (Búxade, 1996). El contenido de vitaminas en la carne de conejo, ver Cuadro 4, tiene un déficit en las liposolubles como la A, D y K, también en la C (Moreiras *et al.*, 2003; Requejo *et al.*, 1995; Muñoz y Ledesma, 2002), pero predominan las vitaminas del complejo B, en especial la cobalamina, niacina y ácido Fólico.

Cuadro 4. Perfil de minerales y vitaminas en 100g de carne de conejo.

Minerales	Cantidad	Vitaminas	Cantidad
Ca	18-22 mg	B1 (tiamina)	0.1 mg
Fe	1-2.4 mg	B2 (riboflavina)	0.19 mg
I	1.8 µg	B3 (niacina)	12.5 mg
Mg	20-25 mg	B6 (piridoxina)	0.5 mg
Zn	1.4 mg	B9 (folato)	5 µg
Na	43-67 mg	B12 (cobalamina)	10 µg
K	360 mg	C (ác. Ascórbico)	0 mg
P	213 mg	A (retinol)	nd
Cu	0.15 mg	D (calciferol)	0 µg
Mn	0.03 mg	E (tocoferoles)	0.13 mg
Se	23.7 µg	K (filoquinona)	-- mg

nd: no detectado

(Moreiras *et al.*, 2003; Requejo, 1995; USDA., 2004; Muñoz y Ledesma, 2002).

En el contenido de aminoácidos indispensables y dispensables, la carne de conejo aporta todos, ver Cuadro 5 (Pérez-Llamas, 1997; Bello, 1999).

Cuadro 5. Perfil de aminoácidos en carne de conejo.

Aminoácidos indispensables	Cantidad (mg)/ 100 gr muestra
Treonina	1059
Valina	1012
Metionina	555
Isoleucina	937
Leucina	1782
Fenilalanina	925
Lisina	1979
Histidina	651
Triptofano	220*
Aminoácidos dispensables	Cantidad (mg)/ 100 gr muestra
Aspártico	2144
Serina	920
Glutámico	3391
Prolina	1184
Glicina	1200
Cisteína	183
Tirosina	819
Alanina	1399
Arginina	1470

(Pérez-Llamas, 1997). *promedio de cinco especies animales (Bello, 1999).

4.4 La importancia de la carne, productos cárnicos en general y la calidad de la carne de conejo

La producción de carne constituye en muchos países el sector económico más importante y puede representar un porcentaje no despreciable en la industria alimentaria global (Bello, 2000). Por otra parte es un termómetro de la situación económica y social que impera en un momento dado de las perspectivas de desarrollo a mediano y largo plazo; ayuda a promover fuentes de empleo, especialmente en el crecimiento económico de zonas regionales marginadas y mejoras en tecnología. Tanto la producción como el consumo de carne y sus derivados, se convierten en un indicador del nivel de vida de la población (Bello, 2000).

En el Cuadro 6 se muestra la producción de carne de diferentes especies animales por regiones del mundo.

Cuadro 6. Producción de carne mundial en 1995 (Tm)

Continentes Del mundo	Carne total	Vacuno	Cordero	Cerdo	Pollo
Asia y Lejano Oriente	68.6	7.4	2.7 ^a	43.7	14.8
América del Norte	41.6	14.4	0.2	10.4	16.6
Unión Europea ^b	33	7.8	1.2	16.0	7.9
América del Sur	18.7	9.3	0.3	2.4	6.6
Antigua Unión Soviética	18.7	7.0	0.9	7.8	3.0
África y Oriente Medio	9.6	3.4	1.8	0.5	3.9
Australia y Nueva Zelanda	4.4	2.3	1.1	0.4	0.6

Fuente: (Warris, 2003)

^aIncluye carne de caprino

^bQuince estados miembro

Tanto en Asia como en el lejano Oriente, cerca de dos tercios del total de la producción de carne es porcina. En América del sur, Australia y Nueva Zelanda, la de vacunos representa cerca de la mitad del total de la carne producida; en Australia y Nueva Zelanda un cuarto de la carne que se produce es de ovino; mientras que en África y Oriente Medio la quinta parte proviene del cordero y más del 40 % de Pollo de engorda (Warris, 2003).

En algunas sociedades occidentales ha habido cambios en el consumo relativo de los diferentes tipos de carne, por ejemplo en Reino Unido el consumo de carne de vacuno y cordero ha ido descendiendo, mientras que la carne de pollo ha ido en aumento (Warris, 2003). En México los estados más productores de carne bovina hasta 2004 eran: Veracruz, Jalisco y Chiapas; los de carne porcina: Jalisco, Sonora y Guanajuato; los de carne de pollo: Veracruz, Jalisco y Querétaro; destacando el Estado de México y Coahuila en la producción de ovinos y caprinos (SAGARPA, 2005). De acuerdo con el último censo ganadero la producción fue de 4998.6 millones de toneladas, cuadro 7 (SAGARPA, 2005).

Cuadro 7. Producción Pecuaria 2003-2004

Producto	2003	2004
Leche(millones de litros)	10017.2	10025.3
Bovino	9869.3	9864.3
caprino	147.9	161.0
Carne(miles de toneladas)	4801.9	4998.6
Bovino	1496.5	1543.7
Porcino	1036.7	1064.4
Ovino	40.1	44.3
Caprino	42.0	42.0
Ave	2160.4	2279.8
Pavo	26.2	24.4

Fuente: Servicio de información y estadística agropecuaria y pesquera. (SAGARPA, 2005).

Los productos cárnicos o derivados, generalmente proceden de carne y /o vísceras de animales destinados específicamente a abastecer esta gran industria (Bello, 2000) pero también pueden provenir de producciones ganaderas cuya principal función no es producir carne como en el Reino Unido donde una cuarta parte de todo el vacuno sacrificado se debe a animales dedicados a la producción lechera (Warris, 2003). En su elaboración los productos cárnicos son sometidos de uno a varios procesos de conservación, entre ellos la adición de aditivos, condimentos y especias. La importancia de esto radica principalmente en alargar la vida de anaquel de la carne, con un valor agregado, es decir, los productos cárnicos tienen la ventaja de ser un alimento nutritivo y disponible en cualquier época del año, ofreciendo una gama de sabores y variedades de un mismo producto.

La industria cárnica prepara hoy día productos cuyos niveles de grasa tienden a ser reducidos, o bien convertir poco a poco los derivados cárnicos en alimentos funcionales es decir que aporten no solo nutrimentos sino que ofrezcan o promuevan beneficios a la salud, en la capacidad física y estado mental de las personas (Castro *et al.*, 2004) al contener algún ingrediente especial. A su vez esta industria se ve sometida a regulaciones medioambientales y éticas respecto a los residuos animales por parte de las instituciones y reglamentaciones jurídicas de cada país.

En México la industrialización de la carne de conejo para la elaboración de jamón, salchichas o embutidos en general, ha sido difícil de llevar a cabo, debido al poco consumo de esta carne y falta de tecnología. Pero principalmente por la ausencia de líneas mecanizadas a nivel industrial de matanza y deshuesado de la carne, esto incrementa el número de horas-hombre para abastecer una fábrica de embutidos (Cozaín, 1982). Aún así Cozaín en (1982) utilizó para la obtención de carne para elaborar enlatados y salchichas de conejo; separadores de carne y hueso diseñados para otras especies como pollo y pavo, con rendimientos del 86.6% de carne a partir de una canal de conejo.

Otros trabajos como el de Carreño (1979) se han enfocado al procesado a nivel artesanal de longaniza, chorizo, pierna salada y hamburguesas a base de carne de conejo con buenos resultados organolépticos y fisicoquímicos con el fin de beneficiar el sector rural mexicano. Actualmente es de mencionarse que existen

deshuesadores automatizados para obtener carne, diseñado para aves y conejos que son muy costosos para echar a andar una pequeña empresa procesadora de carne de conejo.

Calidad de la carne en conejo

Los atributos de calidad de la carne de conejo como son pH, color, capacidad de retención de agua (CRA), propiedades de textura, olor y gusto, así como la mayoría de los aromas percibidos durante la masticación, no pueden considerarse independientes ya que todos se relacionan entre sí y su interacción proporciona las características globales de la calidad de la carne (Ramírez, 2004).

Diversos investigadores se han dado a la tarea de buscar nuevas alternativas alimentarias en producción animal cunícula, con el fin de influir en la obtención de carne magra lo que implica niveles bajos de grasa y colesterol, o bien incrementar la cantidad de ácidos grasos ω -3. La composición en ácidos grasos esenciales de pollo, conejo o cerdo puede manipularse mediante la dieta, por lo que estos animales son potencialmente aptos para poder suministrar al hombre una carne nutritivamente favorable (Cobos *et. al.*, 1994). Así por ejemplo en Venezuela el uso de *Arachis pinto* o maní forrajero (leguminosa rastrera estolonífera) con un contenido de 18% de proteína cruda, dio buenos resultados con un 30% de inclusión en la dieta de engorde de conejos (Nieves *et al.*, 1997). Otros han probado con leguminosas como *Gliricidia sepium* (Matarratón) y *Cajanus cajan* (Guandul) como fuentes de proteína en la alimentación de conejos obteniendo resultados favorables en cuanto a ganancia de peso en conejos (Quintero, 1993). Cobos *et. al.*, en 1993 (Citado por Pla, 2004) incluyeron aceites con elevado contenido de ácido linoleico de semillas oleaginosas (cacahuete) y leguminosas (soja) en las raciones de conejos, observando que hay un aumento de los ácidos grasos insaturados (linoleico y araquidónico) en la composición de la carne. También al incrementar el nivel de proteína en raciones para conejos, se ve disminuida la síntesis de lípidos (Pla, 2004), lo cual puede beneficiar la calidad de la carne en cuanto al menor contenido de grasa y a la vez contener mayores cantidades de ácidos grasos insaturados.

La alimentación del conejo es más económica y versátil respecto a la del pollo pues este requiere de dietas ricas en proteína que son muy costosas (Carreño, 1979). Se sabe que el conejo es una especie que tiene una alta tasa metabólica, asimilando de manera adecuada los nutrimentos de la ración (Lebas, 1997; Cheeke, 1995). Lo que favorece una elevada tasa de conversión alimentaría, es decir, su habilidad como especie para transformar los alimentos en tejido muscular principalmente.

De acuerdo con Warris (2003) la calidad de la carne va mucho más allá que el mejoramiento nutricional, por lo que hay que tomar en consideración aspectos como son:

- Rendimiento y composición (cantidad de producto y la relación grasa/ tejido magro).
- Aspecto y características tecnológicas (textura, color de la grasa o del tejido magro, capacidad de retención de agua) y composición química del tejido magro.
- Palatabilidad o gustosidad (textura, terneza, jugosidad, sabor y aromas que emite la carne de acuerdo con la especie animal).
- Salubridad (calidad nutricional que aporta la carne, seguridad química y microbiológica).
- Calidad ética; esto se encuentra relacionado con el cuidado que se tuvo al criar a los animales (espacio, alimentación, manejo, etc.).

En cuanto a las características organolépticas de la carne de conejo Álvarez de la Puente, (1996) menciona:

a) Ternura: Es la facilidad para masticar la carne, la cual depende de la edad del animal y del grado de desarrollo del tejido muscular, a menor edad la reducida proporción y la naturaleza del tejido conjuntivo otorga el carácter tierno a la carne.

b) Jugosidad: Es la capacidad de retención de agua del tejido muscular, mismo que depende del contenido de grasa en la canal, a mayor contenido de grasa, menor contenido de agua, obteniéndose una carne menos jugosa.

c) Sabor: Se desarrolla en función de la edad que presente el animal y de manera simultánea del contenido de grasa interna del músculo (marmóreo).

La carne de conejo es casi blanca, de veteado fino, color blanco perlado, tiene fibras más cortas y una textura más masticable que otras carnes, por lo cual, se obtiene la sensación de satisfacción con una menor cantidad, según Bennett (1992) este tipo de carne contiene menos humedad en comparación con la de res o de cerdo. La textura va a depender del tamaño de los haces de fibras musculares; es decir, del número y diámetro de las fibras, así como de la cantidad de tejido conjuntivo que forma el perimio tisular (Bello, 2000); sin embargo pueden incidir otras características como: especie, edad, género, condiciones de estrés ante mortem, tipo de músculo, cantidad y solubilidad de colágeno, longitud del sarcómero, fuerza iónica y degradación miofibrilar entre otros (Koochmaraie, 1994). La ternura se verá afectada por el fenómeno de acortamiento por frío (Ramírez, 2004). El pH de la carne de conejo en músculo *biceps femoris* y *longissimus* según Hernández *et al.* (1997) está comprendido entre 5.80 y 5.75 respectivamente.

4.5 Los Lípidos, ácidos grasos y el colesterol

Las grasas o lípidos son un conjunto de moléculas de origen orgánico que se aíslan de células y tejidos con solventes orgánicos no polares (McMurry, 1994), su origen en la naturaleza es muy diverso encontrándose en sistemas biológicos tanto animales como vegetales, generalmente los lípidos se almacenan en grandes cantidades como triacilglicérolos neutros altamente insolubles (Conn y Stumpf, 2001). Compuestos principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno, todos los lípidos tienen como característica principal el ser hidrofóbicos e insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos como el éter de petróleo, cloroformo, benceno, acetato de etilo o tolueno y logrando separarse fácilmente de proteínas y carbohidratos (Belitz y Grosch, 1997).

Su estructura química es muy diversa pero se distinguen por contener grupos funcionales tales como: ácido, éster, alcohol (glicerol), fosfato, alquil y éter. Algunas grasas de acuerdo a su estructura química se denominan: acilglicérolos, fosfolípidos, esfingolípidos, glucolípidos, ceras, carotenoides, tocoferoles, terpenos, esteroides, éteres de glicerilo, eicosanoides, prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos o bien

prostaciclina, mismos que pueden tener funciones específicas dentro de un organismo. Dada su diversidad se han agrupado para su estudio en lípidos saponificables e insaponificables (McMurry, 1994).

Los lípidos saponificables son aquellos que contienen ácidos grasos en su molécula y el enlace éster hidrolizable (McMurry, 1994) produciendo la reacción química de saponificación la cual es una hidrólisis irreversible de los lípidos con una base fuerte por ejemplo de NaOH o KOH al 40%, más calentamiento; a su vez los lípidos saponificables se dividen en:

- simples como son los: Mono, di y triglicéridos, además de los céridos, y
- complejos como los fosfolípidos y glicolípidos.

Por su parte los insaponificables no poseen ácidos grasos en su estructura, ni enlace éster, por lo cuál no producen reacción de saponificación. Un ejemplo de ellos son las familias enormes de terpenos (limoneno), esteroides (colesterol) y eicosanoides.

Un ácido graso es una molécula orgánica que pertenece a la fracción saponificable, formada por una larga cadena hidrocarbonada, es decir, es un ácido monocarboxílico alifático de número par de átomos de carbono (Wassef, 1994). Cada átomo de carbono se une al siguiente y al precedente por medio de un enlace covalente sencillo. El átomo final de la cadena hidrocarbonada se une a tres átomos de hidrógeno (CH_3) llamado radical "metilo", mientras los demás átomos de carbono se unen a dos átomos de hidrogeno (CH_2) llamado radical "metileno"; sin embargo, cuando existe una insaturación entre dos carbonos, cada átomo de carbono de la doble ligadura solo se puede unir a un átomo de hidrogeno ($\text{HC}=\text{CH}$). El grupo ácido posee una parte carboxilo ($\text{C}=\text{O}$) de carácter ácido y el grupo hidroxilo ($-\text{OH}$) de carácter básico. En general un ácido graso genérico se puede escribir como $\text{R}-\text{COOH}$, en donde R es la cadena hidrocarbonada que identifica al ácido en particular; estos generalmente no se encuentran libres, sino en forma de triglicéridos o triacilgliceroles donde las cadenas R suelen ser diferentes es decir R' , R'' , R''' como se muestra en las Figuras 1 y 2.

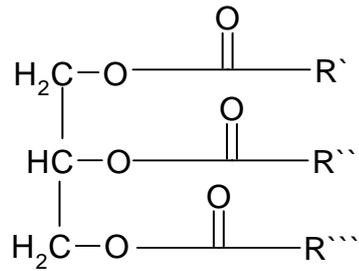


Fig. 1. Triglicérido.

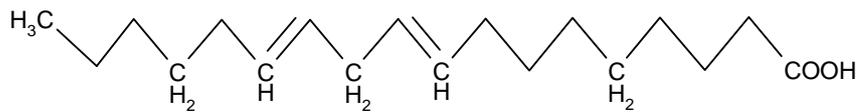


Fig. 2. Ácido graso linoleico (18:2^{9,12}).

Algunos lípidos participan en la formación de tejidos celulares, son importantes en la matriz de los alimentos, ya que imparten un sabor agradable o una consistencia deseable a los mismos (Belitz y Grosch, 1997). Los ácidos grasos también poseen una gran reactividad con oxígeno y metales lo que afecta la calidad de los alimentos, provocando alteraciones en estos como es la autoxidación lípidica. La sensación de rancidez de algunos alimentos es provocada por la oxidación de las grasas (Wassef, 1994).

Los ácidos grasos se pueden clasificar y nombrar de acuerdo con la longitud de la cadena hidrocarbonada, el número, posición y configuración de los dobles enlaces que tengan en su estructura (Belitz y Grosch, 1997). Se conocen dos tipos de ácidos grasos: saturados e insaturados; los primeros carecen de dobles enlaces en su cadena hidrocarbonada e imparten una estructura sólida a la grasa, se encuentran principalmente en productos de origen animal (sebo de vacuno y cerdo, además de la mantequilla). Mientras que los segundos tienen uno (monoinsaturados) o más dobles enlaces en su cadena hidrocarbonada (poliinsaturados), le imparten una estructura líquida a la grasa, conociéndolos como aceites, se encuentran en productos de origen marino como los pescados de carne azul y en las semillas oleaginosas. En caso de que exista más de un doble enlace, este nunca se dispone

de forma conjugada, sino que siempre aparece un metileno entre ellos (Mataix, 2004).

Por la longitud de su cadena se pueden agrupar en cuatro grupos:

- a. Ácidos grasos de cadena corta (4-6 carbonos)
- b. Ácidos grasos de cadena media (8-12 carbonos)
- c. Ácidos grasos de cadena larga (14-18 carbonos)
- d. Ácidos grasos de cadena muy larga (20 o más carbonos), (Mataix, 2004).

La nomenclatura abreviada del ácido linoleico (fig.2) viene representada así: 18:2(9,12) que indica una cadena hidrocarbonada de 18 carbonos con 2 dobles enlaces situados en las posiciones 9 y 12 de la cadena de átomos de carbono, contando a partir del átomo de carbono carboxílico(COOH). Su nombre científico es ácido 9cis, 12cis,-octadecadienoico y se define como ácido omega-6.

Familias de ácidos grasos omega-3, omega-6 y omega-9

Se les nombra omega “ ω ” o bien “n” porque con esto se indica la posición del primer doble enlace (insaturación) a partir del grupo metilo terminal de la cadena hidrocarbonada (Belitz y Grosch, 1997). Los ácidos grasos omega-3, omega-6 y omega-9 pertenecen al tipo de los ácidos grasos insaturados y/o poliinsaturados ya que tienen uno o más de un doble enlace en su cadena hidrocarbonada.

La estructura y funciones biológicas de los ácidos grasos insaturados han dado pie a que existan tres familias o series:

1.-Omega-9: Pertenecen el ácido Oléico 18:1(9), ácido erúxico 22:1(13) y ácido nervónico 24:1(15).

2.-Omega-6: Pertenecen el ácido Linoleico 18:2 (9,12), ácido gamma-linolénico 18:3(6, 9,12) y ácido araquidónico 20:4 (5, 8, 11,14).

3.-Omega-3: Pertenecen el ácido alfa-linolénico 18:3 (9,12,15), el ácido eicosapentenoico 20:5 (5, 8, 11, 14, 17) y el ácido docosahexenoico 22:6 (4,7,10,13,16,19), (Belitz y Grosch, 1997; Mataix, 2004).

Las estructuras de los ácidos grasos insaturados de las familias ω -6 y ω -3 se muestran en la fig. 3 y 4, junto a la abreviación numérica que señala la posición de los dobles enlaces.

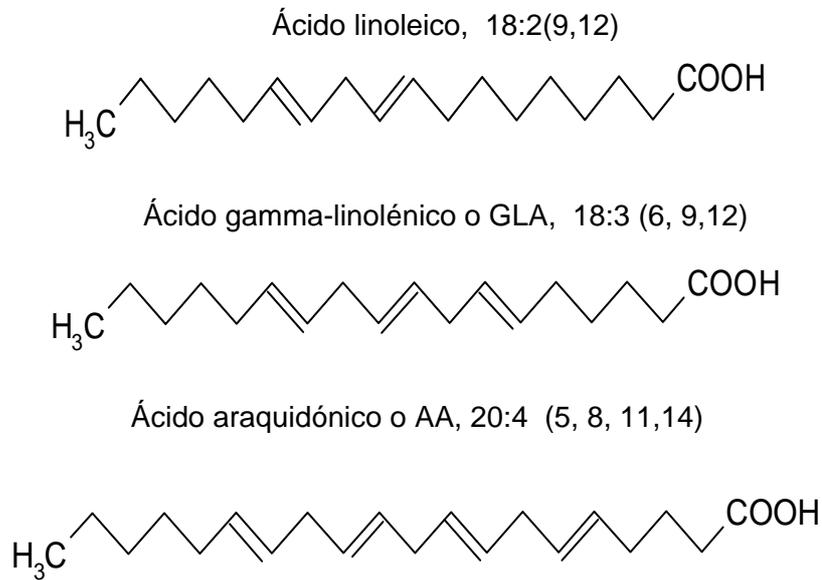


Figura 3. Familia omega-6

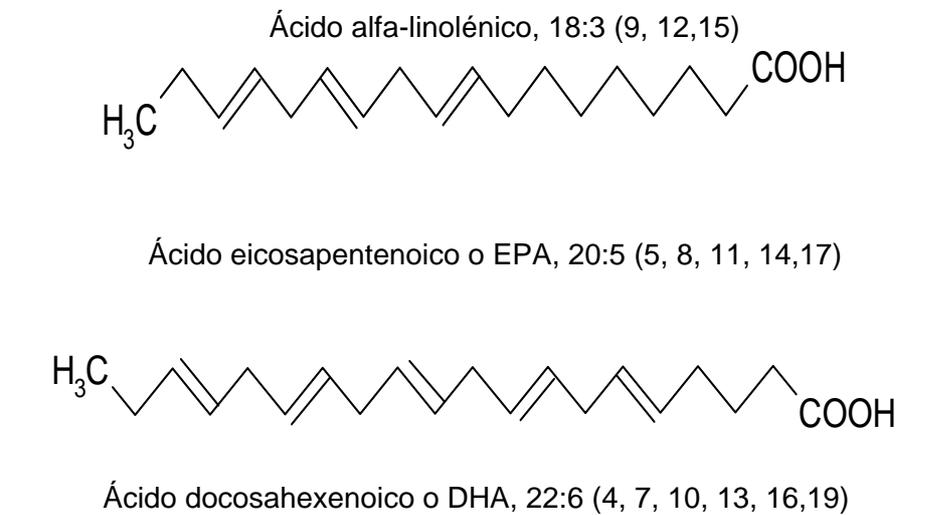


Figura 4. Familia omega-3

Colesterol

Es un lípido que pertenece a una de las diversas fracciones del material insaponificable de las grasas, solo se encuentra en grasas de origen animal, es un esteroide derivado de la estructura del ciclopentanoperhidrofenantreno o esterano formado por cuatro anillos condensados o fusionados (Belitz y Grosch, 1997); se nombran A, B, C y D, y presenta varias sustituciones: dos radicales metilo en las posiciones C-10 y C-13; una cadena alifática en la posición C-17; un grupo hidroxilo en la posición C-3; una insaturación entre los carbonos C-5 y C-6 (Figuras 5 a, b y c). El nombre químico de la molécula de colesterol es 3-hidroxi-5,6-colestano, tiene un peso molecular de 384.64 g/ mol, punto de fusión de 149.5°C a 151.3°C, y punto de ebullición de 233°C.

En la molécula de colesterol se puede distinguir una cabeza polar constituida por el grupo hidroxilo, y una cola o porción apolar formada por los 4 anillos condensados y los sustituyentes alifáticos. Es una molécula muy hidrofóbica al igual que otros lípidos, y bastante soluble en disolventes apolares como el cloroformo (McMurry, 1994; Conn y Stumpf, 2001).

Se encuentra en altas concentraciones en el hígado, médula espinal y cerebro, el nombre de colesterol procede del griego chole- (bilis) y stereos (sólido), por haberse identificado por primera vez en los cálculos de la vesícula biliar (Murray y Graner, 1994).

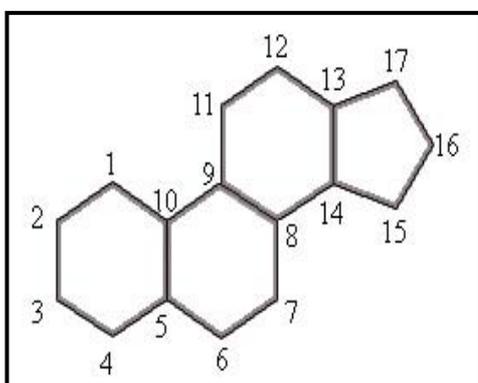


Fig.5 a) Estructura del esterano.

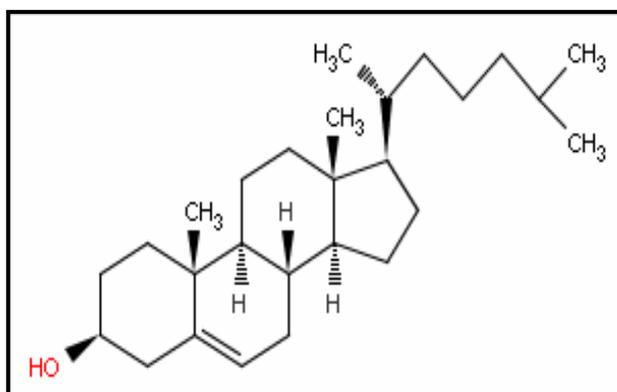


Fig.5 b) Estructura del colesterol.

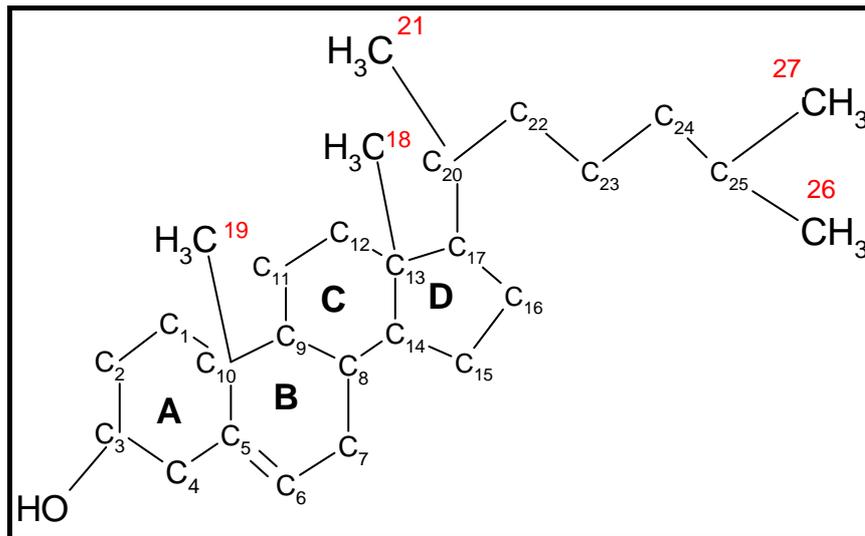


Fig.5 c) Estructura del colesterol indicando el número de carbonos y anillos condensados.

4.6 Importancia de los lípidos, ácidos grasos omega-3, omega-6, y el colesterol en la salud y alimentación humana.

Los lípidos y los ácidos grasos tanto saturados como insaturados cumplen un fin fundamentalmente energético ya que sirven de almacenamiento de energía en sistemas biológicos, aportando 9 Kcal /g frente a las 4 Kcal /g que ofrecen los carbohidratos y proteínas (Mataix, 2004).

Las funciones generales que desempeñan los lípidos y ácidos grasos son:

- 1) Componentes estructurales de la membrana celular, plasmática y tejido nervioso.
- 2) Depósito de reservas energéticas intracelulares.
- 3) Actúan como transporte de combustible metabólico.
- 4) Sirven de aislante térmico o como agente de protección de las paredes celulares de diversos organismos (Covarrubias, 2002).

Se ha observado en las últimas décadas que los ácidos grasos insaturados y sus metabolitos pueden llegar a tener otras múltiples funciones fisiológicas aún no del todo conocidas, pero de las que existen suficientes evidencias científicas como para afirmar que influyen en la salud y alimentación de seres humanos y animales. (Covarrubias, 2002; Rymer *et al.*, 2003).

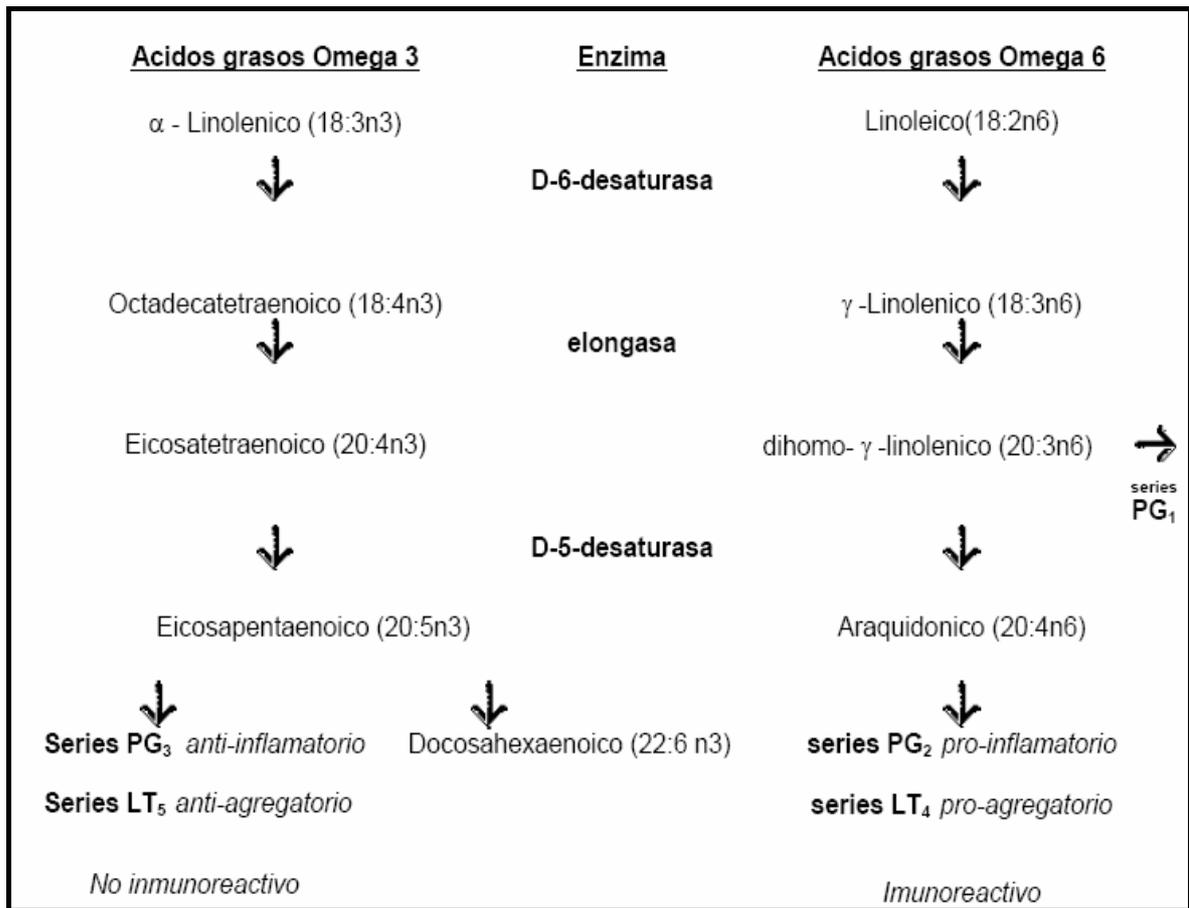
Los ácidos grasos que tienen un doble enlace (insaturaciones) en la posición ω -3 y ω -6 no pueden sintetizarse bioquímicamente por los humanos y otros mamíferos ya que no poseen las enzimas para convertir una ligadura simple en doble antes del carbono 7, contando a partir del metilo que se ubica al final de la cadena hidrocarbonada, son considerados ácidos grasos esenciales el linoleico y linolénico por lo que se requieren consumir a través de la dieta (Casanueva, 1995).

La carencia de linoleico y linolénico se manifiesta por signos específicos: falta de crecimiento, lesiones cutáneas, menor pigmentación de la piel, pérdida de tono muscular, cambios degenerativos en el riñón, pulmón e hígado, aumento en el metabolismo basal, alteraciones en la permeabilidad de las células, trastornos en el balance de agua, aumento en la susceptibilidad de infecciones y en cambios en el electroencefalograma y electrocardiograma (Uauy y Hoffman, 1991).

Los ácidos grasos ω -3 y ω -6, pertenecen a dos familias o series distintas y separadas; es decir, en ningún caso puede formarse un ácido graso de la serie ω -3 a partir de uno de la serie ω -6 o ω -9 (Mataix, 2004); sin embargo su metabolismo requiere de las mismas enzimas, lo que resulta en una competencia entre las tres familias. El exceso de estos ácidos grasos puede interferir con el metabolismo de la otra, reduciendo su incorporación a los tejidos y alterando sus efectos biológicos en todo el organismo (Morris, 2005).

El funcionamiento de una vía biosintética (Cuadro 8), para formar la serie de ácidos grasos poliinsaturados ω -3, ω -6 o ω -9 depende de la composición de ácidos grasos que exista en la dieta ingerida; si la comida lleva una mayor cantidad de ácido linoleico que es ω -6 ($18:2^{9,12}$) se favorece la formación de ácidos grasos ω -6, pero si en la dieta predomina el ácido alfa-linolénico que es ω -3 ($18:3^{9,12,15}$) se favorece la formación de ácidos grasos ω -3. Lo mismo ocurre cuando se ingieren mayores cantidades de ácido oleico ω -9 ($18:1^9$), (Covarrubias, 2002; Mataix, 2004; Morris., 2005).

Cuadro 8. Rutas biosintéticas de ácidos Grasos Omega 3 y Omega 6.



(Covarrubias, 2002)

Muchas reacciones fisiológicas y enfermedades tales como alteraciones cardiovasculares, prevalencia de diabetes tipo 2, trombosis, reacciones inflamatorias y de hipersensibilidad (artritis reumatoide, alergias), coagulación sanguínea y vasomotilidad, son moduladas por derivados oxigenados de la serie ω -6 como el ácido araquidónico (ω -6) ó AA, ácido gama-linolénico (ω -6) o GLA y derivados de la serie ω -3, principalmente ácido eicosapentaenoico (ω -3) ó EPA y ácido docosahexaenoico (ω -3) ó DHA (Covarrubias, 2002). Por otro lado se están comprobando los efectos anticancerígenos de algunos ácidos grasos de la serie ω -3 principalmente contra cáncer de colón, próstata y mama cuando se ingieren en los alimentos o como suplementos (Muriana, 2004).

Los metabolitos o derivados de los ácidos grasos oxigenados son colectivamente llamados eicosanoides e incluyen a las prostaglandinas (PGE), prostaciclina (PGI),

tromboxanos (TX), leucotrienos (LT), lipoxinas (Lx) y ácidos grasos hidroxilados (Weber *et al.*, 1986).

Los eicosanoides como las prostaglandinas y prostaciclinas se ven involucradas en la capacidad de respuesta inmune del organismo como la inflamación y agregación plaquetaria (Casanueva, 1995), en la regulación de la presión arterial, la función renal, la función inmunitaria y ciclo sexual (acción sobre el cuerpo lúteo, contracción del útero y mecanismo inductor del parto). Mientras los eicosanoides tipo tromboxanos, son responsables de la agregación de las plaquetas y por lo tanto son claves para la coagulación de la sangre (Covarrubias, 2002). La familia de eicosanoides tipo leucotrienos; tienen funciones de protección y prevención de muchas enfermedades así como regular la actividad de los linfocitos T del sistema inmunitario, en prevención de infecciones y control de la dilatación de los vasos sanguíneos. Igualmente son importantes en los procesos inflamatorios y en la respuesta alérgica (Simopoulos, 1986). Finalmente, las lipoxinas participan en las reacciones inhibitorias de la actividad de las células asesinas naturales (AN) del ser humano, (Cuadro 9).

Cuadro 9. Propiedades fisiológicas de los eicosanoides derivados de las series ω -6 y ω -3

	AA, 20:4 n- 6	EPA, 20:5 n- 3
Plaquetas	TXA ₂	TXA ₃
	Proagregatorio	No agregatorio
	Vasoconstrictor	Débil vasoconstrictor
Endotelio	PGI ₂	PGI ₃
	Antiagregatorio	Antiagregatorio
	Vasodilatador	Vasodilatador
Neutrofilos	LTB ₄	LTB ₅
	Quimotactico fuerte	Quimotactico débil

(Weber *et al.*, 1986)

Serie omega-6

El ácido gamma-linolénico (GLA) es el más importante de esta familia, ya que el ácido linoleico es biológicamente inactivo, por lo que el organismo no puede utilizarlo en su forma natural, así entonces se transforma por medio de la enzima delta-6-desaturasa en ácido gamma-linolénico. Este se ha empleado en el tratamiento de alergias, de artritis y alteraciones similares en las enfermedades cutáneas. La transformación de ácido linoleico en ácido gamma-linolénico puede ser alterada por la ingestión de algunos fármacos, alcohol o alimentos con gran aporte de grasas saturadas (Matti, 1995). El GLA favorece la producción de la prostaglandina (PGE_1) la cuál tienen diversas funciones como son:

- 1 Disminución de la agregación plaquetaria y por consecuencia la disminución en la formación de trombos.
- 2 Dilatación de los vasos sanguíneos contraídos disminuyendo el dolor.
- 3 Dilatación de las vías respiratorias, previniendo la formación de moco, infecciones y ataques de asma.
- 4 Disminución de la producción de colesterol.
- 5 Reforzamiento los efectos de la insulina.
- 6 Mejoramiento de la actividad del sistema inmune, (Matti, 1995; Mazza, 1998).

Se ha comprobado la efectividad del GLA en forma de concentrado, en tratamientos a pacientes que padecen artritis reumatoide reduciendo los síntomas y signos de la enfermedad. También es eficaz en el tratamiento de la neuropatía diabética, la cuál es una complicación común de la diabetes mellitus tanto insulino-dependiente como no insulino-dependiente. Así mismo se ha analizado que sus metabolitos juegan un papel importante en el mantenimiento de la epidermis. (Mazza, 1998).

Los eicosanoides originados a partir de ácido araquidónico (AA) se encuentran normalmente en pequeñas concentraciones en plasma sanguíneo, pero si este nivel aumenta debido al alto consumo de fuentes de AA en la dieta, estos contribuyen a la formación de trombos y ateromas, así como al desarrollo de desordenes alérgicos e

inflamatorios (particularmente en individuos susceptibles) y a la proliferación celular (Covarrubias, 2002). Evidencias sugieren que el consumo de ω -3 puede retardar la velocidad de formación de los eicosanoides derivados de AA y así prevenir su acumulación y acción de éstos en los sitios receptores que transmiten la señal.

Serie omega-3

Los ácidos grasos ω -3 como ya se mencionó, tienen diferentes efectos biológicos que los hacen útiles en la prevención y tratamiento de condiciones crónicas como la diabetes tipo 2, enfermedades del hígado, artritis reumatoide, presión arterial elevada, enfermedades coronarias, embolias y en determinados tipos de cáncer. El ácido alfa-linolénico (AAL) tiene tres funciones principales:

- 1 Ser precursor de los ácidos Eicosapentenoico (EPA) y del ácido Docosahexenoico (DHA).
- 2 Incrementar la flexibilidad de las membranas de las células.
- 3 Inhibir las reacciones inflamatorias a través del bloqueo de la formación de compuestos que se promueven en el proceso de inflamación; el cuál es una característica de muchas enfermedades crónicas, incluyendo la arteriosclerosis ó “endurecimiento de las arterias”, siendo la condición principal que contribuye a la presentación de embolias e infartos al miocardio (Matti, 1995; Mazza, 1998).

Los ácidos grasos eicosapentenoico (EPA) y docosahexenoico (DHA), han sido objeto de una infinidad de estudios, por lo cual se ha podido constatar los efectos benéficos para la salud, ya sea en humanos o en animales. El DHA se transporta desde el intestino hacia el tejido cerebral, la retina y testículos, contribuyendo al desarrollo de estos órganos (Matti, 1995). El EPA y DHA, se transforman en prostaglandinas del grupo 3 como el tromboxano (TXA₃), y en prostaciclina (PGI₃) las cuales inhiben los efectos de las prostaglandinas del grupo 2 (Rymer *et al.*, 2003); además de disminuir la agregación plaquetaria y la coagulación de la sangre, también aumentan la capacidad de los glóbulos sanguíneos de atravesar los vasos más pequeños. Previenen y mitigan la arteriosclerosis, las cardiopatías, disminuyen la trigliceridemia y hemicefalia (Matti, 1995; Mata *et al.*, 2004). Así mismo EPA y DHA disminuyen el contenido de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de muy baja densidad (VLDL) en sangre (Rymer *et al.*, 2003).

Otras revisiones indican el efecto directo y rápido de los ácidos grasos EPA y DHA cuando estos se encuentran en abundancia en pescados de carne azul y se administran dosis en forma de suplementos de aceites de pescado concentrados, en personas que padecen diabetes mellitus, hipertensión arterial y dislipidemias. Se ha observado que dosis elevadas de EPA/DHA de aceites de pescado (>5g hasta 40g /día) por periodos prolongados resultan perjudiciales en vez de ser benéficos, causando hipervitaminosis, elevando la glucemia en diabéticos, la presión arterial y las lipoproteínas de baja densidad (LDL), pero a dosis menores los concentrados de aceite de pescado funcionan mejor ya que no modifican la sensibilidad de los tejidos periféricos a la insulina, e inhiben la secreción de insulina, hay una nula ganancia de peso en diabéticos lo que significa una ventaja; en cuanto a pacientes hipertensos se ha visto un efecto de la reducción de la presión arterial. Por lo que se recomienda mejor incluir en la dieta pescados ricos en ω -3 al menos 2 a 3 veces por semana en lugar de suplementos de aceite de pescado concentrado (Nassif y Meriño, 2003).

Los efectos anticancerígenos de la serie ω -3 son importantes ya que se incorporan rápidamente a las células epiteliales afectadas por diferentes tipos de cáncer como son los de colón, mama, páncreas, próstata, pulmón, vejiga urinaria, cerebro e hígado; llamándosele a este fenómeno “remodelación de lípidos”, ya que Inhiben la biosíntesis de fosfolipasas citosólicas y secretoras (cPLA₂ y sPLA₂), ciclooxigenasa COX-2, lipoxigenasas (5-LOX-1, 8-LOX-1 y 12-LOX-1), prostaglandinas E₁, E₂ y F₂, de tromboxano A₂, leucotrieno B₄, y ácidos hidroxieicosatetraenoicos (8 y 12-HETE). Todas estas sustancias se encuentran asociadas al metabolismo de los ácidos grasos ω -6 (y tienen su origen a partir del ácido araquidónico), con la proliferación celular y angiogénesis, encontrándose anormalmente activos y sobre expresados en tejidos cancerosos, incrementando el potencial invasivo y metastásico en este tipo de tejidos (Muriana, 2004). Al aumentar la concentración de ácidos grasos ω -3 disminuye la producción de ácido araquidónico, y por ende, se presenta un efecto inmunosupresor. Los ω -3 modifican la estructura, composición y propiedades funcionales de las membranas de células cancerosas. Por ejemplo el DHA afecta la expresión de receptores en la superficie de células T de leucemia, reduciendo la actividad de proteínas de adhesión (integrina CD28); mismas que son necesarias para que se presente la metástasis (Muriana, 2004).

Durante el desarrollo fetal e infantil, la serie ω -3 tienen un papel fundamental en el desarrollo del cerebro, el sistema nervioso, la retina y el crecimiento por lo que su ingesta adecuada es esencial. En este sentido es destacable el hecho de que el contenido de DHA en la leche humana oscila alrededor de 30 mg/100 g, mientras que en la leche de otros mamíferos, particularmente en la de vaca, oveja o cabra, el DHA es prácticamente inapreciable (Carrero *et al.*, 2005). Estos mismos autores mencionaron que la leche humana es el vehículo más eficaz para absorber las grasas, ya que éstas se encuentran en forma de micelas y la superficie de absorción en comparación con otros alimentos es elevada.

En relación a las recomendaciones nutricionales de ingesta de ácidos grasos ω -3, la Sociedad Internacional para el Estudio de Ácidos Grasos y Lípidos (ISSFAL) según Simopoulos (1999), sugiere la cantidad de 0,65 g/día de DHA además de un g/día de ácido α -linolénico. Por otra parte, Kris y Harris (2003) mencionaron que las recomendaciones de la Sociedad Americana del Corazón (AHA) eran un consumo de:

- a) pescado de carne azul al menos dos veces por semana en las personas adultas,
- b) Pacientes con enfermedad coronaria: un gramo diario de EPA+DHA, procedente de aceites de pescado o suplementos, y
- c) Personas con hipertrigliceridemia el suplemento de 2 a 4 g/día de EPA + DHA a fin de disminuir en un 20-40% los niveles de triglicéridos en plasma.

La Organización para Agricultura y Alimentación y la Organización Mundial de la Salud en su informe del año 2003 (WHO, 2003) sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas, recomiendan una ingesta de grasas saturadas menor al 10% y de grasa monoinsaturada del 15 al 30% de la energía total. Además, los ácidos grasos poliinsaturados totales han de representar un 6-10% y los ácidos grasos ω -3 en particular un 1-2% de la energía total.

Colesterol

Se encuentra en tejidos de origen animal como hígado y cerebro, almacenado en forma de éster de colesterilo y en las lipoproteínas plasmáticas como colesterol libre o combinado con un ácido graso de cadena larga (éster de colesterilo). Es sintetizado en numerosos tejidos a partir de la molécula de acetil-CoA y finalmente eliminado del cuerpo en la bilis como colesterol o sales biliares. En los seres humanos casi la mitad del colesterol del organismo se origina de su síntesis (aprox. 500mg/día) y el resto es proporcionado por la alimentación. El hígado sintetiza 10% del total mientras que el intestino 15%, además todos los tejidos que contienen células nucleadas son capaces de sintetizar colesterol (Murray y Graner, 1994; Conn y Stumpf, 2001).

Al ser un lípido anfipático, es decir, tener una parte hidrofílica e hidrofóbica en su estructura, le permite ser un componente estructural de las membranas de la capa exterior de las lipoproteínas plasmáticas, además de tener actividad tensoactiva que ayuda a emulsionar y absorber los acil-lípidos (Belitz y Grosch, 1997). Por otra parte, el colesterol es imprescindible para la vida debido a sus funciones como:

- 1 Parte estructural de las membranas celulares de los animales. Aunque el colesterol se encuentra en pequeña cantidad en las membranas celulares, en la membrana citoplasmática lo encontramos en una proporción molar 1:1 con relación a los fosfolípidos, regulando sus propiedades físico-químicas; en particular la fluidez y la estabilización de la membrana debido a su estructura plana y rígida. No existe en los vegetales.
- 2 Precursor de la vitamina D, que además es una hormona por las funciones que desempeña en el metabolismo del calcio.
- 3 Precursor de las hormonas sexuales ya que a partir de él se sintetizan la progesterona, estrógenos y testosterona.
- 4 Precursor de las hormonas corticoides: Como el cortisol y la aldosterona, así como de las sales biliares. El hígado también excreta colesterol por la bilis y en ocasiones forma cálculos en la vía biliar, a lo que se le denomina litiasis biliar (Conn y Stumpf, 2001; Murray y Graner, 1994).

Uno de los principales procesos patológicos en los que interviene el colesterol es la génesis de la arteriosclerosis; la cuál es una obstrucción de las arterias vitales, causando enfermedad cerebro vascular y vascular periférica. La arteriosclerosis coronaria se correlaciona con una alta proporción plasmática de la relación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) sobre las lipoproteínas de alta densidad (HDL) según Murray y Graner (1994). El colesterol debe mantenerse en unos niveles de concentración sanguínea o colesterolemia apropiados, sobre todo la fracción de lipoproteínas LDL, sintetizadas en el hígado cargadas de colesterol, para distribuirse por todas las células del cuerpo. El aumento de colesterol por encima de unos niveles recomendados (mayor a 280 mg/dL) se llama hipercolesterolemia y también está relacionado causalmente con la arteriosclerosis, elevando el riesgo de sufrir un evento cardiovascular grave (Conn y Stumpf, 2001; Hart *et al.*, 1995).

4.7 Historia de los embutidos y perspectivas de desarrollo a futuro

El consumo de carne por el hombre es muy antiguo, los primeros asentamientos humanos tenían que salir a cazar para poder alimentarse. En las antiguas civilizaciones como las egipcias, griegas, romanas y asiáticas se sabe que consumían carne de especies como: res o buey, cerdo, ternera, cabra, oveja, conejos y liebres, aves (silvestres o de corral), etc. Algunos pueblos debido a razones religiosas tenían prohibido el consumo de determinadas especies animales. Así el desarrollo y aparición de los productos cárnicos y embutidos a partir de carne de cerdo o res (u otras especies) y restos de la canal pudo estar condicionado a crecer y evolucionar en otras culturas que no prohibían tal consumo de carne. Por otra parte, las continuas guerras y el clima pudieron influir en algunas culturas para que desarrollaran mejores formas de conservación de alimentos entre ellos los embutidos.

En el antiguo Egipto se consumían carnes de reses vacunas, cabrías, lanares, etc. pero lo que tenían rigurosamente prohibido era consumir carne de cerdo, excepto los días de plenilunio que se estimaba como noche sacra. Al porcino lo consideraban un animal sagrado, hasta tal punto que quien estuviese en contacto con él, tenía que bañarse en el río Nilo para purificarse (Hernández, 1999). En los libros sagrados de la cultura hebrea como el Pentateuco o Tóra (Génesis, Éxodo, Levítico, Números y

Deuteronomio) que hoy en día se considera parte del antiguo testamento de la Biblia, se menciona en reiteradas ocasiones la prohibición de comer sangre para el pueblo hebreo, por ejemplo en el libro Levítico, capítulo 7, versículo 26, se menciona *“Además, ninguna sangre comeréis en ningún lugar donde habitéis, ni de aves ni de bestias...”*, también en el Deuteronomio, capítulo 12, versículos 16, 23, 24 y 25, se reitera que *“Solamente que te mantengas firme en no comer sangre; porque la sangre es la vida, y no comerás la vida juntamente con su carne...(versículo 23)”*, con esto no cabe la posibilidad de hacer morcillas o moronga (Hernández, 1999). En cuanto a la carne que se podía consumir en el pueblo hebreo el libro Levítico, capítulo 11, versículos 3-47, se hace relación de los animales que se pueden comer *“De entre los animales, todo el que tiene pezuña hendida y que rumia éste comeréis...(versículo 3)”*, por ejemplo carne de res, becerro, carnero, borrego o cordero, ciervo, búfalo, cabra o chivo y de animales con escamas y aletas que se encuentren en el mar, ríos o lagunas; pero estaba prohibido consumir carne de cerdo, camello, conejo o liebre, de animales que se arrastren por el suelo como ranas, lagartos, ratones y de animales que tengan garras. Mientras en la cultura musulmana que se desarrolló en climas desérticos (así como la hebrea) la carne de cerdo estaba prohibida por razones religiosas, en el libro sagrado del Islam, El Corán, se menciona Capítulo 2 (la vaca) versículo ó aleya 168: *“Os está prohibido comer los animales muertos, la sangre y la carne de cerdo y todo animal sobre el cual se haya invocado otro nombre distinto del de Dios”*, en otros capítulos de El Corán, capítulo 5 (la mesa) aleya 4, y capítulo 6 (los ganados) aleya 146 también se menciona algo semejante. Pero tal vez la razón principal se deba a motivos ecológicos e higiénicos, pues el cerdo acababa con el medio ambiente local, disminuyendo la productividad de los suelos de la región, y por el fecalismo al aire libre, por el cuál los cerdos ingerían excremento humano, provocando enfermedades en la comunidad como triquinosis y cisticercosis (Harris, 1985; Hernández, 1999). Todo esto hizo difícil la aparición de productos cárnicos derivados del cerdo en estas culturas.

Hay otras culturas, sin embargo, como en la antigua China en las que la utilidad y domesticación del cerdo es muy antigua, cerca de unos 5.000 años, admitiéndose que los arios enseñaron a los europeos meridionales a criar estos animales (Hernández, 1999), a pesar de esto no se conoce algún derivado cárnico de cerdo

en la cultura china. En la cultura griega tenían a los cerdos consagrados a las diosas Demeter y Cibeles y al dios Marte a cuyas divinidades se inmolaban en los sacrificios mientras que en tiempos del sitio de Troya existía la costumbre de inmolar un cerdo, un carnero y un toro en honor del rey Poseidón para aplacar su cólera, costumbre que adquirieron los romanos (Hernández, 1999) estas condiciones hicieron más fácil la aparición de productos cárnicos en estas culturas, de hecho los griegos basaban su modo de vida en el libro llamado Corpus Hippocráticum de Hipócrates quien fue médico de esa época, en el capítulo La Dietae, Hipócrates recomienda la carne de cerdo porque *“Las carnes de cerdo dan al cuerpo más fuerza que éstas, y son bastante laxantes, porque tienen las venas finas, y con poca sangre, y mucha carne”* La cultura cristiana adoptó muchas tradiciones de los romanos entre estas la de comer carne de cerdo y derivados cárnicos de cerdo (Hernández, 1999).

La elaboración de los primeros productos cárnicos debió ir de la mano con los conocimientos de conservación de alimentos que se tenían en ese entonces. Los primeros datos que se poseen sobre el empleo de sal para la preparación de productos cárnicos especiales se remontan hasta 3000 años antes de J.C. (Möhler, 1984). Es de conocimiento muy antiguo en diferentes culturas y en la actualidad, hacer uso de la sal (NaCl) y del proceso de salazón y curado para conservar pescados y carnes.

La pureza de la sal en aquellos tiempos no era muy alta, si se obtenía de desiertos salinos, contendría con seguridad bórax y trazas de nitrato, este último se obtenía como nitrato cálcico en China e India en la era anterior a Cristo (A.C.), por lo que es presumible que se utilizara en la preparación de artículos curados (Möhler, 1984).

Los primeros documentos referentes a la fabricación de embutidos o productos similares pertenecen a la cultura griega. En la *“Odisea”* de Homero (canto XVIII), alude Homero a la preparación de un embutido de sangre compactada (Möhler, 1984), el cual dice así: *“Antinoo: Oíd, ilustres pretendientes, lo que voy a proponeros. De los vientres de cabra que llenamos de grasa y sangre y pusimos a la lumbre para la cena, escoja el que quiera aquel que salga vencedor por más fuerte; y en lo sucesivo comerá con nosotros y no dejaremos que entre ningún otro mendigo a pedir limosna...”*.

Los romanos tomaron de los griegos los fundamentos de la preparación de alimentos. Para mantener la fuerza de sus guerreros, César debió conceder importancia al aprovisionamiento de vituallas entre ellas los embutidos (Möhler, 1984). Ya en Roma se había desarrollado muy extenso el arte culinario, siendo popular el libro de cocina de Apicius, que menciona una serie de recetas para hacer embutidos crudos, escaldados y embutidos de hígado; por otra parte Marco Catón (234-149 A.C.) había escrito un tratado de economía doméstica y agricultura, en el que incluía normas para el curado y salazón de jamones, al igual que los embutidos citados por Apicius, quedaban reservados para la mesa de la gente rica (Möhler, 1984). Este tratado se denominaba "*De re agrícola*" de Catón el Viejo, ahí aparece una de las primeras recetas para preparar una salazón de pernils de cerdo (Hernández, 1999).

En las Galias (regiones del antiguo imperio romano, actualmente Francia) se estimaba mucho el jamón de jabalí, como lo prueba la figura que durante mucho tiempo se grabó en las monedas y que seguramente quería representar una idea religiosa. Los galos criaban grandes piaras de cerdos en estado casi salvaje, costumbre que se conservó en la Francia feudal, en cuya época se dejaba pastar en los bosques de encinos (Hernández, 1999).

A los romanos se le adjudica la organización de la matanza y venta de carne en las carnicerías, institucionalizándose la figura del carnicero como oficio y dictando normas sobre la edad conveniente para matar las reses, estableciéndose la de los rumiantes cuando tuviesen dientes y no menos de cinco días para los cerdos (Hernández, 1999). El comercio del cerdo estaba muy vigilado por los romanos, ya que los animales de mediana edad eran inspeccionados por los "lenguadores" que examinaban la lengua de los cerdos con el fin de eliminar a los animales triquinelosos, costumbre que se arraigo en la edad media (Durand, 2002).

No obstante, considerada la cuestión en conjunto, parece ser que en aquellos tiempos no existía todavía el oficio del preparador de carnes. Se dispone de suficientes datos y representaciones gráficas de tiendas de carnicería, pero en ellas no se alude nunca a productos cárnicos en particular (Möhler, 1984). La preparación

de productos curados, embutidos y similares quedaba reducida al ámbito doméstico o se limitaba a unos pocos productos resultantes de los sacrificios caseros (Möhler, 1984).

En la edad media la manufactura de los productos cárnicos y embutidos la realizaba un conjunto de profesionales llamados “charcuteros”, “salchicheros”, “morcilleros”, que se confundían con los potajeros, asadores y cocineros. Todos ellos debían comprar la carne a los carniceros, en Francia se solía celebrar la fiesta llamada “Feria de los jamones” que tenía lugar tradicionalmente el martes santo en el atrio de Notre Dame (Durand, 2002).

En 1476, en Francia una ordenanza obligaba a los charcuteros a presentar una obra maestra de su especialidad y pagar 20 sueldos para ser recibidos en la maestría. En 1513, una nueva ordenanza les permitió comprar cerdos sin pagar a los carniceros como intermediarios y la profesión se estructuró (Durand, 2002).

Con la llegada de la época de los descubrimientos y al tener que cargar los barcos con comestibles de larga conservación se produjo un nuevo auge de los productos embutidos y salazones, los principales alimentos de los hombres del mar fueron la carne curada y los bizcochos (Möhler, 1984). Pero con el florecimiento de las ciudades (siglos XII al XV) la industria de los embutidos adquirió gran importancia, ciudades como Augsburgo, Frankfurt y Nüremberg, en Alemania tenían gran actividad en la elaboración de embutidos; así nació la “pelota embutida” de Nüremberg y la salchicha de Frankfurt (Möhler, 1984).

Los primeros conserveros de carne en USA (hacia 1650), fueron los granjeros de Nueva Inglaterra entre ellos William Pynchon que comenzaron a conservar en sal no sólo la carne de cerdo y vacuno, también de venado y oso (Price, 1994). Sam Wilson utilizó la salazón, para lo cual empleó barriles limpios de madera y bajas temperaturas en la conservación de carne de vacuno, que vendía al ejército de los Estados Unidos durante la guerra de 1812, estos barriles tenían estampada las siglas “US” que significaba Uncle Sam, por lo que la carne pronto fue conocida como carne del tío Sam (Price, 1994).

La era de la refrigeración con hielo natural concluyó a finales de 1800; con el

desarrollo de esta tecnología por expansión directa de amoníaco, el procesado de la carne pudo extenderse a todo el año, hacia esas fechas también se inició la mecanización en el despiezado en los mataderos y procesado de la carne (Price, 1994).

El desarrollo moderno de la preparación de productos cárnicos comienza hacia mediados del siglo XIX y se halla estrechamente relacionado con la creciente industrialización y liberación del comercio y circulación de mercancías (Möhler, 1984). El dominio de la esterilización, las latas metálicas y el frío artificial fueron factores importantes que contribuyeron a la expansión de la industria cárnica (Durand, 2002). Es así como en la actualidad el empleo de materiales criogénicos para enfriar carnes y embutidos proporciona el medio para conseguir una atmósfera modificada, inhibiendo el crecimiento microbiano, sirviendo al mismo tiempo de fuente de refrigeración (Price, 1994).

Los fabricantes de embutidos, aunque respetuosos con la tradición, no cesan de innovar tanto las fórmulas de fabricación, como los modos de presentación. Ellos han sabido plegarse a las exigencias de los consumidores cuyo modo de vida ha cambiado con el ritmo en las ciudades y el trabajo de las mujeres, por lo que ofrecen productos que procuran placer en su consumo, seguridad, aporte nutritivo, resultando ser prácticos y al mismo tiempo respetando los valores étnicos y religiosos (Durand, 2002).

La fabricación de embutidos ofrece, dentro del sector de productos cárnicos procesados, una oportunidad sin par para el desarrollo de nuevos productos, enfrentando retos como son el elevado nivel de competitividad, mayor seguridad sanitaria, mejor diversidad de productos y escasez de mano de obra cualificada (Essien, 2005). Cualquier alarma alimentaria en la que esté involucrada la carne tiene un efecto directo sobre la fabricación y el mercado de embutidos (Essien, 2005).

Algunos productos cárnicos procesados de ave como: salchichas, nuggets, jamón y hamburguesas ganan terreno en América del Norte, Unión Europea, Asia y América del sur (Richardson y Mead, 1999). Actualmente todos los fabricantes importantes de salchichas tienen dentro de su línea de producción al menos uno de ave; mientras que los más pequeños se han convertido en grandes innovadores de salchichas de

pollo (como son la tipo tai, caribeña, tandoori o toscana), con poca grasa, ingredientes exóticos como coco, jengibre, maíz, yogurt, manzana, arándanos, ron, vino blanco hierbas y especias frescas entre otros (Richardson y Mead, 1999).

Así los productores o fabricantes de embutidos cuyos sistemas de manufactura sean muy flexibles para modificar y extender sus líneas de producción, desde un embutido tradicional o uno novedoso tendrán un excelente mercado a futuro (Essien, 2005). Los sabores étnicos o exóticos tendrán un papel importante en el desarrollo de un embutido nuevo, ya que cada día hay más personas que viajan a otros países y prueban sabores y aromas nuevos. La carne blanca de ave, se usa cada vez más en la elaboración de embutidos por sus propiedades funcionales y saludables (Richardson y Mead, 1999).

4.7.1 Química del curado de la carne y aspectos tecnológicos en la elaboración de jamón y salchicha

En la elaboración de productos cárnicos la materia prima más importante es el tejido muscular de los animales destinados a consumo humano (ganado bovino, porcino, avícola, etc.). Debiendo vigilar y cumplir la normatividad correspondiente las autoridades federales mediante inspecciones sanitarias en los rastros y obradores certificados y autorizados ya sea antes y después del sacrificio del animal, en la obtención de las canales y despiezado de la misma, y en la elaboración de productos cárnicos, algunas normas oficiales mexicanas vigentes al respecto son; NOM-194-SSA1-2004-Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de los animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio, NOM-030-ZOO-1995-Especificaciones y procedimientos para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación zoosanitaria. NOM-213-SSA1-2002-Productos cárnicos procesados, Especificaciones sanitarias. Métodos de Prueba. NOM-120-SSA1-1994-Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos. Bebidas alcohólicas y no alcohólicas. NMX-FF-105-SCFI-2005-Productos pecuarios, carne de conejo en canal, calidad de la carne y clasificación.

La calidad de los productos cárnicos va a depender de la correcta utilización y de la calidad en si misma de las materias primas. Conociendo como esta constituida y las

propiedades funcionales de la carne podemos obtener o manufacturar un mejor producto derivado de la carne de conejo (Mendoza, 1990). La carne deberá recibirse en condiciones de refrigeración, efectuarle pruebas de frescura tales como el pH y humedad, evitando que tengan contacto con superficies sucias, de tal manera que no exista contaminación, así mismo almacenarse en frío en caso de no ser utilizada en ese momento (Climént, 1981). Las tecnologías para realizar tanto jamón cocido como salchichas de cerdo, se pueden adaptar fácilmente a la elaboración de los mismos a partir de carne de conejo. Estos nuevos productos por normatividad se tendrán que denominar producto tipo jamón cocido a base de carne de conejo y producto tipo salchichas a base de carne de conejo.

El curado se refiere a un método de conservación de carnes y pescados muy antiguo que ha ido perfeccionándose, lo que ayuda a mejorar el color y sabor de la carne por adición de sal común (cloruro de sodio) la sal actúa como deshidratador de la carne, las sales de cura (nitrito y nitrato de sodio) que imparten color y sabor característico y la azúcar que ayuda a contrarrestar el sabor salado del producto final (Mendoza, 1990). Además se agregan otros ingredientes que mejoran las propiedades organolépticas y funcionales del jamón como son: reductores del medio (ácido ascórbico o eritórbico), que evitan la oxidación del compuesto nitrosomioglobina que da el color característico rojo-rosa a la carne curada, potenciadores del sabor (glutamato monosódico), captadores de agua como las mezclas de fosfatos de sodio que evitan la pérdida de agua en la carne, por la cocción prolongada del producto y condimentos en polvo (cebolla y/o ajo) para resaltar el sabor de la carne (Mendoza, 1990).

El color de la carne fresca antes de ser curada, se debe fundamentalmente a la presencia de mioglobina (pigmento de naturaleza proteica), la cantidad de esta va a depender de la raza, naturaleza del músculo y edad del animal (Durand, 2004). Se trata de una proteína constituida de dos partes la globina (cadena con 153 residuos de aminoácidos) y un grupo hemo ó hem, que es un anillo de tetraporfirina con un átomo de hierro en el centro con estado de oxidación +2 ó +3 (Huheey, 1997; Durand, 2004; Ruiz y López-Bote, 2005). La cantidad de mioglobina existente es la responsable de la intensidad del color de la carne, lo que se conoce como saturación del color; mientras que el estado en qué se encuentre el hierro en el compuesto

(oxidado o reducido), así como los ligandos que se encuentren unidos a dicho átomo de hierro y su proporción, determinan el tinte, es decir, la tonalidad cromática que presente la mioglobina (rojo vivo, púrpura, pardo). En la carne fresca, las formas químicas que aparecen son la oximioglobina (hierro reducido y ligando una molécula de oxígeno), la metamioglobina (hierro oxidado ligando agua) y la deoximioglobina o mioglobina nativa (hierro reducido, sin ligandos), (Ruiz y López-Bote, 2005).

La oximioglobina presenta una coloración rojo brillante, asociada al color de la superficie de la carne fresca, la deoximioglobina tiene una coloración purpúrea, y se encuentra en la profundidad de la carne, donde el oxígeno no llega por difusión (Ruiz y López-Bote, 2005) y por último, la metamioglobina se asocia a bajas presiones parciales de oxígeno, pH ácidos y a la presencia de condiciones prooxidantes, condiciones todas ellas paralelas a la pérdida de frescura de la carne. De hecho, la aparición de coloraciones parduzcas como consecuencia del incremento en la concentración de metamioglobina es uno de los indicadores más utilizados por el consumidor para determinar el grado de frescura de la carne (Ruiz y López-Bote, 2005).

En la reacción química general del curado (en el tejido muscular) una molécula de óxido nítrico sustituye a la molécula de agua que está unida al átomo de hierro (Fe^{+2}) del grupo hem del pigmento mioglobina sin que cambie aparentemente el estado de oxidación de dicho elemento, formando un derivado de óxido nítrico: el nitrosomioglobina ó nitrosilmioglobina, responsable del color rosa presente en todas las carnes sometidas a proceso de curación (Fig. 6) (Covarrubias y Hernández, 1986; Carballo, 1991; Ruiz y López-Bote, 2005).

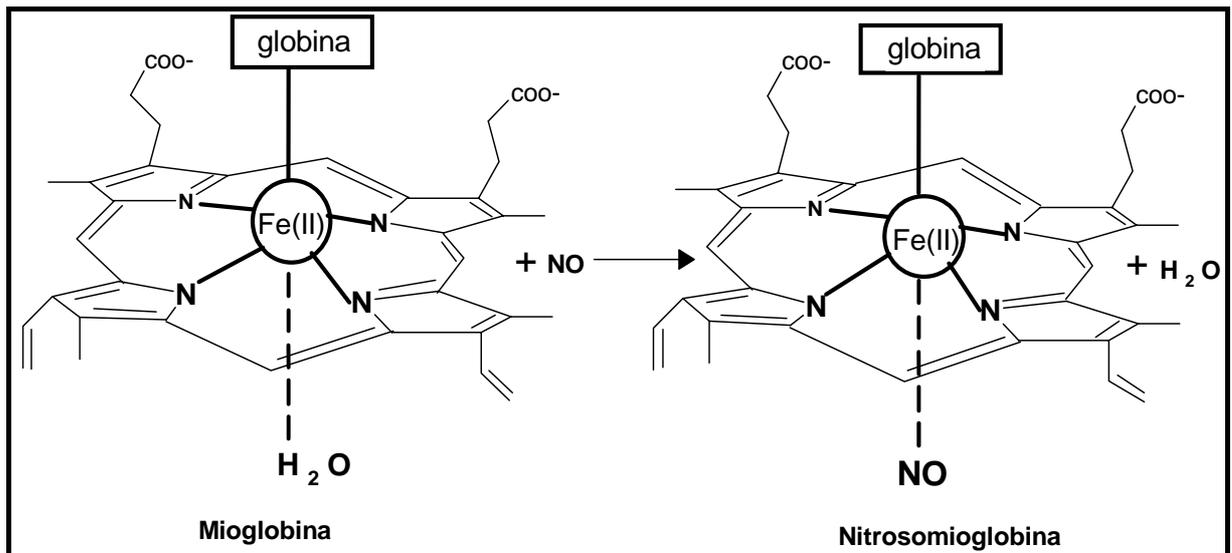


Fig.6. Reacción química general del curado.

La formación de nitrosilmioglobina involucra diferentes pasos, que van de la formación del óxido nítrico (NO), a partir de la disociación de sales de nitrito de sodio ó potasio (NaNO_2 ó KNO_2) en el medio cárnico acuoso para liberar el anión nitrito (NO_2^-) y la oxidoreducción de este por la acción de un agente reductor NADH que sirve de formador y transportador del óxido nítrico (NO) hasta la mioglobina (Mb) según Durand (2004) y Frouin *et al.* (1976), como se muestra en las reacciones 1 y 2.

REACCIONES BIOQUÍMICAS DEL CURADO EN EL MÚSCULO:

- 1.- $\text{NaNO}_2 + \text{H}^+ \text{OH}^- \rightarrow \text{H}^+ \text{NO}_2^- + \text{Na}^+ \text{OH}^-$
- 2.- $\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{Reductor-NADH} \rightarrow \text{Reductor-NADH-NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 3.- $\text{MbFe(II)} + \text{Reductor-NADH-NO} \rightarrow \text{Reductor-NADH} + \text{MbFe(III) NO} + \text{e}^-$
- 4.- $\text{MbFe(III) NO} + \text{Reductor-NADH} + \text{e}^- \rightarrow \text{MbFe(II) NO} + \text{Reductor-NADH} + \text{H}^+$

En la reacción 3, el óxido nítrico se fija sobre la mioglobina (Mb) con oxidación de Fe^{+2} a Fe^{+3} , el compuesto formado MbFe(III)NO , el cual es de color gris pardo y se llama nitrosometamioglobina. Finalmente en la reacción 4, la nitrosometamioglobina se reduce y forma por acción del calor ó de un reductor natural en la carne como NADH, ferrocitocromo c, el nitrosilmioglobina ó nitrosomioglobina MbFe(II)NO pigmento que imparte el color rosado a la carne (Durand, 2004; Frouin *et al.*, 1976; Carballo, 1991).

Por su parte Frouin *et al.* (1976) Han demostrado que en productos crudos la estabilidad de nitrosomioglobina es débil, en los secos es más larga, mientras que en los cocidos se produce la ruptura de la molécula, por lo que se separa el grupo hemo y se desnaturaliza la globina, siendo el colorante el núcleo tetraporfirínico con el Fe^{+2} y dos radicales NO; así Hemo-Fe(II) (NO)₂.

Esta establecido en la norma que la cantidad de nitritos para curar productos cárnicos no debe sobrepasar de 156 ppm ó 156 mg/Kg en el producto final (NOM-122-SSA1-1994), ya que los nitritos y las aminas secundarias de la carne reaccionan con los jugos gástricos formando nitrosaminas como la dimetilnitrosamina, esto las convierten en sustancias muy cancerígenas (Prandl, 1994). La importancia del uso de nitritos radica en que inhibe selectivamente el desarrollo de *Clostridium botulinum*, bacteria patógena alimentaría que aparece en productos cárnicos mal procesados produciendo neurotoxinas altamente letales, paralizando el sistema nervioso y músculos del aparato respiratorio y cardíaco (Revert *et al.*, 2002). Los nitritos imparten el color rosa característico a los productos cárnicos y contribuyen al sabor e intensidad en tales productos (Carballo, 1991; Girard, 1991). El curado de la carne con sales de nitrito (NaNO₂) se acompaña siempre de la adición de ácido ascórbico ó eritórbico ó sus sales, que se añaden a dosis de 300 a 500 mg/Kg de carne, con el fin acelerar el curado y de tener un medio muy reductor para estabilizar por más tiempo los pigmentos que dan la coloración roja-rosado a la carne curada. (Durand, 2004).

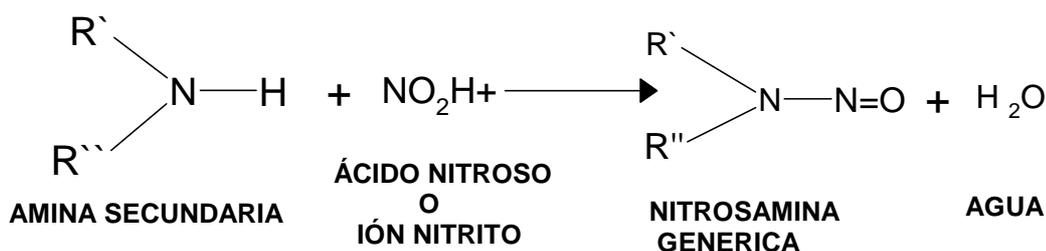


Fig.7. Reacción de formación de nitrosamina.

Para la elaboración del jamón se requiere del troceo de la carne, en donde ésta se corta en tamaños medianos y chicos, teniendo cuidado de no utilizar cartílago, ligamentos ó tendones, ya que gelatinizan durante la cocción del producto afectando las firmeza, textura y presentación del jamón cocido. Posteriormente se adicionan

sales de cura y los demás ingredientes. Existen varios métodos de curado que de acuerdo con Mendoza (1990) son la frotación, inyección y masajeo

El éxito de la frotación va a depender de la velocidad de difusión de la sal y de los otros ingredientes de la salmuera, si es lo suficientemente rápido, evitará la descomposición de la carne, durante este método la mayor parte de la contaminación de la carne se encuentra en la superficie de ésta, por lo que da buenos resultados; sin embargo, la distribución de la salmuera no es tan homogénea en todo el corte.

La inyección se puede hacer con una sola aguja o con un sistema múltiple de agujas; en este caso se incorpora la salmuera por el sistema circulatorio de la carne, distribuyese de manera más homogénea en el corte.

El masajeo se hace a presión atmosférica, colocando la carne en un tanque y adicionando la salmuera por medio de unas paletas, incorporando la salmuera mediante movimiento, con este proceso se logra acelerar la curación. En el mercado existen masajeadoras al vacío, con lo cual se logra que los tejidos se abran y penetre la salmuera rápidamente.

El forjado consiste en acomodar las piezas de carne en una bolsa de tela de algodón o plástico que se colocan en un molde metálico con tapa para ejercer presión sobre la misma, el molde o funda debe estar perfectamente limpia, así como eliminar el aire atrapado en los huecos ejerciendo presión. El cocimiento puede realizarse en agua caliente o a vapor en cocedores metálicos, para lo cual el agua empleada deberá ser de buena calidad química y bacteriológica. El uso de aguas duras afectará negativamente la textura del jamón. La temperatura de cocimiento debe aumentar de manera escalonada, hasta obtener una temperatura interna del jamón de 68°C para asegurar la destrucción de la mayor cantidad de microorganismos patógenos, principalmente *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Lysteria spp.*, cisticercos y triquina. Se recomienda que por cada kilogramo de carne se mantenga 1 hora de cocción para cada pieza (Mendoza, 1990).

En una etapa posterior al cocimiento se realiza un choque térmico en agua con hielo para disminuir la temperatura súbitamente, con este tratamiento se mejora la textura

de la carne, y se contribuye a inactivar bacterias patógenas que pudieran sobrevivir; lo anterior puede hacerse en un recipiente de plástico y agua fría con hielo. Posteriormente se almacenará en refrigeración (2-4°C), previo reprensado del jamón, pudiendo hacer el envasado al vacío.

En relación a la salchicha, esta se clasifica como un embutido escaldado y picado, constituido por carne magra, tejido graso y conjuntivo, hielo o agua en cantidades variables de acuerdo a la formulación. La carne para manufacturar salchichas debe tener una gran capacidad fijadora de agua, por lo que es preciso emplear carne de animales jóvenes y recién sacrificados; es decir, carne no madurada (Mendoza, 1990; AAPP, 2002). Se requiere de la adición de agua en el proceso, ya que si no, los productos finales serían muy secos; a su vez el hielo impide que la temperatura se eleve durante el picado por encima de 15°C lo que determinaría la desestabilización de la emulsión y facilitaría el crecimiento microbiano.

El picado favorecerá la liberación de las proteínas solubles, la homogeneización de los ingredientes; este procedimiento generalmente se hace en una "cutter". Siendo algunos factores a controlar: tipo de picadora, velocidad de las cuchillas, afilado de las mismas, incorporación de gases, temperatura de la mezcla cárnica y del local, la temperatura resultante de la pasta no deberá sobrepasar a 15°C (Mendoza, 1990). La emulsión se da entre el agua (fase continua) y las grasas (fase dispersa) donde las proteínas de la carne son los agentes emulsificantes. Dentro de estas las proteínas que son solubles en soluciones salinas (Actina y Miosina) son las que actúan para formar la emulsión.

Durante la preparación de la emulsión las proteínas disueltas en la grasa forman una matriz que encapsula a los glóbulos de grasa, interactuando con el agua formando una estructura más firme similar a un gel. El orden de adición es importante para lograr una buena emulsión, por lo que primero se pica la carne con agua y sales de cura (sal común y sal de nitrito de sodio) a una velocidad baja, una vez agregada toda el agua o hielo se añade la grasa, posteriormente los fosfatos, al final se agregan los ligantes o rellenos como almidón o fécula para fortalecer la emulsión y darle mayor estabilidad (Girard, 1991; Mendoza, 1990; AAPP, 2002).

Durante el proceso de embutido y atado se le da forma al producto rellenándolo en

fundas hechas de celulosa o poliamida, debiendo evitar la incorporación de burbujas de aire, además de controlar los diámetros y longitud de cada pieza de salchicha que se obtenga. Con el atado se tiene como objetivo separar en porciones iguales las piezas de salchicha; seguido se procede a la cocción o escaldado, en donde el producto se pone en agua caliente a 60-75°C durante 30 minutos, con este tratamiento se disminuye el contenido de microorganismos presentes en la pasta. Posteriormente se pone el producto en agua fría o hielo por 3 minutos, o hasta alcanzar una temperatura interna de 43°C, esto con la finalidad de lograr una deshidratación superficial de las piezas (salchichas) y con ello favorecer la separación de la funda, debido a la formación de una costra la cual es fácilmente desprendible. Finalmente se tiene el proceso de escurrido con el objeto de eliminar el exceso de agua que se hubiera retenido durante el enfriamiento. El producto se conserva en refrigeración a 2°C. Se puede empacar al vacío en bolsas de plástico, lo que garantiza un tiempo mayor de conservación y frescura del producto final (Mendoza, 1990).

4.8 Evaluación sensorial en los alimentos

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus* que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis (mediante jueces o personas entrenadas), resulta ser tan importante como los métodos químicos, físicos o microbiológicos, por su utilidad y la capacidad de decisión en el momento de introducir un nuevo producto al mercado de alimentos. Tiene como objetivo medir y cuantificar las características y atributos que contribuyen a la buena calidad de un producto terminado o ingrediente modelo, las cuales son percibidas por medio de los sentidos humanos. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que el evaluador que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, es decir, sus cinco sentidos. Podría pensarse, debido a esto último que las evaluaciones sensoriales no cuestan, lo cual es incorrecto, ya que se requieren diversos gastos como: horas-hombre, acondicionamiento y equipamiento del área de trabajo y de la muestra a analizar (Anzaldúa, 1994).

A través de la evaluación sensorial se valoran diferentes atributos o características tales como:

Apariencia: color, tamaño, forma, uniformidad, etc.

Olor: referente a los compuestos volátiles que contribuyen al aroma.
Sabor: dulce, amargo, salado, ácido.
Textura: dureza, viscosidad, granulosidad, porosidad, etc.
Sonido: crujiente, efervescente (aunque de poca aplicación en alimentos (Pedrero y Pangborn, 1989).

La evaluación sensorial hace uso de otras disciplinas científicas, como la física, química, estadística, fisiología y psicología, entre otras; por lo que se le ha ido valorando en la industria alimentaria y en laboratorios gubernamentales, universitarios, industria farmacéutica, industria de pinturas y tintes por mencionar algunos ejemplos (Pedrero y Pangborn, 1989).

Para realizar la evaluación sensorial de un producto terminado es necesario definir en primera instancia las propiedades sensoriales más importantes a evaluar, lo cual estará de acuerdo a las prerrogativas del estudio y objetivos, contemplando los costos necesarios. Se deberá buscar o construir una relación de medida, es decir, encontrar escalas o niveles de medición; en la actualidad existen algunos equipos que miden de manera directa algunas propiedades como por ejemplo el color, por lo que su utilización podría elevar los costos del estudio (Pedrero y Pangborn, 1989).

Lo primero a establecer es el objetivo, la naturaleza y características del alimento, así como la información que se desea obtener. En un segundo momento se deberá de establecer el tipo de escala a utilizar, la cual deberá ser de fácil comprensión y utilización, con instrucciones y preguntas concretas, imparciales y apropiadas al atributo que se desea medir.

Los ensayos de tipo hedónico, también conocidos como de aceptación o satisfacción de un producto, se emplean para evaluar el grado de aceptación o preferencia del mismo. Sin embargo, estos últimos no suponen lo mismo, ya que una persona puede preferir el producto A en relación al B, a pesar de que en ese momento encuentra que ambos son inaceptables (Ibáñez, 2001).

Existe una escala de 9, 7 y 5 puntos, que permite transformar las respuestas verbales a números para realizar posteriormente un análisis estadístico.

- gusta muchísimo
- gusta mucho
- gusta moderadamente
- gusta ligeramente
- Ni gusta ni me disgusta
- disgusta ligeramente
- disgusta moderadamente
- disgusta mucho
- disgusta muchísimo

La prueba consiste en solicitar al juez informe sobre el grado de satisfacción que le merecen los productos que tiene delante de él, optando por una categoría en la escala de los puntos seleccionados para cada producto presentado (Pedrero y Pangborn, 1989). Para el tratamiento estadístico se asignan números del 1 al 9. Una condición indispensable es que las diferencias entre intervalos sucesivos sean iguales para que el tratamiento estadístico por métodos paramétricos y no paramétricos sea válido. Las pruebas de aceptación sólo deben realizarlas personas inexpertas, seleccionadas simplemente en base a criterios demográficos y de usuarios del productos, un entrenamiento previo y específico alterará la prueba, sin embargo las personas consultadas deberán comprender las instrucciones y tener claro el procedimiento de la prueba.

5. MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo durante el periodo de junio a noviembre de 2005 en el laboratorio de Nutrición Animal de la Dirección de Nutrición Animal, del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán" (INCMNSZ); y en una granja experimental ubicada en el pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, Xochimilco, México, D. F.

La *Lemna gibba* (lentejilla de agua) fue recolectada en forma manual con zarandas, en los canales del pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, Xochimilco, México, D. F., donde crece de manera natural sin ninguna atención agronómica. Posteriormente se secó al sol (durante tres días) sobre bastidores. Una vez seca, se pasó por un tamiz para eliminar el material ajeno al estudio como musgo y lirio, por mencionar algunos. Se analizó la composición química (AQP, lípidos totales y perfil de ácidos grasos) de la planta acuática y se incorporó en la dieta de los conejos, en niveles de 0, 40 y 60%, formulando de acuerdo a las recomendaciones de proteína cruda, grasa, fibra cruda y energía del National Research Council (NRC, 1977) y de Lebas (1997) para animales en crecimiento y engorda. Tanto a las dietas experimentales como al alimento comercial para conejos en engorda "conejina de Purina^{MR}", se les realizaron los análisis químicos antes mencionados. Se utilizaron 10 animales por dieta, con un total de 40 conejos raza Neozelandesa, machos recién destetados y desparasitados. Una vez que los animales alcanzaron el peso de mercado (2.4 Kg aproximadamente), en un tiempo de 2 meses aproximadamente, fueron sacrificados por el método de desnucamiento, con lo cual se tuvieron 4 dietas con 10 conejos por cada dieta. Se removió piel, patas delanteras, traseras y cabeza y se evisceraron todos los conejos, obteniéndose las canales y almacenándolas inmediatamente en cámara de refrigeración, para su posterior procesado en jamón cocido y salchicha tipo Viena.

En el cuadro 10 se muestra la formulación de las 4 dietas experimentales.

Cuadro 10. Formulación de las dietas experimentales

INGREDIENTES (%)	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)
<i>Lemna gibba</i> (deshidratada)	0	40	60
<i>Shoenoplectus americanus</i> (Zacaltule)	0	28	24
Alfalfa	22.13	3	0
Sorgo	7.18	5	5
Pasta de soya	14.4	3	0
Salvado de trigo	35.21	0	0
Melaza	20	20	10
Minerales y Vitaminas	1	1	1

5.1 Muestreo de la carne y los productos cárnicos

Una vez obtenida la canal de los animales para las cuatro dietas, se tomaron aproximadamente 50-60g de carne de las diferentes partes de la canal (antes de ser procesada a jamón cocido y salchicha tipo Viena), la cuál se molió en extractor Moulinex^{MR} y se guardó en frascos herméticos de plástico en una cámara de congelación, para su posterior análisis químico.

En cuanto al jamón cocido y salchichas tipo Viena derivados de las dietas experimentales, se compararon con un producto comercial a base de carne de pavo. Para los análisis químicos se tomó una muestra representativa 50-60g de producto terminado, la cual se molió en extractor Moulinex^{MR} y se guardó en una cámara de congelación en frascos herméticos de plástico para su posterior análisis químico.

Los análisis químicos realizados fueron: humedad, proteína cruda y lípidos totales, por los métodos descritos por la AOAC (1995). Los ácidos grasos de cadena media y larga se analizaron por cromatografía de gases en columna capilar (AOAC, 1995), mientras que el colesterol fue por cromatografía de gases en columna capilar de acuerdo al método de Fenton y Sim (1991). Los análisis se realizaron por duplicado para carne y por triplicado para los productos cárnicos.

5.2 Elaboración de los productos cárnicos

Los productos cárnicos se elaboraron en la planta piloto del Departamento de Tecnología de Alimentos, de la Dirección de Nutrición del INCMNSZ de acuerdo a las recomendaciones de la metodología de Mendoza (1990); el jamón cocido se elaboró con la carne obtenida del rendimiento de dos canales de conejo (1.8 Kg de carne), para hacer jamones de 1 Kg aproximadamente con lo cual se obtuvieron 5 jamones por dieta. Para la elaboración de aproximadamente 1 Kg de salchicha tipo Viena se ocupó el resto de la carne del rendimiento de dos canales (0.8 Kg), con lo cual se obtuvieron aproximadamente 5 Kg de salchicha por dieta.

Los atributos medidos durante la evaluación sensorial fueron sabor y textura para cada producto; jamón cocido y salchicha tipo Viena a base de carne de conejo alimentados con las cuatro dietas, y se comparó con un producto comercial en base a carne de pavo y se realizó en el Laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Tecnología de Alimentos de la Dirección de Nutrición, del INCMNSZ, de acuerdo con el método propuesto por Pedrero y Pangborn, (1989). La medición de sabor y textura se realizó con la aplicación de un cuestionario que incluyó una escala hedónica de siete niveles de aceptación, a 30 jueces no entrenados, seleccionados al azar (anexo 1).

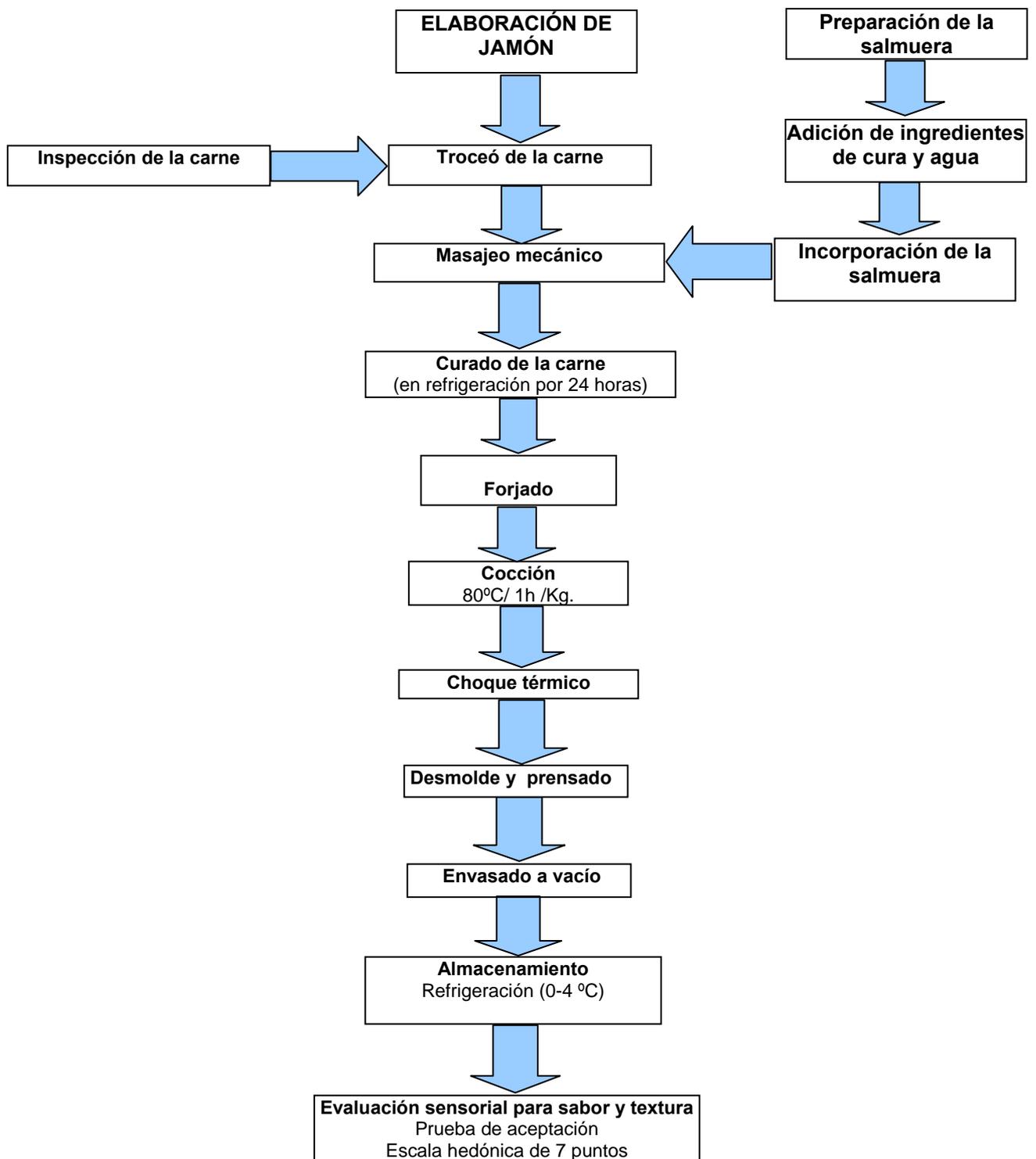
5.3 Análisis estadístico:

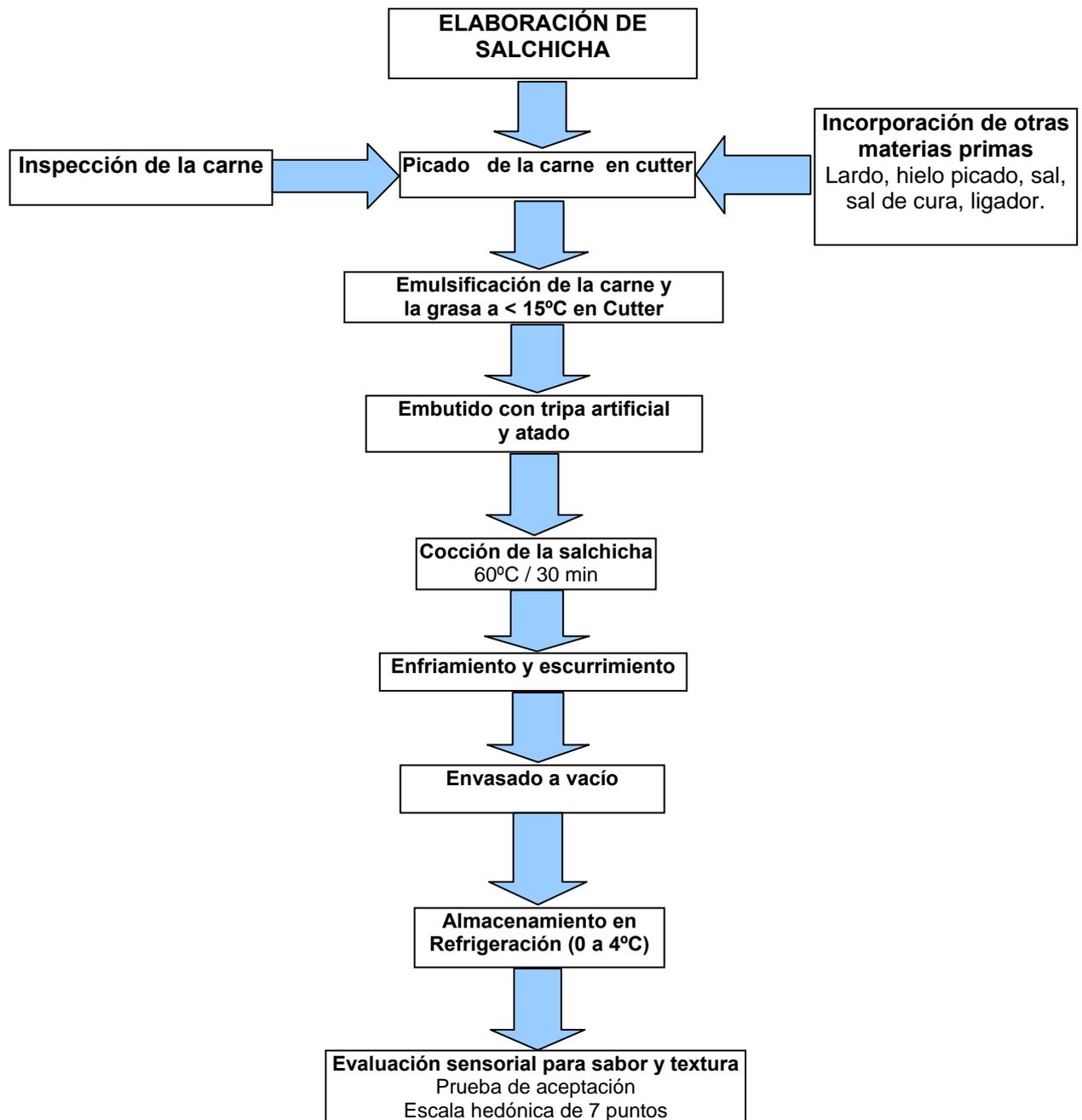
Los resultados de la evaluación química de la carne de conejo se analizó mediante el análisis de varianza para un diseño completamente al azar (Gill, 1978) de cuatro tratamientos con diez repeticiones cada uno. La diferencia múltiple de medias se hizo empleando la prueba de Tuckey con un nivel de significancia de 0.05, mediante los procedimientos PROC ANOVA, con el apoyo del programa Statistics Analysis System (SAS, 1997).

Los resultados de la evaluación química en productos cárnicos se analizó mediante un análisis de varianza para un diseño completamente al azar (Gill, 1978) de 5 tratamientos con 5 repeticiones cada uno. La diferencia múltiple de medias se hizo empleando la prueba de Tuckey con un nivel de significancia de 0.05, mediante los procedimientos PROC ANOVA, con el apoyo del programa Statistics Analysis System (SAS, 1997).

En el caso de las pruebas de evaluación sensorial, se empleó un diseño de análisis de varianza completamente al azar de 5 tratamientos con 30 repeticiones cada uno. Los datos se analizaron con estadística no paramétrica mediante la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia $P < 0.05$. La diferencia entre medias se hizo empleando la prueba de Tuckey con un nivel de significancia de 0.05, con el apoyo del programa Statistics Analysis System (SAS, 1997).

5.5 DIAGRAMA GENERAL DE LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS A BASE DE CONEJO





6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

6.1 Lemna gibba y Dietas Experimentales.

En el Cuadro 11 se muestra la composición química de la planta *Lemna gibba*. Se puede observar que los valores de humedad son muy elevados, por lo que se requiere deshidratar la planta para su conservación e inclusión dentro de una dieta balanceada en forma integral. Así mismo el contenido de proteína cruda es alto, por lo que puede considerarse como una fuente proteica para la alimentación animal, requiriendo combinar este recurso con fuentes energéticas, dado que el valor de energía y lípidos totales es bajo; sin embargo, es de considerarse el porcentaje que presenta de ácido alfa-linolénico (C18:3), así como el total de ácidos grasos poliinsaturados, los cuales se encuentran en una proporción de 54.7%, mientras que los saturados representan únicamente el 22%.

CUADRO 11. ANÁLISIS QUÍMICO DE LEMNA GIBBA

COMPUESTO:	(g/ 100g)	*PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS	% del total de ácidos grasos
HUMEDAD	92.37	Ácido Esteárico (C18:0)	4.21
MATERIA SECA	7.63	Ácido Oléico (C18:1)	11.16
		Ácido Linoleico (C18:2)	15.83
		Ácido Alfa- Linolénico (C18:3)	34.98
PROTEINA CRUDA *	29.94	Ácido eicosapentenoico EPA	0.99
LÍPIDOS TOTALES *	2.67	Ácido docosahexenoico DHA (C22:6)	0.95
CENIZAS*	19.15	Otros ácidos grasos	31.87
FIBRA NEUTRO DETERGENTE*	26.76	PROPORCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS:	
CARBOHIDRATOS*	12.27	Saturados (%)	22.10
ENERGIA BRUTA (kcal/g)*	2.84	Monoinsaturados (%)	23.13
		Poliinsaturados (%)	54.77
		Ácidos grasos totales (mg/100g muestra en base seca)	1238.499

* En Base seca.

Los resultados de la composición química y del perfil de ácidos grasos (como porcentaje del total de lípidos presentes) de las dietas experimentales se presentan en los Cuadros 12 y 13. En estos se puede observar que las dietas cubren con las recomendaciones del NRC (1997), para conejos en engorda. La dieta comercial control presentó menor cantidad de proteína cruda en relación a las dietas experimentales y mayor cantidad de energía y lípidos totales, sin que esto afectara el crecimiento de los animales; por otra parte, la fibra cruda estuvo en proporción adecuada para el funcionamiento digestivo de conejo. Así mismo se puede ver que la dieta 1 presentó mayor proporción de los ácidos grasos poliinsaturados, seguidos de los monoinsaturados y finalmente de los saturados en relación a las que contenían *Lemna gibba*, correspondiendo esto a los ingredientes empleados en la formulación de las mismas. Conforme se incrementó el porcentaje de lemna en la dieta se observa que disminuyen los ácidos oléico y linolénico, mientras que el ácido alfa-linolénico se incrementó, al igual que EPA y DHA; siendo las proporciones para estos ácidos en las diferentes dietas (0, 40 y 60% de *Lemna gibba*) de: 30.66, 21.84 y 13.52% de ácido oléico; 45.54, 23.07 y 17,76% para linolénico; mientras que en el alfa-linolénico fue de 5.68, 19.82 y 36.60%; La proporción de EPA y DHA fue de 0.21, 0.71 y 0.74%; 0.13, 0.49 y 0.97% respectivamente.

Cabe mencionar que Cobos *et al.* (1993) reportaron el porcentaje de ácidos grasos para una dieta comercial estándar en donde predominaron los ácidos grasos Linoleico (52.9%), Palmítico (15.6%), Oléico (14.4%) y Linolénico (13.1%), en este trabajo no fue representativo el palmítico, dado que no se adicionó grasa animal.

CUADRO 12. Análisis Químico de las dietas experimentales

COMPUESTO	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL
MATERIA SECA (g/ 100g)	90.8	89.64	90.65	93.46
HUMEDAD (g/100g)	9.2	10.36	9.35	6.55
PROTEINA CRUDA (g/100g M.S.)	18.8	19.50	18.44	16.41
LÍPIDOS TOTALES (g/100g M.S.)	2.70	2.03	2.27	3.50
CENIZAS (g/ 100g M. S.)	12.4	19.81	21.35	10.02
FIBRA CRUDA (%)	38.4	41.74	41.75	40.31
CARBOHIDRATOS (%)	27.7	16.93	16.18	29.75
ENERGIA (kcal/g)	3.4	3.09	3.22	3.51

M. S.: Materia Seca.

Los análisis se realizaron por duplicado.

CUADRO 13. Porcentaje de los principales ácidos grasos presentes en las dietas experimentales.

	TRATAMIENTOS		
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)
*ÁCIDOS GRASOS (%)			
Ácido Esteárico (C18:0)	5.81	7.17	5.285
Ácido Oléico (C18:1)	30.66	21.84	13.525
Ácido Linoleico (C18:2)	45.54	23.067	17.761
Ácido Alfa- Linolénico (C18:3)	5.679	19.816	36.60
Ácido eicosapentenoico EPA (C20:5)	0.2119	0.7154	0.7430
Ácido docosahexenoico DHA (C22:6)	0.1358	0.4896	0.9769
Otros ácidos grasos	11.9633	26.902	25.1091
PROPORCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS:			
Total de saturados (%)	14.87	23.93	21.68
Total de monoinsaturados (%)	32.50	28.84	19.18
Total de poliinsaturados (%)	52.62	47.22	59.14
Ácidos grasos totales (mg/100g dieta)	1507.95	747.47	958.47

* Para el porcentaje se consideró la cantidad de ácidos grasos totales, de todo el perfil. Los análisis se hicieron por duplicado.

6.2 Carne de conejo obtenida a partir de las dietas experimentales

Los resultados de la composición química de la carne (humedad, proteína cruda, lípidos totales y colesterol) se presentan en el cuadro 14, se puede observar que la humedad en las diferentes dietas fue superior al mencionado por González (2004) y aumentando significativamente en las dietas experimentales en relación a la

comercial; así mismo, en esta última dieta la carne presentó mayor contenido de grasa, lo que coincide con Lebas (1997) quién mencionó que a mayor contenido de grasa en la carne de conejo, se presenta un menor contenido de agua. Por su parte Bello (1999) informó un valor menor de humedad en la carne de conejo 69.6%, mientras que Muñoz y Ledesma (2002) 70.4%, mientras que Corino *et al.* (2006) mencionaron un valor más elevado de 74.06% y Dalle-Zote (2002) indicaron un intervalo de 66.2 % a 75.3% de humedad.

En cuanto al contenido de proteína cruda, se puede ver que no hubo diferencia significativa entre las diferentes dietas, encontrándose dentro del rango que va de 20 a 25% publicado por diferentes autores como González (2004), Muñoz y Ledesma (2002), USDA (2004), Lebas (1997) y Bello (1999).

En relación a otras especies animales, como el cordero, pollo, borrego y cerdo, se observa un mayor contenido de proteína cruda en carne de conejo, lo que favorece a esta última. Los valores de proteína en carne de diversas especies pueden variar debido a la raza y régimen de alimentación; así por ejemplo, se menciona que la carne de cordero contiene de 11% a 16% (González, 2004), la de pollo de 17% a 18% (De Almeida *et al.*, 2006; Muñoz y Ledesma, 2002), mientras que la de borrego y de cerdo magra poseen 19% y 19.8% respectivamente (Muñoz y Ledesma, 2002; Dalle-Zote, 2002). Por otra parte especies como res, ternera y pavo se encuentran entre 20% a 21% de proteína cruda, valores similares a la carne de conejo publicados por Muñoz y Ledesma (2002), y Bello (1999). Carnes exóticas como la carne magra de iguana y de armadillo presentan un 24.4% y 29% de proteína respectivamente, superior a la reportada para conejo (Muñoz y Ledesma, 2002).

Los lípidos totales disminuyeron significativamente en carne proveniente de dietas con inclusión de *Lemna gibba*, en comparación con la dieta 1 (0%) y dieta comercial control, la cual presentó los valores más elevados de lípidos en carne, cuadro 14; este compuesto presente en la carne de todas las dietas del estudio, fue similar al mencionado por González (2004) para esta especie animal (3 a 8%); los cuales pueden variar dependiendo de la edad y alimentación de los animales, lo que se observó en este trabajo, en donde a mayor cantidad de planta acuática, menor concentración de lípidos, aunque no hubo evidencias de diferencias significativas entre las dietas experimentales. Hay autores que mencionan que también existen

variaciones dependiendo del músculo, distribuyéndose en mayor o menor medida dependiendo del tipo de corte de carne en la canal. Es así que Hernández *et al.* (2004) encontraron que en pierna trasera de conejo, el porcentaje de lípidos fue de 3.59%, mientras que Fernández-Esplá y O`neill (1993) obtuvieron un valor de 1.77% de lípidos para la misma pieza. De Almeida *et al.* (2006) también observaron variaciones dependiendo del músculo analizado: *Semimembranosus* 3.08% y *Bíceps femoris* 8.75%. Este estudio como se mencionó en material y métodos, se mezclaron todos los músculos, por lo que no se especifica el músculo, sino que los valores corresponden a la carne de canal que van de 2.62 a 8.44% (Cuadro 14).

Es importante mencionar que la dieta comercial presentó mayor cantidad de energía proveniente de lípidos y extracto libre de nitrógeno, mientras que las dietas con lemna, fue a partir de fibra neutro detergente, proteína y carbohidratos, cuadro 12, lo cual dio como resultado una canal más magra. Fisiológicamente el conejo además de ser un animal herbívoro, presenta dos ciclos de digestión para los alimentos. El primero diurno (ciclo normal de digestión en mamíferos) y un segundo ciclo que es nocturno llamado cecotofia, en donde el animal obtiene los cecotofos con compuestos que serán digeridos nuevamente como son proteínas, carbohidratos y algunos lípidos que no fueron degradados en su totalidad por su paso por el estómago e intestino en el primer ciclo de digestión, aprovechando al máximo el alimento. Se ha considerado que la digestión cecal del conejo, podría compararse en importancia a la rumia en el caso de los rumiantes (González, 2004; Lebas, 1997).

Una de las tendencias actuales de los consumidores de carnes en el mercado es la de buscar productos magros, es decir, que su contenido de grasa sea menor; y de esa manera disminuir el consumo de ácidos grasos saturados que están presentes en mayor proporción en la grasa de origen animal, ya que a estas se les ha asociado con enfermedades cardiovasculares; por lo que lograr productos de origen animal con menor cantidad de grasa y de ácidos grasos saturados conlleva a un beneficio social.

En el cuadro 14 se puede observar que la carne proveniente de las dietas con inclusión de *Lemna gibba* al 40% y 60% fue muy magra. Por ejemplo para otras

especies animales, Muñoz y Ledesma (2002) han publicado un contenido de lípidos totales en cortes magros en res de 6.3%, ternera 8%, cerdo 13.2%, pavo 8%, pollo 15%, borrego magro 6.1% y venado 4%. Por su parte Mataix (2004) reportó 4% y 3% de lípidos para carne de cerdo y pollo respectivamente y Park *et al.* En (1991) reportó de 2.03% a 2.27% de lípidos en carne de cabra, todos estos valores son muy cercanos a los obtenidos en este estudio para carne de conejo alimentado con dietas con inclusión de *Lemna gibba* al 40% y 60%.

Algunos factores además de la alimentación que pueden influir en la composición de lípidos totales en carne son la raza y edad del animal, Cambero *et al.* (1991) demostraron que carne de conejos híbridos y de raza neozelandesa obtuvieron valores de lípidos de 5.91- 7.01% y de 6.52- 10.49% respectivamente, los primeros mostraron menor tendencia a acumular grasa, en un experimento en donde fueron alimentados con un mismo tipo de alimento y con edades de 50 y 70 días de sacrificio en ambas razas. Los conejos en el presente estudio fueron sacrificados a los 60 días de edad y la carne obtenida de las dietas experimentales y dieta 1 (0%), mostraron ser bajas en lípidos totales, lo que coincide con Lebas (1997) y Hernández *et al.* (2004) quienes mencionaron que a menor edad de sacrificio, los animales presentan menor contenido graso en la carne; sin embargo, en la dieta comercial los animales presentaron el mayor porcentaje de lípidos debido a la cantidad de energía que contiene dicho alimento. Así mismo, se menciona que otro de los factores que influyen en el contenido de grasa intramuscular es el sexo. Por ejemplo, Polak *et al.* (2006) encontraron en conejos alimentados con alimento comercial valores de 5.7 g de lípidos para hembras, mientras que para machos fue de 5.2g.

Dependiendo del tipo de músculo se depositará mayor o menor cantidad de lípidos. Hernández *et al.* (2004) encontraron que en pierna trasera de conejo, el porcentaje de lípidos fue de 3.59%, lo que coincide con lo mencionado por Pla *et al.* (1998), que además obtuvieron mayor cantidad de lípidos en la pierna delantera en relación a la trasera (6.5% y 3.25% respectivamente); para el músculo *Longissimus dorsi*, el valor fue de tan solo 0.94%. Por su parte Fernández-Esplá y O`neill (1993) obtuvieron un valor de 1.77% de lípidos en pierna. En este estudio como se mencionó en material y métodos, se mezclaron todos los cortes del conejo, sin separar el tejido graso, por lo que el valor de lípidos totales es representativo de

toda la canal de conejo y que va de 2.62% y 8.44%, dependiendo de la alimentación, cuadro 14.

El colesterol en carne de conejo, cuadro 14, estuvo entre 66 y 72.5mg /100 g de muestra, sin que se encontraran diferencias estadísticamente significativas entre dietas, por lo que no se puede atribuir a la *Lemna gibba* un efecto sobre esta variable en la carne. González (2004) mencionó valores inferiores de colesterol de 25 a 50mg/ 100g de muestra.

Muñoz y Ledesma (2002), Rao *et al.* (1979) y Lukefahr *et al.* (1989) reportaron valores de 65mg, 39mg y 44.4mg/100g de muestra (base húmeda) respectivamente; que si se considera la humedad de la carne, estos valores se incrementan considerablemente. Por su parte Holmes *et al.* (1984) encontraron cantidades de colesterol que van de 70 a 78mg / 100g de muestra para conejos alimentados con diferentes niveles de alfalfa, lo cual es similar a los contenidos de colesterol en la dieta comercial. Por su parte Moreiras *et al.* (2003) mencionaron valores de 71 mg / 100g de muestra, similares a los encontrados en este estudio.

Si se compara la cantidad de colesterol de la carne de conejo en relación a otras especies animales como: pollo, gallina, ganso y pato (75mg, 78mg, 80mg y 84mg / 100g muestra respectivamente) se puede observar que es menor y muy semejante a la carne de pavo con 73mg / 100g muestra, según datos de Muñoz y Ledesma (2002).

Para carne magra de especies animales mayores como son borrego, cerdo y res el contenido de colesterol va de 65mg, 65 a 69mg y 59 a 62mg / 100g de muestra respectivamente (Muñoz y Ledesma, 2002; Moreiras *et al.*, 2003), estos valores son ligeramente menores a los obtenidos para la carne de conejo que fueron alimentados con inclusión de *Lemna gibba*. En cabras Park *et al.* (1991) reportaron un contenido de colesterol de 57 a 69mg / 100g de muestra en músculo. En otras especies animales como avestruz, se mencionan valores de 63 a 68mg / 100g de muestra, de acuerdo con Horbańczuk *et al.* (1998); estos valores están dentro del intervalo encontrado para carne de conejo en este estudio.

Cuadro 14. Análisis químico de la carne de conejos alimentados con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% Y 60%), comparado con alimento comercial.

COMPUESTO	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL	EEM	Prob.
HUMEDAD (%)	76.05 ^B ±1.61	77.24 ^{A,B} ±1.44	78.06 ^A ±1.32	72.95 ^C ±2.99	1.99	0.0001
PROTEINA CRUDA (g/100g)	21.26 ^A ±0.977	20.73 ^A ±0.565	20.41 ^A ±1.38	20.73 ^A ±1.34	1.10	0.138
LÍPIDOS TOTALES(g/100g)	4.27 ^B ±1.54	2.85 ^C ±0.469	2.62 ^C ±0.408	8.44 ^A ±1.14	1.03	0.0001
COLESTEROL (mg/100g muestra)	70.86 ^A ±5.87	70.91 ^A ±7.20	73.05 ^A ±6.22	73.09 ^A ±8.79	7.28	0.731

Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos $P < 0.05$

± Desviación estándar, EEM = Error estándar de la media, prob.= probabilidad.

En el Cuadro 15 se puede observar el porcentaje de los ácidos grasos representativos en la carne de conejo, siendo el principal y con mayor proporción el Palmítico (24% a 46%), seguido por el Oléico (13% a 25%) y Linoleico (12% a 22%). Estos valores concuerdan con los publicados por otros autores como Cambero *et al.* (1991) que encontraron en carne de conejo raza neocelandés alimentados con dieta comercial los siguientes porcentajes; Palmítico (37% a 40%), Oléico (22% a 24%), Linoléico (6% a 14%). Es interesante observar como la dieta con 60% de *L. gibba*, disminuyó la proporción de ácidos grasos saturados, especialmente palmítico en relación a las otras dietas. Por su parte Moore y Williams (1968) en su trabajo observaron en tejido adiposo subcutáneo de conejo alimentado con una dieta comercial una proporción de ácidos Palmítico, Oleico y Linoleico de 29, 31 y 24.7% respectivamente, lo que indica que el tejido subcutáneo guarda una proporción diferente a la carne.

Por otra parte, se observa una disminución del ácido oléico (monoinsaturado) en las dietas experimentales en relación a la comercial, y en menor proporción en la dieta con 0% de *Lemna gibba*, esto debido principalmente a los ingredientes empleados en la formulación de cada una de las dietas y al metabolismo de lípidos en los conejos, en donde en primera instancia se sintetizan los ácidos grasos característicos de la especie; sin embargo, pueden mantenerse en el tejido adiposo

los ácidos grasos absorbidos a nivel intestinal, como reserva energética; es por esto que la cantidad de DHA y EPA se incrementó significativamente conforme se incluyó de manera creciente la *Lemna g.* en las dietas (Cuadro 15). Cabe mencionar que los animales que consumieron la dieta comercial control, además de haber recibido un mayor aporte energético, la presentación de la dieta también fue diferente (en forma de pastilla o pellet), lo que estimuló un mayor consumo de alimento y por ende, mayor acumulación de tejido graso en el animal.

En cuanto a los ácidos grasos saturados se puede mencionar que son los que predominan en proporción, lo cual es característicos de los productos de origen animal, a excepción de la dieta con 60% en donde influyó el nivel de lemna en la dieta para que disminuyeran este tipo de ácidos grasos, guardando una proporción más equitativa entre los ácidos saturados, mono y poliinsaturados.

El tipo de ácidos grasos que predominaron en las dietas modificó la composición de los mismos en la carne de conejo, lo cual concuerda con estudios realizados para otras especies animales monogástricas como los cerdos; por su parte Villegas *et al.* (1973) observaron que un alto contenido de ácido linolénico en la dieta provocó un aumento de la cantidad de dicho ácido en los lípidos de la carne. Asghar *et al.* (1990) probaron la adición de aceite de linaza (rico en ácido alfa-linolénico) en dietas para pollo, encontrando que la grasa de la carne de estos animales contenía mayor presencia de ese mismo ácido y de ácidos grasos de la familia ω -3, como DHA.

El contenido de algunos ácidos grasos poliinsaturados fue significativamente mayor conforme se incrementó *Lemna gibba*, principalmente los ácidos grasos ω -3: alfa-linolénico, DHA y EPA, así como el araquidónico de la familia de los ω -6, mientras que el Linoleico fue menor su porcentaje.

Por otra parte, también se debe de considerar el índice nutricional P: S (total de mono y poliinsaturados/total de saturados) cercano a uno, implica que el alimento en este caso la carne, es más saludable, por presentar menor contenido de grasas saturadas (Bixquert y Gil, 2005). La carne de conejo de las dietas 40 y 60% de L.g. y comercial control, mostraron una relación P: S mayor a uno, siendo la dieta de 40%, la que presentó un mejor equilibrio (1.098); si se compara este índice con el mencionado por Wood *et al.*, (2008) para la carne de cerdo que es de 0.58; se puede

considerar que la carne de conejo, aún la derivada de alimento comercial, presenta un mejor índice nutricional en cuanto al contenido de ácidos grasos se refiere.

Otro índice a considerar es el que se refiere a la relación $18:2 \text{ n}6/18:3 \text{ n}3$ (linoleico/linolénico); en este caso se recomienda que sea bajo, ya que los ácidos grasos ω -3 proporcionan mayores beneficios a la salud humana, en relación a los ω -6. La carne derivada de las dietas con *Lemna gibba*, presentaron los índices más bajos, cuadro 15. Por otra parte, al observar los índices para la carne de cerdo: 14.7 en músculo y 10.0 en tejido adiposo, mencionados por Wood et al, (2008), los obtenidos para la carne de conejo fueron mejores.

Cuadro 15. Porcentaje de los ácidos grasos de importancia en carne de conejos alimentados con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial.

*ÁCIDOS GRASOS (%)	Carne de conejo				EEM	PROB.
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL		
Ácido Palmítico (C16:0)	46.085 ^A ±3.50	31.90 ^B ±4.97	24.22 ^C ±4.26	33.38 ^B ±2.54	3.90	0.0001
Ácido Palmitoleico (C16:1)	2.27 ^B ±0.22	4.11 ^A ±0.73	4.12 ^A ±1.14	2.74 ^B ±0.32	0.67	0.0001
Ácido Estearico (C18:0)	7.30 ^C ±1.7	10.12 ^A ±1.15	8.66 ^B ±1.26	6.40 ^C ±1.25	1.36	0.0001
Ácido Oléico (C18:1)	13.37 ^D ±1.44	16.14 ^C ±1.68	18.13 ^B ±2.60	25.06 ^A ±2.23	2.00	0.0001
Ácido Linoleico (C18:2)	17.37 ^B ±1.42	14.95 ^C ±2.41	12.17 ^D ±2.06	22.22 ^A ±2.20	2.06	0.0001
Ácido Alfa- Linolénico (C18:3)	1.748 ^C ±0.12	4.20 ^A ±1.04	6.78 ^A ±3.24	2.61 ^B ±0.23	1.4	0.265
Ácido Araquidónico ARA (C20:4)	2.944 ^C ±.272	4.65 ^B ±0.81	7.10 ^A ±0.92	1.092 ^D ±0.104	0.61	0.0001
Ácido Eicosapentenoico EPA (C20:5)	0.0911 ^C ±0.012	1.022 ^B ±0.21	1.81 ^A ±0.23	0.0370 ^C ±0.009	0.15	0.0001
Ácido Docosahexenoico DHA (C22:6)	0.1295 ^C ±0.022	0.49 ^B ±0.096	0.88 ^A ±.149	0.0395 ^D ±0.006	0.08	0.0001
Otros ácidos grasos	8.68 ^C ±1.64	12.36 ^B ±3.94	16.82 ^A ±1.78	6.39 ^D ±1.52	2.47	0.0001
PROPORCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS:						
Total de saturados (%)	58.85 ^A ±2.59	47.64 ^B ±4.28	38.61 ^D ±3.91	44.27 ^C ±2.76	3.43	0.0001
Total de monoinsaturados (%)	17.86 ^C ±1.60	25.13 ^B ±2.26	30.97 ^A ±3.82	29.94 ^A ±2.30	2.54	0.0001
Total de poliinsaturados (%)	23.281 ^C ±1.34	27.22 ^B ±3.22	30.41 ^A ±4.02	26.77 ^B ±2.19	2.80	0.0001
Ácidos grasos totales (mg/100 g carne)	2675.4 ^B ±368.7	1483.1 ^C ±349.0	855.1 ^D ±194.8	3650.8 ^A ±477.6	-	-
Índice (P:S): $\frac{\text{TOT MONO} + \text{TOT POLI}}{\text{TOT SATURADOS}}$	0.699	1.098	1.589	1.258	-	-
Índice (linoleico/linolénico): $\frac{18:2 \omega-6}{18:3 \omega-3}$	9.93	3.55	1.79	8.51	-	-

Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos P<0.05

± Desviación estándar, EEM = Error estándar de la media, prob.= probabilidad.

*Para el porcentaje se consideró la cantidad de ácidos grasos totales, de todo el perfil.

6.3 Productos Cárnicos.

Una vez elaborados los productos cárnicos: jamón cocido y salchicha tipo Viena con la carne de conejo, proveniente de las cuatro dietas, se procedió al análisis de la composición química y perfil de ácidos grasos de interés, así como a la evaluación sensorial de los mismos. Cabe mencionar que además de los productos cárnicos elaborados en la planta piloto, se consideró un tratamiento adicional correspondiente a jamón y salchicha de pavo de una marca comercial, como se mencionó en material y métodos.

6.3.1 Composición Química del Jamón

En los Cuadros 16 y 17 se pueden observar los resultados de la composición química y perfil de los principales ácidos grasos como porcentaje, presentes en el jamón elaborado a partir de la carne de conejo alimentados con las 3 dietas experimentales y dieta comercial control, así como el del jamón comercial de pavo.

Podemos observar en el Cuadro 16 que la mayoría de los compuestos nutricionales de los jamones de conejo fueron similares al jamón de pavo, a excepción de los lípidos totales y colesterol. En cuanto a la cantidad de lípidos, los jamones provenientes de animales que consumieron las dietas experimentales presentaron un valor mas bajo en relación a la dieta comercial control.

Ya que para la elaboración del jamón, el ingrediente principal fue la carne de conejo, estos presentaron valores similares a la misma; El contenido de humedad fue mayor en los tratamientos con lemná en relación a los otros. Los valores de proteína cruda se mantuvieron en un rango de 18.5 a 20.16%, sin que se presentaran diferencias significativas entre ellos.

Al comparar los diferentes jamones de conejo con el jamón de pavo, como se mencionó anteriormente destaca el contenido de colesterol, el cual es mas bajo en el de pavo, siendo el valor encontrado es también más bajo en relación a lo reportado por la literatura para este tipo de carne, que va de 60 a 65 mg/100g., lo que hace suponer que este producto comercial tiene una formulación de diferentes

ingredientes y que no es con base en 100% carne de pavo, pues si bien el contenido de proteína cruda se encuentra dentro de los rangos para la carne, el colesterol como se mencionó es inferior, al igual que la proporción de ácidos grasos presentes en el jamón, siendo para los saturados, mono y poliinsaturados un porcentaje de 33.65, 26.71 y 39.63 respectivamente, siendo mayores la proporción de ácidos grasos poliinsaturados y el ácido linoleico y menor la cantidad de ácido palmítico, cuadro 17. Lo que se pudo observar en los tratamientos con lemna, es que se puede disminuir la cantidad de lípidos totales, pero no del colesterol, ya que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 16. Análisis químico de jamones elaborados con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y jamón de pavo.

COMPUESTO	Jamón de conejo				Jamón de Pavo	EEM	Prob.
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL			
HUMEDAD (%)	74.01 ^B ±0.571	76.64 ^A ±0.686	76.48 ^A ±0.554	71.52 ^C ±0.482	73.92 ^B ±0.21	0.58	0.0001
PROTEINA CRUDA (g/100g)	19.39 ^A ±0.65	20.16 ^A ±0.40	19.32 ^A ±0.07	19.52 ^A ±0.71	18.98 ^A ±0.23	0.61	0.225
LÍPIDOS TOTALES (g/100g)	4.86 ^B ±0.52	3.18 ^C ±0.416	3.44 ^C ±0.267	10.36 ^A ±0.28	4.98 ^B ±1.14	0.55	0.0001
COLESTEROL (mg/100g muestra)	77.74 ^A ±8.40	68.87 ^A ±5.45	76.55 ^A ±4.62	76.40 ^A ±12.33	52.31 ^B ±5.79	8.3	0.005

Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos P<0.05
± Desviación estándar, EEM = Error estándar de la media, Prob= probabilidad

En el cuadro 17, se muestran los resultados de la cantidad de ácidos grasos presentes en los jamones de las distintas dietas, observando que hubo diferencias significativas en contenido de ácidos grasos ω-3 (alfa-linolénico, EPA y DHA), siendo mayores en productos provenientes de las dietas con inclusión de *Lemna gibba* (40%

y 60%), a excepción de DHA, que en el jamón de pavo, presentó el porcentaje más elevado, al igual que el araquidónico (ω -6). así mismo disminuyó significativamente el contenido de ácido linoleico.

Por otra parte, al comparar la proporción de los ácidos grasos tanto saturados como mono y poli insaturados en jamón, se puede observar que estas se modificaron en relación a la proporción en la carne de conejo, incrementándose principalmente los ácidos saturados y disminuyendo los poliinsaturados (Cuadros 15 y 17), lo cual nos puede estar indicando que los ácidos grasos sufrieron una saturación durante el proceso de curado y cocción de la carne. El jamón de pavo presentó una relación más equilibrada en la proporción de ácidos grasos, siendo significativamente mayor los ácidos poliinsaturados en relación a los jamones elaborados con las dietas experimentales.

Cabe mencionar que el jamón como un proceso de conservación y de presentación de la carne al consumidor es adecuado si se consideran en general las características nutritivas de la carne. Sin embargo, el efecto del enriquecimiento con ácidos grasos poliinsaturados (ω -3 y ω -6), se diluyó grandemente con el proceso de curado. Se puede considerar que si se desea dar un valor agregado a la carne de conejo como alimento funcional, esta debe consumirse como tal; si el objetivo es ofrecer al consumidor un producto de fácil consumo y aceptación, resulta prometedor el jamón de conejo, ya que este puede ser consumido por personas de diferentes edades como son los niños de pre-escolar, hasta personas de la tercera edad.

Cuadro 17. Porcentaje de los ácidos grasos de importancia en jamones elaborados con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y jamón de pavo.

*ÁCIDOS GRASOS (%)	PRODUCTOS						
	Jamón de conejo				Jamón de pavo	EEM	PROB.
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL			
Ácido Palmítico (C16:0)	31.37 ^B ±2.72	36.15 ^{AB} ±2.27	36.39 ^A ±1.44	33.49 ^{AB} ±4.30	18.82 ^C ±0.97	6.9	0.008
Ácido Palmitoleico (C16:1)	2.77 ^C ±0.034	5.09 ^A ±0.54	4.74 ^A ±0.15	3.50 ^B ±0.388	1.25 ^D ±0.15	0.6	0.0001
Ácido Estearico (C18:0)	10.19 ^B ±0.16	10.78 ^{AB} ±0.83	9.90 ^B ±0.59	5.86 ^C ±0.75	11.70 ^A ±1.12	2.2	0.0079
Ácido Oléico (C18:1)	24.24 ^A ±0.43	18.21 ^B ±0.84	20.36 ^B ±1.24	23.50 ^A ±1.99	23.13 ^A ±0.38	5.1	0.4776
Ácido Linoleico (C18:2)	23.67 ^B ±0.23	12.71 ^C ±1.10	11.53 ^C ±0.84	22.60 ^B ±2.16	30.90 ^A ±1.20	5.0	0.0003
Ácido Alfa- Linolénico (C18:3)	2.40 ^B ±0.128	4.32 ^{AB} ±3.97	7.38 ^A ±0.47	2.28 ^B ±0.31	2.63 ^B ±0.44	1.9	0.0022
Ácido Araquidónico ARA (C20:4)	1.35 ^C ±0.82	2.25 ^B ±0.015	2.63 ^B ±0.32	0.910 ^C ±0.078	4.37 ^A ±0.44	0.35	0.0001
Ácido Eicosapentenoico EPA (C20:5)	0.208 ^C ±0.031	0.50 ^B ±0.03	0.6044 ^A ±.045	0.058 ^E ±0.013	0.126 ^D ±0.005	0.05	0.0001
Ácido Docosahexenoico DHA (C22:6)	0.069 ^D ±0.012	0.25 ^C ±0.015	0.314 ^B ±0.037	0.0381 ^D ±0.004	0.479 ^A ±0.052	0.03	0.0001
Otros ácidos grasos	3.70 ^B ±0.35	9.71 ^A ±0.97	6.13 ^{AB} ±4.41	7.74 ^{AB} ±2.48	6.54 ^{AB} ±0.80	2.5	0.0107
PROPORCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS:							
Total de saturados (%)	43.89 ^B ±0.46	53.07 ^A ±2.12	51.40 ^A ±2.37	44.38 ^B ±3.67	33.65 ^C ±1.46	9.3	0.0187
Total de monoinsaturados (%)	28.08 ^{AB} ±0.45	26.03 ^B ±1.06	25.75 ^B ±1.68	29.15 ^A ±3.16	26.71 ^{AB} ±0.58	6.0	0.5557
Total de poliinsaturados (%)	28.04 ^B ±0.29	20.89 ^D ±3.10	22.83 ^{CD} ±1.36	26.46 ^{BC} ±2.45	39.63 ^A ±0.919	6.1	0.0055
Ácidos grasos totales (mg/100g jamón)	4673.06 ^B ±189.53	2424.9 ^C ±279.47	2230.1 ^C ±336.54	7086.7 ^A ±1015.3	1774.2 ^D ±209.83	—	—

Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos $P < 0.05$
 ± Desviación estándar, EEM = Error estándar de la media, Prob= probabilidad
 *Para el porcentaje se consideró la cantidad de ácidos grasos totales, de todo el perfil.

6.3.2 Composición Química de Salchicha

A pesar de que todas las salchichas de carne de conejo recibieron el mismo proceso y se les aplicó la misma formulación para la elaboración de salchichas, en estas se encontró una gran diferencia entre los diferentes compuestos como son: humedad, proteína cruda, lípidos totales y colesterol, lo que se puede observar en el cuadro 18. Las salchichas provenientes de los conejos alimentados con *Lemna gibba* presentaron el mayor contenido de humedad, similar al de las salchichas de pavo. De acuerdo con Muñoz y Ledesma (2002), la salchicha de cerdo contienen 54% de humedad, mientras que Redin *et al.* (1994) mencionaron un valor de 61.89% para salchichas Frankfurt. Los productos obtenidos de la dieta 1 y dieta comercial control, tuvieron un valor semejante a los mencionados por Muñoz y Ledesma (2002), mientras que el resto de los tratamientos presentaron valores similares a los de Redin *et al.* (1994).

De los cinco tipos analizados de salchicha, las de pavo tuvieron menor cantidad significativa de proteína siendo de 11.35%, mientras las provenientes de dietas experimentales presentaron un valor 13 a 15%; menor a los obtenidos para jamón (20-21%), lo cual es lógico, debido que en la elaboración de salchichas se requiere de una menor relación de proteína / grasa y a su vez se necesita de una mayor cantidad de grasa y ligante para emulsionar la fracción proteica. De los datos disponibles en la literatura para salchicha de cerdo (Muñoz y Ledesma, 2002; Pérez y Marván, 2001), los valores oscilan entre 10 y 12.70% de proteína para salchicha tipo Viena.

Respecto a los lípidos totales se puede observar que las dietas experimentales tuvieron un menor contenido en relación a la dieta comercial, que como se mencionó con anterioridad fue el tratamiento que generó carne de conejo con mayor cantidad de grasa. En el caso de la dieta 1 (0% de *L.g*), presentó un valor de 17.65, superior a las dietas con *lemna*, en parte porque la carne presentó mayor cantidad de grasa, cuadro 14, aunado a que en esta dieta se le agregó un 50% más de lardo en la formulación, aún así el contenido de lípidos totales fue menor que en las salchichas comerciales de cerdo 29.6 a 36.2% (Pérez y Marván, 2001; Muñoz y Ledesma, 2002). Las salchichas de pavo presentaron un menor contenido de grasa, pero

mayor en colesterol, en relación a las elaboradas a base de carne de conejo, a excepción de la dieta 1 por las razones expresadas anteriormente. Lo cual es difícil de explicar en virtud de que se desconoce la formulación empleada para la elaboración de las salchichas de pavo comercial. Una manera para disminuir el contenido de colesterol en la elaboración de salchichas es adicionar manteca vegetal de soya en un 70% como sustituto del lardo de cerdo, como lo hicieron Corral y Lobato (1993) logrando bajar la cantidad de colesterol hasta 45-47mg / 100g muestra en salchichas de pavo.

Cuadro 18. Análisis químico de salchichas elaboradas con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.

PRODUCTOS COMPUESTO	Salchicha de conejo				Salchicha de Pavo	EEM	Prob.
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL			
HUMEDAD (%)	52.52 ^C ±1.37	65.63 ^A ±0.161	63.52 ^B ±0.577	49.68 ^D ±0.486	66.59 ^A ±0.29	0.71	0.0001
PROTEINA CRUDA (g/100g)	14.41 ^{AB} ±0.19	13.56 ^B ±0.405	15.23 ^A ±0.81	14.80 ^A ±0.219	11.35 ^C ±0.16	0.45	0.0001
LÍPIDOS TOTALES (g/100g)	17.65 ^B ±1.02	10.08 ^D ±0.922	14.70 ^C ±0.312	27.89 ^A ±1.18	14.26 ^C ±0.14	0.87	0.0001
COLESTEROL (mg/100g muestra)	76.87 ^{AB} ±10.71	60.67 ^B ±3.80	65.27 ^B ±3.40	60.90 ^B ±15.86	87.12 ^A ±7.17	9.64	0.0046

Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos $P < 0.05$
 \pm Desviación estándar, EEM = Error estándar de la media, Prob= probabilidad.

En cuanto a los ácidos grasos se puede mencionar que la proporción entre saturados, mono y poli insaturados en las dietas experimentales estuvieron equilibrados en aproximadamente un 40, 40, 20% respectivamente, cuadro 19, mientras que en la dieta comercial los saturados fueron significativamente mayores. En las salchichas de pavo los monoinsaturados fueron mayores en relación a los saturados y poliinsaturados.

De los ácidos grasos ω -3, el ácido alfa-linolénico es el que sobresale en las salchichas con base en carne de conejo, no así en la salchicha de pavo. Por otra parte la suma de los ácidos linoleico y oléico fue mayor en las de pavo de marca comercial (55.9%). Las de origen de dieta comercial fue menor (35.7%), mientras que en las dietas experimentales fue de 52.2, 46.5 y 46.6% con 0, 40 y 60% de *lemna gibba* respectivamente. De los principales ácidos grasos saturados en las salchichas, sobresale el palmítico, cuadro 19.

Cuadro 19. Porcentaje de los ácidos grasos de importancia en salchichas elaboradas con carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%), comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.

*ÁCIDOS GRASOS (%)	PRODUCTOS				Salchicha de pavo	EEM.	PROB.
	Salchicha de conejo						
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL			
Ácido Palmítico (C16:0)	25.70 ^{BC} ±3.64	30.20 ^B ±3.53	23.03 ^C ±3.87	38.85 ^A ±1.64	24.60 ^{BC} ±0.166	3.1	0.0001
Ácido Palmitoleico (C16:1)	2.01 ^C ±0.11	2.05 ^C ±0.096	2.67 ^B ±0.46	0.302 ^D ±0.019	8.10 ^A ±0.166	0.2	0.0001
Ácido Esteárico (C18:0)	13.61 ^B ±0.89	10.76 ^C ±0.76	12.42 ^{BC} ±1.62	17.68 ^A ±0.48	6.00 ^D ±0.18	0.9	0.0001
Ácido Oléico (C18:1)	36.94 ^A ±2.27	33.61 ^A ±1.94	36.21 ^A ±6.58	13.67 ^B ±0.52	38.23 ^A ±0.064	3.4	0.0001
Ácido Linoleico (C18:2)	15.22 ^C ±0.79	12.87 ^D ±0.62	10.43 ^E ±1.69	21.98 ^A ±0.88	17.63 ^B ±0.30	1.0	0.0001
Ácido Alfa- Linolénico (C18:3)	1.26 ^C ±0.22	2.14 ^A ±0.19	1.63 ^{BC} ±0.27	1.79 ^{AB} ±0.124	0.613 ^D ±0.005	0.2	0.0001
Ácido Araquidónico ARA (C20:4)	0.192 ^C ±0.023	0.612 ^A ±0.088	0.56 ^{AB} ±0.090	0.44 ^B ±0.018	0.4927 ^{AB} ±0.015	0.06	0.0001
Ácido eicosapentenoico EPA (C20:5)	0.070 ^{BC} ±0.23	0.118 ^A ±0.01	0.122 ^A ±0.024	0.042 ^C ±0.008	0.100 ^{AB} ±0.020	0.01	0.0001
Ácido docosahexenoico DHA (C22:6)	0.042 ^{BC} ±.016	0.074 ^A ±0.011	0.058 ^{BA} ±0.008	0.028 ^C ±0.008	0.053 ^{ABC} ±0.023	0.01	0.0006
Otros ácidos grasos	4.94 ^A ±1.62	7.53 ^A ±1.93	12.84 ^A ±13.57	5.20 ^A ±0.88	4.15 ^A ±0.67	6.52	0.2847
PROPORCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS:							
Total de saturados (%)	42.65 ^B ±3.79	42.42 ^B ±2.58	39.39 ^{BC} ±6.47	60.33 ^A ±1.38	32.55 ^C ±0.198	3.79	0.0001
Total de monoinsaturados (%)	39.82 ^B ±2.85	37.34 ^B ±1.87	40.54 ^B ±5.99	14.38 ^C ±0.595	47.38 ^A ±0.213	3.26	0.0001
Total de Poliinsaturados (%)	17.52 ^A ±0.97	17.22 ^A ±1.00	20.06 ^A ±11.81	25.27 ^A ±0.913	20.061 ^A ±0.098	5.62	0.2067
Ácidos grasos totales (mg/100g salchicha)	13358.6 ^B ±1509.1	7868.31 ^E ±1030.79	10421.7 ^C ±2938.86	14257.31 ^A ±879.12	8053.9 ^D ±205.3	—	—

Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos P<0.05

± Desviación estándar, EEM = Error estándar de la media, Prob= probabilidad

*Para el porcentaje se consideró la cantidad de ácidos grasos totales, de todo el perfil.

6.4 Evaluación Sensorial de Productos Cárnicos.

6.4.1 Evaluación Sensorial de Jamón.

No se encontró diferencia estadística significativa entre los productos de jamón de los diferentes tratamientos con relación a un jamón comercial de pavo. Por lo que se puede asegurar que la planta *Lemna gibba* como componente de la dieta de conejos para engorda, no le infiere un sabor, ni textura desagradable al producto cárnico final cuadros 20 y 21.

El nivel de agrado promedio para los jamones en cuanto a sabor y textura se ubicó entre 5.4 a 5.8 y 5.3 a 5.9 que significa “me gusta ligeramente” y “me gusta moderadamente” respectivamente, cuadros 20 y 21; pero al observar el nivel de agrado contra porcentaje de preferencia en general para sabor y textura en jamones, se observa una mayor inclinación de los panelistas por preferir los niveles 5, 6 y 7 (“me gusta ligeramente, me gusta moderadamente y me gusta mucho” respectivamente) para los cinco tipos de producto que evaluaron, gráficas 2 y 3. Destacando con mayor porcentaje de preferencia principalmente para el nivel 7 en sabor el jamón de pavo, luego el jamón hecho con carne derivada de la dieta al 40% de *Lemna gibba* y finalmente el jamón hecho con carne derivada de la dieta al 0% de *Lemna gibba*. Mientras en textura destacan los jamones hechos con carne derivada de la dieta al 40% de *Lemna gibba*, luego le sigue el jamón de pavo y el de 0% de *Lemna gibba*, gráficas 2 y 3.

Cuadro 20. Evaluación sensorial de sabor en jamones elaborados a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y jamón de pavo.

PRODUCTOS ESTADISTICOS	Jamón de Conejo				Jamón de Pavo
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL	
N	32	35	35	32	32
Media y desviación estándar	5.731 ^A ±1.149	5.8 ^A ±1.207	5.400 ^A ±1.193	5.531 ^A ±1.015	5.718 ^A ±1.611
Coefficiente de variación	20.051	20.82	22.094	18.359	28.17
varianza	1.320	1.458	1.423	1.031	2.595
sesgo	-0.683	-0.973	-0.740	-0.681	-1.484
kurtosis	-0.339	0.394	0.649	0.8247	1.623
Error estándar de la media	0.1403	0.2041	0.2016	0.1795	0.2848
Intervalo de confianza a 0.05	5.45;6.01	5.38;6.21	4.99;5.81	5.16;5.89	5.13;6.30

No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos P>0.05

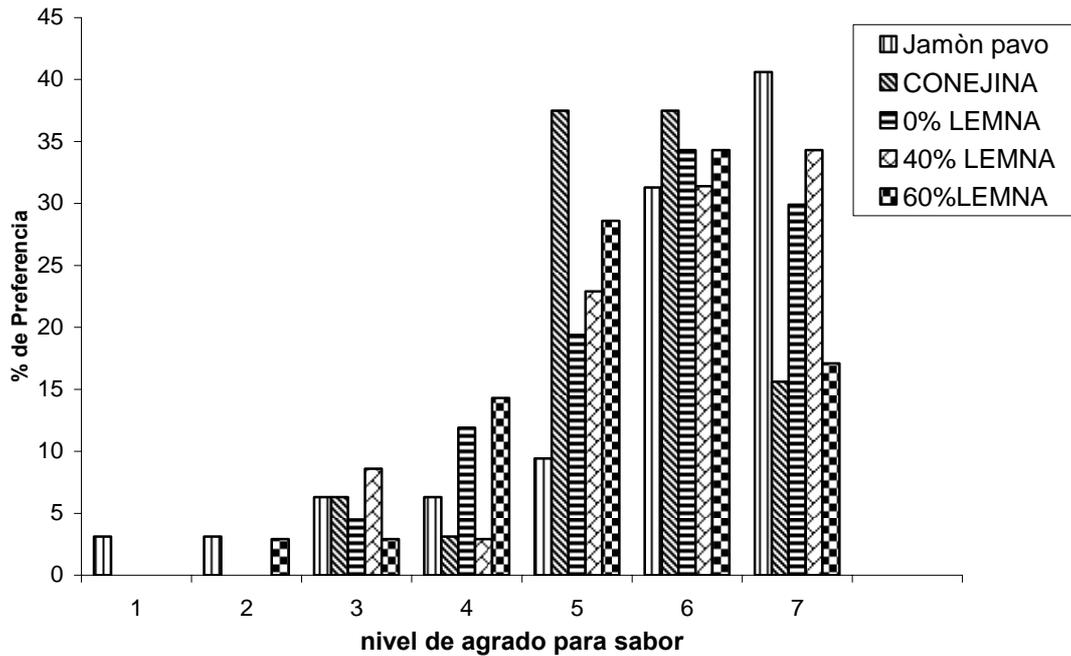
N= número de repeticiones

Cuadro 21. Evaluación sensorial de textura en jamones elaborados a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y jamón de pavo.

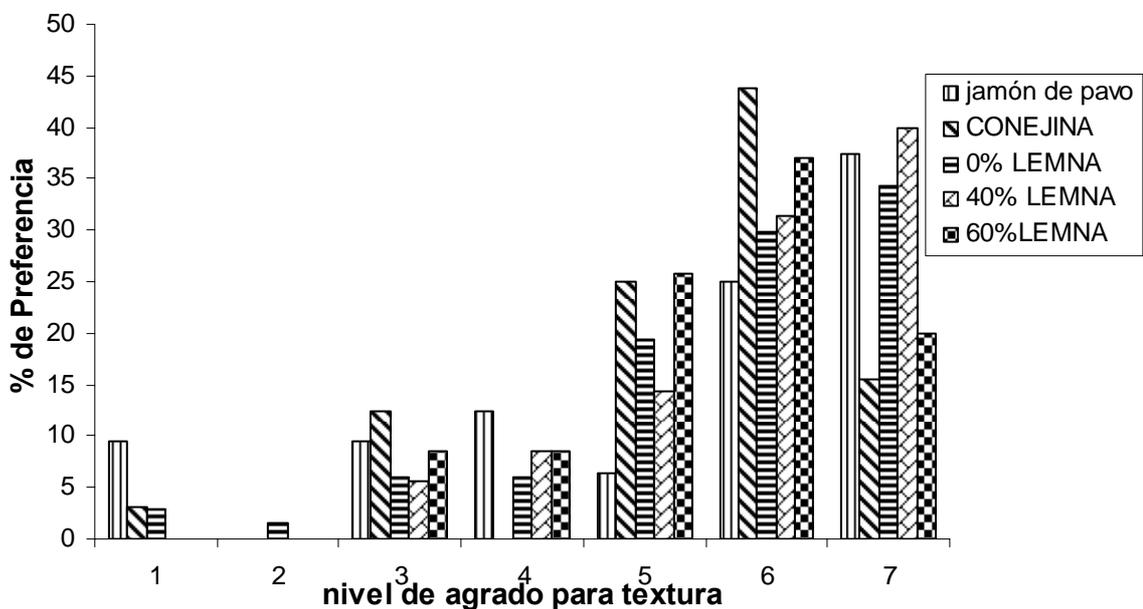
TRATAMIENTOS ESTADISTICOS	Jamón de conejo				Jamón de Pavo
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL	
N	32	35	35	32	32
Media y desviación estándar	5.641 ^A ±1.484	5.91 ^A ±1.197	5.514 ^A ±1.172	5.37 ^A ±1.4085	5.312 ^A ±1.941
coeficiente de variación	26.30	20.24	21.26	26.204	36.54
varianza	2.203	1.43	1.374	1.983	3.77
sesgo	-1.359	-1.025	-0.674	-1.389	-1.064
kurtosis	1.676	0.258	-0.106	1.966	0.0865
Error estándar de la media	0.1813	0.2023	0.1981	0.2489	0.343
Intervalo de confianza a 0.05	5.28;6.0	5.50;6.32	5.11;5.91	4.86;5.88	4.61;6.013

No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos P>0.05

N= número de repeticiones



Gráfica 2. NIVEL DE AGRADO PARA SABOR EN JAMONES PROVENIENTES DE CARNE DE CONEJOS ALIMENTADOS CON DIETAS A NIVELES DE INCLUSION DE *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) COMPARADAS CON ALIMENTO COMERCIAL Y JAMÓN DE PAVO.



Gráfica 3. NIVEL DE AGRADO PARA TEXTURA EN JAMONES PROVENIENTES DE CARNE DE CONEJOS ALIMENTADOS CON DIETAS A NIVELES DE INCLUSION DE *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) COMPARADAS CON ALIMENTO COMERCIAL Y JAMÓN DE PAVO.

6.4.2 Evaluación Sensorial de Salchichas.

En relación a las salchichas, se observó diferencia significativa en la textura de las mismas, cuadro 23; sin embargo, la diferencia no se puede atribuir al tipo de alimentación, sino mas bien a un problema en el proceso de la elaboración de la salchicha especialmente en la etapa de embutido y atado de las piezas, donde hubo una falla técnica la cuál consistió en que al embutir la pasta cárnica en la funda hubo entrada de aire debido a una ausencia de presión suficiente en la embudidora, ocasionando que durante el cocimiento del producto el aire o burbujas de aire se expandieran y alteraron la forma y consistencia de la salchicha ya cocida; lo cual modificó la textura del producto y por consecuencia la percepción del evaluador.

Así uno de los parámetros determinantes que debe controlarse a futuro aunque no siempre fácilmente es la textura, una adecuada textura se corresponde con una gran aceptación por parte del consumidor (Ordóñez *et al.*, 1996).

En cuanto al sabor de las salchichas no hubo diferencia significativa para las diferentes dietas, por lo que se puede decir que la planta acuática *Lemna gibba* no le impartió un sabor desagradable al producto final, cuadro 22.

Por otra parte el nivel de agrado promedio para las salchichas respecto al sabor se mantiene en 5.3 a 5.9 que significa “me gusta ligeramente”; mientras que para textura esta entre 4.8 a 5.9 indicando “me es indiferente” y “me gusta ligeramente” esto se debió a la textura desigual para algunos de los productos obtenidos, lo cual fue detectado por los panelistas, cuadros 22 y 23.

El nivel de agrado contra porcentaje de preferencia indica que para sabor y textura en salchichas se mantiene un nivel de agrado en general entre 6 y 7 (“gusto moderadamente y gusto mucho”) para los cinco tipos de salchicha es decir a un porcentaje mayoritario de los panelistas les agradaron los productos ofrecidos en la evaluación sensorial, gráficos 4 y 5. Destacando con mayor porcentaje

principalmente para el nivel 7 en sabor las salchichas hechas con carne derivada de la dieta comercial control, seguido por las salchichas hechas con carne derivada de la dieta al 40% de *Lemna gibba* y las salchichas de pavo. Y en textura para el nivel 7 destacan las salchichas de pavo y después las salchichas hechas con carne derivada de las dietas al 40% y 60%, gráficos 4 y 5.

Con un 95% de confianza se puede decir que la mayoría de los tratamientos gustan entre ligera y moderadamente respecto a sabor y textura para los jamones. Y para salchichas con un 95% de confianza se puede afirmar que la mayoría de los tratamientos estuvieron entre “me es indiferente” y “me gusta ligeramente”.

Cuadro 22. Evaluación sensorial de sabor en salchicha elaborada a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.

PRODUCTOS ESTADÍSTICOS	Salchicha de conejo				Salchicha de pavo
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL	
N	41	41	41	29	29
Media y desviación estándar	5.328 ^A ±1.576	5.902 ^A ±1.261	5.317 ^A ±1.473	5.793 ^A ±1.520	5.827 ^A ±1.167
coeficiente de variación	29.58	21.364	27.71	26.251	20.026
varianza	2.484	1.590	2.171	2.312	1.362
sesgo	-1.045	-1.852	-1.075	-1.849	-1.088
kurtosis	0.4498	4.815	.8268	3.442	0.6827
Error estándar de la media	0.1884	0.1969	0.2301	.2824	.2167
Intervalo de confianza a 0.05	4.95;5.70	5.50;6.30	4.85;5.78	5.21;6.37	5.38;6.27

No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos P>0.05

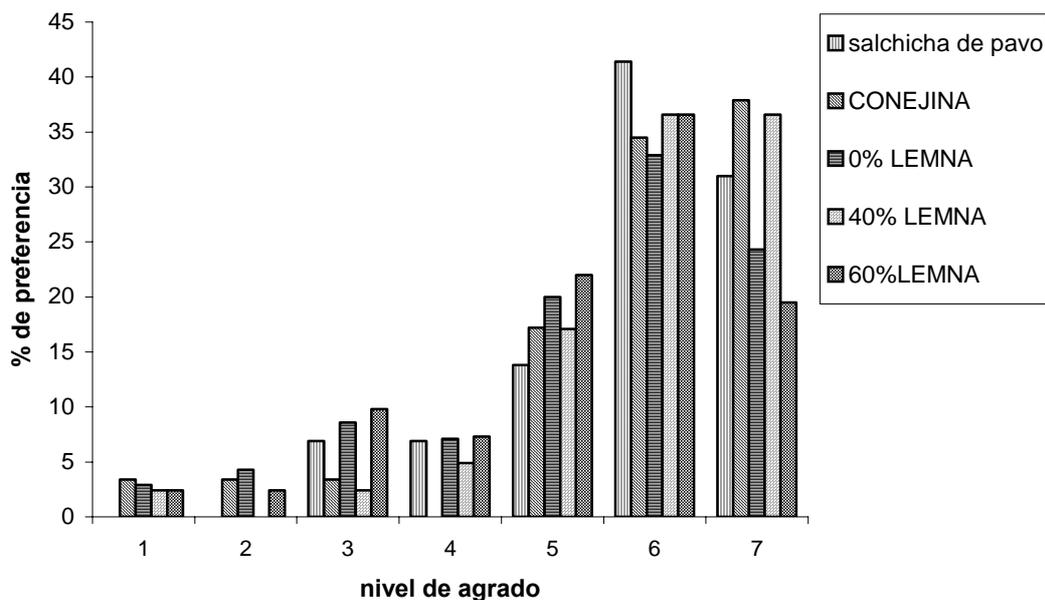
N= número de repeticiones.

Cuadro 23. Evaluación sensorial de textura en salchicha elaborada a partir de carne de conejo alimentado con diferentes niveles de *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) comparado con alimento comercial y salchicha de pavo.

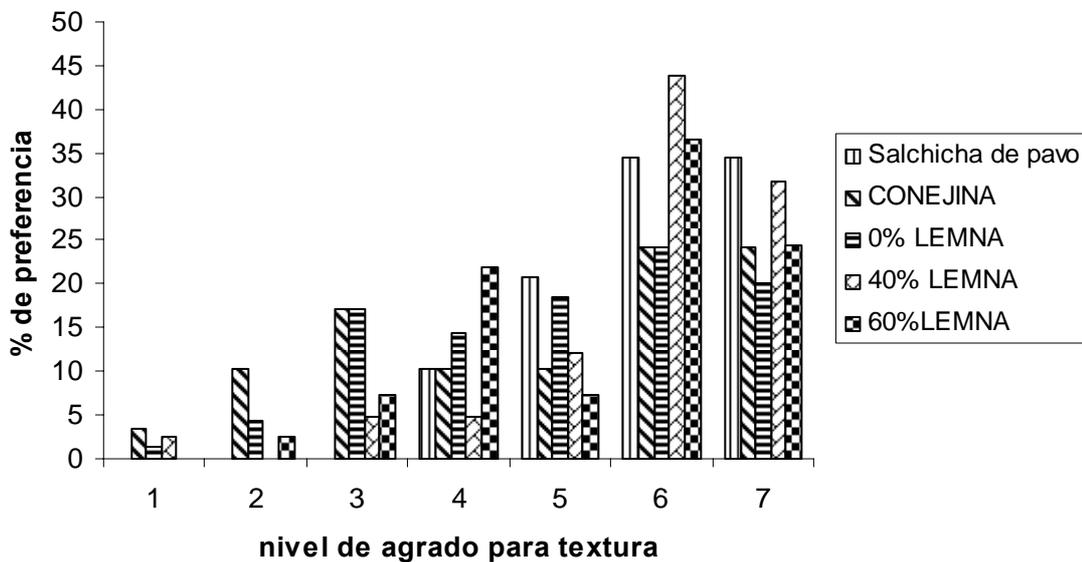
PRODUCTOS ESTADÍSTICOS	Salchicha de conejo				Salchicha de pavo
	DIETA 1 (0%)	DIETA 2 (40%)	DIETA 3 (60%)	DIETA COMERCIAL CONTROL	
N	41	41	41	29	29
Media y desviación estándar	4.971 ^B ±1.587	5.829 ^A ±1.301	5.414 ^A ±1.395	4.827 ^B ±1.891	5.931 ^A ±0.9975
coeficiente de variación	31.93	22.33	25.781	39.173	16.81
varianza	2.520	1.695	1.948	3.576	0.9950
sesgo	-0.3991	-1.810	-0.6268	-0.414	-0.5497
kurtosis	-0.824	4.052	-0.6459	-1.16	-0.7005
Error estándar de la media	0.1897	0.2033	0.2180	0.3511	0.1852
Intervalo de confianza a 0.05	4.59;5.3	5.41;6.24	4.97;5.85	4.10;5.54	5.55;6.31

Literales diferentes indican diferencia significativa entre tratamientos P<0.05

N= número de repeticiones.



Gráfica 4. NIVEL DE AGRADO PARA SABOR EN SALCHICHAS PROVENIENTES DE CARNE DE CONEJOS ALIMENTADOS CON DIETAS A NIVELES DE INCLUSIÓN DE *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) COMPARADAS CON ALIMENTO COMERCIAL Y SALCHICHA DE PAVO.



Gráfica 5. NIVEL DE AGRADO PARA TEXTURA EN SALCHICHAS PROVENIENTES DE CARNE DE CONEJOS ALIMENTADOS CON DIETAS A NIVELES DE INCLUSIÓN DE *Lemna gibba* (0%, 40% y 60%) COMPARADAS CON ALIMENTO COMERCIAL Y SALCHICHA DE PAVO.

7. CONCLUSIONES

- Al proporcionar niveles crecientes de *Lemna gibba* en la dieta de los conejos (40% y 60%), no se modificó la cantidad de proteína cruda, ni de colesterol en la carne de los conejos, en relación a la carne proveniente de las dietas al 0% de inclusión de *Lemna gibba* y de alimento comercial; y hubo una disminución del contenido total de lípidos para la carne proveniente de las dietas al 40 y 60% de inclusión de *Lemna gibba*. El contenido de humedad se incrementó en la carne de las dietas con inclusión de *Lemna gibba*.
- En la carne proveniente de las dietas experimentales (0, 40 y 60% de inclusión de *Lemna gibba*) disminuyó el contenido de los ácidos grasos Palmítico, Oléico y Linoleico, en relación a la dieta comercial.
- Los ácidos grasos de la serie ω -3 (DHA y EPA) de la carne de conejo alimentado con *Lemna gibba*, aumentaron en relación a la proveniente de la dieta testigo y de alimento comercial.
- En el jamón de conejo proveniente de la carne de las dietas con (40% y 60% de inclusión de *Lemna gibba*) no se modificó el contenido de proteína cruda, se incrementó la humedad y se obtuvo menor cantidad de lípidos totales en relación a los jamones provenientes de las dietas; 1 (0% de *Lemna gibba*), alimento comercial y de jamón de pavo.
- Durante el proceso de elaboración de jamón, los ácidos grasos poli insaturados presentaron una saturación, incrementándose los ácidos palmítico y esteárico.

- La adición de lardo de cerdo en la elaboración de las salchichas, alteró la proporción de ácidos grasos, principalmente provocando un incremento en el ácido oléico.

- La evaluación sensorial de jamón cocido y las salchichas tipo Viena fue satisfactoria en todos los tratamientos. Los resultados obtenidos permiten concluir que la inclusión de *Lemna gibba* no modificó ni el sabor, ni la textura de los mismos, por lo que se puede decir que los productos cárnicos a base de carne de conejo son tan aceptados como un producto comercial a base de carne de pavo.

8. LITERATURA CITADA

ADRIAN, J., LEGRAND, G. and FRANGNE, R. *Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition*. Paris, Technique et Documentation.1981.

Academia del área de plantas piloto de alimentos (AAPPA). Introducción a la tecnología de alimentos. Edit. Limusa- Noriega, 2ª ED., México, D. F., Págs.: 67-102, Año: 2002.

Ali, M.A & Leeson, S. (1994): Nutritional value and utilization of aquatic weeds in the diet of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 50:237.

Álvarez de la Puente, La comercialización de los productos cunículas .En: Zootecnia, bases de producción animal, tomo X Producciones cunícula y avícolas alternativas. Buxadé Carbo, Carlos, Compilador. ED. Mundi-prensa, Madrid, España, Págs.: 119, 127-128. Año: 1996.

Anzaldúa Morales, Antonio. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Edit. Acribia, S.A., Zaragoza, España, Págs.: 21-30, 67-78, Año 1994.

Arredondo, F. Fertilización y fertilizantes, su uso y manejo en la acuicultura. U.A.M., Págs: 48-62. Año: 1993.

A.O.A.C. (1995): Official Methods of Analysis. (15ª Ed). Washington, D.C. (U. S. A.). Association Official of Analytical Chemists.

Asghar A., Lin C. F. Gray J. I., Buckley D.J., Booren A. M. Flegal C. J. (1990): Effect of dietary oils and α -tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broilers meat. *Journal of Food Science*, 55: 45-50.

Belitz, H. D.-Grosch, W. Química de los alimentos. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, Págs.: 175-181,247-250, Año: 1997.

Bello Gutiérrez José, .Carnes y derivados, capítulo I. En: Alimentos, composición y propiedades. Astiasarán Iciar y Martínez J. Alfredo. ED. McGraw-Hill-INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. U., Madrid, España, Págs.: 11-28, Año: 2000.

Bennett Bob, Cría Moderna del Conejo, ED. CECSA, México, Págs.: 167- 169. Año: 1992.

Bui Xuan Men, Ogle, R. B. Y Preston, T.R. 1995. Use of duckweed (*Lemna spp*) as replacement for soya bean meal in a basal diet of broken rice for fattening ducks. *Livestock Research for Rural Development*, 7(3): Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd7/3/2.htm>

Bixquert Jiménez Miguel y Gil Borrás Rafael (2005). Propiedades y digestibilidad de la carne de conejo. *Revista Científica de nutrición*. No.1, enero 2005, España. En: *Cunicultura*, 30(173):3-6.

Buxadé Carbo, Carlos. Zootecnia, bases de producción animal, tomo X Producciones cunícola y avícolas alternativas. ED. Mundi-prensa, Madrid, España, Págs.: 119, 127-128. Año: 1996.

Cambero, María I, de la Hoz Lorenzo, Sanz Bernabé, Ordóñez Juan A. (1991). Lipid and fatty acid composition of rabbit meat: Part 1. Apolar fraction. *Meat Science* 29 (2): 153-166.

Carballo García, B. M., López de Torre G. Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Editorial A. Madrid Vicente ediciones, España, Págs.: 112-117, año: 1991.

Carpenter Roland P., Lyon David H., Hasdell Terry A. Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de los Alimentos. Edit. Acribia, S.A., Zaragoza, España, Págs.:19-23,46-49, 81, año: 2000.

Carranco M. E., Castillo R. M., Escamilla, A., Martínez M., Pérez-Gil F. and Stephan E. (2002): Chemical composition, leaf protein extraction and aminoacid profile of seven aquatic plants. *Cuban J. of Agric. Sci.* 36 (3): 237-248.

Carreño Ortiz, Hugo Rubén. Tesis de Licenciatura: Elaboración de productos de carne de conejo de fácil conservación: explotación del conejo en beneficio del sector rural de México. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Págs.: 82, año: 1979.

Carrero J. J., E. Martín-Bautista, L. Baró, J. Fonollá, J. Jiménez, J. J. Boza y E. López-Huertas. (2005). Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición Hospitalaria*, XX (1): 63-69.

Casanueva Esther, Kaufer Horwitz Martha, Pérez Lizaur Ana Berta, Arroyo Pedro. Nutriología Médica. Editorial Panamericana y fundación para la salud, México, D.F., Págs.: 362-364, Año 1995.

Castro González, M. I., Ojeda Anayté, Silencio B. José Luís, Casis Lorena, Ledesma Héctor, Pérez Gil F. (2004). Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 54(3):328-336.

Castro G. M. I., Montañó B. S. y Pérez-Gil R. F. (2001): Ácidos grasos en sardina en salsa de tomate de diferentes zonas pesqueras del pacífico mexicano. *Arch. Lat. Nutr.* 51 (4): 400-406.

Cavani C., Petracci M., 2004. Rabbit meat processing and traceability [Technologie de la viande de lapin et traçabilité]. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla (Mexico) Sept.2004*, WRSA ed., 1318-1336. Disponible en: <http://www.dcam.upv.es/8wrc/>

Cobos A., de la Hoz L., Cambero M. I., Ordóñez J. A. (1994): Revisión: Influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 34 (1): 35-51.

Cobos Ángel, Cambero María I., Ordóñez Juan A., de la Hoz Lorenzo. (1993): Effect of Fat-Enriched Diets on Rabbit Meat fatty Acid Composition. *Journal Science of Food and Agriculture*. 62: 83-88.

Colín M. y Lebas F. (1994): La production du lapin dans le monde. Comunicación to 6^{es} Journées de la Recherche. Cunicole en Franco 6to, 7 december 1994. En: Lebas F., Coudert, P., Rochambeu de H., Thébault, R. G. (1997). El conejo: cría y patología. Edit. FAO: Producción y sanidad animal N^o 19.

Comité Nacional Cunicola de México, (2008): Algunas consideraciones sobre el consumo de la carne de conejo en México, Disponible en:

<http://comitenacionalcunicola.org/consejos-de-especialistas.html>

Conn Eric E., Stumpf Paul K., Bruening George, Doi H. Roy. Bioquímica Fundamental. Edit. Limusa-Noriega Editores, México., Págs.: 285-304,439-440, 470-473., Año: 2001.

Corino, C., Lo Fiego D.P., Macchioni P., Pastorelli G., Di Giancamillo A., Domeneghini C., Rossi R. (2006): Influence of dietary conjugated linoleic acids and vitamin E on meat quality, and adipose tissue rabbits. *Meat Science* (2006), doi:10.1016/j.meatsci.2006.10.007

Corral Sánchez A., Lobato Calleros C. (1993): Elaboración de un embutido tipo salchicha con bajo contenido en colesterol. *Lácteos y Cárnicos Mexicanos*, 8(1): 18-21.

Covarrubias Esquivel Carlos, Hernández Romero Leticia. Tesis de Licenciatura (Químico Fármaco Biólogo): Análisis Proximal y Microbiológico de salchichas tipo Viena y jamón cocido. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. Págs.: 136. Año: 1986.

Covarrubias Reydet María Elena, Ortega Muñoz Karen Lilian. Informe de Residencia:

Ácidos Grasos Omega 3 y Omega 6, Editor. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Departamento de Zootecnia, Santiago, Chile, Págs.:4-12, 46,47, Año 2002. Disponible en:
http://www.puc.cl/agronomia/d_investigacion/Proyectos/ProyectosTitulos/pdf/MElenaCovarrubias-KOrtega.pdf

Cozaín López, Gerardo. Tesis de Licenciatura: Embutidos y conservas a partir de carne de conejo. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Págs.: 190, Año: 1982.

Climént Bonilla Juan B., Teoría y Practica de la Explotación del Conejo, Edit CECSA, México, Págs.: 110-113, Año: 1981.

Cheeke, Peter R. Alimentación y nutrición del conejo. Edit. Acribia, S.A., Zaragoza, España, Págs.: 109-119, Año: 1995.

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

De Almeida Jussara Carnevale, Perassolo Magda Susana, Camargo Joíza Lins, Braganolo Neura, Gross Jorge Luis. (2006): Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 42(1): 109-117.

Domínguez Rosas Alejandra y Díaz Rodríguez Gerardo. Tesis de Licenciatura en Biología. Evaluación de la concentración de metales pesados (Cd, Cr, Pb y Zn) tanto en la columna de agua como en tres especies de macrófitas acuáticas: Lirio (*Elchornia crassipes*), lentejilla (*Lemna gibba*) y elodea (*Egeria densa*) en el lago de Xochimilco. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Págs.: 132. Año: 2004.

Durand, Paule. Tecnología de los productos de charcutería y salazones. Edit. Acribia, S. A., Zaragoza, España, Págs.: XXIX-XXXI, 131-154. Año: 2002.

ENCICLOPEDIA DE MÉXICO SABECA INTERNACIONAL 2000, TOMO II, III y XV. EDIT. JOSE ROGELIO ALVAREZ, INVESTMENT CORPORATION, Págs.: 1160-1163, 1728, 8228-8229. Año: 2000.

ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2000, (ENSA-2000), TOMO II, EDITOR JAIME SEPULVEDA, EDIT. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA, MEXICO, Págs.: 17-18, 24-25 ,128. Año: 2003.

Essien, Effiong. Fabricación de Embutidos, principios y práctica. Edit. Acribia, S. A., Zaragoza, España, Págs.: 1-5, 71-74. Año: 2005.

FAOSTAT (2005): Producción mundial de conejo. Organización de las Naciones

Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de Estadística.

Fenton, M and Sim, J.S. (1991): Determination of egg yolk cholesterol content by on-column capillary gas chromatography. *J. of Chromatography*, 540: 323-329.

Fernández-Esplá M. D., O'Neill E. (1993): Lipid oxidation in rabbit meat under different storage conditions. *Journal of Food Science*, 58(6): 1262-1264.

Ferrer Palaus José, Valle Arribas José. El Arte de Criar Conejos, ED. AEDOS, España, Págs.: 180-183. Año: 1991.

Frouin A., Cordier J. P., Thenot N. *et al.* (1976): Structure des pigments nitroso des viandes. *Ann. NutrAlim.*, 30: 767-771.

Gill, J. L. (1978): Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Science. Iowa State University. USA. 302pp.

Girard, J. P. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Edit. Acribia, Zaragoza, España, Págs.: 125- 144., Año: 1991.

Gómez Dantés Héctor, Martínez Vázquez José Luis, Cantón Fernández Sonia. (2004). Obesidad en adultos derechohabientes del IMSS de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Rev. Med. IMSS*; 42 (3): 239-245.

González M. R. (2004): Cunicultura, La Ciencia del Conejo. Serie didáctica. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS. México. ISBN 968-896-138-8.

Gutiérrez K., Sanginés L, Pérez-Gil F. and Martinez L. (2001): Studies on the potential of the aquatic plant *Lemna gibba* for pig feeding. *Cuban J. of Agric. Sci.* 35 (4): 343-348.

Hamilton R. M. G. y Carroll K. K. (1976): Plasma cholesterol levels in rabbits fed low fat, low cholesterol diets. Effects of dietary proteins carbohydrates and fibre from different sources. *Atherosclerosis* 24: 47-62.

Hart H., Craine L.E., Hart D. J., Química Orgánica. Editorial McGraw-Hill Interamericana S. A. de C. V., México, Págs.: 446-451, Año: 1995.

Harris Marvin. Vacas, cerdos, guerras y brujas. Alianza Editorial, Madrid, España, Págs.: 25-36, Año: 1985.

Haustein A. T., Gilman R. H., Skillicorn P.W., Hannan H., Díaz F., Guevara V., Vergara V., Gastañaduy A., Gilman J.B. (1994): Performance of broiler chickens fed diets containing duckweed (*Lemna gibba*). *Journal of Agricultural Science*.122: 285-

Hernández Escorial, José María. La matanza rural. Edit. Coalba Energía, S. A., Madrid, España, Págs.: 150. Año: 1999.

Hernández Pilar, Pla M., Blasco A. (1997): Relationships of meat Characteristics of two lines of rabbits selected for size and growth rate. *Journal Animal Science*, 75:2936-2941.

Hernández Pilar, Aliaga S., Pla M. y Blasco A. (2004): The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits. *Journal Animal Science*, 82:3138-3143.

Hillman, W.S and Culley D.D. (1978): The uses of Duckweed. *American Sci.* 66: 442.

Hillman, W: S. (1961): The Lemnaceae, or duckweeds: A review of the descriptive and experimental literature. *Botan. Rev.*, 27: 221-87.

Holmes Z. A., Wei S. F., Harris D. J., Cheeke P. R., Patton N. M. (1984): Proximate composition and sensory characteristics of meat from rabbits fed three levels of alfalfa meal. *Journal Animal Science*. 58: 62-67.

Hopson, M.S. y Zimba, P.V. (1993): Temporal variation in the biomass of submerged macrophytes in Lake Okeechobee, Florida. *J. Aquatic. Plant Manage*, 31: 78-81.

Huheey James E., Keiter Ellen A., y Keiter Richard L. Química Inorgánica. Principios de estructura y reactividad. (4ª ED.) Oxford University Press Harla México. Págs.: 942-948, Año: 1997.

Ibáñez Francisco C. Y Yolanda Barcina. Análisis Sensorial de los Alimentos, Métodos y Aplicaciones. Editorial Springer-Verlag Ibérica, Barcelona, España, Págs.: 6-11,32-36,49-58,94-98, Año: 2001.

Iribarren N., Murray R., Cerezal C., Delgado C., Zagal V., Gómez B. (2001): Desarrollo de jamón de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y pulpa de jurel (*Trachurus murphy*) parcialmente desodorizada. *Alimentaria*, 327: 61-67.

ISIS DRAW VERSIÓN 2.4 (1990-2001) PAQUETE DE SOFTWARE PARA DIBUJAR ESTRUCTURAS QUIMICAS, MDL Information Systems, Inc.

Kris Etherton P.M., Harris W.S., Appel L.J. AHA Nutrition Committee. American Heart Association (2003): Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: new recommendations from the American Heart Association. *Arterioscler. Thromb. Vasc.*

Biol., 23:151-2.

Kritchevsky D., Tepper S. A., Czarnecki S. K., Klurfeld, D. M. (1982): Atherogenicity of animal and vegetal protein. Influence of the lysine to arginine ratio. *Atherosclerosis*. 41:429-431.

Koohmaraie, M. (1994). Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*, (36):93-104.

Lebas F, Colin M., (2001): Producción y consumo de carne de conejo en el mundo, *Cunicultura*, España, Vol. XXVI (149): 7-13.

Lebas F., Coudert, P., Rochambeu de H., Thébault, R.G.(1997). El conejo: cría y patología. Edit. FAO: Producción y sanidad animal N^o 19. Págs: 1-19, 201-219.

Leng, R.A. (1995): Duckweed; a tiny aquatic plant with enormous potential for agriculture and environment. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/>

Lukefahr S. D., Nwosu C. V., Rao D. R. (1989): Cholesterol level of rabbit meat and trait relationships among growth, carcass and lean yield performances. *Journal Animal Science*, 67: 2009-2017.

Martínez, Teresa (2004): Reportaje: "El corazón no aguanta más".entrevista al Dr. Enrique Gómez Álvarez .Jefe de cardiología del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre. Revista *Vértigo*, (158): fecha: 28-3-2004.

Mata Pedro, Rodrigo Alonso, Nelva Mata. Los omega-3 y omega-9 en la enfermedad cardiovascular, capítulo 5. En: Libro Blanco de los omega-3. Mataix José, Gil Ángel. ED. Médica Panamericana, España., Págs.: 49-63, Año: 2004.

Mataix José, Gil Ángel. Libro blanco de los ácidos grasos omega-3. ED. Médica Panamericana, España, Págs.: 14-16, 141-142, Año: 2004.

Matti, Tolonen. Vitaminas y Minerales en la salud y Nutrición. ED. Acribia, S.A. Zaragoza, España, Págs.:243-251, Año: 1995.

Mazza, G, .Alimentos funcionales (aspectos bioquímicos y de procesado).Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, Págs.: 272-273, Año 1998.

Mendoza M. E. (1990): Manual de Técnicas para el Análisis y la Elaboración de Productos Cárnicos. Publicación L-75. División de Nutrición. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, México. Págs.: 1-73,111-129. Año: 1990.

Miranda Arce, Maria Guadalupe. Tesis de Doctorado en Biología. Estudio sobre absorción de plomo por *Lemna gibba* L.: Cambios Bioquímicos Básicos. Universidad

Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Págs.: 96. Año: 1998.

Möhler, Klement. El curado. Edit. Acribia, S. A., Zaragoza, España, Págs.:4-13, Año: 1984.

Moreiras O., Carvajal A., Cabrera L., Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos, (7ª ED.) ED. Ediciones Pirámide. Madrid, España. Año: 2003.

Moore J. H. y Williams D. L. (1968): The effect of diet on the composition and positional distribution of the fatty acids in the triglycerides obtained from the adipose tissues of rabbits. *British Journal Nutrition*, 22:473-482.

Morris Diane H. Linaza: Una Recopilación sobre sus Efectos en la Salud y Nutrición. Edit. Flax Council of Canadá, Manitoba, Canadá, Págs.:22-30, Año 2005. Disponible en: <http://www.flaxcouncil.ca/index.html>

Muñoz de Chávez M, Ledesma Solano José A, .Los alimentos y sus nutrientes. Tablas de valor nutritivo de alimentos. Edit. McGraw-Hill Interamericana. México. Págs.: 88-111., Año: 2002.

Murray-Graner-Mayes-Rodwell, .Bioquímica de Harper. Edit. El manual moderno, S.A. De C. V., 13 edición. México, D.F., Págs.: 309-322, Año: 1994.

Muriana Francisco J. G. Efectos anticancerígenos de los ácidos grasos omega-3 y oleico, capítulo 9. En: Libro Blanco de los omega-3. Mataix José, Gil Ángel. Edit. Médica Panamericana, España., Págs.: 111-125. Año: 2004.

McMurry John. Química Orgánica. Edit. Grupo Editorial Ibero América S.A. de C. V., México., Págs.: 1055-1060, Año: 1994.

Nassif Hadad, A-Meriño Ibarra, E. (2003).Ácidos grasos omega-3: pescados de carne azul y concentrados de aceites de pescado, lo bueno y lo malo. *Rev. Cubana Med.* 42(2):49-55.

Nieves, Duilio, Leonel Santana, José Benaventa (1997). Niveles crecientes de *arachis pinto* (krap. y greg.) en dietas en forma de harina para conejos de engorde. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(Supl. 1):321-323.

N.R.C., National Research Council (1977): Nutrient Requirements of rabbits. National Academy Press (2nd ed). Washington, D.C.

NOM-194-SSA1-2004-Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de los animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio.

NOM-030-ZOO-1995-Especificaciones y procedimientos para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación

zoosanitaria.

NOM-213-SSA1-2002-Productos cárnicos procesados, Especificaciones sanitarias. Métodos de Prueba.

NOM-120-SSA1-1994-Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos. Bebidas alcohólicas y no alcohólicas

NOM-158-SCFI-2003. Jamón denominación y clasificación comercial, especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas. Información comercial y métodos de prueba.

NOM-122-SSA1-1994, Bienes y servicios. Productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias.

NMX-FF-105-SCFI-2005, productos pecuarios - carne de conejo en canal -calidad de la carne- clasificación.

Ordóñez M., Rovira J., Jaime I. (1996): Estudio de la textura de salchichas cocidas. *Alimentaria*, 273: 25-29.

OUHAYOUN, J. (1974). Les qualités bouchères du lapin. Acquis et perspectives de recherches. *Cuniculture*, 1: 92-100.

Padrón Martínez Miriam, (2002) .Obesidad infantil: un problema creciente, *Nutrición Clínica*. 5(4):258-262.

Park Young W., Kouassi Marcel A., Chin Koo B. (1991): Moisture, total fat and cholesterol in goat organ and muscle meat. *Journal of Food Science*, 56(5):1191-1193.

Pedrero, F. D., Pangborn, R. M. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. 1ª edición. ED. Alhambra Mexicana, México, D.F. Págs.: 15-20, 25-29, 103-107, Año: 1989.

Pérez-Llamas F., López-Jiménez J. A., Marín J. F., Zamora S. (1997): Composición química y contenido en aminoácidos de diferentes alimentos del grupo de las carnes. *Alimentaria*. XXXV, 282:49-53.

Pérez Lizaur Ana Berta y Marván Laborde Leticia. Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. ED. Fomento de Nutrición y Salud, A. C., México, D. F. Págs.: 22-33, Año: 2001.

Pérez Paladino Alfredo S., Sánchez Paladino Juan A. Manual de Cunicultura (2ª ED), ED. Albatros, Argentina, Págs.: 249-259, Año: 1993.

Polak Tomaz, Gasperlin Lea, Rajar Alenka and Zlender Bozidar. (2006): Influence of genotype lines, age at slaughter and sexes on the composition of rabbit meat. *Food Technology Biotechnology*, 44:65-73.

Pla M., (2004). Effects of nutrition and selection on meat quality [Effets de la nutrition et de la sélection sur la qualité de la viande]. *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla (Mexico) Sept.2004*, ed. W.R.S.A., Págs. 1337-1348. Disponible en: <http://www.dcam.upv.es/8wrc/>

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: 115-123.

Prandl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T. y Sinell, H. J. Tecnología e higiene de la carne. ED. Acribia, Zaragoza, España. Págs.:367-369, Año: 1994.

Price, James F. y Schweigert, Bernard S. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos (2ª ED.). Edit. Acribia, S. A., Zaragoza, España, Págs.:1-9, Año: 1994.

Quintero de Vallejo V. E. (1993). Evaluación de leguminosas arbustivas en la alimentación de conejos. *Livestock Research for Rural Development*. Vol.5 (3): <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrdhome.html>

Rao D. R., Chawan C. B., Chen C. P. y Sunki G. R.(1979): Nutritive value of rabbit meat. En: Cheeke P. R. (ed.) *The Domestic rabbit: Potentials, Problems, and Current Research*. ED. OSU Rabbit Research Center, Corvallis, Oregon, U. S. A. Págs: 53-59. Año: 1979.

Ramírez Télles, Jorge Alberto. Tesis Doctoral: Característica bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Facultad de Veterinaria Bellaterra, Universidad Autónoma de Barcelona, España, Págs.: 18-31, 39-46. Año: 2004.

Redin R., Astiasarán I., Bello J., (1994): Composición y valor nutritivo de pastas finas cárnicas comerciales. *Alimentaria XXXI*, 252:37-40.

Requejo A.M. y col. Tablas de composición de alimentos españoles. ED. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaria General Técnica, Centro de Publicaciones. Año: 1995.

Revert, C. J. I., Reguera J. I., Campos J., Rubio C., Hardisson A. (2002). El Botulismo. *Alimentaria. Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos*. (335):39-45.

Richardson, R. I. y Mead, G. C. Ciencia de la carne de ave. Edit. Acribia, S. A., Zaragoza, España, Págs.:452-460. Año: 1999.

Ruiz Jorge, López-Bote Clemente. (2005): Alimentación y calidad sensorial en cerdos destinados a la obtención de productos cárnicos de calidad diferenciada. *Revista Avances en Nutrición y Alimentación Animal*. Fundación Española para el Desarrollo

de la Nutrición Animal (FEDNA). XXI Curso de Especialización FEDNA. Editores. Rebollar P. G., de Blas C., Mateos G. G., Madrid, España. Págs.: 53-80, Año: 2005. Disponible en: <http://www.etsia.upm.es/fecha/publi.htm>

Russof, L., Blakeney, E. & Culley, D. (1980): Duckweeds (Lemnaceae Family): a potential source of protein and amino acids. *J. Agric. Food. Chem.*, 28: 848.

Rymer C, Givens D.I. and Wahle K.J.(2003).Dietary strategies for increasing docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA) concentrations in bovine milk: a review. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding.* 73(4):9-25.

SAGARPA (2005).Programa Nacional Pecuario 2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/dgg/cifra/progpec05a.pdf>

Salazar Hernández, Mariela. (2004): Reportaje: “La carne de conejo, baja en colesterol y grasa” entrevista a *M en C.* Zamora Fonseca Magdalena. *Revista Comunidad UNAM (FES-Cuautitlan)*, (18):17-19.

S.A.S. (1997): SAS/STAT guide for personal computers, Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, N. C.

Segundo Pedrosa, Martha, *mvz.* (2004): En *Conferencia* “La cunicultura mundial y nacional. Situación de la cunicultura”, Curso de actualización La cunicultura hoy impartido en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan (FESC), UNAM., México D.F., Disponible en: <http://maestros.uabcs.mx/mto05/academia.htm>

Segundo Pedrosa, Martha, *mvz.* (2003): Informe de la cunicultura actual: Noventa mil toneladas se producen actualmente en el mundo. *Revista Conejos.* Sección Panorama Mundial. Asociación Nacional de Cunicultores de México, año: 1, No.0 oct-nov-dic.

Simopoulos, A.P. Historical perspective, conference conclusions and recommendations, actions by federal agencies. En su: Simopoulos, A.P., Kifer, R.R., Martin, R.E. Health effects of polyunsaturated fatty acids in sea foods. The United States of the American. Academy Press. Inc. 1986.Pag: 3-29, Año: 1986.

Simopoulos A.P., Leaf A, Salem N Jr.: (1999). Essentiality of and recommended Dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. *Am. Nutr. Metab.* 43:127-130.

Swatland, J. H. Evaluación de la carne en la cadena de producción. Editorial Acribia, S. A., Zaragoza; España, Págs.: 1, 3, 23. Año: 2002.

Uauy, R. Hoffman, D. (1991). Essential fatty acid requirements for normal eye and brain development. *Seminars in Perinatology*. 15(6): 449-455.

USDA. U. S. Department of Agriculture, Agriculture Research Service. (2004): USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Release 17, Nutrient Data Laboratory Home.

Villegas F. J., Hedrick H. B., Veum T. L., Mcfate K. L. y Bailey M. E.(1973): Effect of diet and breed on fatty acid composition of porcine adipose tissue. *Journal Animal Science*, 36: 663-668.

Warris, P.D. Calidad de la Carne. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España., Págs.:1-12, 111-118, Año: 2003.

Wassef W. Nawar. Lípidos .En: Química de los alimentos. Fennema, Owen ED. Acribia, Zaragoza, España, Págs.: 270-276, Año: 1994.

Weber, P.C., Fisher, S., von Schacky, C., Lorenz, R. y Strasser, T., Dietary Omega – 3 polyunsaturated fatty Acid and Eicosanoid formation in man. En: Simopoulos, A.P., Kifer, R.R., Martin, R.E. Health effects of polyunsaturated fatty acids in sea foods. The United States of the American. Academy Press. Inc. 1986. Págs: 49-60., Año: 1986.

Westerdahl, H. y Getsinger, K. (1988): Aquatic Plant Identification and Herbicide Use Guide. Department of the Army (Ed). Washington, D.C.

Wood I. D., Enser M., Richardson R. I., and Whittington F. M., Fatty Acids in Meat and Meat Products. En: Ching Kuang Chow (editor). Fatty Acids in Foods and Their Health Implications. ED. CRC Press U. S. A. 2008. Págs.:87-96.

Wong Michael K., Sampugna Joseph, Dickey Lynn E. (1993): Moisture, total lipids, fatty acids, and cholesterol in raw ground turkey. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 41: 1229-1231.

Wychera, U., Zoufal, R. Christof-Dirry, P. y Janauer, G. A. (1993): Structure and enviromental factors in macrophytes stand. *J. Aquat. Plant manage*, 31: 118-122.

W.H.O. Report of a Joint Expert Consultation: Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916. *FAO/WHO*, Ginebra, 2003.

Paginas de Internet:

Estructura molecular del colesterol, Disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Colesterol>

9. ANEXO 1

9.1 Elaboración de jamón curado cocido.

La formulación para elaborar (1Kg) jamón de conejo es la siguiente:

ingredientes	Cantidad(g)
Carne magra de conejo	1000
Agua potable	300
sal	14
Sal de cura* Premier	6
azúcar	4
hamine	7
Condimento(buen sabor)	3
Glutamato	1
Salox	1

*se agrega una cantidad mayor a la señalada en la norma oficial 156 mg/ Kg, debido a que con esta cantidad la carne toma un color rosa adecuado a la presentación del producto.

MATERIAL Y EQUIPO

Cuchillos filateros, cucharas grandes de plástico, cucharas pequeñas de metal, tinas de plástico (capacidad de 2 kg, tinas de plástico (capacidad de 20 kg), vasos de precipitado de 600 ml., moldes o forjas para jamón (capacidad 1 kg), bolsas de plástico, hieleras de unigel, báscula, balanza analítica digital, tablas de madera, charolas de metal, espátulas de metal, olla de acero inoxidable (capacidad de 20 L), termómetro, cutter o picadora de carne, estufa y refrigerador.

REACTIVOS

Agua potable

Hielo limpio

Detergentes para lavar utensilios de cocina.

PROCEDIMIENTO

- 1.-Se deshuesa la canal de conejo quitándole los huesos y cartílagos a la canal y obteniendo solamente tejido muscular de todas las partes de la canal (piernas delanteras y traseras, lomo y costillas).Previamente las canales se deben de lavar con agua corriente con el fin de eliminar pelos u otros tejidos como las vísceras.
- 2.-Se pica la carne en cutter, de cada canal de conejo hasta obtener un picado semi-grueso.
- 3.-Se pesa la carne de cada canal y se van juntando por pares de modo que de dos

canales se obtenga un jamón con capacidad de 1kg. La carne de dos canales seleccionadas se mezcla y se pesa exactamente 1kg de carne.

4.-Se pesan cada uno de los ingredientes en balanza digital y se van mezclando con los 300ml de agua hasta disolverlos lo más posible y obtener la salmuera. Disolviendo primero los fosfatos y luego la sal, sal de cura, azúcar y demás ingredientes.

5.-Luego la carne se coloca en una tina y se le agrega la salmuera, se procede a masajear manualmente la carne con la salmuera por 30 minutos, se debe incorporar perfectamente la salmuera a la carne. Una vez terminado el masajeo se refrigera la carne 24hr.

6.-Pasado el tiempo de curado de la carne, está se coloca en los moldes de prensado previamente forrados con plástico o bien la carne se coloca en bolsas de plástico limpias, una vez hecho esto se presan las forjas ya sea de manera manual o ayudándose con una prensa adecuada, se debe cuidar que la presión ejercida no sea tan fuerte como para que se salga la carne.

7.-La cocción de la carne se realiza en una olla de acero inoxidable donde se colocan las forjas con la carne prensada, se debe colocar agua limpia y cubrir con agua las forjas que se vayan a cocer. Las condiciones de cocción son de 1-2 horas por kg carne a una temperatura no mayor a 80°C en el agua y en el interior a 70°C de la carne.

8.-Una vez terminadas las condiciones de cocción se dejan enfriar 10 minutos las forjas con el jamón, mientras se prepara un baño de agua helada(agua + hielo comestible)el cuál servirá para efectuar el choque térmico, este se lleva a cabo sumergiendo las forjas en el agua helada por un lapso de 20 minutos.

9.-Una vez terminado el choque térmico se saca del molde los jamones y se envasan a vacío, manteniéndose en refrigeración (0°C a 4°C).

9.2 Elaboración de salchicha.

La formulación para elaborar 1kg de salchicha es la siguiente:

ingredientes	Cantidad(g)
Carne magra de conejo	800
Grasa de cerdo(lardo)	150
Sal	15
Sal cura* Premier	3
Cebolla en polvo	3
Condimento buen sabor	5
Acoline	5
Conservador(benzoato de sodio)	1
Ligador ó aglutinante(fécula de maíz)	56
Hielo picado	100

*se agrega una cantidad mayor a la señalada en la norma oficial 156 mg/ kg, debido a que con esta cantidad la carne toma un color rosa adecuado a la presentación del producto.

MATERIAL Y EQUIPO

Cuchillos fileteros, cucharas grandes de plástico, cucharas pequeñas de metal, vaso de precipitado de 600 ml., bolsas de plástico, hieleras de unice, báscula, balanza analítica digital, tablas de madera, charolas de metal, espátulas de metal, vaporera, termómetro, cutter o picadora de carne, embutidora de carne, estufa, refrigerador, hilo cáñamo, tripas de nailón.

REACTIVOS

Agua

Hielo picado finamente de calidad alimentaría.

PROCEDIMIENTO

1.-Se deshuesa la canal de conejo, quitando los huesos y cartílagos a la canal y obteniendo solamente tejido muscular de todas las partes de la canal (piernas delanteras y traseras, lomo y costillas). Previamente las canales se deben de lavar con agua corriente con el fin de eliminar pelos u otros tejidos como las vísceras.

2.-Se pesa la carne y la grasa de cerdo, y se mantienen a una temperatura de 0°C a 4°C hasta que se usen.

3.-Los demás ingredientes se mezclan en seco, colocándolos en una bolsa de plástico y mezclándolos muy bien, el ligador (fécula de maíz) no se mezcla.

4.-Se procede a picar la carne en la cutter agregándosele poco a poco la grasa de cerdo y el hielo picado, con el objeto de obtener una pasta (emulsión) suave, luego se agrega la mezcla de los demás ingredientes lentamente y moviendo y mezclando con ayuda de una cuchara la pasta de forma que la adición de los ingredientes sea homogénea. Finalmente se agrega el ligador poco a poco buscando obtener una pasta suave y homogénea.

5.-Se prosigue a embutir la pasta, colocando una cantidad suficiente de tripa artificial en la boquilla de la embutidora, luego se pone a funcionar la embutidora y se va colocando la pasta en la embutidora con ayuda de una cuchara se va empujando la pasta de manera que salga la pasta por la boquilla de la embutidora, otra persona debe estar preparada para recibir la pasta junto con la tripa y cuidar que no entre aire a la salchicha que se va obteniendo. Una vez obtenida la salchicha se amarran con hilo cáñamo con un tamaño de 15 cm aproximadamente.

6.-Las salchichas obtenidas se someten a cocción en una vaporera, las salchichas se cuelgan en una rejilla de modo que se calienten con el vapor que forma la vaporera, esta debe ser llenada con suficiente agua pero cuidando que no se a demasiada y que vaya a tocar a las salchichas. Las condiciones de cocción son de 30 minutos a 60°C.

7.-Una vez terminada la cocción las salchichas se dejan enfriar bien colocándolas en baño de agua fría (15 min) para mejorar la textura del producto y se empacan al vacío, refrigerándose de 0-4°C.

9.3 Cuestionario para prueba de evaluación sensorial (jamón y salchicha)

PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO (HEDONIC TEST) PRODUCTO JAMÓN

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Pruebe cada una de las muestras en el orden presentado (izquierda a derecha), tomando un poco de agua entre cada muestra y un trozo de pan. Califique las muestras de acuerdo a su nivel de agrado (sabor y textura) de acuerdo con la escala que se presenta a continuación.

MUESTRAS

	_____		_____		_____	
	sabor	textura	sabor	textura	sabor	textura
GUSTA MUCHO	_____	_____	_____	_____	_____	_____
GUSTA MODERADAMENTE	_____	_____	_____	_____	_____	_____
GUSTA LIGERAMENTE	_____	_____	_____	_____	_____	_____
ES INDIFERENTE	_____	_____	_____	_____	_____	_____
DISGUSTA LIGERAMENTE	_____	_____	_____	_____	_____	_____
DISGUSTA MODERADAMENTE	_____	_____	_____	_____	_____	_____
DISGUSTA MUCHO	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Comentarios: _____

9.4 Determinación de humedad por método de secado en estufa (AOAC, 1995)

FUNDAMENTO

Esta técnica se fundamenta en que por transferencia de calor directa hacia el alimento se libera el agua libre (masiva) y agua no ligada (capilar) en forma de vapor de agua que contiene la muestra de alimento, por un tiempo y temperatura determinados dentro de la estufa u horno de secado. Este método no lo logra liberar el agua física y químicamente ligada a la matriz del alimento que generalmente esta en cantidades mínimas, pero es sencillo y ampliamente utilizado. Es un método gravimétrico pues la muestra se tiene que pesar antes y después de ser sometida al secado en la estufa y por diferencia de pesos se obtiene el contenido de humedad perdida por la muestra o bien su contenido de materia seca.

PROCEDIMIENTO

- 1.- Se colocan las charolas de aluminio identificadas previamente (triplicado) a peso constante en la estufa de secado por 2-3 hrs a 100°C. Una vez secas se colocan en el desecador (para evitar que retengan humedad del ambiente), se deja pasar 15 minutos para que se enfríen y se pesan individualmente en la balanza analítica hasta obtener un peso constante que se registra, las charolas se regresan al desecador.
- 2.-Una vez que las charolas tienen un peso constante, se procede a pesar la muestra de alimento en ellas (5 a 10 g de alimento), tarando la charola primero, seguidamente pesando la muestra y registrando su peso.
- 3.- Las muestras una vez pesadas se colocan en un desecador y se llevan a la estufa de secado donde se someten a un secado por 24hrs a 100°C. Una vez pasado este tiempo se colocan las muestras en el desecador nuevamente por 15 minutos para evitar que adquieran humedad del exterior y lleguen a la temperatura ambiente de trabajo.
- 4.- Las muestras junto con la charola se pesan a continuación en balanza analítica registrando su peso, una vez hecho esto la muestra se puede desechar.
- 5.- Para obtener el % de humedad perdida de la muestra de alimento, es necesario descontar el peso de la charola vacía al peso de la charola+muestra secada, con esto obtenemos el peso de la muestra seca. Ahora por cálculo de porcentaje podemos saber cuanta humedad perdió la muestra seca, si sabemos con anterioridad su peso en húmedo antes de ser secada.

NOTA: La muestra debe estar bien descongelada (según sea el caso) y homogenizada.

9.5 Determinación de proteína cruda (AOAC, 1995)

Las proteínas de un alimento o de una muestra de carne pueden calcularse químicamente a partir de su contenido de nitrógeno. Para la determinación del nitrógeno total se encuentra el descrito por Kjeldahl modificado por Gunning y Anrnold. (A. O. A. C., 1995).

FUNDAMENTO:

Esta técnica se basa en que las proteínas y demás materia orgánica, son oxidados por el ácido sulfúrico, añadiéndose sulfato de sodio o potasio para elevar la temperatura de la mezcla y de esta manera acelerar la reacción, fijándose el nitrógeno el forma de sulfato de amonio, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Esta sal se hace reaccionar con una base fuerte desprendiéndose amoniaco (NH_3), que se destila y se recibe en un volumen conocido de ácido bórico (H_3BO_3); por titulación del ácido se calcula la cantidad de NH_3 , conociéndose de esta manera la cantidad de nitrógeno contenido en la muestra, el cual multiplicado por el factor de conversión 6.25 es el más comúnmente empleado y nos da la cantidad de proteína cruda o bruta.

PROCEDIMIENTO

El método consta de tres pasos:

1.-Digestión

a) Pesar de 0.5 a 1.0 g de muestra en el papel filtro o arroz y pasarla a un matraz Kjeldahl (si la muestra es húmeda introducirla con todo y el papel cuantificando el peso del papel).

Nota: Se corre un blanco con el papel empleado para pesar la muestra, siguiendo el mismo procedimiento de la muestra.

b) Añadir de 6 a 8.5 g de mezcla digestora, 25ml de ácido sulfúrico concentrado y 4 o 5 perlas de vidrio.

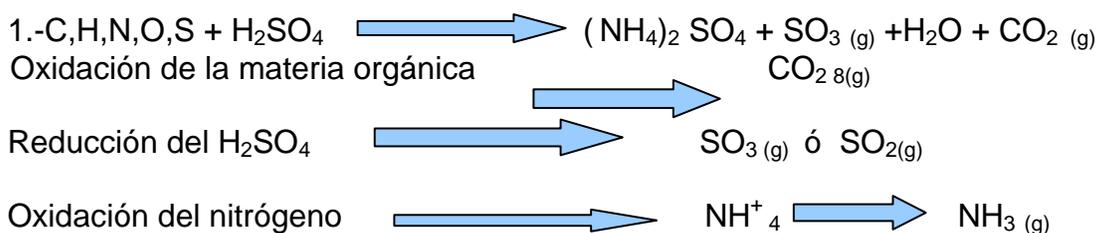
c) Conectar el extractor de humos y las parrillas de calentamiento.

d) Colocar el matraz en la parilla y dejar hervir. Prender la bomba de extracción de vapores. A partir de que el líquido esté transparente, calentar 30 minutos más (el tiempo total de la digestión es de aproximadamente 45 a 60 minutos)

e) Pasado este tiempo, enfriar a temperatura ambiente hasta que no se sienta caliente el matraz y no se vea presencia de vapores, proceder con la destilación.

NOTA:

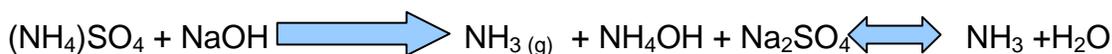
Las reacciones que ocurren en esta etapa son:



2.-Destilación

- Colocar en un tubo terminal del refrigerante del aparato un matraz de enlemeyer de 500ml que contenga 50ml de la solución de ácido bórico con 2-3 gotas de rojo de metilo y abrir la llave del agua de los refrigerantes, Nota: asegurarse de que la punta del condensador se encuentre bajo la superficie del líquido en el matraz de enlemeyer. Si así lo requiriese, en este paso pueden dejarse los matraces Kjeldahl tapados y posteriormente continuar el análisis.
- Añadir 300 ml de agua destilada al matraz Kjeldahl con la muestra digerida, disolver bien y enfriar al chorro de agua si es que se ha calentado. El agua se emplea para diluir al ácido sulfúrico y como vehículo para el amoniaco.
- Añadir granallas de zinc (aproximadamente de 0.5g ó 8-10 gránulos)
- Agregar lentamente con el matraz inclinado y sin mover 90 ml de la solución de hidróxido de sodio al 50% de tal manera que se formen dos estratos o fases.
- Conectar el matraz al bulbo conector Kjeldahl y agitar; Nota: No agitar antes de conectar.
- Abrir la llave del agua para el condensador.
- Destilar aproximadamente 150 ml (por lo tanto se tendrá un volumen total de 200ml).
- Sacar el matraz enlemeyer de la terminal del refrigerante y apagar la parrilla.
- Lavar la terminal del refrigerante con agua destilada.

Nota: Las reacciones que ocurren en esta etapa son:

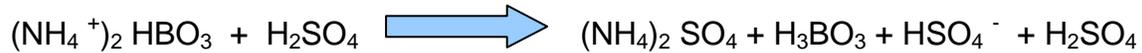


3.-Titulación

- Titular con la solución de ácido sulfúrico ó ácido clorhídrico 0.1N. El punto final de la titulación será cuando al adicionar una gota más del ácido, se produzca el vire de

color amarillo a rosa tenue.

Nota: las reacciones que ocurren en esta etapa son:



4.-Cálculos

El porcentaje de nitrógeno se midió así:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(A - B) \times C \times N \times 100}{M}$$

Donde:

A = ml de H_2SO_4 gastados de la muestra problema

B = ml de H_2SO_4 gastados en el blanco

N = Normalidad del ácido H_2SO_4 o HCl.

C = 0.014 g N/ meq N

M = peso de la muestra en g.

Y el porcentaje de Proteína Cruda se calcula así:

$$\% \text{ Proteína Cruda o Bruta} = \% \text{ Nitrógeno} \times \text{Factor de conversión.}$$

El factor de conversión usado fue de 6.25.

9.6 Determinación de lípidos totales (AOAC 923.07, 1995)

FUNDAMENTOS

La materia grasa se separa de las proteínas mediante una coagulación de estas últimas con una mezcla de cloroformo-etanol 1:1, la mezcla de disolventes sirve a la vez para extraer la grasa de la muestra. Las proteínas coaguladas se separan por filtración, mientras el agua que contenga la muestra se elimina con adición de sulfato de sodio anhidro. La muestra una vez separada de los demás componentes se lava con la mezcla de disolventes y se evapora en un baño maría a 60-70°C en atmósfera de nitrógeno para evitar la oxidación del material lipídico. Se reporta el % de material lipídico en 1 gr de muestra.

PROCEDIMIENTO

- 1.-Se pesa 1 gr de muestra previamente homogenizada en balanza analítica.(por triplicado). Y se colocan en tubos de vidrio limpios, secos y purgados previamente con cloroformo.
- 2.-Se colocan los tubos de vidrio en una gradilla y se les agrega 25 ml de la mezcla de disolventes a cada tubo, de 5 en 5 ml con agitaciones en el vortex de 15 segundos.
- 3.-Luego cuando se hayan agregado los 25 ml de la mezcla de disolventes se agita por 2 minutos cada tubo.
- 4.-Se procede a filtrar el contenido de proteínas coaguladas de cada tubo, en papel filtro del # 4 y se recibe el filtrado en tubos limpios, secos, purgados y pesados previamente. También se debe agregar en el papel filtro una cucharada cafetera de sulfato de sodio anhidro. Una vez vertido todo el filtrado se lavan las proteínas coaguladas que están en el papel filtro con la mezcla de disolventes utilizando para ello la pipeta pasteur y usando dos cargas de la pipeta pasteur. Se deben lavar también las paredes del tubo original donde se encontraba la muestra al inicio con el fin de arrastrar todo el material lipídico de la muestra, vaciándose al nuevo tubo que contiene el material lipídico junto con la mezcla de disolventes, para realizar este lavado solo usar una carga de la pipeta pasteur.
- 5.-Una vez obtenido todo el líquido filtrado en cada tubo de vidrio, este se evapora en baño maría a un intervalo de 60 a 70°C en atmósfera de N₂, hasta obtener el material lipídico de aspecto grasoso y con olor a grasa, sin trazas de olor a disolventes. Se dejan enfriar los tubos.

6.-Se pesan los tubos en la balanza analítica y por diferencia de pesos se obtiene el contenido de materia grasa extraída, luego se obtiene el % de material lípidico para 1 gr de muestra y la desviación estándar y coeficiente de variación.

7.-Las muestras de material lípidico no se desechan, se guardan en refrigeración bien tapados para la preparación de metilésteres con trifloruro de Boro y posterior cuantificación en cromatografía de gases.

9.7 Preparación de metilésteres y esterificación de ácidos grasos usando trifloruro de boro / metanol (AOAC 969.33, 1995).

FUNDAMENTO

Mediante una reacción de esterificación de los triglicéridos que hay en la muestra de grasa (obtenida de la técnica anterior) en medio básico usando NaOH / MeOH y con calentamiento a ebullición en baño maría se obtienen los ácidos grasos libres y esterificados, que con la adición de trifloruro de Boro como catalizador permite la estabilidad de los productos finales, es decir permite desplazar por equilibrio químico de la reacción hacia la formación de ácidos grasos libres y esterificados ; que son separados del medio acuoso con la adición de heptano el cual forma una fase orgánica a la cual se transfieren los ácidos grasos libres y esterificados. La adición de NaCl sol. saturada y una posterior centrifugación de la mezcla acentúa la separación de las dos fases (acuosa y orgánica) favoreciendo una mejor separación de la fase orgánica que es de menor densidad; la sal solvata todas las moléculas de agua haciendo que la fase acuosa sea más fácilmente distinguible cuando se realiza la separación física de las dos fases. La posterior evaporación de la fase orgánica en atmósfera de nitrógeno y baño de agua a ebullición permite la separación del heptano para obtener finalmente los ácidos grasos libres y esterificados de una muestra de grasa. Finalmente se reconstituyen los restos obtenidos en hexano HPLC para ser cuantificados y caracterizados en cromatografía de gases, agregando además para esto 1ml de estándar del metiléster de ácido miristoléico en concentración de 1mg/ml.

NOTA: El estándar del metiléster del ácido miristoléico se añade a cada muestra antes de efectuar la reacción de esterificación.

PROCEDIMIENTO

1.-A las muestras de material lipídico obtenidas previamente se les agregan 1ml de estándar de ácido miristólico a cada tubo. Usar una micropipeta de 200 a 1000 μ l.

2.-Adicionar a cada tubo 2ml de sosa metanolica al 2%.Utilizar una micropipeta de 1 a 5 ml.

3.-Calentar agua a ebullición y dejar 10 minutos calentado los tubos (mantenerlos bien cerrados) usar una gradilla de metal. No hay que dejar que se evapore el contenido de los tubos cuando se estén calentando, se debe verificar que los tubos queden bien cerrados. Una vez pasado el tiempo de ebullición se dejan enfriar los tubos.

4.-Se adiciona a cada tubo 1 ml de $\text{BF}_3 / \text{CH}_3\text{OH}$, se tapan nuevamente los tubos y se regresan al baño de agua a ebullición por 2 minutos y se dejan enfriar nuevamente.

NOTA: UTILIZAR GUANTES DE HULE, MASCARILLA Y GOGGLES PARA MANEJAR EL $\text{BF}_3 / \text{CH}_3\text{OH}$, YA QUE ES MUY TÓXICO.

5.-Se agregan 5 ml de heptano a cada tubo, se tapan los tubos y se regresan al baño de agua a ebullición por 2 minutos. Se deja enfriar.

6.-Se adicionan 3 ml de sol. Saturada de NaCl a cada tubo y se centrifugan 10 minutos.

7.-Se procede a separar las fases acuosa (la de abajo se desecha) y orgánica (la de arriba), con ayuda de una pipeta pasteur. Se sujeta un tubo a la altura de los ojos y con una pipeta pasteur con su chupón de goma se procede a tomar alícuotas solamente de la fase de arriba (ORGÁNICA) de manera muy cuidadosa, ya que si se toma alícuota de la fase acuosa se contaminaran los metilésteres obtenidos.

8.-Una vez separada la fase orgánica se evapora en baño de agua a 60°C burbujeando N_2 hasta sequedad de la muestra.

9.-Finalmente se reconstituyen los metilésteres de los ácidos grasos obtenidos en 1ml de hexano HPLC, trasvasando el contenido en frascos viales limpios, secos y purgados en cloroformo previamente.

10.-La identificación y cuantificación de los metilésteres de los ácidos grasos se realiza mediante cromatografía de gases por columna capilar, utilizando un cromatógrafo de gases VARIAN STAR 3400 CX, utilizando un inyector split con detector de ionización de flama (FID). El programa de temperatura de la columna fue: Temperatura inicial 120 $^{\circ}$ C; 1 min.; 1 $^{\circ}$ C/min durante 10 min.; 3 $^{\circ}$ C/min durante 5 min. Y

5°C/min durante 3 min. Temperatura final: 200°C manteniéndola 5 min. La temperatura del inyector fue de 200°C y la del detector 280°C. El ratio split fue 1:50. La columna capilar usada fue una DB23 de 30m X 0.57mm y 0.2µm de película interna, utilizando N₂ como gas acarreador con una presión de 20 psi y flujo de la columna de 2.5 ml/min. El volumen de inyección fue de 1µl. Y se empleo el metiléster del ácido miristoléico (14:1) como estándar interno (SIGMA Chemical Co. San Louis MO, USA.). Y la identificación de los tiempos de retención de los metilésteres de la muestra se realizo con una mezcla estándar comercial de metilésteres de ácidos grasos a dilución con hexano (SUPELCO 37 FAME MIX, No. cat. 47885). Se uso un integrador programable SPECTRA-PHYSICS Mod. SP-4720. Conectado a un CPU.

9.8 Determinación de colesterol (*FENTON Y SIM, 1991*)

FUNDAMENTOS

La determinación de colesterol se hace mediante la reacción de saponificación de la muestra y una separación del colesterol de la fracción del insaponificable. La reacción de saponificación se hace en medio básico con KOH (40%) en CH₃CH₂OH, agregándose 500µl de un estándar de 5-α-colestano concentración (2 mg/ ml). Las condiciones de la saponificación se hacen a 70°C por 1 h.

La separación del colesterol de la fracción del insaponificable se hace con hexano para arrastrar al colesterol, agua desionizada, agitación y centrifugación. Cuando se forman 2 fases se hace una separación física de la fase orgánica que es menos densa (la de arriba). Esta fase se lava con hexano varias veces, se centrifuga para poder arrastrar todo el colesterol. Una vez obtenida la fase orgánica se evapora el disolvente hexano en atmósfera de N₂ y calentamiento en baño de agua, resuspendiéndose el colesterol en n-heptano grado HPLC.

PROCEDIMIENTO

- 1.-Se pesa 1 gr de muestra en tubos de vidrio con tapa rosca.
- 2.-Se agregan 10 ml de alcohol etílico a cada tubo.
- 3.-Se agregan 2ml de KOH (40%) a cada tubo. Usar una micropipeta de 1- 5 ml
- 4.-Se agregan 500µl de estándar de 5α-colestano a cada tubo. Usar una micropipeta de 200 a 1000µl.
- 5.-Se prepara un baño de agua a 70°C y se colocan los tubos en una gradilla bien tapados.

Se calientan por un lapso de 1 h. Con agitaciones cada 15 minutos. Se deja enfriar una vez pasado el tiempo.

6.-Se agregan a cada tubo 10 ml de agua desionizada. Usar un dosificador especialmente para este paso cuidando de no contaminar el agua desionizada.

7.-Adicionar a cada tubo 5ml de hexano HPLC 95%. Y agitar en vortéx cada tubo 5 minutos.

8.-Centrifugar el lote de tubos por un lapso de 10 minutos.

9.-Separar la fase orgánica (la de arriba) de la fase acuosa (la de abajo) con una pipeta pasteur con chupón de goma. Situando un tubo a la altura de los ojos para una mejor visión. La fase orgánica se filtra en un embudo con papel filtro #4 y una cucharada de sulfato de sodio anhidro previamente humedecido con hexano, se usa un tubo limpio, seco y purgado previamente para recibir el filtrado (primera fracción de colesterol) que contiene colesterol y el disolvente hexano.

10.-La fase acuosa se lava con hexano (2 cargas de una pipeta pasteur), se centrifuga 5 minutos y se recibe en el tubo de vidrio con el embudo y el papel filtro que contiene la primera fracción de colesterol. Se repite este paso tres veces.

11.-Una vez obtenida la fase orgánica donde se encuentra el colesterol, cada tubo obtenido se evaporan en baño de agua caliente a 60°C con burbujeo de N₂ (usar una gradilla). Se detiene el calentamiento y burbujeo hasta sequedad de la muestra.

12.-Finalmente se resuspende el contenido de cada tubo en 1ml de heptano HPLC y se coloca en viales limpios, secos y purgados previamente.

13.-La identificación y cuantificación del colesterol se realiza mediante cromatografía de gases por columna capilar, utilizando un cromatógrafo de gases VARIAN STAR 3400 CX, utilizando un inyector split con detector de ionización de flama (FID). El programa de temperatura de la columna fue: Temperatura inicial 120°C; 1 min.; 1°C/min. Durante 10 min.; 3°C/min. durante 5 min. Y 5°C/min durante 3 min. Temperatura final: 200°C manteniéndola 5 min. La temperatura del inyector fue de 200°C y la del detector 280°C. El radio split fue 1:50. La columna capilar usada fue una DB23 de 30m X 0.57mm y 0.2µm de película interna, utilizando N₂ como gas acarreador con una presión de 20 psi y flujo de la columna de 2.5 ml/min. El volumen de inyección fue de 1µl. Y se empleo el 5-alfa-colestano como estándar interno (SIGMA Chemical Co. San Louis MO, USA.). Se uso un integrador programable SPECTRA-PHYSICS Mod. SP-4720. Conectado a un CPU.

10.0 Cromatogramas del perfil de ácidos grasos y de colesterol

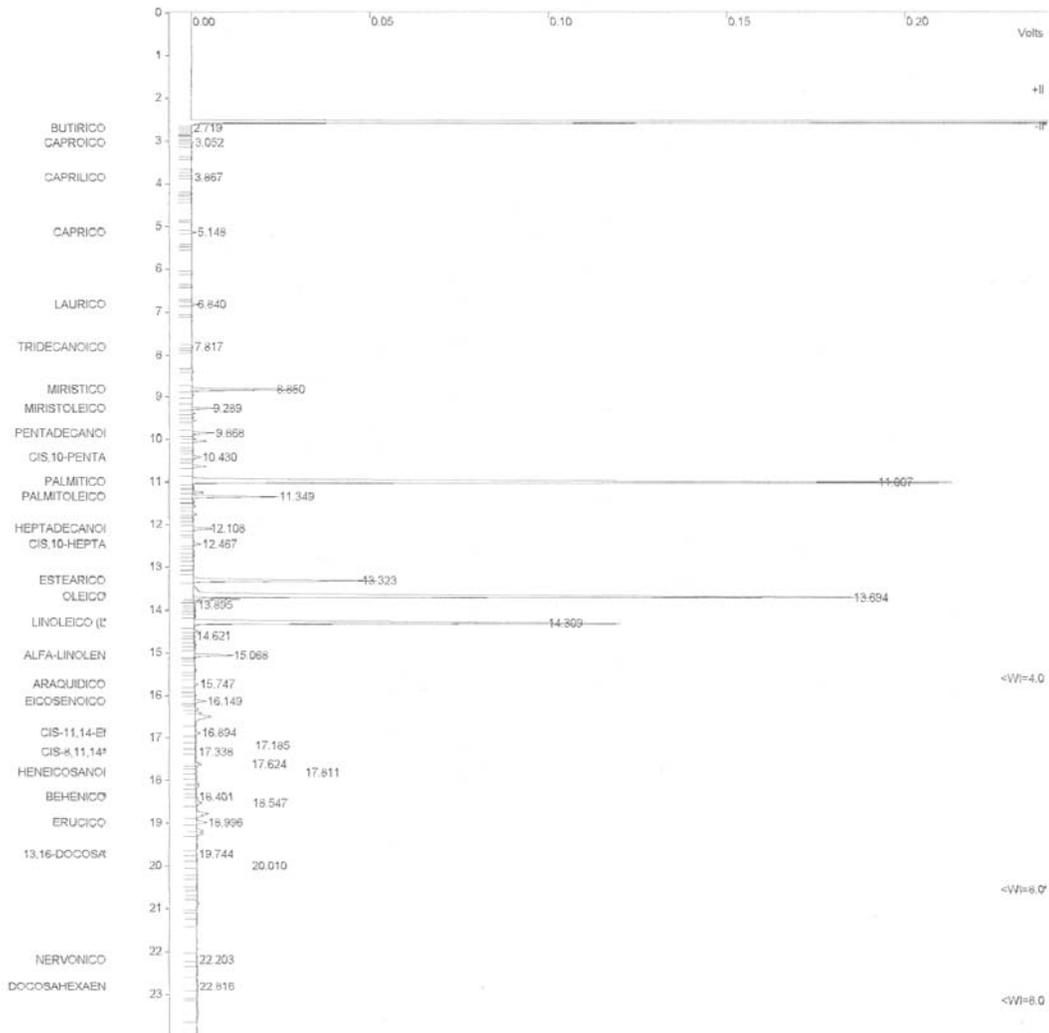
Title :
 Run File : c:\star\data\chucho\repet conejos\c10 b.run
 Method File : c:\star\rosa ma\carne_acidos grasos.mth
 Sample ID : C10 B

Injection Date: 16/11/2006 12:58 p.m. Calculation Date: 11/12/2006 01:28 p.m.

Operator : Rosama Detector Type: 3800 (1 Volt)
 Workstation: Bus Address : 44
 Instrument : Varian Star #1 Sample Rate : 10.00 Hz
 Channel : Front = FID Run Time : 23.977 min

** GC Workstation Version 6.30 ** 04202-7780-826-1220 **

Chart Speed = 0.81 cm/min Attenuation = 1008 Zero Offset = 2%
 Start Time = 0.000 min End Time = 23.977 min Min / Tick = 1.00



Title :
Run File : a:\cole020.run
Method File : C:\STAR\ROSAMA\COLESTE.MTH
Sample ID : LIA 612B

Injection Date: 14/02/2008 03:16 p.m. Calculation Date: 14/02/2008 03:22 p.m.

Operator : Rosama Detector Type: ADCB (10 Volts)
Workstation: DISK1 VOL1 Bus Address : 16
Instrument : sneca/innsz Sample Rate : 10.00 Hz
Channel : A = A Run Time : 6.002 min

** GC Workstation Version 6.30 ** 04202-7780-826-1220 **

Chart Speed = 6.49 cm/min Attenuation = 109 Zero Offset = 8%
Start Time = 3.000 min End Time = 6.000 min Min / Tick = 1.00

