



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPARACION DE CANALES DE POLLO OBTENIDAS  
DE AVES ALIMENTADAS CON ACEITE DE AVESTRUZ  
Y/O ACEITE DE SOYA COMO FUENTE DE ENERGIA.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :

**WENDY MARTINEZ VALDEZ**



ASESORES: MVZ PhD. MARIA DEL PILAR CASTAÑEDA  
SERRANO Y MVZ MC. ELIZABETH POSADAS HERNANDEZ

MEXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## DEDICATORIAS

A Ana y Salvador por regalarme los momentos más felices, cuya compañía en momentos difíciles ha sido el más grande alivio y la quietud en momentos de alegría. No tengo como agradecerles toda una vida llena de amor y comprensión.

A Lili, Fátima, Rocío y Cristina, por los bellos recuerdos, sueños inolvidables de nuestra niñez y los anhelos por cumplir. Su presencia incondicional y palabras de aliento han sido importantes en este camino recorrido juntas. A nuestra nueva alegría Ian.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, nuestra máxima casa de estudios por brindarme la oportunidad de superarme para ser parte integral de la sociedad

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola.

A la Dra. Pilar Castañeda, por su gran apoyo y confianza para el buen termino de esta tesis.

A la Dra. Elizabeth Posadas y Dr. Ezequiel Sánchez por su valiosa amistad y estímulo para el termino de la carrera.

A los miembros de mi jurado Dr. Ernesto Ávila por su apoyo y confianza; Dr. Humberto Troncoso, Jaime Esquivel y Arturo Cortes.

A la Dra. Silvia Carrillo del INCMNSZ, por su apoyo en la realización de esta tesis.

Al Dr. Tomas Jinez, a la Biol. Cecilia Botello y en especial al Dr. Benjamín Fuente por la confianza brindada y valiosos consejos.

A la Dra. Sonia Vázquez y Dr. Gilberto Ballesteros, gracias por las grandes oportunidades, por su cariño y comprensión.

A la Dra. Susana y Dr. Gabriel Martínón, por su amistad y ayuda durante toda la carrera.

A los médicos que contribuyeron en mi formación académica en especial Dra. Marisela Juárez, Hilda Ramírez, Fernando Núñez y Jorge López. Gracias sobre todo por su amistad.

A Mariana por se mi gran amiga incondicional.

A mis amigos Arturo, Luis, Dora, Edna, Laura, Víctor, Rafael y Lorena. En forma muy especial a mis amigos de la granja Sr. Jorge MR, Sr. Rodrigo, Ramiro, Marco G, Abigail, Adriana, Arizbeth, Carlos, Aarón, Neri, José Luis y Martín; a Antonio y Alfredo por su ayuda y ánimos para seguir adelante.

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	La avicultura en México.....	1
1.2	Lípidos.....	3
1.2.1	Clasificación de ácidos grasos.....	5
1.2.2	Función de los lípidos.....	7
1.2.3	Digestión y absorción de lípidos.....	9
1.3	Fuentes de energía.....	11
1.4	Grasas utilizadas en la alimentación de las aves.....	13
1.4.1	Aceite de soya.....	13
1.4.2	Aceite de avestruz.....	14
1.5	Procesamiento del pollo de engorda y su rendimiento en canal.....	15
2	JUSTIFICACIÓN.....	17
3	HIPOTESIS.....	18
4	OBJETIVOS.....	19
5	MATERIAL Y METODOS.....	20
5.1	Análisis estadístico.....	24
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
7	CONCLUSIONES.....	32
8	LITERATURA CITADA.....	33

## LISTA DE CUADROS

CUADRO 1	Composición de ácidos grasos $\omega 3$ y $\omega 6$ en aceite y grasa de avestruz.....	37
CUADRO 2	Resultados de peso y porcentaje de rendimiento en la Canal.....	38
CUADRO 3	Resultados obtenidos de enrojecimiento en piel después del desplumado y del enfriado.....	39
CUADRO 4	Resultados obtenidos de amarillamiento en piel después del desplumado y del enfriado.....	40
CUADRO 5	Resultados obtenidos de luminosidad en piel después del desplumado y del enfriado.....	41
CUADRO 6	Resultados del contenido de ácidos grasos en pechuga.....	42
CUADRO 7	Resultados del contenido de ácidos grasos en pierna y muslo.....	43

## RESUMEN

Martínez Valdés Wendy. COMPARACIÓN DE CANALES DE POLLO OBTENIDAS DE AVES ALIMENTADAS CON ACEITE DE AVESTRUZ Y/O ACEITE DE SOYA COMO FUENTE DE ENERGÍA. Bajo la dirección de PhD. María del Pilar Castañeda Serrano y MC. Elizabeth Posadas Hernández.

El aceite o grasa de avestruz podría considerarse un subproducto de calidad, para ser utilizado en la alimentación animal dado su contenido de ácidos grasos poliinsaturados. Con el objeto de evaluar el rendimiento en canal, de pechuga, pierna y muslo, comparar pigmentación y perfil de ácidos grasos en carne de pollo al adicionar aceite o grasa de avestruz y/o aceite de soya, se realizó un estudio con 60 pollos de engorda Ross (15 de cada tratamiento), que recibieron una alimentación a base de sorgo + pasta de soya con los tratamientos: T1 (5% de aceite de soya en ambas fases de crecimiento), T2 (5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de crecimiento), T3 (5% de aceite de soya en iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en finalización) y T4 (5% de aceite o grasa de avestruz en iniciación y 5% de aceite de soya en finalización). A los 49 días, las aves fueron procesadas bajo condiciones comerciales, registrándose pigmentación, rendimiento de la canal, de pechuga, pierna y muslo. Se determinaron ácidos grasos en carne de pechuga, y de pierna y muslo de tres pollos por tratamiento, siguiendo el método de Folch et al. Los resultados obtenidos de los pesos en procesamiento no mostraron diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos para peso del pollo recién sacrificado, peso de la canal, rendimiento de pechuga, y de pierna y muslo. La evaluación de pigmentación para la variable de enrojecimiento no mostró diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) después del desplumado. En el postenfriado, el T1=7.787<sup>a</sup> mostró el valor más alto. El valor de amarillamiento después del desplumado y postenfriado no mostró diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ). El valor de luminosidad solo en postenfriado mostró diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) (T1=69.16<sup>b</sup>, T2=71.33<sup>ab</sup>, T3=70.55<sup>ab</sup>, y T4=71.79<sup>a</sup>). El análisis de ácidos grasos en carne indican al T3 y T4 con mayor contenido de lípidos totales y ácidos grasos saturados en pechuga, pierna y muslo. El T4 mostró mayor contenido de ácidos grasos monoinsaturados y el T3 el más bajo en pechuga. En pierna y muslo el T3 mostró el mayor contenido y el T4 el más bajo. El contenido de  $\omega 3$ ,  $\omega 6$  y  $\omega 9$  es más alto en general en el T4 para ambas muestras de carne; en pierna y muslo se observa mayor contenido de  $\omega 9$  para el T3; el T2 muestra niveles bajos de omegas. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que combinaciones de aceite de soya y aceite o grasa de avestruz aumentan los niveles de ácidos grasos poliinsaturados sin afectar el porcentaje de rendimiento en las canales y la pigmentación en piel. Por lo tanto el aceite o grasa de avestruz en la alimentación aviar es una opción viable, en combinación con aceite de soya.



## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 La avicultura en México

La avicultura es la actividad económica nacional que participa con el 54% de la producción pecuaria; el 29% aportado por el pollo de engorda y el 30% por el huevo. En los últimos cinco años la industria ha llegado a producir 1.89 millones de toneladas de carne de pollo cuyo valor asciende a 25 920 millones de pesos, lo que representa un crecimiento de 5.2% del PIB agropecuario anual<sup>1</sup>. La producción de pollo cerró el año 2002 con un total de 2 149 170 toneladas cuyo valor de producción fue 2 380 millones de dólares, para lo que se requirieron 6.7 millones de toneladas de alimento balanceado; en ese año se produjeron 24 millones de pollos a la semana, equivalente a 2.1 millones de toneladas de carne; esto representó un crecimiento de 4% con respecto al 2001. En lo referente al consumo per cápita de 1994 al 2001 se registró un crecimiento de 32%, en el 2003 el consumo per cápita es de 22.50 Kilogramos<sup>2</sup>.

La avicultura es la rama de la ganadería que en mayor medida ha expandido sus sistemas productivos y su oferta, gracias a los avances en genética, la nutrición y el equipamiento; esto ha incrementado su productividad y competitividad. Desde principios de los noventa la

industria del pollo ha presentado un dinamismo equiparable a la de los sectores netamente exportadores del país, colocándose a escala mundial en el cuarto productor de pollo <sup>3</sup>.

El análisis y búsqueda de datos indicativos de la calidad y funcionalidad de ciertos ingredientes, ocupa la mayor parte de la práctica avícola experimental. Los cambios en la proporción de energía, proteína y aminoácidos en las diferentes fases de crecimiento, así como el tipo de ingrediente empleado para dicho fin tiene gran influencia en la deposición de grasa en la canal, lo que puede alterar la aceptación del consumidor hacia este producto. El nutriólogo actualmente se enfrenta a la presión de los consumidores, por lo cual debe elaborar dietas y programas de alimentación cuyo propósito es netamente satisfacer nichos de mercado<sup>4</sup>. El desarrollo de programas de alimentación, son metas que permiten a la industria avícola incrementar su producción, esta situación exige el conocimiento de los ingredientes y su compatibilidad con las dietas para mejorar la eficiencia alimenticia e incrementar la especialización en la producción de carne y huevo.

La industria avícola consume la mayor parte del alimento destinado a la alimentación animal en el mundo, en

1997 de 600 millones de toneladas de alimento producido a nivel mundial, México elaboró 12 millones de toneladas de las cuales 5 (41.66%) fueron destinadas a la industria avícola. En muchos países la producción de alimento para aves representa no menos del 30% del total y junto con la industria porcina podría representar el 50%<sup>4</sup>.

En las últimas dos décadas, el desarrollo de la avicultura paralelo al de la nutrición aviar, han hecho posible el incremento en la producción de carne, huevo y otros productos avícolas; este progresivo cambio en las condiciones de producción han exigido la revisión y estimación de los requerimientos nutricionales. Las nuevas metas de producción han impuesto cierto grado de complicación a los programas de alimentación ya que los ingredientes tradicionalmente empleados en las dietas deben ser constantemente evaluados y las nuevas fuentes de ingredientes deben ser debidamente estudiadas. Algunos alimentos elaborados con ingredientes comunes representan altos costos de producción, por ello surge la necesidad de evaluar nuevas y diferentes fuentes de ingredientes.

## **1.2 Lípidos**

Los lípidos son un grupo de sustancias insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. Los lípidos

incluyen a las grasas, aceites, esteroides, ceras y otros<sup>5</sup>. Los lípidos se clasifican en simples (ésteres de ácidos grasos con diferentes alcoholes, por ejemplo las grasas y ceras), complejos (ésteres de ácidos grasos que contienen un alcohol, un ácido graso y un grupo adicional, por ejemplo los fosfolípidos, glucolípidos y otros lípidos complejos) y lípidos precursores y derivados en los que se incluyen ácidos grasos, glicerol, esteroides y cuerpos cetónicos entre otros<sup>5</sup>. Los términos lípido y grasa se suelen usar indistintamente aunque es más apropiado denominar grasa a los triglicéridos, aceites a los triglicéridos que son líquidos a temperatura ambiente e incluir fosfolípidos, colesterol y esfingolípidos dentro de la clase general de lípidos. Las grasas son más líquidas cuanto mayor es el grado de insaturación y cuanto más corta es la cadena carbonada de los ácidos grasos que las componen. La mayoría de las grasas usadas en la alimentación de aves contienen ácidos grasos de cadena larga, por lo general con 16 (ácido palmítico) ó 18 (ácido oleico y linoleico) átomos de carbono<sup>6</sup>.

Las funciones biológicas de los lípidos son diversas y vitales para el organismo, las funciones de los ácidos grasos son las siguientes: cuando son requeridos como fuentes de energía, los ácidos grasos son movilizados

del tejido adiposo y llevados a tejidos que tienen necesidad energética; la oxidación de los ácidos grasos ocurre en la mitocondria, generando ATP en el proceso llamado beta oxidación, que da lugar a unidades de acetil CoA de la cadena de ácidos grasos<sup>5</sup>. Son componente de las membranas celulares, precursores de sustancias de importancia biológica como los eicosanoides, vehículo de vitaminas liposolubles, además de sus propiedades organolépticas. Propiamente se dió el nombre de grasas a los productos que son sólidos en estado normal y se llama aceites a los que son líquidos<sup>7</sup>, aunque este estado depende de la longitud de la cadena y la presencia y número de dobles enlaces<sup>7,8</sup>.

### 1.2.2 Clasificación de ácidos grasos

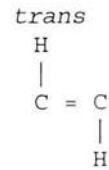
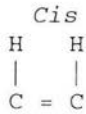
Los ácidos grasos se pueden clasificar basándose en la longitud de la cadena, y por el número y posición de sus dobles enlaces. La cadena de átomos de carbono se numera a partir del extremo carboxilo, el átomo de carbono número 2 adyacente al carbono del carboxilo se conoce como carbono  $\alpha$ ;  $\beta$  y  $\delta$  correspondiendo a los carbonos 3 y 4. Al carbono del extremo metilo se le conoce como  $\omega$ . Los ácidos grasos de cadena corta están constituidos por 4-6 átomos de carbono; de cadena media con 8-12 átomos de carbono y de

cadena larga con 14 o más átomos de carbono<sup>5</sup>.

Los ácidos grasos pueden también ser clasificados de acuerdo con el grado de insaturación; cada carbono tiene cuatro sitios de enlace, dos de ellos son ocupados por un carbono, usados para la formación de la cadena; cuando sobran sitios de enlace en cada átomo de carbono, excepto en el del grupo carboxilo, son ocupados con átomos de hidrógeno, estos son denominados ácidos grasos saturados; cuando dos carbonos adyacentes son enlazados por solo dos átomos de hidrógeno y se forma un doble enlace el ácido graso es denominado insaturado. Si solo hay un doble enlace en la cadena es llamado ácido graso monoinsaturado (MUFA), cuando es más de un doble enlace en la cadena es llamado ácido graso poliinsaturado (PUFA). Omega (letra griega) indica las posiciones de los dobles enlaces más cercanos al átomo de carbono omega, lo cual da lugar a las series de ácidos grasos conocidos como familia  $\omega$ 9 (ácido oleico),  $\omega$ 7 (palmitoleico),  $\omega$ 6 (ácido linoleico y araquidónico) y  $\omega$ 3 (ácido linolénico, eicosapentanoico y docosahexanoico)<sup>5</sup>.

Los ácidos grasos insaturados pueden presentar un tipo de isomería geométrica, los ácidos grasos *cis* son aquellos cuyos átomos de hidrógeno, se encuentran situados al mismo lado de la molécula, los ácidos grasos *trans* son aquellos en los que los átomos de hidrógeno se encuentran

ubicados en sitios opuestos de la molécula<sup>5,9,10</sup>:



Los triglicéridos son los acilgliceroles más abundantes en los alimentos y están constituidos por tres ácidos grasos unidos a un glicerol en distintas configuraciones dependiendo de su biosíntesis en plantas o animales. La longitud de su cadena es variable, los ácidos grasos de cadena corta son solubles en agua y volátiles a temperatura ambiente. Cada grupo con diferente longitud de cadena es metabolizado de manera distinta<sup>5</sup>.

### 1.2.2 Función de los lípidos

La función de los lípidos en el organismo incluyen: suministro y almacenamiento de energía, componentes de las membranas celulares (colesterol, fosfolípidos), protección superficial (piel, alvéolos pulmonares), fuentes de ácidos grasos esenciales (linoleico), medio de transporte de vitaminas liposolubles, precursores de hormonas (colesterol, cortisol y prostaglandinas) y aislamiento con respecto al medio externo<sup>11</sup>. Hamilton et al. mencionan que la utilización digestiva de las grasas está afectada

directamente por el grado de saturación de éstas, cuando más saturadas sean las grasas mayor cantidad de sales biliares serán necesarias para su emulsificación, pudiendo resultar en una menor formación de micelas<sup>12</sup>; debido a sus características polares, lo cual las hace que sean incorporadas en menor proporción<sup>13</sup>. El valor energético de las grasas depende principalmente de la digestión y absorción de los ácidos grasos en el tracto intestinal<sup>14</sup>. Se ha demostrado que la digestibilidad de las grasas varía por el tipo de grasa, nivel de saturación, edad del ave, nivel de inclusión de grasa en la dieta y la presencia de otros componentes de la dieta<sup>15</sup>.

Ketels y De Groote determinaron la relación óptima de saturados e insaturados en términos de digestibilidad general de la grasa y la energía metabolizable<sup>16</sup>. La edad del aves es otro factor que afecta la capacidad de digerir grasas saturadas, sobre todo por la capacidad que adquieren las aves con la edad para secretar enzimas y sales biliares. La razón por la cual las aves adultas son más capaces de digerir las grasas saturadas no es muy claro<sup>17</sup>.

La adición de grasas complementa la dieta nutricionalmente,<sup>11,17</sup> ya que produce un incremento en el crecimiento y mejora la utilización del alimento en el pollo de engorda<sup>9</sup>. Como se ha mencionado, el uso de grasas



y aceites en la alimentación de las aves es un factor muy importante en la nutrición debido a su alto contenido de energía superando en cantidad a cualquiera de los ingredientes que pudieran incluirse en la dieta; esto tiene importancia por el hecho de que a medida que las líneas genéticas de aves se especializan, mayor cantidad de energía exigen para su producción<sup>18</sup>. Las calorías aportadas por las grasas, pueden superar en mucho la cantidad aportada por los carbohidratos, hasta 2.25 veces más<sup>11</sup>, esto da la posibilidad de aumentar el contenido energético con un ingrediente de menor volumen y menor costo<sup>19</sup>. Los aceites más utilizados y altamente energéticos son: soya, algodón y palma; muchas veces son aceites puros, otras veces son combinaciones de estos y con diferentes proporciones de ácidos grasos libres<sup>20</sup>.

### **1.2.3 Digestión y absorción de lípidos**

La digestión y absorción de grasas en el pollo ocurre principalmente en el intestino delgado; comienza en el duodeno, y la presencia de comida estimula la secreción de las hormonas intestinales secretina y colecistocinina, produciendo la contracción de la vesícula biliar y secreción de jugo pancreático. Las grasas se mezclan con las secreciones digestivas en la molleja, ya que el quimo

vuelve a este compartimiento por los movimientos antiperistálticos del duodeno. Las grasas no son hidrosolubles pero las sales biliares emulsifican los glóbulos de grasas para ponerlos en contacto con las enzimas disueltas en agua. La lipasa pancreática secretada activamente desde muy temprana edad en el pollito aumenta rápidamente durante las tres primeras semanas; sin embargo, su producción se ve poco afectada por la concentración de grasa en la dieta. La lipasa en presencia de colipasa, hidroliza enlaces entre el glicerol y los ácidos grasos esterificados en las posiciones 1 y 3 específicamente. El resultado de la hidrólisis son monoglicéridos y ácidos grasos libres con los cuales se lleva a cabo la solubilización micelar para la formación de micelas; estos lípidos son absorbidos en las células de la mucosa. Las micelas liberan su contenido en la mucosa intestinal, atraviesan la membrana celular por difusión pasiva<sup>6,21</sup>. Cuando más saturadas sean las grasas mayor cantidad de sales biliares serán necesarias para su emulsificación; además, la cantidad de grasa absorbida será menor. Las sales biliares se absorben en el íleon a través de un sistema de transporte específico hacia el hígado donde son recicladas por la bilis<sup>22</sup>. En aves jóvenes las sales biliares se reciclan de manera menos eficiente, lo que

tiene efectos en la digestibilidad de la grasa. El glicerol y los ácidos grasos reesterificados se dirigen vía portal al hígado, en forma de pequeñas gotas de grasa denominadas quilomicrones<sup>13</sup>; esto condujo a la idea de que los triglicéridos se hidrolizan completamente en el intestino y los ácidos grasos atraviesan la mucosa y son reesterificados al glicerol. Los ácidos grasos cuya cadena tienen 10 átomos de carbono son absorbidos predominantemente en forma no esterificada vía portal, dirigiéndose directamente al hígado. La reesterificación ocurre en el retículo endoplásmico liso de las células a partir de 2-monoglicéridos para formar triglicéridos y fosfolípidos<sup>22,23</sup>. Los quilomicrones son lipoproteínas esféricas de aproximadamente 1 micra de diámetro con un núcleo de triglicéridos y ésteres de colesterol y una superficie de fosfolípidos y colesterol acomodados con los extremos hidrofóbicos hacia el núcleo y los extremos hidrofílicos hacia la superficie, por esta razón son hidrosolubles<sup>22</sup>.

### **1.3 Fuentes de energía**

El termino energía proviene de dos palabras griegas (en) en y (ergon) trabajo, y tiene varias definiciones refiriéndose principalmente a sus propiedades físicas y

biológicas. En física, energía es designada como la capacidad para llevar a cabo trabajo<sup>9,24</sup>. La energía ni se crea ni se destruye pero puede convertirse de un tipo de energía a otra, esto es conocido como la primera ley de la termodinámica<sup>24</sup>. La energía es manifestada en diversas formas: mecánica, térmica o calórica, eléctrica, lumínica, nuclear y molecular o química<sup>9</sup>.

El ciclo biológico de la energía explica la forma en que la energía solar llega a ser útil para los animales y el ser humano. La energía solar se origina de la energía nuclear que se crea en su esfera y que finalmente captan las plantas durante el proceso de fotosíntesis, las plantas producen con ella moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas que poseen energía potencial química. La energía molecular es vital y la más útil forma de energía para los animales. De esta forma, las plantas proveen energía a los animales en forma de alimentos, esta energía se metaboliza mediante la degradación de nutrientes en la célula en presencia de oxígeno (respiración celular). La energía derivada de este proceso se conserva en un estado molecular, como adenosin trifosfato (ATP)<sup>24</sup>. Durante la digestión fermentativa o no fermentativa, todos los nutrientes complejos se desdoblán para transformarse en moléculas simples que serán absorbidas a través de del

epitelio intestinal. Los carbohidratos dan lugar a azúcares simples y complejos; las proteínas a los aminoácidos y, las grasas a los ácidos grasos y triglicéridos principalmente<sup>22</sup>.

Después de la absorción, los nutrimentos energéticos principales consisten en glucosa, aminoácidos, ácidos grasos y cuerpos cetónicos<sup>22</sup>. La composición elemental (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) de las tres clases de nutrientes más importantes en la naturaleza, carbohidratos, proteínas y lípidos, expresan en principio su valor energético, en donde las grasas ocupan el primer lugar, seguidos de los carbohidratos y finalmente las proteínas. Los ácidos grasos representan una fuente concentrada de energía por ser moléculas altamente reducidas con baja proporción de oxígeno en comparación con las cantidades de carbono, hidrógeno y agua que poseen. Su valor calórico es superior al de los carbohidratos y aminoácidos<sup>22</sup>.

#### **1.4 Grasas utilizadas en la alimentación de las aves**

##### **1.4.1 Aceite de soya**

El aceite de soya, de origen vegetal es el de mayor disponibilidad en el mercado. Procede de la industria del frijol de soya tras la extracción y previo refinado de

aceite para consumo humano. Su estructura química y alto contenido en ácido linoleico hace que su uso sea adecuado en la alimentación aviar. El aceite de soya consiste en 53.0% de ácidos grasos  $\omega 6$  y 7.8% de ácidos grasos  $\omega 3$ <sup>25</sup>.

#### 1.4.2 Aceite de avestruz

La grasa en el cuerpo del avestruz se localiza en depósitos específicos; en abdomen, sobre el esternón y entre los músculos, mientras que el depósito intramuscular es limitado<sup>26</sup>; Cabe señalar que parte de esta grasa es líquida y otra es más sólida, por su contenido elevado en ácidos grasos insaturados, se le llama también con el nombre de aceite. Un estudio determinó que al calentar la grasa de avestruz es posible obtener 67% de la grasa abdominal y un 33% de la grasa pectoral, mencionando que la grasa pectoral posee un color más oscuro que la grasa abdominal<sup>27</sup>. El aceite de avestruz (o grasa de avestruz) consiste en 20.51% de ácidos grasos  $\omega 6$  (ácido linoleico y araquidónico) y 4.12% de ácidos grasos  $\omega 3$  (linolénico, docosapentaenoico y eicosapentaenoico)<sup>28,29</sup>. El Cuadro 1 muestra, el contenido de ácidos grasos  $\omega 3$  y  $\omega 6$  en el aceite y grasa de avestruz. El aceite o grasa de avestruz al igual que las plumas y otros tejidos, están en búsqueda de nichos comerciales, ya sea regionales, estatales o

nacionales para la obtención de un valor agregado, ya que hasta la fecha el modelo de mercadeo de los productos del avestruz se ha limitado a canalizar pieles y carne; una posibilidad de desarrollo y promoción de estos productos es crear estrategias de comercialización; en el caso del aceite o grasa, este puede ser usado en la alimentación animal<sup>30</sup>.

#### **1.6 Procesamiento de pollo de engorda y su rendimiento en canal.**

El procesamiento del pollo de engorda y el rendimiento en canal son consideraciones económicas importantes en la industria avícola. El rendimiento es expresado en base a la cantidad de carne para la venta relacionado con el peso vivo<sup>31</sup>. Otro aspecto importante en cuanto al rendimiento de canales de pollo de engorda, concierne al desarrollo de productos con valor agregado. La producción de productos de este tipo ha mostrado un rápido crecimiento en la industria avícola, la pechuga, pierna y muslo son las regiones musculares de mayor valor y utilización, por tanto un incremento en el tamaño del ave resultará en un incremento en el porcentaje de pechuga; el peso, volumen y dimensiones de las diferentes partes de la pechuga están directamente relacionadas con el peso de la

canal<sup>32</sup>. El desarrollo de productos con valor agregado ha causado un crecimiento en la industria avícola. La creciente demanda por parte de los consumidores por productos cómodos y de fácil preparación ha estimulado el procesamiento ulterior del pollo de engorda. Sin embargo, la manufactura de este tipo de productos exige uniformidad en el despiezado y altos rendimientos.



## 2 JUSTIFICACIÓN

En explotaciones comerciales de avestruz se obtienen hasta 6 Kg. de grasa o aceite por canal aproximadamente, esto representa un problema para los productores debido a que este subproducto no tiene uso comercial, por lo que es necesario buscar alternativas para su mercadeo; una de ellas puede ser su uso como fuente de energía en la alimentación de las aves. Un aspecto importante en la utilización de nuevas fuentes de energía, es evaluar que éstas no tengan un efecto negativo en las canales obtenidas, manteniendo las mismas características y calidad de las canales procedentes de aves alimentadas con fuentes de energía tradicionales.

### 3 HIPÓTESIS.

La grasa o aceite de avestruz puede ser utilizado como fuente de energía en dietas para pollo de engorda, sin que afecte negativamente el rendimiento y pigmentación de las canales.

#### 4 OBJETIVOS

- Comparar el rendimiento en canal, así como de pechuga, pierna y muslo provenientes de pollos alimentados con aceite o grasa de avestruz, y pollos alimentados con aceite de soya
- Comparar la pigmentación de las canales procesadas, provenientes de pollos alimentados con aceite o grasa de avestruz, y pollos alimentados con aceite de soya.
- Determinar y comparar el perfil de ácidos grasos en carne de pollos alimentados con aceite o grasa de avestruz y aceite de soya como fuentes de energía.

## 5 MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en la calle Salvador Díaz Mirón S/N, Colonia Santiago Zapotitlán. Delegación Tláhuac CP. 13209, México D.F. Localizado a una altitud promedio de 2236 m.s.n.m, en los paralelos  $19^{\circ} 17' 30''$  latitud norte y  $98^{\circ} 57' 30''$  longitud oeste. Presenta un clima templado subhúmedo, con una temperatura anual de  $16^{\circ}\text{C}$ , el mes más frío es enero y el más caluroso mayo. La precipitación pluvial media es de 600 a 800 mm.<sup>33</sup>.

Se emplearon para el estudio 60 pollos Ross (15 de cada tratamiento), que habían recibido en su alimentación la inclusión de aceite de soya y/o aceite de avestruz; dividida en dos fases: Iniciación (del día 0 al día 21) y Finalización (del día 22 al día 49); con los siguientes tratamientos:

- 1) 5% de aceite de soya en ambas fases de alimentación.
- 2) 5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación.
- 3) 5% de aceite de soya en la fase de iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización
- 4) 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de

iniciación y 5% de aceite de soya en la fase de finalización

Al finalizar el ciclo productivo, a los 49 días de edad, los comederos fueron levantados para iniciar el programa de retiro de alimento previo al sacrificio. Al completar 10 horas de ayuno, las aves fueron, pesadas y colgadas en ganchos para su sacrificio. Se insensibilizaron utilizando un aturdidor comercial bajo los parámetros de 25 volts, 0.2 Amp y 460 hz de corriente directa pulsante; el sacrificio se realizó por corte unilateral en cuello para ser desangrados por 1.40 minutos. Inmediatamente después, las canales fueron retiradas de los ganchos y escaldadas en tanques de agua a 53° C por 1 minuto y desplumadas manualmente. La evisceración se realizó manualmente cortando la cloaca circularmente y haciendo un segundo corte perpendicular al corte de la cloaca, para facilitar la extracción de vísceras. La molleja, intestinos, hígado, corazón, bazo y finalmente el buche fueron extraídos. El enfriado se realizó mediante inmersión en tanques de agua y hielo a una temperatura de 1-4°C durante 45 minutos.

Se evaluó la pigmentación con el colorímetro de Reflectancia Minolta CR300<sup>31</sup>. El colorímetro de reflectancia proporciona valores en el sistema CIELAB de Luminosidad(L\*), enrojecimiento (a\*) y amarillamiento (b\*).

Previo a la evaluación, el colorímetro fue calibrado con fondo blanco. Se realizaron dos mediciones de la pigmentación cutánea del pollo, la primera fue después del desplumado, en la piel de la pechuga por debajo de las alas (región del apterilo lateral, conocida como vena de la grasa) y la segunda posterior al enfriado. Las canales fueron pesadas y se procedió a separar la cabeza y patas, para realizar el deshuese de la pechuga (filete), así como la separación de pierna y muslo; los filetes, piernas y muslos fueron pesados utilizando un báscula electrónica Tor-rey con capacidad de 5 Kg. Se seleccionaron aleatoriamente algunas piezas para ser deshuesadas y molidas, se tomaron 100 g de cada pieza y se colocaron en bolsas de plástico identificadas con el número de tratamiento. Las muestras fueron congeladas y transportadas al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, para la determinación de perfil de ácidos grasos en músculo mediante una extracción de cloroformo: metanol 2:1, siguiendo el método de Folch et al.<sup>34</sup>. Los ácidos grasos linoleico,  $\alpha$  linolénico, araquidónico, eicosapentaenóico y docosaheptaenóico, se cuantificaron por el método descrito por Castro-González et al.<sup>35</sup>, el cual consiste en metilar el extracto lipídico con una solución de hidróxido de sodio y metanol. Se empleó una mezcla de

esteres metílicos para identificar el tiempo de retención de cada uno de ellos y así realizar su cuantificación. El ácido miristoléico se empleó como estándar interno y se determinaron los ácidos grasos en un cromatógrafo de gases modelo "Varian 3400" con detector de Ionización de Flama (DIF), usando una columna capilar DB de 30 m de longitud y 0.25 mm de diámetro interno.

## 5.1 Análisis estadístico

El análisis de los resultados fue realizado mediante el paquete estadístico SAS <sup>36</sup>. Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza con base a un diseño completamente al azar y, las diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos fueron sometidas a la prueba de Tukey. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar de acuerdo con el siguiente modelo estadístico<sup>37</sup>:

$$Y_{ij}=u+t_i+E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Valor de la variable de respuesta: pigmentación, rendimiento de pechuga, y pierna y muslo.

$u$ = Media general poblacional para pigmentación, rendimiento de pechuga, y Pierna y muslo.

$t_i$ = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento en la adición de aceite de avestruz y aceite de soya.

$E_{ij}$ = Error experimental, asociado a cada una de las observaciones.



## 6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pesos obtenidos durante el procesamiento del pollo de 49 días no mostraron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, para las variables: peso del ave recién sacrificada, peso de la canal, rendimiento de pechuga y rendimiento de pierna y muslo (Cuadro 2).

El rendimiento es una consideración económica importante de la industria avícola; muchos factores pueden afectar el rendimiento durante el procesamiento entre los que se encuentran la nutrición. Moran et al.<sup>38</sup> reportaron que al utilizar aceite de maíz, como fuente de energía, el peso corporal, la calidad de la canal y el rendimiento en carne deshuesada no se afectó, lo cual es indicativo de que no existió efecto sobre algunas características de la canal. Esto coincide con el presente estudio en el que la adición de aceite o grasa de avestruz no modificó los valores de peso del ave recién sacrificada, peso de la canal, rendimiento de pechuga y de pierna y muslo, lo cual sugiere que la utilización de este tipo de grasa cubre las necesidades del ave, y no tiene efecto sobre la conformación de la canal.

Los resultados de pigmentación de la piel se presentan en el Cuadro 3, donde no se observaron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos para

las variables de enrojecimiento (a\*), después de la remoción de las plumas. La medición de enrojecimiento, después del enfriado, en el tratamiento 1 mostró el valor más alto, siendo estadísticamente diferente únicamente al tratamiento 2 ( $P < 0.05$ ).

Los valores obtenidos en el amarillamiento (b\*) de la piel, después del desplumado y del enfriado, no mostraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 4).

Los valores de luminosidad, después del desplumado, no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos. Sin embargo, después del enfriado, el tratamiento 4 mostró el mayor valor de luminosidad siendo estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) únicamente con el tratamiento 1 (Cuadro 5).

Una característica de calidad en el pollo de engorda es la pigmentación de la piel, debido a que el consumidor asocia con la salud de las aves, su frescura y sabor. En la actualidad, se agregan pigmentos rojos y amarillos a las dietas como sustituto de las fuentes naturales a las que las aves tiene acceso en vida libre<sup>17</sup>.

Los factores que afectan la pigmentación no dependen únicamente de la concentración y tipo de pigmento en la dieta, depende además de la genética de la parvada, estado de salud, manejo y nutrición; es importante considerar que

la capacidad de depósito de los pigmentos en la piel dependen de los niveles de grasa en la dieta, ya que este factor afecta directamente la absorción de los carotenoides<sup>17</sup>.

En el presente estudio, la pigmentación al enfriado mostró valores comercialmente aceptables de acuerdo con la referencia del mercado de San Juan<sup>39</sup>, (enrojecimiento  $a^* = 3$  a 7 y amarillamiento  $b^* = 32$  a 40) lo cual indica que la utilización de aceite o grasa de avestruz y/o combinación con aceite de soya no afectó la pigmentación cutánea requerida para la comercialización de canales en este exigente mercado.

#### **Análisis de ácidos grasos**

Los resultados de lípidos totales y ácidos grasos en pechuga y, pierna y muslo se muestran en los Cuadros 6 y 7.

En el análisis de ácidos grasos de las muestra de carne (pechuga, y pierna y muslo), se observó que la composición lipídica total en pechuga, pierna y muslo en el tratamiento 3 fue mayor en comparación con los otros tratamientos. Cabe mencionar que el contenido de lípidos es menor en pechuga y su deposición aumenta en pierna y muslo, todos los tratamientos mostraron un comportamiento similar con relación a este aspecto. Sin embargo, en el tratamiento

3 y 4 en ambas muestras de carne se observan los mayores niveles de lípidos totales.

Los lípidos analizados están constituidos por los siguientes grupos de ácidos grasos:

#### **Saturados**

Los resultados indican que el tratamiento 4 mostró mayor concentración de ácidos grasos saturados en la pechuga, mientras que en pierna y muslo, el tratamiento 3 seguido por el 4 superan al resto de los tratamientos. El tratamiento 2 mostró los niveles más bajos de ácidos grasos saturados en ambas muestras de carne.

Los ácidos grasos saturados son frecuentemente asociados con el riesgo de coronariopatías. En estudios, epidemiológicos, ninguna población que habitualmente consume una dieta baja en grasas y colesterol, tiene una incidencia apreciable de aterosclerosis, la cual se caracteriza por la acumulación de células musculares lisas y macrófagos cargados de lípidos y tejido fibrosos en áreas locales de la íntima de las arterias, que lleva al engrosamiento y endurecimiento de la pared arterial<sup>40</sup>. Los bajos niveles de ácidos grasos saturados en la carne obtenida en el tratamiento 2 (inclusión de aceite o grasa de avestruz en todo el ciclo) representa un beneficio desde el punto de vista nutricional.

## **Monoinsaturados**

Los resultados de la comparación de los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) indican que en las muestras de pechuga, el tratamiento 4 obtuvo los valores más altos y el tratamiento 3 el más bajo, mientras que en pierna y muslo los valores más altos fueron para el tratamiento 3 y los más bajos para el tratamiento 4. Estos resultados muestran que la combinación de aceite de soya en la fase de iniciación más aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización producen mayor cantidad de MUFA con respecto a los otros tratamientos.

Los MUFA solo poseen un doble enlace en la cadena de carbonos. Los MUFA fueron primero considerados neutrales en cuanto a su influencia sobre el colesterol plasmático, pero estudios recientes sugieren que el decremento en el total de LDL es posible con la sustitución de ácidos grasos saturados por MUFA sin disminuir la concentración de HDL. El incremento en la inclusión de MUFA en la dieta, puede también incrementar la fibrinólisis por aumento de los niveles de LDL colesterol y reducción de la susceptibilidad de oxidación de LDL<sup>41</sup>.

Los MUFA como el ácido oleico (18:1) son sintetizados por los animales aunque la dieta contiene una mayor cantidad de éste, normalmente<sup>41</sup>.

Los resultados obtenidos en las muestras analizadas indican, que el aceite o grasa de avestruz parece aumentar los niveles de MUFA en pechuga, pierna y muslo.

#### **Poliinsaturados (PUFA)**

Los niveles de  $\omega 3$  en pechuga, y pierna y muslo fueron similares; el tratamiento 4 mostró los niveles más altos seguido por el tratamiento 1 y el nivel más bajo el tratamiento 2. Estos resultados indican que la combinación de aceite o grasa de avestruz más aceite de soya, aumenta la concentración de  $\omega 3$ . La principal importancia de los  $\omega 3$  es por la producción de eicosanoides que incluyen colectivamente a las prostaglandinas, leucotrienos y lipixinas que actúan como agentes de señalización celular. Se conoce poco sobre el papel que juegan los eicosanoides en las enfermedades aviares. Sin embargo, hay cierta evidencia de que los eicosanoides tienen influencia en la respuesta inmune y resistencia a las enfermedades en el pollo<sup>42,43</sup>.

De manera similar, el total de  $\omega 6$  en el tratamiento 4 obtuvo el nivel más alto y el tratamiento 2 el más bajo, por lo que se puede suponer que la combinación de aceite o grasa de avestruz más aceite de soya aumento los niveles. La serie  $\omega 6$  son ácidos grasos que poseen el primer doble enlace terminal en el carbono numero 6 desde el extremo

metilo de la molécula. Las principales funciones de los  $\omega 6$  son: como componentes de las membranas celulares en forma de fosfolípidos en los humanos, teniendo una función estructural importante y como precursores de los eicosanoides, el ácido araquidónico (20:4) es su principal producto, además es precursor de hormonas y otros productos<sup>41,43</sup>.

El análisis de los  $\omega 9$  en pechuga, y pierna y muslo muestran que la combinación de aceite o grasa de avestruz más aceite de soya y/o aceite de soya más aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación logran aumentar los niveles de PUFA en general. Los resultados muestran que el tratamiento 4 en la carne de pechuga obtuvo el mayor nivel seguido por el tratamiento 3, mientras que en pierna y muslo el tratamiento 3 obtuvo el valor más altos seguido por el tratamiento 4, de manera similar en ambas muestras el tratamiento 2 fue el del valor más bajo.

A diferencia del resto de los PUFA los  $\omega 9$  no son totalmente esenciales en los animales, debido a que son capaces de ser sintetizados por el organismo. Los  $\omega 3$  y  $\omega 6$  son esenciales, lo que significa que son requeridos en la dieta pues no pueden sintetizarse por vía endógena en el organismo<sup>44</sup>.

## 7 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican que los valores de pigmentación obtenidos en la piel de aves alimentadas con una dieta suplementada con aceite o grasa de avestruz como fuente de energía, que este tipo de aceite puede ser utilizado sin afectar la pigmentación de la piel que se requiere en el mercado mexicano. La utilización de aceite o grasa de avestruz como fuente de energía en dietas para pollo de engorda reduce los niveles de ácidos grasos saturados en la carne.

La combinación de aceite de soya y aceite o grasa de avestruz en las fases de iniciación y finalización, lograron aumentar los niveles de ácidos grasos poliinsaturados, mostrando un nivel aceptable e incluso mayor. Por lo tanto se sugiere que la utilización de aceite de avestruz, tiene un efecto benéfico en la composición lipídica de la carne de pollo y es una opción viable desde el punto de vista nutricional.



## 8 LITERATURA CITADA

1. Sistema de Información y Estadística Agropecuaria y Pesca (SIAP), SAGARPA.  
<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/institucional>
2. Unión Nacional de Avicultores. <http://www.una.com.mx/>
3. Unión Nacional de Avicultores. Diagnostico de la Avicultura Mexicana, 2003. <http://www.una.com.mx/>
4. Leeson and Summers JD. Commercial Poultry Nutrition. 2<sup>a</sup> ed. Canada, Ontario.:Published by university books. 1997.
5. Murray Rk, Mayes PA, Granner DK, Rodwell VW. Bioquímica de Harper. México D.F.: El manual moderno, 2001.
6. Blas De, Mateos G . Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Madrid, España.:Mundi-Prensa,1999.
7. Luna A, Castrillon J, Bulbulian J y Pierre J. Curso de Bioquímica. 4<sup>a</sup>edición. México D.F.: Ed Enseñanza S.A, 1990.
8. Lehninger A. Principios de Bioquímica. Barcelona España.:Omega S.A.,1991.
9. Scott ML, Nesheim MC and Young RJ. Nutrition of Chicken. 3<sup>a</sup> ed. Ithaca New York.:ML. Scott and associates, 1982.
10. Solis FJ, Duran MC. Los ácidos grasos *trans* en los alimentos y algunos efectos de su consumo. Perspectivas. México D.F.:2001;52:1 y 2.
11. Avila G E. Manual de alimentación de las aves. SUA. UNAM. México D.F., 1982.
12. Hamilton BP. The use of high-Performance Liquid chromatography for studying pigmentation Poultry Sc: 71: 718-724. 1992
13. Leeson S, Summers J. Nutrition of the Chicken. 4<sup>th</sup>. ed. Guelph, Ontario Canada.:Published by Universiy Books, 2001.
14. Leeson S, Zubair AK. La Digestión en las aves, las Proteínas y las grasas. Departamento de ciencias animales y avícolas. Universidad de Guelph (editorial). Ontario, Canadá 1997.

15. Wiseman J, editor. Assessment of the digestibility and metabolizable energy of fats for non-ruminants. In: Fats in Animal Nutrition. Butterworths, London 1984.
16. Ketels E, De Groote G. Effect of ratio of unsaturated fatty acids in the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks. Poultry Sci.1989;68:1506-1512.
17. Fernández S. Pigmentación en avicultura. Memorias del Diplomado en Producción Avícola;2001; México (DF). U.N.A.M. F.M.V.Z, 2001: 150-157.
18. Smith T. New Poultry Products Hold Key To The Future. Poultry Times. 1983 Noviembre 21: 2.
19. Maynard L. Nutrición Animal. México D.F.:McGraw-Hill. 1985.
20. Compabadal C, Navarro H. El papel de los ingredientes en la formulación de alimentos balanceados por computadora. Asociación Americana de Soya. ASA/ México 1994; (133)
21. Mateos GG, Sell JL. Rate of food passage(transit time) as influenced by level of supplemental fat. Poultry Science 1982;61:94-100.
22. Cunningham J. Fisiología Veterinaria. 2ª. ed. México D.F.:McGraw-Hill Interamericana 1999.
23. White A. Principios de Bioquímica. Barcelona, España.: MacGraw-Hill 1982.
24. Lopategui E. Balance energético. Universidad Interamericana de PR-Metro, Facultad de Educación, Dept de Educación Física.  
<http://www.saludmed.com/Salud/Nutricion/BalEnerg.html>
25. Blas De C, Mateos G C. y Rebollar P G. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Departamento de Producción Animal, Madrid España. Universidad Politécnica de Madrid, PANCOSMA, 1999.
26. Deeming DC. El avestruz Biología Producción y sanidad. Zaragoza, España.:Acribia S.A. 2001.
27. Sales J, Franken L. Ostrich fat Australian. Ostrich Association Journal 1996;37:39-45.

28. Carbajo GE. Cría de Avestruces Emúes y Ñandúes. 2ª ed. Barcelona España.:Real Escuela de Avicultura 1997.
29. FIRA Boletín Informativo. 31 de agosto, 1997. XXIX (Año XXVIII) (297).
30. Garcia F. Curso de actualización Médica en la producción de Avestruz. Técnicas de mercadeo del avestruz en México. UNAM, FMVZ. México D:F 87-94, Noviembre. 2002.
31. Fletcher D L and Cason J A. Comparison of two methods for determining broiler processing yield. Poultry Science. 1010-1014. 19
32. Chen T C; Omar S; Schultz D; Dilworth B C and Day E J. Processing, Prts and Deboning Yields of four ages of broilers. Poultry Science 66: 1334-1349. 1987.91.
33. Garcia ME. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana D.F.: Talleres offset larios 1998.
34. Folch JL, Leems, Stanley-Sloane GH. A simple method for the isolation and purification of total from animal tissues. J Biol. Chem. 1957;226:497-509.
35. Castro-González MI, Montañó-Benavides S, Perez-Gil Romo F. Ácidos grasos del atún de diferentes zonas del Pacífico Mexicano, en aceite y agua. Arch Lat Nutr 2001;51(4):407:413.
36. SAS Institute, 1994. SAS User's Guide: Basic (Release 6.08 Ed) SAS Inst. Inc., Cary N.C. 1994.
37. Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics. Biometrical approach, 2ª ed. Singapore: McGraw-Hill 1981.
38. Moran ET. Growth and Poultry meat. British Poultry Science 1997;145-173.
39. Ornelas A. Pigmentación en el pollo de engorda. Memorias del sexto simposium internacional de procesamiento de aves y calidad de producto; 2004 febrero 12; Querétaro México. México (D.F)La Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México en conjunto con el Departamento de Poultry Science de la Universidad de TexasA&M.

40. Wilson J, Braunwald E, Isselbacher K, Petersdorf R, Martin J, Fauci A, Root R. Harrison. Principios de Medicina Interna. México D.F.:Interamericana McGraw-Hill, 1991.
41. Sadler J. Encyclopedia of human nutrition. San Diego.: Academic press, 1999.
42. Kevin L, Fritsche, Nancy A. Cassity Dietary n-3fatty Acids Redce Antibody Dependent Cell Cytotoxicity and Alter Eicosanoid Release by Chicken Immune Cells. Poultry Science 1992; 71:1646-1657.
43. Bruce A, Watkins Ph D. Consideraciones de alimentación e importanncia. Departament of Food Science. Smith Hall, Purdue Univeristy, West Lafayette, Indiana 24061.
44. Stryer L. Bioquímica. Barcelona España.:Editorial Reverté, S.A., 1995.

Cuadro 1.  
Composición de ácidos grasos  $\omega 3$  y  $\omega 6$   
en aceite y grasa de avestruz.

Ácido graso	mg/100g	
	Líquida	Sólida
Linoleico	21788.12	20216.48
$\alpha$ Linolénico	4342.16	4080.54
Araquidónico	239.75	218.13
Eicosapentaenoico	27.27	23.86
Docosahexaenoico	13.04	15.95
Total $\omega 3$	4382.46	4120.35
Total $\omega 6$	22027.87	20434.6
Proporción $\omega 6/\omega 3$	5.03:1	4.96:1
Proporción Linoleico/ $\alpha$ Linolénico	5.02:1	4.95:1

Cuadro 2.

Resultados de peso y porcentaje de rendimiento en la canal.				
Tratamiento	Peso de pollo recién Sacrificado Kg.	Peso de la Canal Kg.	Rendimiento de pechuga %	Rendimiento de pierna y muslo %
1	2.2100 a	1.895 a	22.4284 a	34.0438 a
2	2.3588 a	2.043 a	23.6452 a	33.1152 a
3	2.3177 a	2.002 a	23.3814 a	32.3442 a
4	2.2666 a	1.951 a	22.5653 a	32.9606 a

Media de tratamiento por columna con literal común no son diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ).

1.-5% de aceite de soya en ambas fases de alimentación

2.-5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación

3.-5% de aceite de soya en la fase de iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización

4.-5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de iniciación y 5% de aceite de soya en la fase de finalización

Cuadro 3.

Resultados obtenidos de enrojecimiento en piel después del desplumado y del enfriado.		
Tratamiento	Desplumado	Enhielado
1	8.5987 a	7.787 a
2	7.0527 a	4.962 b
3	7.0733 a	6.092 a b
4	8.8880 a	7.421 a b

Media de tratamiento por columna con diferente literal son estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ )

- 1.-5% de aceite de soya en ambas fases de alimentación
- 2.-5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación
- 3.-5% de aceite de soya en la fase de iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización
- 4.-5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de iniciación y 5% de aceite de soya en la fase de finalización

Cuadro 4.

**Resultados obtenidos de amarillamiento en piel después del desplumado y del enfriado.**

Tratamiento	Desplumado	Enhielado
1	46.405 a	47.785 a
2	45.761 a	51.280 a
3	46.981 a	51.633 a
4	45.807 a	51.019 a

Media de tratamiento por columna con literal común no son diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ).

- 1.-5% de aceite de soya en ambas fases de alimentación
- 2.-5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación
- 3.-5% de aceite de soya en la fase de iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización
- 4.-5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de iniciación y 5% de aceite de soya en la fase de finalización



Cuadro 5.

Resultados obtenidos de luminosidad en piel después del desplumado y del enfriado.		
Tratamiento	Desplumado	Enhielado
1	67.425 a	69.1680 b
2	68.677 a	71.3340 a b
3	68.394 a	70.5547 a b
4	67.731 a	71.7927 a

Media de tratamiento por columna con literal común no son diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ).

Medias de tratamiento por columna con diferente literal son estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ )

1.-5% de aceite de soya en ambas fases de alimentación

2.-5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación

3.-5% de aceite de soya en la fase de iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización

4.-5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de iniciación y 5% de aceite de soya en la fase de finalización

Cuadro 6.

## Resultados del contenido de ácidos grasos en pechuga.

Tratamiento	1	2	3	4
Lípidos Totales (g/100g muestra)	0.81	0.68	1.12	1.96
Saturados (mg/100g muestra)	276.37	161.81	316.66	427.20
Monoinsaturados	79.23	86.72	76.94	87.68
Poliinsaturados	786.73	524.52	740.58	1267.65
$\omega$ 3	61.15	36.15	43.14	101.31
$\omega$ 6	430.34	257.76	294.44	657.41
$\omega$ 9	267.61	207.73	362.70	455.20
otros	27.52	22.86	40.29	53.72
Proporción Linoleico: $\alpha$ linolenico	8:1	10:1	9.9:1	6.9:1
Proporción Poliinsaturados: saturados	2.84:1	3.24:1	2.34:1	2.97:1

- 1.-5% de aceite de soya en ambas fases de alimentación
- 2.-5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación
- 3.-5% de aceite de soya en la fase de iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización
- 4.-5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de iniciación y 5% de aceite de soya en la fase de finalización

Cuadro 7.

Resultados del contenido de ácidos grasos en pierna y muslo.				
Tratamiento	1	2	3	4
Lípidos Totales (g/100g muestra)	3.75	2.66	6.11	4.29
Saturados (mg/100g muestra)	820.76	720.49	1273.27	925.55
Monoinsaturados	129.08	112.07	141.80	106.07
Poliinsaturados	2183.06	1460.29	3081.50	2640.65
ω3	179.55	83.35	168.06	205.94
ω6	1024.93	693.78	1282.65	1357.92
ω9	887.38	587.28	1447.56	976.52
Otros	91.19	101.87	183.23	100.27
Proporción Linoleico: αlinolenico	5.8:1	9.8:1	8.1:1	6.3:1
Proporción Poliinsaturados: Saturados	2.66:1	2.03:1	2.42:1	2.85:1

1.-5% de aceite de soya en ambas fases de alimentación

2.-5% de aceite o grasa de avestruz en ambas fases de alimentación

3.-5% de aceite de soya en la fase de iniciación y 5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de finalización

4.-5% de aceite o grasa de avestruz en la fase de iniciación y 5% de aceite de soya en la fase de finalización