



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE COLESTEROL
EN LA CARNE DE CERDO Y POLLO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

PAULA DEYDRETH PARDAVÉ GONZÁLEZ

ASESOR: M en P. JORGE LUÍS RICO PÉREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria (Cuautitlán)
Por abrirme las puertas, compartir sus conocimientos y dejarme ser parte de ustedes. Gracias

A mis maestros que me enseñaron todo lo mejor, para poder servir a la sociedad como Médica Veterinaria y en especial a mi asesor y sinodales que me apoyaron en este recorrido. Gracias.

A mis amigos(a):

Porque son de esa clase de personas que todo lo comprenden y dan lo mejor de si mismos sin esperar nada a cambio... porque saben escuchar y brindar ayuda cuando es necesario... porque me han mostrado cariño y admiración.

Dianey Gómez Guzmán, Dr. Ignacio Morales, Jorge y Ramiro Morgan, Anita, Claudia, Isela , Ricardo Favila, Nancy Ortega, Jorge Amaro, Enrique Torres, Karina e Iván Perdomo, Mauro Vera, Ismael Saucedo, Rosario Martínez, Víctor Hugo Carranza, Omar Aldana, Víctor Hugo López, Betzabe Medina, Cesar López, Emmanuel Estrada, Nadia Rangel, Hernán García, Fernando Trigo.

Gracias

No es fácil llegar, se necesita ahínco, lucha y deseo, pero sobre todo apoyo como el que he recibido durante este tiempo. Ahora más que nunca se acredita mi cariño, admiración y respeto. A mi abuelita Margarita González.⁺ A mi tía Lupita Guerrero, Marcela Pardavé. A mi madrina Maria Eugenia González. A mi primo Hugo Santiago.

Gracias por lo que hemos logrado.

DEDICATORIAS:

A dios que me dio el tesoro más valioso, mi familia y con ello una vida llena de dicha y armonía. Gracias

A mis padres Raymundo y Edith: por la oportunidad de existir, por su sacrificio en algún tiempo incomprendido, por su ejemplo de superación incasable, por su comprensión y confianza, por su amor y amistad incondicional, porque sin su apoyo no hubiera terminado esta etapa de mi vida. Por lo que han sido y será... Gracias. Los amo.

A mis hermanos Adriana y Osvaldo: a quien jamás encontraré la forma de agradecerles el que me haya brindado su mano en las derrotas y logros de mi vida, por su ejemplo a seguir gracias. Los amo.

A mi sobrino Gael:
Por que eres un ángel que llego a mi familia, para darnos alegría y felicidad, por ser una chispa de vida en nuestro corazón.
Te amo mucho.

Todos los pozos profundos viven con lentitud sus experiencias: tienen que esperar largo tiempo hasta saber qué fue lo que cayó en su profundidad.

Friedrich Nietzsche

ÍNDICE	PAG
I. Resumen.....	1
II Introducción.....	3
III. Revisión Bibliográfica.....	6
A) Importancia de la alimentación humana a partir de la proteína animal.....	6
B) Impacto de la ganadería en México.....	8
C) Calidad de la carne.....	13
D) Factores biológicos que controlan la calidad de la carne.....	14
E) Aspectos de la calidad de la carne.....	15
1) Seguridad Alimentaría.....	15
2) Medición de la calidad.....	19
3) Aptitud para la transformación.....	21
F) Transformación del músculo a carne.....	23
G) Composición química de la carne.....	29
1). Proteínas.....	29
2). Lípidos.....	30
3). Colesterol.....	33
4). Micro componentes.....	37
H) Composición química de la carne de pollo.....	39
I) Composición química de la carne de cerdo.....	41
J) Determinación de la composición de colesterol.....	43
1). Método colorimétrico.....	43
IV. Objetivos.....	46
1) Objetivo general.....	46
2) Objetivos particulares.....	46
V. Hipótesis.....	47
VI. Material y métodos.....	48
VII. Resultados.....	53
VIII. Discusión.....	63
IX. Conclusiones.....	66
X. Bibliografía.....	67

I) RESUMEN:

Cuando se habla de la calidad de la carne, podemos referirnos a una serie de parámetros tales como la suavidad (terneza), jugosidad, sabor, aporte nutricional (proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales, etc.), así como a un deseable bajo contenido de grasas. Por otra parte, resulta necesario reconocer que dicha calidad se ve influenciada por factores intrínsecos del animal entre los que se ubica la raza, el sexo, edad, genética, así como aquellos otros factores extrínsecos que guardan relación con los sistemas de alimentación y manejo bajo los cuales son explotados los animales (Pearson y Tauber, 1984).

Los macrocomponentes de la carne son las proteínas y la grasa. Sin embargo, el agua es un compuesto que se encuentra en mayor cantidad (55-60%), llegándose a encontrar en músculos de animales jóvenes hasta un 75% de agua y un 20% de proteína. Los micro componentes de la carne son los carbohidratos, las vitaminas y los minerales, los cuales constituyen el 1% de la composición total de la misma (Delgado, 1998). Por su parte, el colesterol es un lípido de naturaleza esteroidea, presente en las células de los tejidos animales, de naturaleza hidrofóbica, y por consiguiente insoluble en el plasma. (Kramer, 1991). Para determinar la composición de colesterol en la carne se emplean distintos métodos, destacando, entre los más usuales, aquellos que consisten en tratar de establecer el valor de la concentración de una sustancia en disolución mediante la comparación del color de dicha disolución con el color de un patrón o referencia. La forma de dicha sustancia de interés es una disolución coloreada que se denomina *procedimiento colorimétrico* (Garrigos, 2006).

Existen discrepancias con respecto a los resultados obtenidos para la composición de colesterol en carne proveniente de distintas especies, lo cual se ha reflejado, a su vez, en una escasa información generada bajo condiciones de explotación animal en nuestro país, es por ello que se decidió realizar el presente trabajo, el cual consistió en determinar y comparar la cantidad de colesterol presente en carne de pollo y cerdo. Para ello, se evaluaron 12 muestras por triplicado de carne de cerdo, así como 12 muestras de carne de pollo con piel y 12 sin piel, de acuerdo con la metodología propuesta por Bragagnolo (2001). Para el caso de la carne de cerdo ésta provenía del músculo *Longissimus dorsi*, a partir de una porción de muestra ubicada entre la doceava y treceava costilla y para el caso de la carne de pollo, ésta provenía de la “pechuga”.

Los resultados encontrados mostraron que existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de carne (pollo con piel, pollo sin piel y cerdo). Encontrando que las muestras de pollo con piel fueron las que presentaron una mayor concentración de colesterol (50.50 mg/100 g de carne), en tanto que en las de cerdo se presentó la menor concentración de colesterol (34.23 mg/100 g carne). Lo anterior coincide con los resultados presentados por autores como (Bragagnolo, 2001; Zhao y Chen, 2007; Rauw et al., 2007).

II) INTRODUCCIÓN:

En la actualidad, la relación entre dieta y salud cada vez se estrecha más; de ahí que cada día los consumidores muestren más preocupación e interés en saber que es lo que están consumiendo. En ese sentido, por ejemplo, la American Heart Association, 2001, recomendó el consumo de una dieta equilibrada, con bajo contenido de lípidos, colesterol y ácidos grasos saturados; sugiriendo, por otra parte, sustituir los alimentos que contienen a los compuestos anteriores, por aquellos otros que presenten un mayor contenido de ácidos grasos mono y poliinsaturados.

Siendo la carne de cerdo considerada dentro del grupo de las carnes “rojas” y que, dado que dicha carne contiene un tipo de grasa que presenta una mezcla tanto de ácidos grasos saturados como insaturados, se ha venido asociando el consumo de la misma con un alto riesgo de desarrollar las enfermedades cardiovasculares. Así, se sabe que, por ejemplo, una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, aparentemente presentes en las carnes “rojas”, aumentan la tendencia del producto a enranciarse con mayor facilidad (Belitz y Grosch, 1998), lo cual iría en detrimento de la calidad del producto así como del daño potencial para los consumidores.

Sin embargo, no se debe olvidar que la cantidad y tipo de grasa presente en la carne de los animales se ve afectada también por la composición de los alimentos que consumen, así como de las condiciones de producción de los mismos, lo cual puede ser un factor controlable, hasta cierto punto, dentro de la gama de condiciones de producción animal. Por otra parte, se sabe que la presencia de un mayor contenido de ácidos grasos saturados en los alimentos, se relacionan con un aumento del nivel de colesterol en la sangre humana (Harper, 1998).

Por su parte, la carne de pollo, se sabe que presenta un gran número de propiedades organolépticas y nutricionales, buenas para el organismo humano.

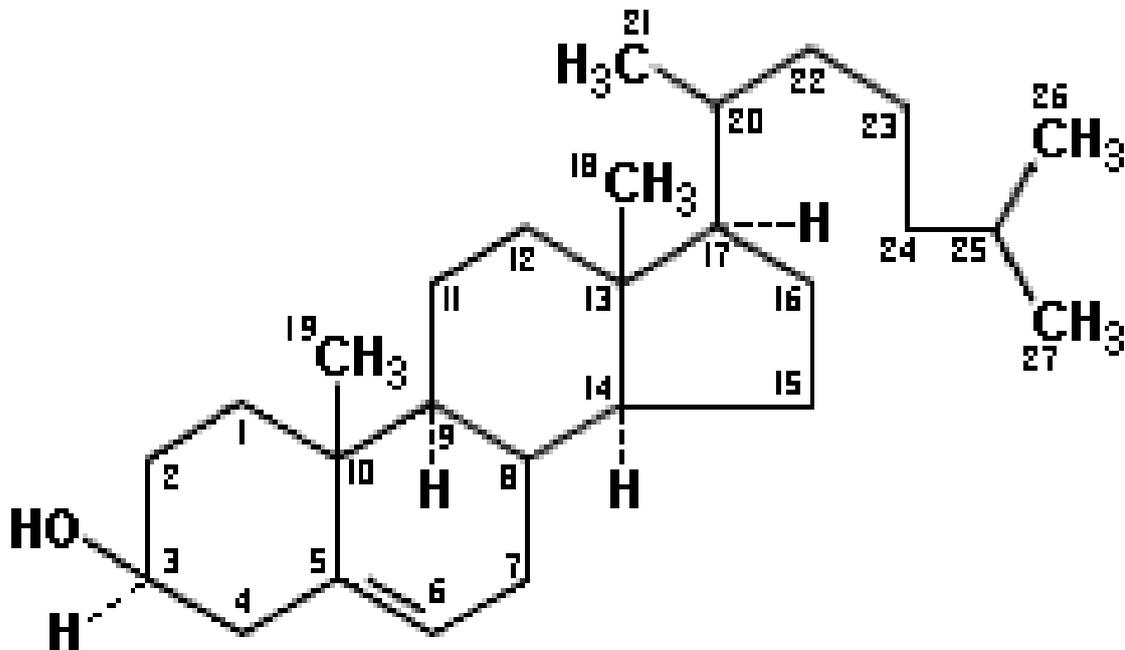
Ha sido bien identificado el hecho de que la cantidad de grasa en las canales de aves depende de la edad, sexo y la especie, así como parte de la canal del cual provenga la muestra de grasa. Para esta especie, a diferencia del cerdo, la mayoría de la grasa se encuentra debajo de la piel y no tanto en los tejidos (Belitz y Grosch, 1998).

Pese a lo anterior, autores como Bragagnolo, (2001) ha insistido en señalar que, dado que las condiciones de producción son distintas de un país a otro y que, al parecer, la mayor cantidad de información disponible, en la cual se sustentan las actuales campañas de orientación nutricional, provienen de países desarrollados tales como los EE UU, es posible encontrar que, con respecto a la composición de carnes blancas y rojas producidas bajo distintas condiciones a las de aquellos países, por lo que se encuentran diferencias con respecto a lo reportado hasta ahora. Por lo tanto, se ha recomendado también que exista una tipificación por país y/o región, a fin de proporcionar información confiable (Bragagnolo, 2001).

En otro sentido, se sabe que el colesterol, un derivado del ciclopentanoperhidrofenantreno, el cual posee un doble enlace entre los carbonos 5 y 6 del anillo aromático susceptible de experimentar oxidación, genera una gran cantidad de compuestos con diferente estructura llamados oxisteroles. Estos últimos se forman cuando el colesterol como tal o productos orgánicos que lo contengan, son sometidos al efecto directo o indirecto de temperatura, radiaciones, metales o agentes oxidantes orgánicos (enzimas) (Harrow y Mazur, 1998).

Figura No. 1

Estructura química del colesterol.



Fuente: Harper, 1998.

Por otra parte, cabe precisar que, al ser el colesterol un derivado de la grasa; esté no es el único responsable de las altas concentraciones del mismo en la sangre, sino más bien, ello depende, en buena medida del consumo de grasa total en la dieta, (Delgado, 1998; Gómez, 1994; Harper, 1998; Richardson RI, 2001).

III) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

A) Importancia de la alimentación humana a partir de la proteína animal:

En la dieta de los seres humanos se puede distinguir entre proteínas de origen vegetal o de origen animal. Las proteínas de origen animal están presentes en las carnes, pescados, aves, huevos y productos lácteos. Las de origen vegetal se pueden encontrar abundantemente en los frutos secos, legumbres, y cereales completos (con germen). Las proteínas de origen vegetal, tomadas en conjunto, son menos complejas que las de origen animal (Steel, 1999).

Puesto que cada especie animal o vegetal está formada por su propio tipo de proteínas, incompatibles con los de otras especies, para poder asimilar las proteínas de la dieta previamente deben ser fraccionadas en sus diferentes aminoácidos. Esta descomposición se realiza en el estómago e intestino, bajo la acción de los jugos gástricos y enzimas. Los aminoácidos obtenidos pasan a la sangre y se distribuyen por los tejidos. (Richardson, 2001).

A pesar de la versatilidad de las proteínas, los humanos no estamos fisiológicamente preparados para una dieta exclusivamente proteica. Estudios realizados por Richardson (2001) en este sentido pronto detecto la existencia de importantes dificultades neurológicas que se presentan por el exceso en el consumo de proteína animal, como aquellas de tipo estructural como el colágeno de los tejidos conjuntivos del tendón, las de tipo contráctil como la actina y la miosina que constituyen la mayor parte del músculo, responsables de la conversión de energía química en mecánica y de la textura de la carne, los de tipo enzimático que catalizan las reacciones químicas de degradación (por ejemplo las calpainas). También presentan funciones de transporte (la hemoglobina de la sangre y la mioglobina del músculo que llevan el oxígeno) asociada al color de la carne dependiendo del estado de oxidación del hierro del grupo hemo (Richardson, 2001), (Steel, 1999)

Como se sabe, la composición proteica incluye un nitrógeno al cual se le conoce como grupo amino y que, al ser indispensable para la función de los seres vivos, resulta muy importante su inclusión en la dieta, ya que son incapaces de sintetizarlo. Por otro lado, no todas las proteínas que ingerimos se digieren y asimilan. La utilización neta de una determinada proteína, es la relación entre el nitrógeno que contiene y el que el organismo retiene. Hay proteínas de origen vegetal, tal es el caso de la soya, que a pesar de tener menor valor biológico que otras proteínas de origen animal, su aporte proteico neto es mayor ya que se asimila mejor en nuestro sistema digestivo. La cantidad de proteínas que se requieren cada día, depende de la edad, por que en el período de crecimiento las necesidades son el doble o incluso el triple en comparación de un adulto, y del estado de salud de nuestro intestino y nuestros riñones, que pueden hacer variar el grado de asimilación o las pérdidas de nitrógeno por las heces y la orina. (Niinivaara, 2003).

En ausencia de glúcidos en la dieta, obtenidos de la glucosa, es posible producirla a partir de la conversión de ciertos aminoácidos en el hígado. Como el sistema nervioso y los leucocitos de la sangre no pueden consumir otro nutriente que no sea glucosa, el organismo puede degradar las proteínas de nuestros tejidos menos vitales para obtenerla.

Las proteínas consumidas en exceso, se catalizan en las células para producir energía. A pesar de que tienen un rendimiento energético igual al de los hidratos de carbono, su combustión es más compleja y dejan residuos metabólicos, como el amoniac, tóxicos para el organismo. El organismo dispone de sistemas de eliminación, pero todo exceso produce cierto grado de intoxicación que provoca la destrucción de tejidos (Vancanchola y Vázquez, 2004).

B) Impacto de la ganadería en México:

La ganadería ha proporcionado desde tiempos muy remotos la alimentación del hombre, en un principio el ganado se criaba para aprovechar su carne y su piel, pero poco a poco se advirtió que también la leche de algunas especies animales constituía un magnífico alimento para el hombre. De la producción de cerdo, no solo se obtiene su carne, sino también por la gran cantidad de subproductos apreciables, de los cuales se derivan diversas industrias tales como: la fabricación de cepillos, brochas y pinceles, donde se aprovechan las cerdas como materia prima; la fabricación de pegamentos y gelatinas que se obtienen de las pezuñas del animal; las glándulas sirven para preparar productos medicinales; el esqueleto se emplea en la fabricación de fertilizantes para la tierra y en la fabricación de botones; el excremento se utiliza en la producción de abono; la piel se aprovecha en la industria de la peletería y, por último, la carne, que además de ser un alimento altamente nutritivo, dio origen al establecimiento de la industria de empacado de carnes, salchichonería y embutidos en nuestro país (Wilson, 2000).

La producción pecuaria, en nuestro país se puede considerar, como una de las más importantes dentro del proceso económico debido a la cantidad de personas que desarrollan sus actividades dentro de este medio y la inversión del capital que tiene que hacer el ganadero (Vancanchola, 2004).

La porcicultura nacional está formada por tres estratos productivos: la producción de traspatio, la semitecnificada y la tecnificada. El sistema tecnificado contribuye con el 57% de la producción, el semitecnificado con el 15% y la producción de traspatio aporta el 28% del total (Vancanchola, 2004).

La producción del cerdo de traspatio se caracteriza por la ausencia de programas sanitarios, alimentos e infraestructura específica. Los animales, por lo general de raza criolla como el "cuino" o "enano" en el altiplano y el "cerdo pelón" mexicano en las regiones tropicales, lograron una buena adaptación al medio. Las piaras de traspatio se constituyen de uno a cinco vientres, aunque la cantidad depende mucho si es rural o urbana. No se vacuna, no se desparasita y no se proporciona alimento balanceado (Vancanchola, 2004).

Las piaras de la porcicultura semitecnificada están compuestas, en promedio, de 150 a 500 vientres, como existe una tecnificación mediana, el confinamiento se hace en grupos y se realiza una monta natural; en la mayoría de los casos, las empresas cuentan con producción para pie de cría y engorda, se controla más la genética empleando sementales puros y se llevan a cabo reemplazos de las líneas de engorda (Kauffman, 1993).

Porcicultura tecnificada. La producción de cría-engorda se realiza mediante técnicas de confinamiento total, con el objetivo de obtener mayores porcentajes de carne magra y, por ende, mayor rendimiento en canal. La integración tecnológica existente en estas empresas les permite realizar en forma completa diversas etapas requeridas por el proceso, como son la producción de pies de cría, producción de cría-engorda, fábrica de alimentos balanceados, utilización e implementación de laboratorios de control especializados, reposición (Kauffman, 1993).

En México, la producción de alimentos para el sector pecuario se conforma por empresas integradas, cuya producción la consumen sus sistemas pecuarios e industria productora de alimentos para animales que destinan su producción a la venta; ambas, en la elaboración de alimentos se utilizan materias primas con un valor superior a los 25 mil millones de pesos. (Rodríguez y López, 2007).

Tabla No. 1

Porcentajes de la producción de alimentos en México.

ALIMENTO	PORCENTAJE
Granos y semillas	37%
Pastas	19%
Productos químicos	11%
Harinas	10%
Forrajes	8%
Subproductos de granos	7%
Otras materias	8%

Fuente: Belitz y Grosch, 1998.

Entre los granos y semillas, para la elaboración de alimentos, el maíz y sorgo tienen la mayor proporción con el 37% cada uno y en menor proporción soya (8%) y trigo (6%).

Tabla No. 2

Porcentajes de pastas para la elaboración de alimentos pecuarios.

PASTAS	PORCENTAJES
soya	81%
maíz	7%
canola	6%

Fuente: Rodríguez y López, 2007.

En las harinas el 28% corresponden a harinas de carne, 20% de pescado, 11% de maíz y 9% de soya. Por lo anterior se establece la importancia de los granos en los sistemas de producción, tanto a nivel nacional y la repercusión que tiene el alza de precios en la ganadería ya que depende de la utilización de maíz y sorgo para la alimentación del ganado; siendo ésta entre el 30 y 60% de los costos de la producción (Rodríguez y López, 2007).

Otro aspecto que traerá consecuencias en la producción ganadera, es la problemática que se presenta en los energéticos. Las fuentes para la producción de energía en 1980 fueron petróleo (43%), carbón (25%), gas (17%), biomasa (10.5%), estas cuatro fuentes de energía cubrieron el 95% del consumo humano; para el 2004, estas mismas fuentes cubrieron el 91% y para el 2030 cubrirán el 89% del consumo mundial (Gutiérrez, 2009).

El petróleo ha alcanzado precios record de más de 100 USD barril, este hecho, aunado a los pronósticos de escasez de petróleo para los próximos decenios, ha generado una reorientación de la agricultura hacia la producción de nuevas fuentes de energía basadas en productos agrícolas (biocombustibles), con la finalidad que los países aseguren su suministro energético y no requieren de importaciones del hidrocarburo a precios tan elevados; por lo que los granos serán disputados entre el consumo humano, animal y la naciente industria energética (Gutiérrez, 2009).

Durante el periodo abril de 2007 a abril de 2008, la crisis alimentaria y la reorientación de la agricultura para la producción de biocombustibles a nivel mundial, han repercutido en México no sólo incrementos en el costo de alimentación del ganado (costo más importante de producción), sino en otros costos necesarios para la producción como fertilizantes (40-65%), combustibles (43%), semillas (30%), maquinaria (7%) y químicos (4%) (Gutiérrez, 2009).

A parte de los efectos que representan la crisis alimentaria y la reconversión de la agricultura para la producción de biocombustibles, el sector ganadero presenta problemas propios como la falta de crédito, la integración de los productores, la transferencia de tecnología y el acceso a mercados.

Ante la globalización, formación de grandes bloques económicos, interdependencias entre países así como las firmas de tratados, incluyendo el Tratado de Libre Comercio (TLC), se exige conocer las variables productivas y económicas que destacan en la avicultura, ya que con la firma del Tratado, los vínculos entre la avicultura nacional e internacional se hacen más fuertes. Son varios los factores que se han visto que impactan favorablemente los mayores consumos avipecuarios a) un mayor ingreso real; b) menores precios reales; c) versatilidad en dietas; d) valor nutricional; y e) disminución de costos reales como resultado de un proceso continuo de inversiones e innovaciones tecnológicas de punta (García et al., 2009).

En general la competitividad en el sector avícola se determina fundamentalmente por: a) nivel y desarrollo económico; b) provisión de recursos naturales; y c) el marco institucional determinado por políticas gubernamentales de fomento a la producción avícola. (García et al., 2009).

Uno de los problemas que con más frecuencia se encuentran en las granjas en México, es la desorganización, fruto de la carencia de objetivos a lograr y la ausencia de planeación en cuanto a futuro crecimiento de la empresa. Todo esto conduce como mínimo, a que se realicen gastos excesivos para operar con una eficiencia aceptable o gastos que no se puedan solventar conjuntamente con una producción ineficiente, cosa opuesta a lo que se pretende lograr: producir lo más posible, en el menor tiempo y con el menor costo.

La determinación del costo es importante para la cuantificación de utilidades, evaluación de los inventarios e inclusive para los efectos de tomar decisiones de fijación de precios, así como de evaluar tales decisiones (García et al., 2009).

En estos tiempos en que la globalización se ha apoderado de las economías de mercado, el de la carne se ha llegado a constituir en una importante opción generadora de divisas que, por lo tanto, impone nuevas condiciones cualitativas de explotación, sacrificio, distribución y comercialización del producto. Es por ello que, en la actualidad, tanto los productores como los actores vinculados al sacrificio, distribución y comercialización de la carne se hallan interesados en ofrecer un producto de mejor calidad (Kramer, 1991)

Es así como el consumo de la carne a través de los años ha incrementado, sin embargo ha tenido ciertas variantes en el consumo del tipo de carne, teniendo un espectacular aumento la carne de pollo con un detrimento del consumo de las carnes rojas, inicialmente el factor y la tecnología de procesado para producir pollos a precios mas bajos que otras carnes. Así se ha reconocido esta carne como la más sana o la menos perjudicial para el humano (Varna, 1999).

La estructura de la avicultura, es el segmento más estable y menos contraído dentro de las actividades pecuarias en México, cada día va más en aumento. Obteniendo tecnología de vanguardia, con ventas en volúmenes elevados, y la demanda de proteína animal es mayor, por la relación de precios con otras fuentes de proteína (Varna, 1999).

C) Calidad de la carne:

Es la suma de las características de un producto alimenticio dado que influyen su aceptabilidad o preferencia por el consumidor (Kramer 1991). Cuando se habla de la calidad de la carne, podemos referirnos a una serie de parámetros tales como la suavidad (terneza), jugosidad, sabor, aporte nutricional (proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales, etc.), así como a un deseable bajo contenido de grasas. Por otra parte, resulta necesario reconocer que dicha calidad se ve influenciada por factores intrínsecos del animal entre los que se ubica la raza, el sexo, edad, genética, así como aquellos otros factores extrínsecos que guardan relación con los sistemas de alimentación y manejo bajo los cuales son explotados los animales (Pearson y Tauber, 1984).

Los productos se comparan frente a un estándar o grupo de estándares para determinar su clase, los estándares se dividen en gubernamentales: son aquellos promulgados por las autoridades federales, regionales, provinciales o locales, esta legislación puede ser voluntaria. Comerciales: son desarrollados por las industrias individuales que implican niveles de clasificación, esto es cuando el cliente compra. Y el de investigación: este desarrollado por investigadores como un patrón o control dado entre lotes, para establecer los estándares se toman diversos factores, como fundamentar las normas sobre la calidad del producto, que se produce y comercializa. (Pearson y Tauber, 1984).

Calidad en la carne de cerdo es un componente de numerosos factores, tales como apariencia, sabor, jaspeado, ternura y jugosidad. Jaspeado idealmente de 2-4% de grasa intramuscular (IMF) en la carne de cerdo mejora el sabor, ternura y jugosidad, y por lo tanto es un factor crítico para los consumidores (Hur y Park, 2007).

D) Factores biológicos que controlan la calidad de carne:

Grasa veteada: es la grasa depositada en el perimio entre los haces de fibras musculares. Reduce la fuerza a realizar durante el corte o masticación e incrementa la jugosidad.

Colágeno: La fuerza del músculo es debida al armazón de tejido conectivo. A mayor edad se desarrolla un fuerte vínculo intramolecular que lo hace más difícil de degradar en la cocción. Y es más dura (Pearson y Tauber, 1984).

Fibras musculares: lo más importante respecto a la dureza es el agrupamiento de las fibras musculares que ocurre durante el enfriamiento. Los músculos con altas proporciones de fibras rojas tienden a ser más tierno que aquellos que contienen fibra blanca.

Caída de pH: una caída rápida del pH post-mortem produce carne pálida, blanda y exudativa (PSE). Una caída retardada causa carne oscura, seca y firme (DFD). Influenciado por la raza y manejo pre-sacrificio (Pearson y Tauber, 1984).

Desarrollo del tejido: cerdos con un desarrollo de tejido inmaduro exhiben un rango de caracteres que afectan adversamente a la calidad de la carne. Así presentan mucha agua y baja grasa en el tejido conectivo entre los músculos (Pearson y Tauber, 1984).

E) Aspectos de la calidad de la carne:

1) Seguridad Alimentaria:

Es el derecho legal de consumir carne sana obliga al primer productor (ganadero) a formar parte de una cadena de carne en la que se garantice el suministro de alimentos sanos y seguros.

❖ Higiene microbiológica:

Los mayores riesgos de consumir carne se presentan cuando fallan las normas higiénico-sanitarias en cualquier eslabón de su cadena productiva. La salubridad, inocuidad o todo lo que encierra este tipo de seguridad para el consumidor es el aspecto más importante para el comercio de la carne. La inspección ante-mortem y post-mortem, como método clásico visual, olfativo o táctil, para determinar si una canal, productos o subproductos son aptos para el consumo, ha cumplido una función útil. Sin embargo, se debe garantizar que la canal este libre de bacterias nocivas para el organismo humano (*Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli.*), así como de la ausencia de residuos (antibióticos, metales, pesticidas) (Hur y Park, 2007).

❖ Atributos Organolépticos:

El Color es quizás uno de los atributos sensoriales más importantes que puede juzgar el consumidor en el punto de venta. El color de la carne en la evaluación de una canal está relacionado con otros factores como el estrés producido por el manejo inadecuado de los animales antes del sacrificio o el tipo de suplementos y vitaminas que consumió (Hur y Park, 2007).

El Color de la carne y de la grasa son utilizados también como estimadores indirectos de la madurez muscular y adiposa respectivamente.

El pigmento más abundante en la carne es la mioglobina cuya función en el animal vivo es mantener oxígeno en reserva a nivel tisular por lo cual se ve afectado cuando se presenta la muerte, presentando 3 formas en la color de la carne. La mioglobina como tal dara un color rojo, la oximioglobina sufre un cambio en su estructura por la bajas presiones de oxígeno favioreciendo la liberación o sepración de oxígeno (forma oxigenada) asi tiende a transformarse en metamioglobina (forma reducida) (Hur y Park, 2007).

Tabla No.3

Color que manifiestan los pigmentos de la carne cuando disminuye el oxígeno.

PIGMENTO	COLOR
Mioglobina	Rojo
Oximioglobina	Rojo brillante
Metamioglobina	Rojo oscuro a café

Fuente: Hur y Park, 2007.

Terneza es la característica mas buscada por el consumidor y es el grado de dureza o suavidad de la carne al ser cortada o masticada.

La jugosidad está determinada por lípidos intramusculares y es una característica que determina la calidad de la carne.

El sabor y olor se detecta por los componentes volatiles que libera la carne y determina la calidad de la misma, los constituyentes volátiles están descritos como compuestos químicos orgánicos tales como hidratos de carbono, alcoholes, aldehídos, ésteres, furanos, piridinas, pirazinas, pirroles, oxacinas y otros compuestos que se fundamenten generalmente en el átomo de azufre y en los elementos halógenos. Se cree en la comunidad científica que los sabores y aromas de la carne provienen predominantemente de los compuestos azufrados y de los compuestos heterocíclicos que contienen nitrógeno, oxígeno o azufre. No obstante existen diferencias respecto a la cantidad de los compuestos según la especie animal de que se trate (Pearson y Tauber, 1984).

Cantidad de grasa visible (Veteado). Es la cantidad de grasa entreverada en las fibras musculares y se evalúa en el área del ojo de costilla en un corte hecho entre las costillas doceava y treceava. El marmoleo es el principal factor a tomar en cuenta por el consumidor para determinar la calidad de la carne. Mientras el nivel de marmoleo sea mayor, la carne será de mayor calidad, puesto que ésta tendrá mejor sabor y será más jugosa (Pearson y Tauber, 1984).

❖ Valor Nutritivo:

Cantidad de grasa:

Como cualquier alimento que procede de un animal terrestre, la carne contiene grasa saturada y colesterol, ambos implicados en el aumento del colesterol plasmático. Sin embargo, se ha descubierto que, el total de grasa, es mayor la proporción de grasa monoinsaturada o grasa buena, (48%), frente a la proporción de grasa saturada, (42%). El perfil de ácidos grasos de la carne se define por la alimentación que se da al animal (Pearson y Tauber, 1984).

Valor proteico: Todas las carnes están englobadas dentro de los alimentos proteicos y nos proporcionan entre un 15 y 20% de proteínas, que son consideradas de muy buena calidad ya que proporcionan todos los aminoácidos esenciales necesarios (Lawrie, 1992).

❖ Calidad Tecnológica:

El pH del músculo vivo de los mamíferos es neutro, después de sacrificio desciende hasta estabilizarse entre 5.3 y 5.8, este descenso es observado macroscópicamente por la rigidez cadavérica que se caracteriza por la pérdida de extensibilidad de la musculatura. El pH final favorece el desarrollo de bacterias además al coincidir con el punto isoeléctrico de las proteínas musculares disminuye la capacidad de retención de agua favoreciendo la salazón o la desecación. Antes del sacrificio el glucógeno muscular se agota como consecuencia de fatiga o estrés, el pH se mantiene tras 24 horas después de sacrificio resultando una carne oscura, firme y seca, debido a su retención de agua dificulta la desecación aumentando los riesgos de alteración microbiana, también puede producirse después de sacrificio un descenso rápido del pH, teniendo una carne pálida, suave y exudativa (Lawrie, 1992).

Capacidad de retención de agua es un parámetro físico-químico importante por su contribución a la calidad de la carne, está relacionada con la textura, terneza y color de la carne cruda, jugosidad y firmeza de la carne cocinada. Dicha retención de agua se produce a nivel de las cadenas de actino-miosina.

La mayor parte de los músculos post-rigor mortis contienen un 70% agua, dependiendo primeramente del contenido lipídico y de la madurez fisiológica del músculo. Es causada por una inmovilización de agua de los tejidos en el sistema miofibrilar, el agua se mantiene en el músculo por una acción capilar generada por pequeños poros, teniendo en cuenta además que las miofibrillas ocupan aproximadamente el 70% del volumen total de la masa molecular; esto significa que una parte del agua debe estar localizada en los filamentos gruesos y finos de las miofibrillas (Hur y Park, 2007).

2) Medición de la calidad:

Calidad de la canal (rendimiento, peso de la canal, porcentaje de músculo, conformación.

Calidad tecnológica de la carne (capacidad de retención de agua, color, aptitud de transformación, aptitud para la conservación)

Calidad organoléptica de la carne

Calidad de la grasa

❖ Rendimiento de la canal:

Se define como la relación entre el peso de la canal y el peso vivo expresado en porcentaje. Los factores que afectan al rendimiento de la canal son: duración del ayuno, transporte, tipo genético, alimentación, composición y nivel (Lawrie, 1992).

❖ Peso de la canal:

La industria de la carne suministra diferentes mercados más o menos abundantes y con distintas exigencias. Las canales deben ser escogidas a partir de las entregas de los ganaderos. Con el fin de asegurar una cierta homogeneidad se penalizan a los cerdos que no lleguen al peso promedio o a los que se excedan. Las penalizaciones en algunos mercados pueden ser de hasta un 10 - 20 % del precio (Hur y Park, 2007).

❖ Porcentaje de músculo:

Todos los sistemas de clasificación utilizados intentan dar una apreciación de la composición muscular de la canal de una manera más o menos directa. El porcentaje de músculo es la relación entre el peso del músculo y el peso de la canal expresado en porcentaje (Lawrie, 1992).

❖ Capacidad de retención de agua:

El agua es retenida en el seno de una red de fibras musculares de dos maneras:

- a) La acción de cargas eléctricas de las proteínas que permiten fijar firmemente un cierto número de moléculas de agua.
- b) La acción ligada a la configuración espacial más o menos abierta de esta red y consecuentemente la posibilidad más o menos importante de contener y retener las moléculas de agua (Lawrie, 1992).

Cuando un animal es joven retiene más cantidad de agua en sus fibras musculares y viceversa en un animal viejo.

❖ Color:

La forma química define el color (rojo o marrón). El nivel de pigmento y la cantidad de luz reflejada condiciona la intensidad del color (claro u oscuro) La evolución del pH post-mortem influye considerablemente en el color de la carne ya que afecta la estructura de la superficie de la carne y la proporción de luz incidente reflejada. Si el pH es elevado la red proteica se deja penetrar profundamente por los rayos de luz y absorbe una parte importante lo que se traduce en un color oscuro (Lawrie, 1992).

3) Aptitud para la transformación:

Una característica importante de la aptitud a la transformación es el rendimiento a la cocción. Este criterio está fuertemente correlacionado con el pH (Mattson, 2002).

❖ Aptitud para la conservación:

Depende de la resistencia de la carne a la penetración y a la proliferación de microorganismos, fuente de alteraciones. El descenso de pH después de la muerte tiene un efecto bacteriostático. Cuando el pH se estabiliza a un pH elevado las proliferaciones bacterianas se favorecen (Pearson, 1996).

❖ Calidad Organoléptica de la carne:

Las cualidades organolépticas de la carne son aquellas que son percibidas por el consumidor en el momento del consumo de carne, la textura o consistencia que se caracteriza por las impresiones de terneza y jugosidad, el sabor que reúne las sensaciones olfativas y gustativas y que son lo que denominamos gusto (Pearson, 1996).

La terneza depende de la textura del tejido muscular (tamaño de la fibra), de la distribución y del tipo de tejido conjuntivo que está incluido y de otra parte con la facilidad inicial con que la carne se corta en trozos y la importancia de los restos de la masticación (Hur y Park, 2007).

La jugosidad es resultante de la masticación que es función de una parte del jugo liberado por la carne y de otra por la secreción salivar estimulada esencialmente por la grasa. Lo que da la jugosidad a la carne son los lípidos intramusculares que son fuente de energía y el agua, constituyendo un sustrato acuoso que es liberado cuando se mastica, además de que suple ácidos grasos esenciales como son el linoléico, linolénico y araquidónico, y transporta vitaminas liposolubles (A, D, E, K) hacia el intestino para su absorción. (Mattson, 2002).

De la percepción de olores y gustos que reposa sobre la existencia y características de sustancias químicas (volátiles y solubles) da como resultado el sabor de la carne.

❖ Calidad de la grasa:

Depende de la consistencia del tejido adiposo y del grado de oxidación de los lípidos. La oxidación de los lípidos depende estrechamente de la composición en ácidos grasos del tejido adiposo y principalmente de su tasa de ácidos grasos poliinsaturados (Mattson, 2002).

❖ Calidad de la carne por factores intrínsecos :

Especie: Es el factor mas fácil de apreciar, en lo que respecta a la calidad del músculo, numéricamente la diferencia es pequeña pero comercialmente tiene un alto valor significativo, puesto que la industria cárnica refleja los cambios en la demanda consumista y social de cada individuo (Pearson, 1996).

Sexo: los machos tienen menos grasa intramuscular que las hembras mientras que los individuos castrados de cada sexo tienen más grasa comparado con un individuo entero, sin embargo en los verracos la concentración de ácidos grasos poliinsaturados en los lípidos intramusculares del lomo (*longissus dorsi*) es mayor que en cerdas (Belitz y Grosch, 1998).

Edad: la composición de los músculos varía al avanzar la edad del animal, el aumento de la grasa intramuscular y el contenido de mioglobina, evidenciando el menor incremento en el nitrógeno total, sarcoplásmico y la reducción de la humedad y del estroma. (Mattson, 2002).

❖ Calidad de la carne por factores extrínsecos:

El miedo, fatiga, y la manipulación previa al sacrificio, modifican el comportamiento muscular en el período post mortem y durante su almacenamiento y procesado de la carne (Lawrie, 1992).

F) Transformación de músculo a carne:

Lo que consumimos como carne depende fundamentalmente de la naturaleza estructural y química de los músculos después de la muerte, difiere de los músculos vivos en una serie de cambios bioquímicos y biofísicos que se inician en el músculo al morir el animal (Lawrien, 1992).

En el curso del sacrificio se interrumpe la circulación sanguínea y como consecuencia el cese de aporte de oxígeno y sustancias nutritivas así como la eliminación de anhídrido carbónico y otros metabolitos. Los fermentos glucolíticos actuantes en condiciones anaerobias desdoblan el glucógeno en ácido láctico, así mismo inicia la disminución de los fosfatos ricos en energía (ATP), que se produce como consecuencia del cese de la fosforilación oxidativa (Harrow, 1998).

La influencia del ayuno en la disminución de la reserva del glucógeno en el músculo de cerdo, es especialmente susceptible al agotamiento, incluso por una leve actividad precedente al inmediato sacrificio trayendo como consecuencia la elevación de pH, de lo contrario si se descansa a los cerdos por tiempos prolongados se tiene el riesgo de contagios de enfermedades como salmonella de animales portadores a animales sanos, los músculos difieren en su susceptibilidad al agotamiento del glicógeno a consecuencia del estrés, excitación emocional, frío, fatiga, anorexia, los cuales reaccionan a una descarga de hormonas de las glándulas adrenales tales como la adrenalina de la médula adrenal, 17-hidroxi- y 11- deoxicorticosteronas de corteza adrenal, la adrenalina agota el glucógeno muscular y libera hidroxicortocosteronas y deoxicorticosteronas controladas por la secreción de ACTH por la hipófisis, lo que tiene como consecuencia un desequilibrio en el glucógeno, y trastornos en la velocidad de degradación del glucógeno, produciendo una carne pálida y exudativa, y rigidez de miembros (Harrow, 1998).

Tras la muerte del animal se transforma el ATP (adenosín trifosfato) en ADP (adenosín difosfato por acción del piruvato carboxilasa, de la misma forma, como si estuviera vivo el animal, después del sacrificio, primero lentamente (delay period) y al cabo de unas horas a mayor velocidad (rapad phase). La existencia del periodo retardado es por la energía liberada en la glucólisis, en el equilibrio entre desdoblamiento y resíntesis del ATP al disminuir el contenido de glucógeno en el músculo y al agotarse, se termina la energía necesaria para la resíntesis del ATP este proceso corresponde a la fase rápida que sería la contracción de las fibras musculares que se registran en el músculo al desdoblarse el ATP lo cual corresponde a la rigidez cadavérica.

El rigor mortis se caracteriza por el aumento de la consistencia mecánica, disminución de la elasticidad y acortamiento del músculo, su aparición se considera una contracción fisiológica pero de naturaleza irreversible, con una asociación de actina y miosina en actinmiosina, así como una disminución de la solubilidad proteica, junto con estas alteraciones musculares perceptibles se acompañan las no perceptibles como lo son:

La modificación del color de la carne, cambios histológicos e histoquímicos.

El estado de rigidez se traduce estructuralmente por una estabilización de las separaciones de las estriás transversales y del diámetro de las fibras, se pudo determinar un estrechamiento de la estriación transversal, que se considera resultado de una acción contractiva. El glucógeno abundante permite que perdure la capacidad contráctil; si falta se observa la rigidez de las fibras musculares), merma en la capacidad fijadora del agua. Disminución del pH (el proceso anaerobio de la glucólisis que discurre después de la muerte conduce a la formación de ácido láctico responsable del descenso del pH). (Gómez 1994, Egan et al., 1987).

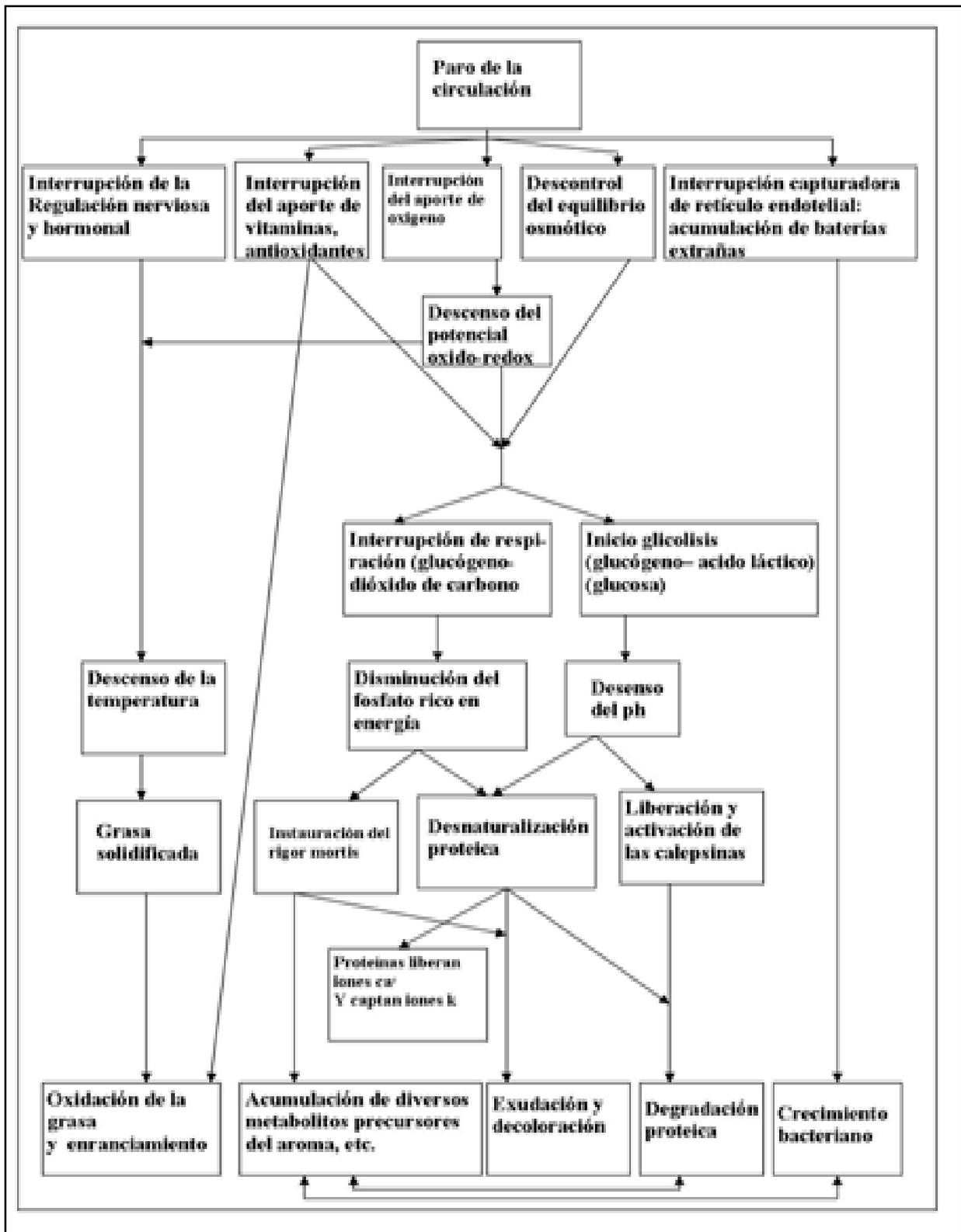
Después de la muerte del animal el músculo no se contrae activamente, la energía se utiliza para mantener la temperatura y la integridad orgánica celular. Una de las enzimas afectadas en el proceso es la activación de ATP – asa no contráctil de la miosina, en vez de ATP – asa contráctil de la actinmiosina, el cambio más inmediato al desangramiento es la interrupción del aporte de oxígeno sanguíneo a los músculos, con la consiguiente caída del potencial de óxido-reducción. Un resultado es que el sistema enzimático citocromo no puede operar, imposibilitándose la resíntesis del ATP a partir de esta fuente. La operación continuada de la ATP – asa no contráctil de la miosina reduce progresivamente el nivel de ATP produciendo simultáneamente fosfato inorgánico, que estimula la degradación del glucógeno a ácido láctico. La insuficiente resíntesis de ATP por glucólisis anaeróbica es incapaz de mantener el nivel de ATP y, a medida que descende, se forma actinmiosina determinante de la inextensibilidad del rigor. La reducida disponibilidad de ATP aumenta la dificultad de mantener la integridad estructural de las proteínas, a la que contribuye el pH reducido por acumulación de ácido láctico. Frecuentemente la desnaturalización se acompaña por una reducida capacidad de retención de agua de las proteínas y el descenso del pH hace que las proteínas miofibrilares se aproximen a sus puntos isoeléctricos, sucesos que causan exudación (Harrow, 1998).

La desnaturalización de las proteínas sarcoplásmicas también las sensibiliza al ataque por las proteasas o catepsinas del músculo, *in vivo* se mantienen inactivas en el interior de los lisosomas, pero al debilitarse las membranas de los orgánulos intracelulares por reducción del pH se liberan y activan. La degradación de proteínas a aminoácidos, la acumulación de metabolitos por el proceso glucolítico, origina un buen medio de crecimiento para las bacterias, aunque su multiplicación se dificulta por la caída del pH, están libres de ser fagocitadas por los glóbulos blancos (leucocitos ausentes por falta de circulación sanguínea) (Harrow, 1998).

El cese del control hormonal del metabolismo tisular, al fallar cae la temperatura y la grasa solidifica, al cesar el aporte de antioxidantes por el paro sanguíneo y acumularse moléculas pro-oxidantes en los tejidos, se facilita la tendencia de la grasa a enranciarse por oxidación.

Cuadro No. 1

Paro de la circulación en el tejido muscular cuando se presenta el sacrificio.



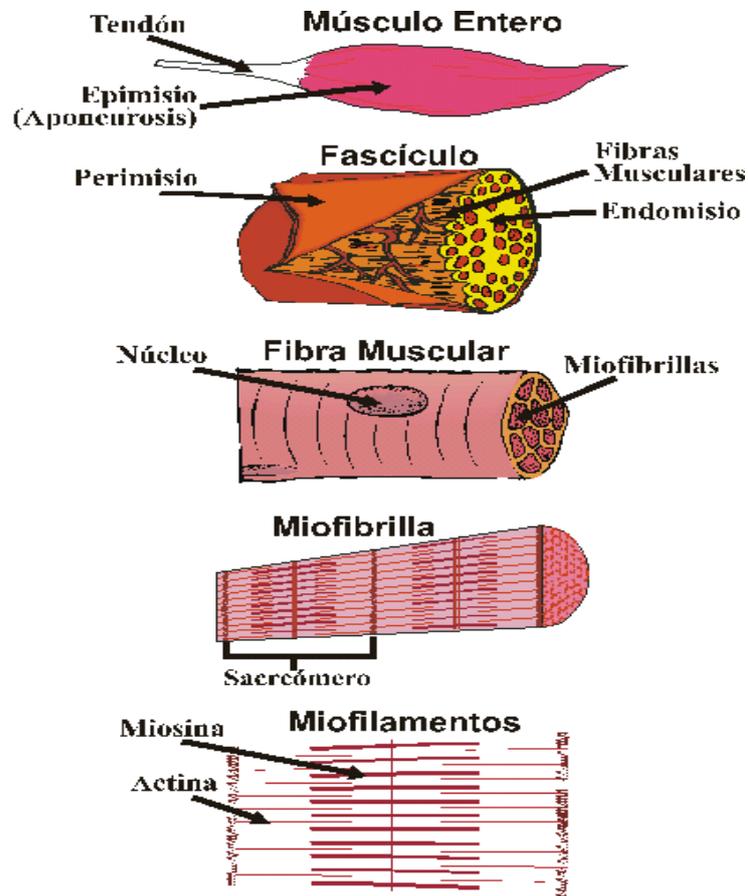
Fuente: Varna, 1999. Paro de la circulación en tejido muscular, post sacrificio.

El término “carne” se define como el tejido (muscular, adiposo, conectivo) de los animales muertos, es utilizado como alimento. La interacción entre las fibras musculares post-mortem, metabolismo de la energía y los diferentes factores ambientales determinan la transformación de músculo a carne. Un factor importante para los cambios post-mortem y la de calidad de la carne es la respuesta metabólica que se produce en los diferentes tipos de fibras antes de la muerte (Delgado, 1998).

Las fibras de músculo esquelético son largas con células multinucleadas, dispuestas en una estructura de haces muy característica, debido a la presencia de una serie de componentes del tejido conectivo que separan y envuelven a dichas fibras. Cada músculo está cubierto por una gruesa lámina de tejido conectivo formando el *epimisio*. De dicha capa parten elementos de tejido conectivo que penetran en el músculo y lo dividen en grupos de 20 a 40 células, en haces o fascículos constituyendo el *perimisio*. A su vez, del *perimisio* parten septos muy delgados que penetran en los haces y rodean a cada una de las fibras musculares individualmente, esa fina lámina de tejido conectivo, elastina y reticulina se denomina *endomisio*. Estas capas de tejido conectivo están conectadas entre sí, formando una red que permite la transmisión de la contracción de cada fibra muscular a todo el músculo. El tejido conectivo forma parte integral de la micro estructura muscular. Las células de grasa que presenta el músculo se depositan en el *perimisio* son extrafasciculares (Egan et al., 1987).

Figura No. 2

Fibras del músculo esquelético.



Fuente: Osborne y Voogt, 1998.

El músculo liso o involuntario está constituido por células fusiformes, con núcleo alargado y fibrillas, es característico de tejido intestinal y vasos sanguíneos.

La estructura miofibrilar del músculo cardiaco es similar a la del músculo estriado esquelético pero sus fibras contienen un número mayor de mitocondrias (Osborne y Voogt, 1998).

G) Composición química de la carne:

1) Proteínas:

La carne es rica en proteínas y sustancias esenciales para la formación de todos los tejidos del organismo. Los macro componentes de la carne son las proteínas y la grasa. Sin embargo, el agua es un compuesto que se encuentra en mayor cantidad (55-60%), llegándose a encontrar en músculos de animales jóvenes hasta un 75% de agua y un 20% de proteína. Los micro componentes de la carne son los carbohidratos, las vitaminas y los minerales, los cuales constituyen el 1% de la composición total de la misma (Delgado, 1998).

Las proteínas son moléculas de gran tamaño formadas por largas cadenas lineales de sus elementos constitutivos propios llamados aminoácidos. Los aminoácidos no esenciales (alanina, ácido aspártico, asparagina, cistina, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, prolina, serina, tirosina) Con los aminoácidos que el organismo sintetiza a partir de diferentes productos del metabolismo intermediario, fundamentalmente, lipídico y glucídico Los aminoácidos esenciales, (arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, treonina, metionina, lisina, triptofano, valina) sólo están presentes en las proteínas de origen animal. En la mayoría de los vegetales siempre hay alguno que no está presente en cantidades suficientes. De ahí que la calidad biológica de una determinada proteína esté dada por su capacidad de aportar todos los aminoácidos necesarios para el organismo (Carvajal, 2000).

Cada especie animal e incluso cada tejido tienen sus propias proteínas. Las cuales constituyen un tipo de componente fundamental para el organismo, tienen un amplio rango de funciones. Las proteínas son los materiales que desempeñan un mayor número de funciones en las células de todos los seres vivos. Por un lado, forman parte de la estructura básica de los tejidos (músculos, tendones, piel y uñas, entre otros.) y, por otro, desempeñan funciones metabólicas y reguladoras (asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, inactivan materiales tóxicos o peligrosos, etc.). También son los elementos que definen la identidad de cada ser vivo, ya que son la base de la estructura del código genético (ADN) y de los sistemas de reconocimiento de organismos extraños en el sistema inmunitario (Carvajal, 2000).

Las proteínas del cuerpo están en un continuo proceso de renovación. Ya que no solo se degradan hasta sus aminoácidos constituyentes sino que se utilizan estos aminoácidos junto con los obtenidos de la dieta, para formar nuevas proteínas en base a las necesidades del momento. Las proteínas de la dieta se usan, principalmente, para la formación de nuevos tejidos o para el reemplazo de las proteínas presentes en el organismo (Delgado, 1998).

No obstante, cuando las proteínas consumidas exceden las necesidades del organismo, sus aminoácidos constituyentes pueden ser utilizados para obtener de ellos energía. Sin embargo, la combustión de los aminoácidos tiene un grave inconveniente: la eliminación del amoníaco y las aminas que se liberan en estas reacciones químicas. Estos compuestos son altamente tóxicos para el organismo, por lo que se transforman en urea en el hígado y se eliminan por la orina al filtrarse en los riñones (Wilson et al, 2000).

2) Lípidos:

Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por carbono e hidrógeno y en menor cantidad de oxígeno; pueden contener fósforo, nitrógeno y azufre. Este tipo de biomoléculas, desempeñan distintas funciones tales como el de reserva energética del organismo, la estructural que forma bicapas lipídicas de las membranas. Recubren órganos y le dan consistencia, o protegen mecánicamente como el tejido adiposo de pies y manos. Los lípidos favorecen o facilitan las reacciones químicas, (vitaminas, hormonas esteroideas y prostaglandinas). Y por último el transporte de lípidos desde el intestino hasta su lugar de destino se realiza mediante su emulsión, por los ácidos biliares (Harper, 1998).

Los lípidos se clasifican en dos grupos, atendiendo a que posean en su composición ácidos grasos (Lípidos saponificables, simples y complejos) o no lo posean como los (Lípidos insaponificables, terpenos, esteroides y prostaglandinas). En los lípidos simples o saponificables en su composición química sólo intervienen carbono, hidrógeno y oxígeno (Delgado, 1998).

- **Acilglicéridos:** Son lípidos simples formados por la esterificación de una, dos o tres moléculas de ácidos grasos con una molécula de glicerina. También reciben el nombre de glicéridos o grasas simples. Según el número de ácidos grasos, se distinguen tres tipos de lípidos. Los acilglicéridos frente a bases dan lugar a reacciones de saponificación en la que se producen moléculas de jabón (Zhuang et al., 2007).
- **Ceras:** son ésteres de ácidos grasos de cadena larga, con alcoholes también de cadena larga. En general son sólidas y totalmente insolubles en agua. Todas las funciones que realizan están relacionadas con su impermeabilidad al agua y con su consistencia firme. Así las plumas, el pelo, la piel, las hojas, frutos, están cubiertas de una capa cérea protectora.

Los lípidos complejos o saponificables cuya estructura molecular además de carbono, hidrógeno y oxígeno, hay también nitrógeno, fósforo, azufre o un glúcido.

Son las principales moléculas constitutivas de la doble capa lipídica de la membrana, por lo que también se llaman lípidos de membrana (Zhuang et al., 2007).

- **Fosfolípidos:** Son las moléculas más abundantes de la membrana citoplasmática.
- **Glucolípidos:** Son lípidos complejos que se caracterizan por poseer un glúcido. Se encuentran formando parte de las bicapas lipídicas de las membranas de todas las células, especialmente de las neuronas. Se sitúan en la cara externa de la membrana celular, siendo receptores de moléculas externas que darán lugar a respuestas celulares (Delgado, 1998).
- **Terpenos:** Son moléculas lineales o cíclicas que cumplen funciones muy variadas, es decir como las esencias vegetales como el mentol, el geraniol, limoneno, alcanfor, eucalipto, vainillina. Así como de vitaminas, como la vitamina A, vitamina E, vitamina K. Pigmentos vegetales, como la carotina y la xantofila (Zhuang et al., 2007).
- **Esteroides:** Los esteroides son lípidos que derivan del esterano. Comprenden dos grupos de sustancias: a) los esteroides: Como el colesterol y la vitamina D. b) hormonas esteroideas: como las hormonas suprarrenales y las hormonas sexuales (Delgado, 1998).

El colesterol forma parte estructural de las membranas a las que confiere estabilidad. Es la molécula base que sirve para la síntesis de casi todos los esteroides.

Entre las hormonas sexuales se encuentran: La progesterona que prepara los órganos sexuales femeninos para la gestación y la testosterona responsable de los caracteres sexuales masculinos (Harper, 1998).

Entre las hormonas suprarrenales se encuentra la cortisona, que actúa en el metabolismo de los glúcidos, regulando la síntesis del glucógeno.

Las prostaglandinas son lípidos cuya molécula básica está constituida por 20 átomos de carbono que forman un anillo ciclo pentano y dos cadenas alifáticas. Sus funciones son diversas. Entre ellas destaca la producción de sustancias que regulan la coagulación de la sangre y cierre de las heridas; la aparición de la fiebre como defensa de las infecciones; la reducción de la secreción de jugos gástricos. Además funcionan como hormonas locales (Harper, 1998).

La grasa se encuentra relacionada con el sabor de la carne, uno de los atributos principales que los consumidores consideran a la hora de comprarla. Este sabor agradable que proporciona la grasa hace que se tienda a consumir en exceso. La recomendación dietética de la grasa es que su consumo sea el 30 % de la energía de la dieta y que las grasas saturadas no superen un tercio de este porcentaje (Kramer, 1991).

Las grasas aportan ácidos grasos esenciales tales como linoleico, linolénico y araquidónico. Además de que ayudan en el intestino a transportar vitaminas liposolubles tales como A, D, E y K. Sin embargo, se debe tener cuidado evitando excesos en el consumo de grasa en la dieta, ya que ello puede llegar a constituirse en un problema de salud para los humanos. Al respecto, La “National Cholesterol Education Panel” y organizaciones de la salud recomiendan que las calorías de las grasas deban limitarse a 30% del total de calorías consumidas diariamente (Kramer, 1991).

3) Colesterol:

El colesterol es un lípido de naturaleza esteroidea, presente en las células de los tejidos animales. Es un compuesto de naturaleza hidrofóbica, y por consiguiente insoluble en el plasma. (Kramer, 1991). El colesterol puede ser libre o esterificado, y ambos circulan en la sangre unidos a fracciones proteicas, formando las lipoproteínas que lo transportan siendo el colesterol un derivado de la grasa, cabe resaltar que este compuesto, contribuye en la formación de ácidos biliares, hormonas que ayudan en la digestión y absorción de grasa en el tracto digestivo, es regulador del metabolismo intracelular de ácidos grasos, forma parte de las membranas celulares (citoplasma, núcleo y organelos). Asimismo, un derivado del colesterol encontrado en la piel es convertido por la luz solar a la forma activa de la vitamina D (Bragagnolo, 2001). Resulta importante aclarar también que el colesterol presente en los alimentos no es el único responsable de las altas concentraciones del mismo en la sangre, sino más bien, ello depende, en buena medida del consumo de grasa total en la dieta, especialmente, de la cantidad de ácidos grasos saturados presentes (Gómez, 1994). El colesterol se encuentra ampliamente distribuido en todas las células del organismo pero especialmente en el tejido nervioso. Existe en las grasas animales pero no en las vegetales (Harper, 1998). Es un constituyente normal de todas las células del cuerpo, La mayor parte del colesterol del organismo humano, un 70%, proviene de la síntesis biológica (endógeno), el restante 30 % proviene de la dieta (exógeno). La mayor parte del colesterol que circula por la sangre es el que fabricamos nosotros (su fabricación está regulada por una enzima, la HMG-CoA reductasa) y otra parte la ingerimos con los alimentos. El colesterol es poco soluble en agua (y la sangre es mayoritariamente agua) por lo que se transporta unido a otras grasas y proteínas que forman agregados con el colesterol. Hay varios tipos de "agregados" (lipoproteínas) que transportan el colesterol. Las principales son las HDL (Lipoproteínas de Alta Densidad, "colesterol bueno") Esta lipoproteína se produce principalmente en el hígado, de donde pasa al torrente sanguíneo; su función es tomar el colesterol de las células y llevarlo al hígado, donde es descompuesto y luego excretado fuera del cuerpo. Un alto nivel de HDL está asociado con la disminución del riesgo de enfermedades del corazón. (Salma et al., 2007; Harper, 1998).

Un nivel bajo de HDL es considerado uno de los principales factores de riesgo cardiovascular. El colesterol HDL bajo a menudo es una consecuencia de la inactividad física, la obesidad, tabaquismo, también es común en las personas que padecen diabetes tipo 2. Las LDL (Lipoproteínas de Baja Densidad, "colesterol malo"). Las HDL llevan el colesterol de las células al hígado para eliminarse o fabricar otras sustancias, por lo que "eliminan" colesterol de la sangre y los tejidos, LDL lleva colesterol hacia las células y "llenan" la sangre de colesterol. Las partículas LDL transportan el colesterol a las células, los niveles elevados de colesterol LDL están relacionados con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Zhuang et al., 2007).

Cuando la sangre contiene demasiado colesterol LDL éste comienza a acumularse sobre las paredes de las arterias formando un material denominado "placa", así se inicia el proceso de la enfermedad aterosclerótica. La elevación del colesterol LDL está generalmente vinculada a una dieta alta en grasa saturada, colesterol o ambos. Algunas enfermedades, tales como el nivel bajo de la hormona tiroidea, también pueden producir niveles elevados de LDL (Harper, 1998).

Cuando la "placa" aumenta de tamaño al punto de obstruir el flujo de sangre en las arterias coronarias que transportan sangre rica en oxígeno al músculo cardíaco, puede producirse un ataque al corazón. Sin embargo, en la mayoría de los casos las obstrucciones se forman repentinamente sobre la placa que es tan sólo de grado leve o moderado. Del mismo modo puede producirse un accidente cerebro - vascular cuando se acumula placa en las arterias del cuello (Wu y Xugan, 2007).

Triglicéridos: Son grasas que suministran energía a los músculos. Al igual que el colesterol, son transportados a las células del organismo por las lipoproteínas en la sangre. Una dieta alta en grasas saturadas o carbohidratos puede elevar los niveles de triglicéridos. No todos los científicos están de acuerdo en que los niveles elevados de triglicéridos, independientemente de otros factores, constituyen un factor de riesgo cardiovascular. Los triglicéridos elevados están relacionados con los niveles bajos de colesterol HDL, obesidad, presión arterial alta y diabetes, los cuales constituyen factores de riesgo cardiovasculares (Zhuang et al., 2007).

Vía digestiva y Metabólica del Colesterol.

Los esteres hidrolizados del colesterol son absorbidos por las células intestinales en conjunto con otros compuestos. En estas células el colesterol es nuevamente reesterificado y transportado por los vasos linfáticos y posteriormente en la sangre, hacia el resto del organismo, formando parte de los quilomicrones (QM) (Rodríguez y Bragagnolo, 2001).

Estos QM son utilizados por las células periféricas (no hepáticas), de ellos obtienen el colesterol para sus necesidades metabólicas (Zhuang et al., 2007).

El hígado forma constantemente colesterol, el cual es exportado hacia células periféricas como parte de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Estas VLDL son transformadas en lipoproteínas de densidad intermedia (IDL) y luego en lipoproteínas de baja densidad (LDL) en el sistema vascular (Harper, 1998).

Procesos Metabólicos

La lipoproteína de alta densidad HDL interviene en la transformación de VLDL a LDL, actúa como una especie de basurera celular, ya que capta el colesterol de restos de membranas celulares y de células en apoptosis, también capta el colesterol que se acumula en las paredes vasculares y que potencialmente pueden formar una placa ateromatosa.

El colesterol captado es esterificado por la enzima lecitina-colesterol acil transferasa (LCAT) y transferido a la IDL por la proteína de transferencia del colesterol PTC para transformarla en un LDL, así es como es utilizado por las células periféricas y por el hígado con fines metabólicos.

El colesterol es eliminado por dos vías principales: a) la conversión en ácidos biliares y la excreción con esteroides neutros en materia fecal. La síntesis de las hormonas esteroides a partir del colesterol y la eliminación de sus productos de degradación en la orina son de menor significación cuantitativa (Harper, 1998).

En los últimos años ha habido mayor interés en conocer el contenido de colesterol y la composición de ácidos grasos en la carne, así como probar los productos que tienen mayor ocurrencia en enfermedades cardiovasculares que están estrechamente relacionados con la ingesta de colesterol y ácidos grasos saturados (SFA) contenidos en los diversos alimentos. Es ampliamente reconocido que hay una urgencia en equilibrar en la dieta del hombre el consumo de ácidos grasos, así como la ingesta de colesterol y grasas saturadas. El contenido de colesterol en la carne de pollo puede ser alterado por variaciones en la composición de la dieta. En los últimos años, la búsqueda se ha centrado en reducir la grasa, y colesterol en la carne de aves de corral por los suplementos dietéticos de ajo, cobre, n-acetato de tocoferol, y n-3 ácidos grasos. Varios informes indican que los suplementos dietéticos de bacterias tales como *Lactobacillus* ayudan a la reducción del colesterol sérico en la carne de pollo (Salma et al., 2007).

4) Microcomponentes:

Las vitaminas son sustancias orgánicas imprescindibles en los procesos metabólicos que tienen lugar en la nutrición de los seres vivos. No aportan energía, puesto que no se utilizan como combustible, pero sin ellas el organismo no es capaz de aprovechar los elementos constructivos y energéticos suministrados por la alimentación. Existen dos tipos de vitaminas: las *liposolubles* (A, D, E, K), que se disuelven en grasas y aceites, y las *hidrosolubles* (C y complejo B), que se disuelven en agua (Zhuang et al., 2007).

➤ Carbohidratos:

Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones 6:12:6. Durante el metabolismo se queman para producir energía, y liberan dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O). Los carbohidratos en la dieta humana están sobre todo en forma de almidones y diversos azúcares. Los carbohidratos se pueden dividir en tres grupos:

- Monosacáridos (azúcares simples)

Estos azúcares pueden pasar a través de la pared del tracto alimentario sin ser modificados por las enzimas digestivas. Los tres más comunes son: glucosa, fructosa y galactosa.

La glucosa, a veces también denominada dextrosa, se encuentra en frutas, papas, cebollas y otros vegetales; es la sustancia en la que se convierten muchos otros carbohidratos, como los disacáridos y almidones, por las enzimas digestivas. La glucosa se oxida para producir energía, calor y dióxido de carbono, que se elimina con la respiración (Zhuang et al., 2007).

- Disacáridos

Los disacáridos, compuestos de azúcares simples, necesitan que el cuerpo los convierta en azúcares simples antes que se puedan absorber en el tracto digestivo.

- Polisacáridos

Los polisacáridos son químicamente los carbohidratos más complejos. Tienden a ser insolubles en el agua y los seres humanos sólo pueden utilizar algunos para producir energía.

Los excedentes de monosacáridos que no se utilizan para producir energía (dióxido de carbono y agua) se fusionan en conjunto para formar un nuevo polisacárido, el glicógeno, por lo general, está presente en los músculos y en el hígado, pero no en grandes cantidades (Zhuang et al., 2007).

Cuando cualquiera de los carbohidratos digeribles se consume por encima de las necesidades corporales, el organismo los convierte en grasa que se deposita como tejido adiposo debajo de la piel y en otros sitios del cuerpo.

Los minerales son los componentes inorgánicos de la alimentación, es decir, aquellos que se encuentran en la naturaleza sin formar parte de los seres vivos. Desempeñan un papel importantísimo en el organismo, ya que son necesarios para la elaboración de tejidos, síntesis de hormonas y en la mayor parte de las reacciones químicas en las que intervienen enzimas.

Se pueden dividir los minerales en tres grupos: los macro elementos que son los que el organismo necesita en mayor cantidad y se miden en gramos. Los microelementos que se necesitan en menor cantidad y se miden en miligramos (milésimas de gramo). Y por último, los oligoelementos o elementos traza, que se precisan en pequeñas cantidades del orden de microgramos (millonésimas de gramo) (Salma et al., 2007).

H) Composición química de la carne de pollo:

La carne de pollo tiene un gran número de propiedades organolépticas y nutricionales favorables. Entre las cualidades más importantes para efectos de consumo se encuentra el que es una carne económica, siendo, por otra parte, sus fibras cárnicas suaves y fáciles de digerir. Además de que, por su sabor neutro, puede ser factible su combinación con muy variados sazones. Por otra parte rinde mucho y se encoge poco durante la cocción (Salma et al., 2007).

El color de la carne de pollo es muy variable dependiendo de la edad y parte de la canal (color claro en la musculatura pectoral, color oscuro en las extremidades posteriores). La edad, el sexo, y la alimentación influyen en gran medida en la calidad de la carne (Belitz y Grosch, 1998). Así como en la cantidad de grasa en las canales de aves. También la parte de la canal de la cual se tome la muestra de grasa es significativa pues a diferencia de la res y el cerdo la mayoría de la grasa se encuentra por debajo de la piel y no distribuida en los tejidos. La pechuga de pollo contiene tan solo el 1.3% de grasa, la cantidad y tipo de grasa en la dieta afecta la cantidad de ésta en la canal (Zhuang et al., 2007).

Este tipo de carne tiene una mayor proporción de ácidos grasos insaturados que las carnes rojas, pero menos que los aceites de origen vegetal, por eso tiene tendencia a enranciarse (Belitz y Grosch, 1998). Es necesario recordar que son los ácidos saturados los relacionados al aumento del nivel de colesterol en la sangre humana. También tiene una menor cantidad de colesterol que otros alimentos de origen animal.

La carne de pollo es fuente importante de niacina y una fuente moderada de riboflavina, tiamina y ácido ascórbico (vitamina C); además contiene sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, azufre, cloro y yodo (Belitz y Grosch, 1998).

La carne de ave es un alimento ideal para niños y adultos debido a su alto rendimiento cárnico, escasa retracción durante la cocción y facilidad de cocinado (Salma et al., 2007).

Tabla No. 4.

Composición química de la carne de pollo con piel y sin piel

Característica	Pollo sin piel	Pollo con piel
% Humedad	74.06	69.47
% Proteína	20.0	17.44
% Grasa	4.57	11.85
% Ceniza	1.35	1.19
Calorías (kcal/100 g)	121	177
Colesterol (mg/100 g)	109	142
Calcio (mg/100 g)	16.5	16.1
Hierro (mg/100 g)	1.8	1.76
% Fósforo	0.265	0.23

Fuente: Zhuang et al., 2007.

D) Composición química de la carne de cerdo:

La carne de cerdo es un alimento rico y nutritivo, pero todavía hoy es acusada de ser peligrosa y nociva para la salud, además posee altos índices de gordura y colesterol. Actualmente cuenta con un 31% menos de grasa, 17% de calorías y 10% menos de colesterol en comparación con la carne de hace 20 años.

La carne de cerdo tiene una consistencia bastante blanda y es de fibra fina, con un color rosa pálido a rosa o bien gris claro. En el cocinado la carne toma siempre este color gris claro, a diferencia de todos los demás tipos de carne (Wu y Xugan, 2007).

La grasa del cerdo es una mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados, e incluso contiene ácidos grasos esenciales que nos protegen de las enfermedades cardiovasculares. La grasa en la carne de cerdo depende en gran medida de los factores externos y muy especialmente en el tipo de alimentación. En la grasa de cerdo predominan los ácidos oleico, palmítico, esteárico en dietas similares a los animales rumiantes. La grasa de la capa externa del tocino es más insaturada que la de la interna, la grasa peri renal presenta el grado de saturación más alto y es la más rica en ácido esteárico (Niinivara, 2003). La composición de la grasa varía según la región corporal, la edad y la composición de la dieta. En cuanto a la región corporal las carnes del dorso, espalda y panceta contenían aproximadamente 10% más ácido oleico y linoleico que la grasa intestinal y ventral, la cual presenta cantidad abundante de ácido palmítico y esteárico. La edad influye principalmente en que tiene relación directamente proporcional con el ácido linoleico; la proporción de ácidos insaturados es mayor cuanto más rica sea la dieta (Niiviaara, 2003).

La carne de cerdo contiene vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), B6 (piridoxina), B12 (cianocobalamina), potasio (se recomienda el consumo de carne de cerdo por su alto contenido de potasio para la gente con hipertensión ya que elimina el exceso de sodio en el organismo, hierro (contiene 50% más que la carne de pollo), magnesio, fósforo, zinc, calcio, y la carne que es baja en grasa contiene 65 miligramos de colesterol por cada 100 gramos, lo que significa, por ejemplo, que un bistec mediano de cerdo contiene únicamente el 21.7% de la cantidad de colesterol que se debe consumir diariamente (Niiviaara, 2003).

Es por todo lo anterior que se recomienda el consumo de carne de cerdo ya que fortalece el sistema nervioso y acelera el proceso de asimilación de nutrientes durante el crecimiento. Como se ha mencionando las propiedades alimenticias de la carne del cerdo están dadas por lo que consumen los cerdos es por eso que se ha suplementado al cerdo con selenio, lo que reduce las probabilidades en el humano de contraer cáncer (Rauw et al., 2007).

Tabla No. 5

Composición nutricional de la carne de cerdo.

Nutriente	Cerdo
Humedad (g)	70
Proteína (g)	20.7
Grasa (g)	7.1
Ca (mg)	8
P (mg)	2200
Fe (mg)	0.9
Na (mg)	70
K (mg)	350
Tiamina (mg)	0.8
Riboflavina (mg)	0.25
Niacina (mg)	4.5
B6 (mg)	0.45

Fuente: Wu y Xugan, 2007.

J) Determinación de la composición de colesterol:

Para fines de investigación, se dispone de numerosos métodos que ayudan a determinar el colesterol presente en diversos tejidos, tales como los métodos enzimáticos, los colorimétricos y los cromatográficos.

1) Método colorimétrico:

Colorimetría es una técnica, o conjunto de técnicas y procedimientos por los que se pretende establecer el valor de la concentración de una sustancia en disolución mediante la comparación del color de dicha disolución con el color de un patrón o referencia, sea líquida o sólida. La forma de dicha sustancia de interés es una disolución coloreada que se denomina *procedimiento colorimétrico*, mientras que se entenderá por colorímetro cualquier montaje material que permita la consecución del fin propuesto (Garrigos, 2006).

El objetivo de la colorimetría es caracterizar numéricamente el color de un objeto, aislado formando objetos distintos, su aspecto cambia mientras que sus valores permanecen constantes, a menos que se cambie el iluminante (colores no relacionados) o formando parte de una escena, hablaremos de colores relacionados, un objeto rodeado de un fondo uniforme, formando una configuración centro – periferia. Dicha caracterización debe tener un sentido perceptual, de un determinado estímulo. Los instrumentos modernos se diseñan para obtener directamente el factor de luminosidad y otras coordenadas.

Hay tres instrumentos colorimétricos, espectralradiómetro, (es un aparato para medir magnitudes radiométricas en función de la longitud de onda); colorímetro de filtros (son aparatos que no utilizan un sistema monocromador, simplificado su estructura interna y por tanto, son más baratos, sin en cambio no permiten determinar el factor de transmitancia espectral ni el de reflectancia espectral) y espectrofotómetro (es un aparato diseñado para medir los factores de reflectancia y de transmitancia espectrales, compara a cada longitud de onda el flujo radiante reflejado o transmitido por el objeto con el incidente. El flujo radiante emitido por la fuente pasa al monocromador, lo dispersa y transmite una banda estrecha de longitudes de onda a través de la rendija de salida, que incide sobre el objeto a medir. El sistema detector recibe el flujo radiante reflejado o transmitido por el objeto y el del patrón de trabajo en una sucesión rápida y genera una señal proporcional que transmite al ordenador para el cálculo de resultados (Capilla, 2002).

La incidencia del color en el mundo de los alimentos es importante y hasta decisiva, porque puede producir la aceptación o el rechazo de éstos por parte del consumidor. Ésta incidencia tiene lugar en los procesos de selección, elaboración y consumo, pasando por la selección y manipulación industrial o la selección y compra del consumidor. El color de los alimentos se debe a que entre sus componentes figuran pigmentos o colorantes naturales o artificiales, los cambios que se producen en dicho color pueden ser debidos a causas externas (iluminación, color del entorno, etc.) o internas (reacciones químicas que alteran sus componentes), los cuales pueden ser cambios objetivos en el valor de los parámetros físicos utilizados en la medida del color o solamente cambios de apariencia, lo que importa es la sensación que interviene en las variables objetivas y subjetivas como forma, textura, entorno, transparencia, olor, etc.; (Gilabert, 2002).

Por el color percibido somos capaces de predecir su sabor, agradable o no, los conocimientos sobre la visión humana indican que el color es un parámetro sensible (buena discriminación) y fiable (constancia del color) para identificar objetos.

Para la elaboración de las muestras cada alimento posee sus propias características y suele necesitarse un tiempo para su preparación. Unos necesitan ser cortados en láminas, otros hacerlos puré, exprimirlos, comprimirlos, evidentemente en algunos es necesario diseñar y estandarizar de manera que la muestra siempre presente el mismo espesor. (Gilabert, 2002).

Los primeros métodos para la determinación del colesterol se basaban en la formación de compuestos coloreados mediante reacciones químicas del colesterol. No obstante, debido a los líquidos corrosivos que utilizan, estos métodos actualmente no se suelen emplear para los análisis de rutina.

El modelo “Spectronic 20” diseñado en 1952 por Bausch – Lomb, fue el instrumento que utilizamos para la cuantificación de colesterol en la carne de pollo y cerdo. Este método se basa en que la absorción de radiación por una muestra en la región visible, así como en general en cualquier región del espectro, está regida por la ley de Lambert – Beer. O ley general de la espectrofotometría que permite hallar la concentración de una especie química a partir de la medida de la intensidad de luz adsorbida por la muestra. Esta ley se puede expresar en términos de potencia de luz o de intensidad de luz, asumiendo luz monocromática, como $I_t/I_0 = 10^{-abc}$.

I_t es la intensidad de la luz transmitida, I_0 es la intensidad de luz que proviene de la fuente, al coeficiente de absorbancia molar, b la longitud de trayectoria del haz a través de la muestra (Gilabert, 2002).

La relación I_t/I_0 se conoce como transmitancia T, y es la medida primaria que se realiza en los instrumentos para medir la absorción de luz por parte de una muestra. Normalmente se expresa en forma porcentual y se llama porcentaje de transmitancia. La luz adsorbida sería la diferencia entre la intensidad de luz incidente y la intensidad transmitida después de pasar a través de la muestra (Gilabert, 2002).

Esta ley establece que la fracción de luz absorbida por una muestra es tanto mayor cuanto más grande es el número de moléculas sobre las que incide la radiación.

Figura No. 3

Espectrofotómetro “20”



Fuente: Gilabert, 2002.

IV) OBJETIVOS:

1) Objetivo general:

Evaluar el contenido del colesterol en muestras de carne de cerdo y pollo, a fin de contar con información que permita establecer criterios confiables en beneficio del consumidor.

2) Objetivos particulares:

1. Estandarizar la técnica colorimétrica propuesta por Bragagnolo para la determinación de colesterol en muestras de carne
2. Determinar los niveles de colesterol presentes en la carne de cerdo y pollo mediante una técnica colorimétrica
3. Comparar los niveles de colesterol entre ambas especies.

V) HIPÓTESIS:

Si a través de la determinación colorimétrica de colesterol en muestras de carne provenientes de cerdo y pollo encontramos que existen diferencias cuantitativas que sean indicativas de un menor contenido de colesterol en las primeras, entonces será posible confirmar la idea de que, de acuerdo con algunos autores, dicha carne no necesariamente es más “dañina” que la de pollo, por cuanto que, la información que se ha venido manejando dentro de las campañas de orientación nutricional, se insiste en lo contrario.

VI) MATERIALES Y MÉTODOS:

EQUIPO:

Balanza analítica

Procesador de alimentos convencional

Refrigerador convencional

Agitador vortex, para un solo tubo de ensayo con cabezal de goma intercambiable.

Espectrofotómetro "20"

Rotavapor N₂

MATERIAL DE LABORATORIO:

Embudo de separación

Gradilla

Tubos de ensayo

Bureta

Matraz aforado

BIOLÓGICO:

Doce muestras por triplicado de carne de cerdo.

Doce muestras por triplicado de carne de pollo con y sin piel.

REACTIVOS:

Cloroformo (H²SO⁴) concentrado – metanol (CH⁴OH) 2:1

KOH 12%

Etanol 90%

Extracto de hexano

Ácido acético saturado

Sulfato de hierro (2,5g)

Ácido sulfúrico concentrado

Agua destilada.

MÉTODO:

El trabajo experimental se llevó a cabo en los Laboratorios de Bioquímica de campo 4 de Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y los análisis químicos consistieron en tomar 12 muestras por triplicado de carne de cerdo, propuesto por (Bragagnolo, 2001), en donde menciona que es un número representable de muestras para dicho proceso, y que de estas se pueden sacar tres promedios para estimar la concentración de colesterol. Se estandarizaron las muestras provenientes del lomo (*Longissimus dorsi*); a partir de una porción de muestra ubicada entre la doceava y treceava costilla.

Las 12 muestras por triplicado de carne de pollo, se tomó la pechuga completa, siendo la parte magra del pollo, con el fin de hacer un análisis de la mitad derecha y/o izquierda con y sin piel, se quiso igualar la parte de la carne de cerdo con pollo, ya que, estudios realizados por Bragagnolo (2001), reporta que son la parte de la canal que menos porcentaje de colesterol presentan. El peso de las mismas fue de 200gramos, para cada muestra con el fin de estandarizar el peso, ya que la carne se obtuvo de distintos lugares de producción, así como alimentación e instalaciones, motivo por el cual obtengamos distintos resultados de concertación de colesterol, dichas muestras fueron sometidas al procedimiento de determinación cuantitativa de colesterol, propuesto por Bragagnolo (2001).

-Las muestras se molieron en un procesador de alimentos, tomando únicamente la parte muscular, para su homogenización. Como se observa en la figura No.4

Figura No.4

Carne en el procesador de alimentos.



Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

-Se pesaron diez gramos de la muestra de carne en la balanza analítica.

Figura No. 5

Peso de 10 gramos de muestra en la balanza analítica.



Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

- Se colocan en un embudo de separación, al cual se agrega una mezcla de 200 ml de cloroformo
- metanol en una proporción 2:1
- Se agita durante 20 minutos y se coloca sobre una gradilla.
- Al terminar de separarse en dos fases, se deja reposar por cinco minutos
- Del extracto anterior, se toma una alícuota de cinco mililitros, el cual deja enfriar en rotavapor N₂.

Figura No.6

Muestra enfriando en Rotavapor



Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

- Una vez que se ha secado la muestra, se le adicionan 10 mililitros de KOH al 12% en etanol al 90%.
- Se agita y se coloca en baño maría, a una temperatura de 80 °C por quince minutos (agitando cada cinco minutos).
- Se sacó la muestra anterior del baño maría y se le adicionó cinco mililitros de agua destilada, para dejar enfriar posteriormente.
- Cuando se ha enfriado la muestra en rotavapor N₂, se le agregan diez mililitros de hexano.
- Se agita hasta que se mezclen completamente las dos fases y, seguidamente, se traslada a un embudo de separación donde se dejara separar.
- La fase clara o extracto de hexano resultante, se coloca en un matraz aforado, en tanto que, la fase oscura o extracto de KOH al 12% se deposita nuevamente en el tubo de ensayo y se procedió a agregar a estos últimos 10 mililitros de hexano.

-Se repitió el proceso de mezcla y separación de las fases y se afora con hexano hasta completar veinticinco mililitros.

-Se tomaron diez mililitros del extracto de hexano y se puso a secar

-Una vez que las muestras están secas, se les agregan seis mililitros de ácido acético saturado con sulfato de hierro y se agita para mezclar bien.

-Se le adicionaron dos mililitros de ácido sulfúrico concentrado y se agitó en el vortex, durante 10 minutos.

Figura No.7

Muestra en agitador vortex



Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

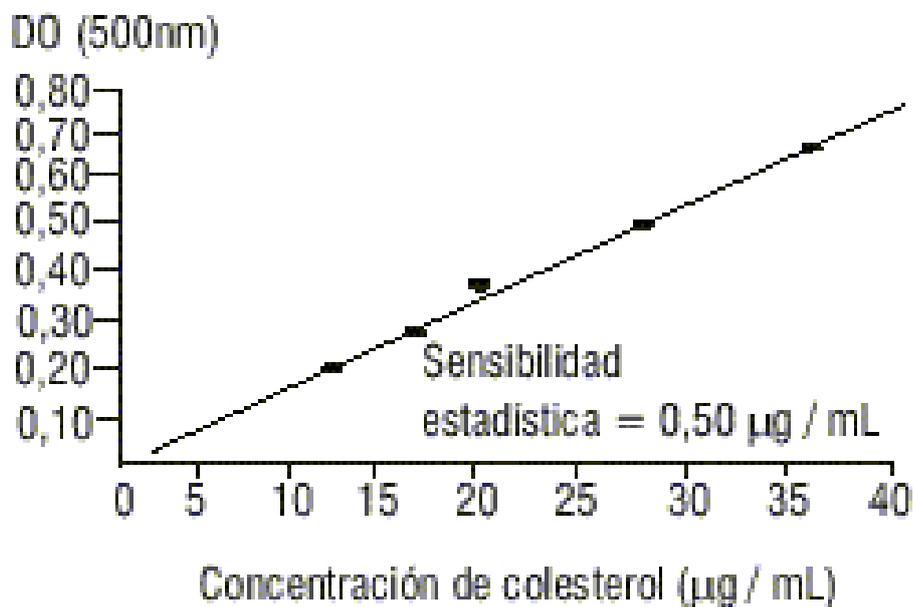
-Posteriormente, se colocó en baño maría, a 20 °C, durante diez minutos y seguidamente se leyó en el espectrofotómetro a 490 nm.

VII) RESULTADOS:

Para proceder a interpolar los valores respectivos, empleando una curva patrón elaborada a base de concentración creciente de colesterol.

Grafica No. 1

Curva patrón de concentración de colesterol.



Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

La grafica No.1 curva patrón para la determinación del colesterol en la carne de cerdo y pollo con y sin piel, la curva obtenida es el resultado de promediar 12 muestras por triplicado, se obtuvo una adecuada respuesta lineal, que se corrobora con los resultados del análisis de varianza, donde se pudo computar la recta de mejor ajuste para los puntos. El rango de concentración de la curva patrón fue de 5 a 40 mg/ml.

Se determinaron las medias con sus respectivas desviaciones estándar, análisis de varianza y se realizaron las pruebas de comparaciones entre medias empleando el paquete T student con variables independientes (Daniel, 1994).

Tomando como referencia la tabla No. 10 (Resultados obtenidos, concentración de colesterol en la carne de cerdo y pollo con y sin piel)

Al analizar las muestras de carne de pollo con piel y carne de pollo sin piel, dentro del presente trabajo se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No. 6

Resultados, concentración de colesterol para la pechuga de pollo con piel y sin piel.

No. Muestra	Concentración de colesterol (mg/100g) pollo sin piel	Concentración de colesterol (mg/100g) pollo con piel
1	37.67	49.45
2	37.50	50.21
3	33.95	53.16
4	35.55	51.42
5	38.29	44.94
6	32.48	52.23
7	36.24	50.73
8	37.99	44.94
9	37.67	51.88
10	30.99	51.68
11	35.56	52.04
12	27.24	52.91
13	30.02	54.79
14	35.48	50.50
15	35.44	55.83
16	32.04	52.74
17	38.61	50.64
18	34.40	53.23

No. Muestra	Concentración de colesterol (mg/100g) pollo sin piel	Concentración de colesterol (mg/100g) pollo con piel
19	37.68	44.77
20	33.82	55.78
21	37.12	49.50
22	34.82	48.24
23	35.44	53.42
24	35.29	42.68
25	38.55	54.29
26	37.50	51.68
27	35.67	44.40
28	35.27	40.29
29	38.29	49.68
30	32.44	52.48
31	36.82	53.44
32	33.99	55.68
33	32.05	49.23
34	30.82	53.44
35	38.98	54.79
36	37.49	57.48

Tamaño de muestra	36	36
Media X	36.28	50.12
Desviación estándar S	2.99	4.07

Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

Al realizar el análisis estadístico para la carne de pollo sin piel se encontró una concentración de colesterol promedio de 36.28 mg/100 g de carne, con una variabilidad de 50.12 mg/100g obtenidos de la carne de pollo con piel, lo cual hace pensar en el hecho de que es importante considerar la enorme variación susceptible de ser encontrada en muestras de carne proveniente de diferentes animales, aun de la misma especie, lo cual pudiera ser explicado por la edad y la alimentación de los animales utilizados. Sin embargo, a pesar de la variabilidad encontrada entre las muestras, dentro del presente estudio hubo una diferencia significativa (nivel $p \geq 0,05$) entre las doce muestras analizadas de pollo sin piel. Por tal motivo se hizo un análisis mas específico. T student que permite decidir si dos variables aleatorias normales, con la misma varianza tienen medias diferentes. La distribución normal aleatoria produce una elevación o disminución de la media poblacional. El T student opera decidiendo si una diferencia en la media muestral entre dos muestras es estadísticamente significativa, y entonces poder afirmar que las dos muestras corresponden a distribuciones de probabilidad de media poblacional distinta, o por el contrario afirmar que la diferencia de medias puede deberse a oscilaciones estadísticas diferentes (Daniel, 1994).

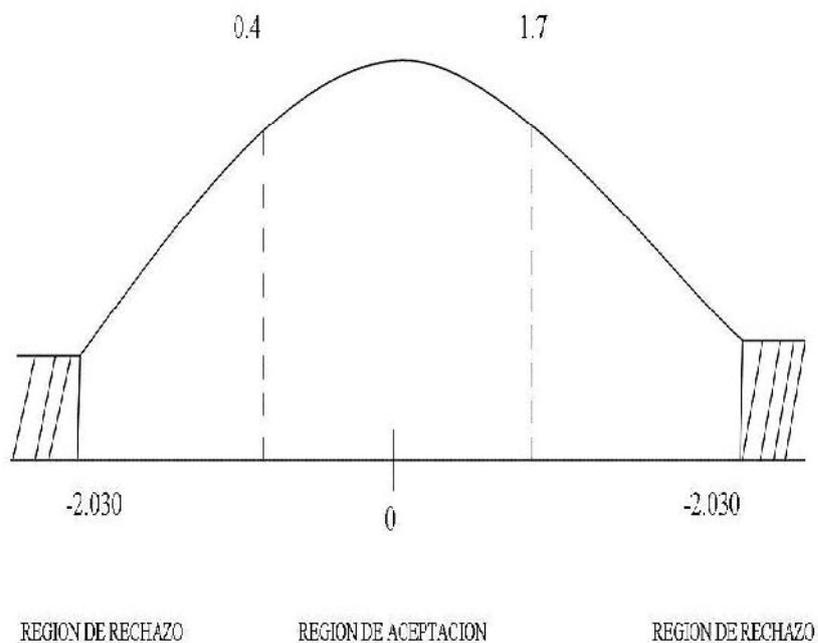
La eficacia del test aumenta con el número de datos del que constan las dos muestras, en concreto del número de grados de libertad conjunto de las dos muestras, este número viene dado por $GL = N_1 + N_2 - 2 = 35$

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en la concentración de colesterol en la carne de pollo con y sin piel (ambos grupos pertenecen a la misma población).

Hipótesis experimental (H_A): Existen diferencias significativas en la concentración de colesterol en la carne de pollo con y sin piel (ambos grupos pertenecen a distintas poblaciones).

Grafica No.3

T student comparación de colesterol en carne de pollo con y sin piel.



Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

Los resultados de nuestro estudio nos llevaron a rechazar la hipótesis nula, para aceptar la hipótesis experimental H_A : que dice que existen diferencias significativas en la concentración del colesterol en la carne de pollo con y sin piel.

Por otra parte, al analizar la carne de cerdo se obtuvieron concentraciones de colesterol muy semejantes entre las muestras. Tomando en consideración que son muestras de animales de distintos orígenes de procedencia y alimentación así como de instalaciones. Sin embargo llegamos a un promedio de 34.23mg/100g con una desviación estándar de 2.29 mg/100g Esta medida nos permite determinar el promedio de diferencia que hay entre los datos.

Tabla No. 7

Concentración de colesterol para doce muestras por triplicado de carne de cerdo.

No. Muestra	Concentración de colesterol en carne de cerdo (mg/100g)	No. Muestra	Concentración de colesterol en carne de cerdo (mg/100g)
1	33.59	19	38.54
2	32.84	20	30.23
3	29.61	21	33.45
4	36.11	22	30.45
5	38.45	23	34.58
6	33.55	24	34.43
7	35.84	25	36.82
8	32.96	26	35.14
9	32.74	27	34.12
10	32.88	28	34.98
11	33.48	29	30.14
12	35.29	30	38.45
13	29.88	31	34.23
14	32.63	32	32.74
15	29.44	33	34.40
16	32.24	34	36.11
17	35.84	35	34.28
18	36.28	36	32.64

Tamaño de la muestra	36
Media	33.87
Desviación Estándar S	5.89

Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

Tabla No. 8

Promedio en la concentración de colesterol en muestras de carne provenientes de pollo y cerdo.

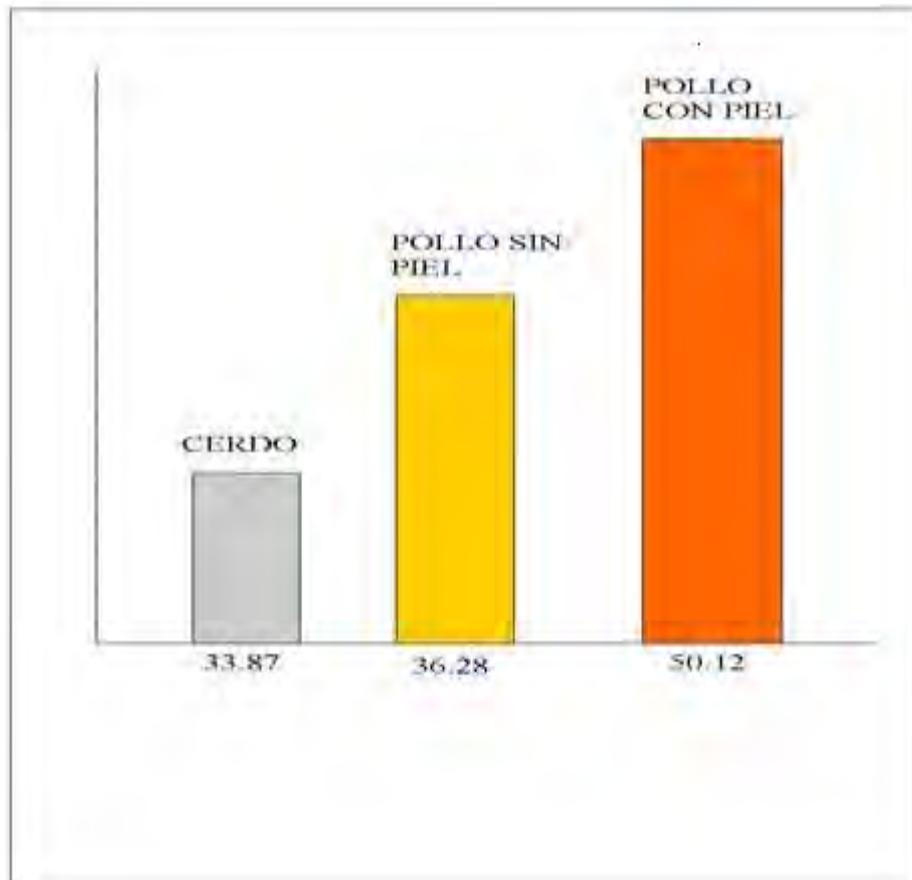
Tipo de muestra	concentración de colesterol (mg /100 g.)
Pollo sin piel	36.28
Pollo con piel	50.12
Cerdo	33.87

Tamaño de Muestra	36	36	36
Media	36.28	50.12	33.87
Desviación estándar S	2.99	4.07	5.89
Coefficiente de Variación C.V.	8.24	8.1	17.39
Error Estándar E.E.	0.50	0.68	0.99
Valor de t	2.030	2.030	2.030
Intervalo de Confianza I.C.	1.01	1.38	2.00
Limite de confianza Superior LCS	37.29	51.5	35.87
Limite de confianza Inferior LCI	35.27	48.74	31.87

Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

Grafica No 4

Concentración de colesterol en carne de cerdo, pollo con y sin piel.



(mg /100g).

Fuente: Pardavé-González PD, 2009.

Con respecto a las medidas de dispersión como el coeficiente de variación y la desviación estándar, estos fueron bajos en la carne de pollo sin piel y cerdo no encontrando diferencias significativas entre las muestras analizadas. A diferencia de la carne de pollo con piel. Al respecto, cabe señalar que entre los factores que influyen para la variabilidad de la composición química de la carne se encuentran principalmente la alimentación y la edad del animal, también influyen la raza, las condiciones climáticas y las condiciones del lugar donde el animal se encuentre alojado. Sin embargo, son escasos los estudios que dan cuenta de la composición de la carne en diferentes especies producidas bajo condiciones ambientales propias de nuestro medio.

Dentro del presente trabajo se decidió explorar dicho aspecto, a través de determinar la concentración de colesterol en la carne de pollo con piel y pollo sin piel, así como la de cerdo. Para ello se empleó la técnica propuesta por Bragagnolo (2001). Los resultados encontrados mostraron que existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de carne (pollo con piel, pollo sin piel y cerdo). Encontrando que las muestras de pollo con piel fueron las que presentaron una mayor concentración de colesterol (50.50 mg/100 g de carne), en tanto que en las de cerdo se presentó la menor concentración de colesterol (34.23 mg/100 g carne). Lo anterior coincide con los resultados presentados por autores como (Bragagnolo, 2001; Zhao y Chen, 2007; Rauw et al., 2007).

VIII) DISCUSIÓN:

La primera evidencia sobre la existencia del colesterol se la debemos al fisiólogo y anatomista francés Poulletier de la Salle, quien en 1769 aisló una sustancia de carácter "aceitoso" (según su propia definición) desde la vesícula biliar de cadáveres. Lo que extrajo fueron cálculos biliares y que la sustancia "aceitosa" la obtuvo al macerar y tratar de extraer de los cálculos su contenido. Quien redescubrió el colesterol años después, fue el gran químico, también francés, Michel-Eugène Chevreul (1786-1889) a quien se reconoce como el "padre" del conocimiento que actualmente tenemos sobre los lípidos en general sobre las grasas y aceites en particular. Chevreul, en 1824, separó de la bilis humana una sustancia que identificó como "similar a una grasa" y que llamó "colesterina" (la que no era otra cosa que el colesterol). Más aún, identificó que la colesterina era el principal componente de los cálculos biliares, algo ya observado por De la Salle. La asociación del colesterol con la formación de los ateromas y con la aterosclerosis no fue sencilla, ya que debieron transcurrir muchos años más para que esta vinculación fuese aceptada por la comunidad científica y médica. El trabajo anterior resume, en forma no exhaustiva, los principales descubrimientos que permitieron establecer en forma inequívoca la asociación entre el colesterol, y las enfermedades cardiovasculares (Harrow y Mazur, 1998).

En ésta época se creía que el contenido graso de la carne de cerdo era normal, incluso la llamada carne magra posee una enorme cantidad de grasa. Esto es debido, a que la grasa no solo se deposita en su "panículo adiposo" (debajo de la piel), sino que a diferencia de los demás animales (carnero, bovino, etc.) e incluso el hombre, prácticamente todas las células de su organismo acumulan grasa, fenómeno que no ocurre en los demás animales mencionados que disponen de células especializadas para tal función y se localizan sobre todo en el "tejido subcutáneo". La grasa junto a otras sustancias nocivas de dicha carne, al ser ingerida, se deposita en el cuerpo y es realmente difícil de eliminar, por tanto la persona consumidora es candidata a una desmesurada obesidad (Harrow y Mazur, 1998).

Toda carne en general, contiene un gran nivel de colessterina (el colesterol), pero la carne de cerdo aún más. El colesterol es responsable de una futura arteriosclerosis e hipertensión, y a la vez favoreciendo la aparición de trastornos circulatorios en los vasos periféricos y coronarios (peligro de infarto de miocardio), sobre todo si se combinan con la nicotina. Es por todo ello un peligro abusar de grasas de origen animal. Es por ello que el pionero Anichkov, e indirectamente de Gofman y Kinsell, en 1958, a través de un artículo publicado en la revista *Circulation* por William Dock, director del Departamento de Patología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Stanford. La conclusión de este visionario fue que el colesterol de la dieta, y la composición de la dieta, desempeñan un papel fundamental en el mayor o menor desarrollo de la aterosclerosis en las arterias tanto grandes como pequeñas. El resto de la historia del colesterol ha seguido un desarrollo vertiginoso, coronado, sin lugar a dudas, por el descubrimiento de los investigadores de la Universidad de Texas, en Dallas, USA, Michael Brown y Joseph Goldstein en 1983 del receptor celular de las LDL y del control intracelular que determina los niveles plasmáticos de colesterol-LDL y su relación con la aterogénesis. Es como se inicia una enorme curiosidad en saber si es verdad lo que se dice del cerdo y es donde inician numerosos trabajos desde esos años hasta la actualidad. (Delgado, 1998).

Bragagnolo en marzo del 2001 en Costa Rica, inicia con un experimento utilizando el método colorimétrico para establecer los niveles de colesterol en la carne de cerdo.

En el artículo (Determinación de colesterol en carne: comparación de un método colorimétrico e un método por cromatografía líquida de alta eficiencia) sus resultados son muy similares, a los que nosotros obtuvimos en dicho experimento, el promedio en carne de cerdo 36.98 y con una desviación estándar de 2.98 Unidades: mg/100 gr. Utilizando el método colorimétrico.

King et al., en el 2007 obtuvieron resultados muy variables a los nuestros con promedios en niveles de colesterol en carne de cerdo muy altos, sin embargo ha demostrado que el crecimiento de cerdos sólo se obstaculiza con dietas que contienen leucina, pero no con niveles más bajos de la administración de suplementos. Esta discrepancia en los resultados experimentales pueden ser el resultado de la diferencia de alimentación en intervalos, a partir de edad, peso corporal o estado de salud de los cerdos experimentales; por ejemplo, (Raum et al., 2007) utiliza 4 semanas de edad de destete cerdos (8 Kg. de peso corporal), mientras que los otros estudios usaron tres, los cerdos de peso 25-115 kg. Si el peso corporal es la principal razón para los diferentes resultados requiere de más estudio.

La respuesta correlacionada en rasgos en la calidad de la carne, en canal, la madurez sexual, menciona (Zhao y Chen, 2007), frente a los rasgos derivados de selección para el aumento de la grasa intramuscular, el contenido de grasa en la pechuga, los resultados mostraron que el músculo de la pechuga con piel (4,25) fue significativamente mayor, con respecto a la grasa localizada en la carne de pollo (3,80). La misma tendencia grasa peso ($P < 0,001$), No se han encontrado entre las 2 líneas en los siguientes rasgos: la pérdida por goteo, color de la carne, canal por ciento, edad, el peso del músculo del pectoral, porcentaje de grasa. Los resultados del presente estudio demostró que la selección muscular conduce a rasgos en la calidad de la carne, y a la madurez sexual (Zhao y Chen, 2007).

Mattson, en octubre de 2002 en su artículo *Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol in man*, determina que los porcentajes de colesterol en sangre esta dados por un ingesta excesiva de alimentos con altos contenidos de grasa que aumentan los niveles sericos en el hombre. Yegando a la conclusión de que la carne de cerdo tiene un promedio de 33.24 mg/100g. de colesterol el cual no representa ningun riesgo para la salud humana.

Zhuang, en noviembre del 2007, encuentra en la piel de pollo, valores entre 58-95 mg/100g de colesterol sugiriendo que la hipótesis de que la piel de pollo es particularmente alta en colesterol puede no ser correcta. Sin embargo sus resultados le confirman que la piel no es excesivamente rica en colesterol pero sí en lípidos, consumidos en exceso pudieran ocasionar problemas cardiovasculares (Zhuang, 2007).

Sin embargo todos estos experimentos han sido establecidos fuera de México por lo cual nos interesó establecer y refutar nuestros datos con distintos autores para empezar a tener un promedio de colesterol en carne de cerdos y pollo producidos aquí y con alimentación propia (Zhao y Chen, 2007).

IX) CONCLUSIONES:

Podemos concluir que los objetivos propuestos en el presente, se cumplieron ya que, de acuerdo a los resultados de este trabajo, el cual consistió en evaluar el contenido del colesterol en muestras de carne de cerdo y pollo, es posible decir que la concentración de colesterol en pollo con piel es más alta comparativamente con la de pollo sin piel y de cerdo.

Por otra parte, se cumplió con el objetivo de estandarizar la técnica colorimétrica para la determinación de colesterol en muestras de carne. Asimismo, fue posible comparar los niveles de colesterol entre las distintas especies animales estudiadas.

X) BIBLIOGRAFÍA:

1. American HA. Dietary guidelines for health American adult. 2001 URL: <http://www.americanheart.org/Heart-and-Stroke-A-Z-Guide/dietg.htm>.
2. Belitz H, Grosch WT. Química de los alimentos. 2da ed. Zaragoza España Acribia:1998
3. Bragagnolo ND. Aspectos comparativos entre carnes según la composición de ácidos grasos de colesterol 2001;53:89-98.
4. Capilla PJ. Fundamentos de colorimetría, 2da ed. España: Universitat Valencia, 2002.
5. Carvajal GT. Efecto del grupo racial sobre el valor nutricional, suavidad de la carne y rendimiento de la canal (Tesis de licenciatura). San José (Costa Rica): Universidad de Costa Rica, 2000.
6. Delgado H. Curso de Tecnología de Carne: Química Básica de la Carne 2ed. San Carlos Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1998.
7. Daniel Wayne W, Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud 2nd ed Limusa, 1994.
8. Egan HA. Kirk KL, Sawyer RE. Análisis químico de alimentos. 2da ed. México: Continental, 1987.
9. García, ZK, Torres EJ, Jiménez PJ. Ganadería en México. 2009 URL:<http://www.inef.gob.et/carne.html>.

10. Garrigos OL. El color líquido, instrumentos y útiles de la colorimetría en el siglo XIX. 2da ed. España: Agua clara, 2006.
11. Gilabert JL. Medida del color, 3ra ed. España: Universidad politécnica de Valencia, 2002.
12. Gómez G, Grasas y enfermedades crónicas. Seminario Grasa y alimentación Humana. México: Manual moderno, 1994
13. Gutierrez HA. Economía Mexicana. 2009 URL: <http://www.economíamexheart.org/economía.htm>.
14. Harper H, Rodwell V, Mayes P. Manual de Química Fisiológica 2nd ed. México: McGraw-Hill, 1998.
15. Harrow B, Mazur A. Tratado de Bioquímica 3ra ed. México: McGraw-Hill, 1998.
16. Hur SJ, Park GB, Seon TJ. Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. Livestock science. 2007;110:221-229.
17. Kauffman RG. Oportunidades para la industria de carne en satisfacción del consumidor. 1ra ed. México: Tecnología de comida, 1993.
18. King YT, Wang Sc, Chang YH, Yen HT. Dietary conjugated linoleic acid and leucine improve pork intramuscular fat and meat quality. Journal of animal and feed Sciences 2007;16:65-74.
19. Kramer A. Use of color measurement in quality control of foods. Food Technology 2nd ed. México: McGraw-Hill, 1991.

20. Lawrie RA. Ciencia de la carne. 3ra. ed. México: McGraw-Hill, 1992.
21. Mattson ET. Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol in man. American Journal. 2002; 25:589-590.
22. Niinivaara FP, Antilla P. El valor nutritivo de la carne. American Journal 2003;13:67-78.
23. Osborne DF, Voogt PH. Análisis de los nutrientes de los alimentos. 4ta ed. Zaragoza, España: Acribia, 1998.
24. Pearson AM. Conveniencia de carne - sus características y su medida. Periódico de Ciencia Animal 1996; 25:843-851.
25. Pearson AM, Tauber FW. Carnes procesadas. 2nd ed. México: McGraw -Hill, 1984.
26. Rauw WM, Corella JD, Prat JM. Behaviour influences cholesterol plasma levels in a pig model. Animal 2007;6:865-871.
27. Richardson RI, Mead GC. Ciencia de la carne de ave. 4ta ed. México: Manual moderno, 2001.
28. Rodríguez – Amaya DB, Bragagnolo ND. Determinação de la carne de em de colesterol: el comparação del colorimétrico de método de um el e um método por cromatografía líquida de la eficiencia del alta Rev Inst. Adolfo Lutz, 2001;60:53-57.
29. Rodriguez ZH, López CM. Economía ganadera en México. 2da.ed. México: McGraw-Hill, 2007.

30. Salma UT, Miah AG, Marki TM. Effect of Dietary Rhodobacter Capsulatus on Cholesterol Concentration and fatty Acid Composition in Broiler Meat. Poultry Science 2007;86:1920-1926.
31. Steel GR, Torrie HJ. Bioestadística: Principios y Procedimientos 2nd ed. España: McGraw-Hill, 1999.
32. Vancanchola CP, Vázquez LR. Tecnología de los alimentos. 3ra ed. México: Mundi-Prensa, 2004.
33. Varna HA. Carne y productos carnicos 2da ed. México: McGraw-Hill, 1999.
34. Viveros AC, Arija IO, Brenes AN. Cholesterol – Lowering, Effects of dietary in chicken Diets. Poultry Science 2007; 86:2631-2638.
35. Wilson NR, Dyett ED, Hughes RI, Jones PC. Carne y productos de carne. URL:<http://www.inac.gub.uy/carne.html>, 2000.
36. Wu JY, Xugan NJ. Histological characteristics of longissimus dorsi muscle and their correlation with restriction fragment polymorphisms of calpastatin gene in F2 Jinghua X Pietrain crossbred pigs. Animal 2007;9: 2433 – 2440.
37. Zhuang HR, Nelson SO, Savage EM. Dielectric Properties of Uncooked Chicken Breast Muscles from Ten to One Thousand Eight Hundred Megahertz. Poultry Science 2007;86:2433-2440.
38. Zhao GP, Chen JL, Zheng MO, Wen JT. Correlated responses to selection for increased intramuscular fat in a chinese Quality Ckicken Line. Poultry Science 2007;86:2309-2314.