



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCION Y DE LA SALUD ANIMAL**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MEDICINA Y ZOOTECNIA DE LAS AVES

El uso de ácidos grasos de cadena media en dietas para aves.

TESINA

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA:

DELIA PATRICIA CORONEL BARBOSA

TUTOR

ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ (FMVZ-UNAM)

COMITÉ TUTORAL

**ARTURO CORTES CUEVAS (FMVZ-UNAM)
JUAN CARLOS DEL RÍO GARCÍA (FESC-UNAM)**

Ciudad Universitaria, CDMX.

Diciembre, 2022



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.

Índice

Agradecimientos.	3
Dedicatoria.	4
Abreviaturas.....	5
Resumen.	6
Introducción.	7
Lípidos.	8
Ácidos grasos	9
Aceites y grasas.	14
Digestión y absorción de los lípidos en las aves.	15
Factores que afectan la digestibilidad de los lípidos en las aves.	17
Los AGCM en la calidad de la canal.	18
Efectos antimicrobianos de los AGCM en las aves de producción.....	19
Fuentes de AGCM	21
Aceite de coco	21
Aceite de palmiste.....	23
Conclusiones.	26

Índice de Figuras

Figura 1 : Ácido graso	9
Figura 2: Triacilglicerido	12
Figura 3: Adipocito	12
Figura 4: Estructura del coco	22
Figura 5: Racimo de la palma	24
Figura 6: Estructura del fruto de la palma	24

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Perfil de ácidos grasos del aceite de coco	22
Cuadro 2: Perfil de ácidos grasos del palmiste.	25

Agradecimientos.

Agradezco con todo mi corazón a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y a la Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia (FMVZ) por haberme formado académicamente, gracias por hacer de mí una profesionalista.

A CONACYT por el apoyo económico, gracias por hacer posible el sueño de realizar una maestría.

A mi tutor y profesor el Dr. Ernesto Ávila González por apoyarme y guiarme en todo el proceso que duró la maestría; así como a mi comité tutorial, el Dr. Arturo Cortes Cuevas y el Dr. Juan Carlos del Río García, gracias por su tiempo y conocimientos.

Agradezco a todos los profesores que compartieron sus conocimientos durante la maestría, principalmente a los profesores del departamento de Medicina y Zootecnia de Aves y del departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, que aun durante la pandemia nunca pararon.

A mi familia por su apoyo incondicional, porqué siempre me motivan a crecer.

Dedicatoria.

Esta tesina se la dedico a mi familia, que siempre están apoyándome, que me han ayudado toda mi vida a crecer y a superarme, principalmente a mi mamá Delia Barbosa Guerrero; a mi papá Arturo Coronel Berdeja; a mis hermanos Arturo Coronel Barbosa y Araceli Coronel Barbosa; y a mis tías Barbara Barbosa Guerrero y Patricia Barbosa Guerrero.

Abreviaturas.

AG: Ácidos grasos

AGL: Ácidos grasos libres

AGCC: Ácidos grasos de cadena corta

AGCM: Ácidos grasos de cadena media

AGCL: Ácidos grasos de cadena larga

AGE: Ácidos grasos esenciales

AGI: Ácidos grasos insaturados

AGP: Ácidos grasos poliinsaturados

AGM: Ácidos grasos monoinsaturados

AGS: Ácidos grasos saturados

AGV: Ácidos grasos volátiles

DAG: Diglicéridos

MAG: Monoglicéridos

TAG: Triglicéridos, triacilglicéridos

Resumen.

Durante la etapa de iniciación los pollos de engorda presentan menor digestibilidad de las grasas, debido a una pobre secreción de bilis, menor cantidad de lipasa pancreática y vellosidades intestinales inmaduras; por lo que la utilización de aceites más digestibles y ácidos grasos de cadena media (AGCM) como el aceite de coco y el aceite de palmiste son una buena opción para incluir en las dietas de las aves en proporciones bajas debido a los beneficios que presentan. Como antimicrobianos los AGCM tienen la ventaja de ser digestibles debido a su corta cadena carbonada, lo que los hace ser absorbidos por el enterocito sin la necesidad de incorporarse a las lipoproteínas, estos pasan directamente al torrente sanguíneo portal y son llevados al hígado unidos a la albúmina. También tienen una baja lipogénesis, dando como resultado una canal con poca grasa, convirtiéndola en una canal con mejor aceptación para el consumidor. Poseen características antimicrobianas, ayudando a combatir agentes infecciosos, a mejorar la salud intestinal de las aves, obteniendo así mejores parámetros productivos al emplearse como aditivos alimentarios en avicultura, como ácido orgánicos, fotogénicos, pre y probióticos, etc. Más recientemente, el foco se ha puesto sobre los AGCM por su potencial efecto antimicrobiano, por este motivo se está generando mucha investigación de los AGCM como alternativa a los antibióticos promotores del crecimiento, tal es el caso de los destilados de ácidos grasos de coco o de palma (hueso de la palma), ricos en ácido láurico, que tienen un potente efecto contra las bacterias.

Introducción.

La alimentación es un pilar en la zootecnia avícola, representa del 60 al 65% de los costos y es fundamental para el buen desarrollo de los animales. Para que las aves puedan desarrollar su potencial genético es necesario que la medicina preventiva, las prácticas de manejo y una correcta formulación en la dieta se lleven a cabo.

Es importante que la dieta cumpla con los requerimientos nutricionales del ave de acuerdo a su etapa fisiológica; crecimiento, desarrollo, producción de huevo, engorda, reproducción, etc.

Los nutrientes requeridos se dividen en seis grupos, de acuerdo con su función y naturaleza; carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y agua

Los nutrientes deben estar en un correcto balance, de acuerdo a las necesidades de las aves, si la cantidad no se encuentra en forma adecuada habrá repercusiones en la producción, pudiéndose observar una baja ganancia de peso, retraso en el crecimiento, una alta conversión alimenticia, o algunas patologías debido a la deficiencia de nutrientes.

Uno de los nutrientes de especial importancia en esta revisión bibliográfica, son las grasas y aceites, con especial enfoque en los ácidos grasos de cadena media.

Lípidos.

Los lípidos se definen como compuestos insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos no polares, como el alcohol, acetona, benceno, éter y cloroformo; son energéticamente más densos, teniendo más del doble del valor energético que los carbohidratos por gramo. Están presentes en el organismo, en las células nerviosas y células adiposas, las células musculares y las células epiteliales tienen considerablemente menos lípidos. Tienen un papel fundamental en la estructura y función de las membranas biológicas, son precursores de una variedad de hormonas y señalización celular, además, ayudan a la absorción y excreción de nutrientes por la célula [1]

Debido a la heterogenicidad de los lípidos existen diversas clasificaciones, basadas en su estructura o en su función biológica. Se clasifican en saponificables y no saponificables, en función de la presencia o ausencia de ácidos grasos, respectivamente, los lípidos saponificables forman jabones. Dentro de los saponificables se clasifican en simples (acilgliceroles), compuestos (fosfolípidos y glicolípidos) y lipoproteínas. En los lípidos insaponificables se encuentran los terpenoides, esteroides y eicosanoides. [2]

Otra clasificación, son los lípidos neutrales y polares. Los lípidos neutros son lípidos no cargados e incluyen triglicéridos (TAG), colesterol y ésteres de colesterol; los lípidos polares tienen cargas positivas y negativas en ciertos átomos de la molécula, como los fosfolípidos que componen la membrana celular como el fosfatidilinositol, fosfatidilcolina y la fosfatidiletanolamina [1].

Ácidos grasos

Los ácidos grasos (Figura 1) están formados por una cadena de hidrocarburos que está en el medio, tienen un grupo carboxilo en un extremo y un grupo metilo en el otro extremo. Existe una gran variedad de ácidos grasos, tienen distintas longitudes de cadena, de 4 a 36 carbonos, poseen dobles enlaces o ligaduras entre carbono y carbono, conocidos como ácidos grasos insaturados (AGI), y los que no tienen dobles enlaces, llamados ácidos grasos saturados (AGS). Dentro de los AGI se encuentran los ácidos grasos monoinsaturados (AGM) que poseen un doble enlace y los ácidos grasos poliinsaturados (AGP) que tienen dos o más enlaces. Los ácidos grasos más comunes en la naturaleza tienen un número par de átomos de carbono (12 a 24); entre ellos, los más frecuentes son los de 16 o 18 carbonos [2].

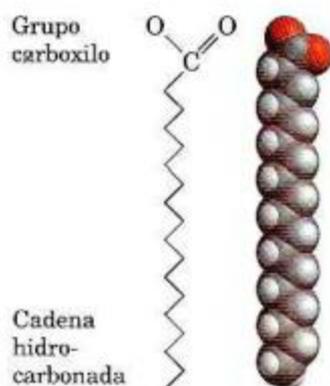


Figura 1: Ácido graso [5].

Algunos ejemplos de AGS:

Butírico 4:0

Láurico 12:0

Mirístico 14:0

Palmítico 16:0

Algunos ejemplos de AGI:

Palmitoleico 16:1

Oleico 18:1

Linoleico 18:2

Linolénico 18:3

Los ácidos grasos esenciales (AGE) son los que el organismo no puede sintetizar debido a que no posee las enzimas necesarias para sintetizarlos, los AGE son el ácido linoleico y el linolénico. [2] Las fuentes más importantes de estos AGE son algunos aceites vegetales, por lo tanto es importante añadir los ácidos grasos esenciales en la dieta de las aves, por medio de aceites o grasas.

En cuanto a la longitud de cadena hidrocarbonada de los AG, se clasifican en ácidos grasos de cadena corta (AGCC) o ácidos grasos volátiles (AGV) a los que tienen seis o menos átomos de carbono, aquí se encuentra el ácido acético, ácido butírico, ácido propiónico, entre otros, producidos por la fermentación anaerobia de las bacterias y protozoarios en los rumiantes [4] y ciegos.

Los ácidos grasos de cadena media (AGCM) son los que tienen de 8 a 12 átomos de carbono:

Ácido caproico (C6:0)

Ácido caprílico (C8:0)

Ácido cáprico (C10:0)

Ácido láurico (C12:0)

Los AGCM se encuentran en algunos aceites como el de coco y el palmiste, cuyo contenido en ácidos grasos de cadena media (AGCM) supera el 50% del total de ácidos grasos, siendo el ácido láurico el AGCM que se encuentra en mayor cantidad en estos aceites [3].

Las plantas tropicales como la palma y coco proporcionan una grasa sólida, aunque se denominan "aceites", son ricas en ácidos grasos saturados de cadena media. Por convención, estos lípidos se denominan aceites. Por lo tanto, tenemos aceite de coco, aceite de palma y aceite de palmiste como sólidos en temperaturas de 18-22 ° C pero líquidas a 26-30°C [1].

Los ácidos grasos de cadena larga (AGCL) de cadena larga tienen entre 14 y 18 átomos de carbono, además, existen los ácidos de cadena muy larga, los cuales tienen más de 20 átomos.

El punto de fusión de los ácidos grasos aumenta con la longitud de la cadena, pero disminuye con el número de dobles enlaces; los ácidos grasos saturados presentan gran flexibilidad, y cuando se empaquetan tienden a una conformación más estable, por lo tanto, a temperatura ambiente, estos ácidos grasos son sólidos, mientras que los insaturados son líquidos [1].

Los triglicéridos (Figura 2) están compuestos por tres cadenas de ácidos grasos unidos por un enlace éster con un solo glicerol. Los que contienen un mismo tipo de ácido graso en las tres posiciones se denominan triacilglicéridos simples y se llaman según el ácido graso que contengan, ejemplos de estos es la triestearina, tripalmitina y trioleina, sin embargo, la mayoría de los triacilglicéridos son mixtos, estos contienen dos o más ácidos grasos diferentes [5].

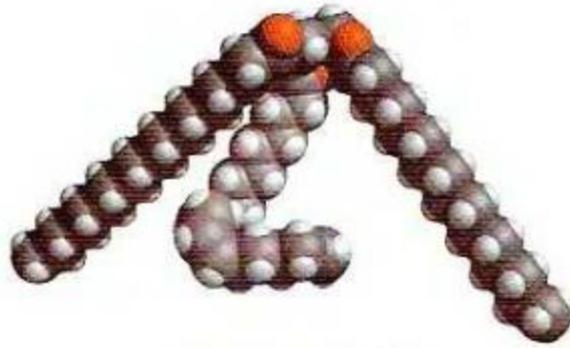


Figura 2: Triacilglicerido [5].

Las células especializadas de los vertebrados, denominadas adipocitos (Figura 3), almacenan grandes cantidades de triglicéridos en forma de gotitas de grasa que ocupan casi toda la célula. En las plantas los triglicéridos se almacenan en las semillas, tanto para los vertebrados como para las plantas son reservas de energía [5].

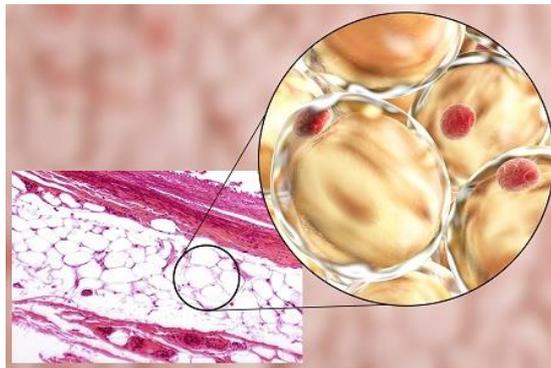


Figura 3: Adipocito [23].

Los triacilgliceroles poseen diversas funciones. En los animales se almacenan en forma sólida, denominada generalmente grasa, en los adipocitos. Su principal función es de reserva energética, ya que lo hacen de manera más eficaz que los carbohidratos. Por otra parte, la grasa, fundamentalmente la subcutánea, proporciona un aislamiento térmico, ya que los triacilgliceroles son malos conductores de calor. Por último, en algunos animales, los lípidos que se segregan por glándulas especializadas impermeabilizan la piel o las plumas [2].

Aceites y grasas.

Los aceites y las grasas además de ser una importante fuente de energía, tienen la función de ser una importante reserva energética, son fuente de ácidos grasos esenciales, mejoran la textura del alimento, reducen la producción de polvo durante la fabricación del alimento evitando la pérdida de micronutrientes, permiten la absorción de vitaminas liposolubles y de las xantofilas, reducen la velocidad de paso del alimento a través del tracto gastrointestinal mejorando así la conversión alimenticia y aumentan la palatabilidad del alimento.

Una característica del pollo de engorda es su alta necesidad de energía metabolizable 3200 kcal/ kg, por lo que las grasas son un ingrediente de alto valor en la dieta, ya que alimentando únicamente con carbohidratos no se cumplen los requerimientos.

Digestión y absorción de los lípidos en las aves.

Las aves utilizan el pico para tomar su alimento, este será mezclado con saliva para lubricar el bolo alimenticio, las aves carecen de lipasa lingual por lo que la digestión de lípidos no comienza en cavidad orofaríngea, el bolo continúa por el esófago, en esta estructura abundan glándulas mucosas para proporcionar lubricación a los alimentos ingeridos, las grasas alimentarias se encuentran generalmente en forma de triglicéridos, posteriormente el bolo llega al proventrículo o estómago del ave donde la ingesta se mezcla con el jugo gástrico, posteriormente la ingesta pasa a la molleja o ventrículo la cual se encarga de triturar el bolo alimenticio y mezclar los fluidos digestivos con el alimento, por medio de movimiento peristálticos inversos la digestión regresa al proventrículo, lo cual permite una mejor mezcla con las secreciones paraventriculares [6].

La digestión propia de las grasas comienza en el duodeno, donde para este punto gracias a los pasos anteriores las grasas de la dieta forman una emulsión con agua, una suspensión de finas gotitas de grasa en agua. Sin embargo el autor Ravindran et al. [7], explica que inicia la emulsificación de grasas en la molleja, debido a la presencia de sales biliares y monoglicéridos de la digestión refluída desde el duodeno debido al peristaltismo inverso que va del duodeno y yeyuno a la molleja.

La presencia de grasas en el duodeno provoca la secreción de la hormona CCK (colecistoquinina), la cual hace que el páncreas secrete enzimas y la contracción de la vesícula biliar, entre las enzimas secretadas se encuentra la lipasa pancreática que se encarga de la hidrólisis de las grasas. Las sales biliares rodean la gota de grasa emulsionada y la rompen en gotitas de grasa más pequeñas, formando las micelas, aumentando así la superficie disponible para la degradación enzimática de los triglicéridos [8].

La lipasa actúa sobre los ácidos grasos esterificados en las posiciones 1 y 3 de la cadena principal de glicerol, dejando un ácido graso esterificado en el carbono 2 (un monoacilglicerol) y dos ácidos grasos libres. Las micelas que se formaron llevan los lípidos, se encuentran rodeadas de sales biliares, esta estructura permite a los lípidos ingresar al enterocito. Las micelas están estructuradas de tal manera que las porciones hidrófobas (triglicéridos, ésteres de colesterol, etc.) están hacia el centro de la estructura, mientras que las porciones hidrófilas (fosfolípidos, ácidos grasos de cadena corta, sales biliares) rodean este centro [8].

El destino de los ácidos grasos absorbidos depende de la longitud de la cadena, los AGCM pasan al torrente sanguíneo portal sin más, posteriormente son llevados al hígado unidos a la albúmina [8]. Mientras que los AGCL se vuelven a esterificar dentro del enterocito y entran en circulación a través de los portomicrones, estos se forman por la combinación de TAG, fosfolípidos, colesterol, ésteres de colesterol y apolipoproteínas . En las aves toma el nombre de portomicrón, debido a que las lipoproteínas formadas por la digestión de los TAG entran en los vasos sanguíneos, en cambio los quilomicrones en los mamíferos entran en los vasos linfáticos intestinales, para ser segregados al torrente circulatorio; en las aves la mayor proporción de lípidos son absorbidos en el yeyuno [9].

Un ejemplo, se menciona que el valor de energía metabolizable del aceite de soya es superior al del aceite de pescado, debido en parte a que los ácidos grasos del aceite de soya son de menor longitud por lo que son absorbidos con mayor facilidad por las aves [10], por lo que los AGCM tienen una mejor digestibilidad al ser absorbidos con mayor facilidad que los AGCL.

Factores que afectan la digestibilidad de los lípidos en las aves.

La digestión y absorción de los lípidos mejora conforme avanza la edad del ave. Se cree que la secreción de bilis es limitada en las aves jóvenes (las tres primeras semanas de vida), especialmente durante la primera semana después de la eclosión [11], además, la concentración de FABP (proteína ligadora de ácidos grasos) es baja en la primera semana de edad pero incrementa hasta en un 50% entre la semana 3 y 5 de edad. FABP (Fatty Acid Binding Protein) es una proteína ligadora de AG con preferencia por los AGCL que se encarga de transferir del medio micelar los AGCL al enterocito [9].

A temprana edad las vellosidades intestinales son inmaduras, hay una menor producción y concentración de lipasas pancreáticas, así como una deficiente circulación enterohepática de las sales biliares que conllevan a una mala emulsificación de grasas (menor emulsificación de los ácidos grasos) y deficiente formación de micelas. La actividad de las lipasas pancreáticas es proporcional al peso vivo y del intestino, por lo tanto, el consumo de alimento favorece que se incremente la secreción de enzimas pancreáticas de acuerdo con el consumo de alimento y crecimiento corporal [12].

Concluyendo que la etapa de iniciación de las aves es un factor que afecta la digestibilidad de las aves, debido a una baja producción de enzimas pancreáticas así como de bilis y un incompleto desarrollo de las vellosidades intestinales.

Los AGCM en la calidad de la canal.

Los AGCM son catabolizados a través de la β -oxidación en las mitocondrias, el mecanismo de transporte que tiene lugar en la membrana mitocondrial interna está dado por la carnitina, la cual juega un papel crucial en el transporte de los AG. Mientras que los AGCM en la matriz mitocondrial no dependen de carnitina, en el músculo la entrada de AGCM en la mitocondria depende totalmente de la actividad transportadora de la carnitina, consecuentemente, los AGCM son oxidados en mayor cuantía que los AGCL [13].

Los AGCM como fuentes de energía son pobremente almacenados en el tejido adiposo subcutáneo de humanos, ratas, pollos de engorda y cerdos. En pollos de engorda y especialmente en cerdos, esto tiene un significado especial porque las canales con menos grasa tienen mayor valor comercial, y este tipo de carne es más demandada por los consumidores [14].

Efectos antimicrobianos de los AGCM en las aves de producción.

Los ácidos grasos son generalmente inhibidores para los microorganismos, tienen diferentes concentraciones mínimas inhibitoras (MIC), según el tipo de ácido graso, el tipo de microorganismo y el pH ambiental. El pH bajo aumenta la concentración de AGS disociados, que en esa conformación pueden pasar a las células bacterianas donde el pH intercelular es más alto [14].

Los AGCM desestabilizan la membrana celular microbiana y alterarán el metabolismo bacteriano al reducir el pH intracelular y la intercalación con el ADN. Además, los AGCM actúan como antibacterianos directamente a nivel del estómago y son selectivos hacia las enterobacterias [15].

Los AGCM producen un fuerte efecto antibacteriano debido a la parte aniónica de la molécula, esta parte aniónica de los AG cambia las características fisicoquímicas del entorno del tracto digestivo en el que existen los microorganismos e influye en la expresión de los genes del microorganismo. Está descrito que el uso de una emulsión con AGCM en el agua potable para pollos de engorda disminuye la cantidad de *Campylobacter* en sus tractos digestivos y explicaron que esto puede deberse especialmente a la posibilidad reducida de que el agua actuara como fuente de estos patógenos. Se demostró que en la producción de huevo, el uso de AGCM reducen la cantidad de *Escherichia coli*. La base molecular del mecanismo por el cual disminuyen el número de *Salmonella spp.*, *Clostridium spp.* y *E. coli* en el tracto digestivo, aún no está claro. Diferentes experimentos con la exposición de bacterias, AGCM y ácidos orgánicos han comprobado la disminución en la colonización de *Salmonella entérica* en el ciego; disminución en cantidades reducidas de *Campylobacter* en las canales; se redujeron los signos de enteritis necrótica [14].

Actualmente se comercializan los AGCM como aditivos debido a sus efectos antimicrobianos contra bacterias patógenas gram positivas y gram negativas, además, se continua experimentando e investigando el uso de AGCM en forma de sales sódicas.

Un producto comercial como aditivo, elaborado con AGCM de coco y palma (hueso de la palma), ricos en ácido láurico; el producto enfatiza su potencial contra bacterias patógenas, como modulador de la microbiota intestinal, así como su capacidad para mejorar el crecimiento e incrementar los rendimientos productivos [27].

Otro aditivo comercial en la actualidad se comercializa con distintas mezclas de AGCM derivados del aceite de palmiste. El producto menciona su capacidad antibacteriana contra gram+ y gram-, como estabilizador de la microbiota intestinal, el fortalecimiento de la barrera intestinal de los animales , produce un efecto positivo en el número de vellosidades y criptas, mejora el crecimiento, el peso y la conversión alimenticia y reduce la mortalidad, la marca señala que el producto es fácilmente digerible gracias a su alto porcentaje de ácidos grasos libres, siendo absorbidos directamente en el tracto intestinal. Además, menciona que los ácidos grasos C12 inhiben las bacterias gram positivas considerablemente y los ácidos grasos C10 inhiben las bacterias gram negativas [28].

Fuentes de AGCM

Las fuentes donde encontramos los AGCM para la dieta de las aves son el aceite de coco y el aceite de palmiste, ambos con una alta concentración de ácido láurico C:12.

Aceite de coco

El aceite es producido por la planta o palmera, el cocotero (*Cocos nucifera*), distribuida en los trópicos, siendo Filipinas e Indonesia los mayores exportadores. Del endospermo de su fruto se obtiene aceite como producto principal y harina como residuo [16].

La mayor proporción de ácidos grasos que posee el aceite de coco son de cadena media principalmente ácido láurico (AGS) C:12 (44%). Este tipo de ácidos grasos de cadena media se digieren fácilmente en animales monogástricos, dando lugar a una grasa corporal blanca, firme y poco enranciable. Además, tienen efecto bactericida sobre patógenos intestinales, por lo que podrían ayudar a controlar problemas digestivos [17].

Los principales estados productores copra y coco son Guerrero, Jalisco y Sinaloa. Las grandes extensiones que son destinadas al cultivo de coco permiten disponer de este producto todo el año. México es el 7º productor mundial de copra y coco, se exporta a 12 países, siendo Estados Unidos el principal destino de exportación.

De la desecación del endospermo o pulpa de coco (Figura 4) se obtiene la copra de la cual se extrae el aceite de coco.

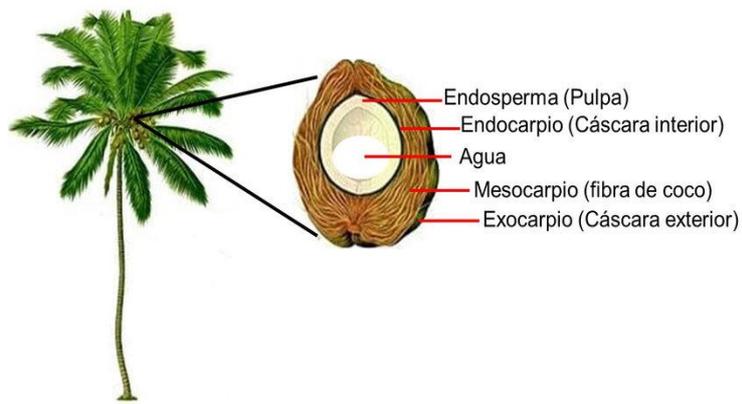


Figura 4: Estructura del coco [24].

Cuando la pulpa esta seca fresca, contiene aproximadamente 50% de humedad y cuando es secada desciende a 3% y se concentran todos los nutrientes, dando como resultado la copra de coco. La pulpa y el aceite son altamente valorados por su composición nutrimental: calcio, magnesio, fosforo, hierro y zinc; además aporta vitaminas del complejo B [18].

El aceite de coco es saturado (> 80%), siendo el ácido láurico su principal ácido graso en su estructura (48%), un 15% de ácido mirístico y contiene de >60% de AGCM [19], como se observa en el Cuadro 1.

Del aceite de coco los pollitos menores de 20 días de edad obtienen 7200 kcal/ kg y los mayores a 20 días de edad y ponedoras 8200 kcal de EM por kg [20].

Cuadro 1: Perfil de ácidos grasos del aceite de coco [19].

Nombre común	Ácido graso	Porcentaje (%)
Ácido caproico	6:0	0.2–0.5
Ácido caprílico	8:0	5.4–9.5
Ácido cáprico	10:0	4.5–9.7

Ácido láurico	12:0	44.1–51
Ácido mirístico	14:0	13.1–18.5
Ácido palmítico	16:0	7.5–10.5
Ácido esteárico	18:0	1.0–3.2
Ácido araquídico	20:0	0.2–1.5
Ácido oleico	18:1	5.0–8.2
Ácido linoleico	18:2	1.0–2.6

Aceite de palmiste.

El aceite de palmiste se obtiene del endospermo del fruto de la palma africana o palma de aceite (*Elaeis guineensis*) (Figura 5), es una planta perenne, productiva desde los dos hasta los 28 años, proviene de la zona de Golfo de Guinea, en África Occidental. Las primeras plantaciones en México se cultivaron en Chiapas, en los años 50 del siglo pasado. Los racimos de la palma llegan a pesar 70 kilogramos, del fruto en plena madurez se extrae hasta 20% de su peso en aceite crudo. Esta planta se desarrolló en cuatro entidades; en el Golfo de México, Veracruz y Tabasco; en el Pacífico Sur, Chiapas; en la Península de Yucatán y Campeche. Las importaciones provienen principalmente de Guatemala, Costa Rica y Colombia [21].



Figura 5: Racimo de la palma [25].

Del fruto de la palma (Figura 6) se obtienen dos tipos de aceites:

El de palma, que se adquiere de la mesocarpio o pulpa y es utilizado tanto para consumo humano como animal.

El de palmiste, se extrae del endospermo o semilla y posee un alto contenido de ácido láurico, que es utilizado en la industria de alimentaria, para la fabricación de jabones, cosméticos y biodiésel, sin embargo, tiene la desventaja de ser poco disponible.

El aceite de palmiste es saturado (> 80%), siendo el ácido láurico su principal ácido graso en su estructura (44-55%), un 10% de ácido palmítico y contiene de un 50 a 60% de AGCM [22], como se observa en la Cuadro 2.

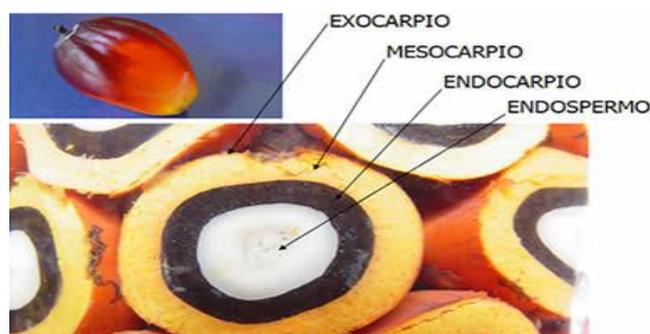


Figura 6: Estructura del fruto de la palma [26].

Cuadro 2: Perfil de ácidos grasos del palmiste [22].

Nombre común	Ácido graso	Porcentaje (%)
Ácido caproico	6:0	< 0.8
Ácido caprílico	8:0	2.4– 6.2
Ácido cáprico	10:0	2.6–5.0
Ácido láurico	12:0	44.1–55.0
Ácido mirístico	14:0	15.0–18.0
Ácido palmítico	16:0	6.5–10.0
Ácido esteárico	18:0	1.3–3.0
Ácido oleico	18:1	12.0–19.0
Ácido linoleico	18:2	1.0–3.5

Conclusiones.

Con base en esta revisión bibliográfica podemos concluir los múltiples beneficios que se obtienen con el uso de aceites ricos en AGCM y con los aditivos que contienen estos ácidos grasos. Entre los beneficios que se obtienen, destaca la inclusión de estas grasas ricas en AGCM debido a su facilidad de digestión, principalmente en los pollos y pollitas de iniciación, etapa que conlleva una complicada digestión. Además, se encuentran otros beneficios de los AGCM como aditivo alimentario en la avicultura por sus propiedades antimicrobianas, dando así un excelente beneficio en cuanto a la reducción del uso de antibióticos promotores del crecimiento, mejorando la salud intestinal, obteniendo una mejor nutrición y beneficios en los parámetros productos; también se describe el efecto benéfico en cuanto a una reducción de grasa en la canal, mejorando la aceptación por parte del consumidor y aumentando su valor en el mercado.

Bibliografía.

1. Berdanier, C. D., & (University of Georgia). (2019). lipids. In *Advanced Nutrition: Macronutrients* (2nd ed., pp. 259–263). CRC Press.
2. Herrera Castellón Emilio, Ramos María del Pilar, Roca Pilar, V. M. (2014). Lípidos de interés fisiológico: bioquímica de las membranas celulares. Digestión y absorción de los lípidos de la dieta. In *Bioquímica básica*. (pp. 159–166). Elsevier España.
3. Sáyago-Ayerdi, S. G., Vaquero, M. P., Schultz-Moreira, A., Bastida, S., Sánchez-Muniz, F. J., & Universidad Complutense de Madrid. Madrid. (2008). Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y obesidad. *Artículo de Revisión*2, 23, 191–202.
<https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n3/revision2.pdf>
4. Zavaleta de Lucio, E., & Universidad Nacional Autónoma de México, F. (2013). *Los ácidos grasos volátiles, fuente de energía en los rumiantes*. 26.
<https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c09.pdf>
5. Lehninger, A., Nelson, D., & Cox, M. (2005). Lípidos. In *Principios de Bioquímica* (cuarta edi, p. 1264). Omega.
6. Reece, W., Trappell, D., & Iowa, S. of U. (215 C.E.). Avian digestion. In J. Wiley (Ed.), *Dukes physiology of domestic animals* (13th ed., p. 760).
7. Ravindrana V., Tancharoenrat P., Zaefariana F., Ravindran G; (Institute of Veterinary, A. and B. S. (2016). Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 1–21.
8. Berdanier, C. D., & (University of Georgia). (2019). Digestion and absorption. In *Advanced Nutrition: Macronutrients* (second, pp. 259–263). CRC Press.
9. Henry Osorio, J., Darly Flórez, J., & (Universidad de Caldas). (2011). Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales. *Review*, 10, 88–98.
10. Cardozo, P. (2017). *Estrategias para mejorar la digestibilidad de las grasas*. Revista Avinews. <https://avinews.com/estrategias-mejorar-la-digestibilidad-las-grasas/>
11. Noy, Y., Sklan, D., & (Faculty of Agriculture, H. U. (1995). Digestion and Absorption in the Young Chick. *Poultry Science*, 74(2), 366–373.
12. Itzá Ortiz, M; López Coello, C.; Ávila González, E. (Facultad de M. V. Y. Z. (2008). Efecto de la fuente energética y el nivel de energía sobre la longitud de vellosidades intestinales, la respuesta inmune y el rendimiento productivo en pollos de engorda. *Veterinaria México*, 39.
13. Ferreira, A. M., Barbosa, P. E., & Ceddia, R. (2003). The influence of medium-chain triglycerides supplementation in ultra-endurance exercise performance. *Review Article*, 9. <https://www.scielo.br/j/rbme/a/qdz3PHFkyHYX6K8T8zVrzTN/?format=pdf&lang=en>
14. Baltić, B., Starčević, M., Đorđević, J., Mrdović, B., Marković, R., & (University of Belgrade, F. of V. M. (2017). *Importance of medium chain fatty acids in animal nutrition*. 85. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/85/1/012048>
15. Royal Agrifirm Group. (n.d.). *AGCM, ácidos versátiles*. <https://www.agrimprove.com/es/mcfa-versatile-acids/>
16. FEDNA. (n.d.). *Torta de presión de copra*. http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/torta-de-presión-de-copra
17. FEDNA. (n.d.). *Harina de extracción de copra*. http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-extracción-de-copra

18. SADER. (2022). *Producción de copra y coco en México*.
[https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/produccion-de-copra-y-coco-en-mexico?idiom=es#:~:text=Guerrero%2C Jalisco y Sinaloa son, de 25 mil 9 toneladas.](https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/produccion-de-copra-y-coco-en-mexico?idiom=es#:~:text=Guerrero%2C%20Jalisco%20y%20Sinaloa%20son%2C%20de%2025%20mil%209%20toneladas)
19. Aceite de coco: Lal, J. ., Sreeranjit, K., & Indira, M. (2003). Coconut oil. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (second).
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/coconut-oil>
20. FEDNA. (n.d.). *Aceites y oleínas de origen vegetal*.
[http://www.fundacionfedna.org/ingredientes para piensos/aceites-y-oleínas-de-origen-vegetal](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/aceites-y-oleinas-de-origen-vegetal)
21. SADER. (2018). *Palma africana o de aceite en México: cultivo tropical aceitero*.
[https://www.gob.mx/siap/articulos/palma-africana-o-de-aceite-en-mexico-cultivo-tropical-aceitero?idiom=es#:~:text=Esta planta se desarrolló en, participó con el 13.8%25 restante.](https://www.gob.mx/siap/articulos/palma-africana-o-de-aceite-en-mexico-cultivo-tropical-aceitero?idiom=es#:~:text=Esta%20planta%20se%20desarrolló%20en,%20participó%20con%20el%2013.8%25%20restante)
22. Aceite palmiste: Bockisch, M. (1998). Vegetable Fats and Oils. In *Fats and Oils Handbook*. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/palm-kernel-oil>
23. Labo'Life. (2019). *Adipocitos: ¿Simple almacenes de grasa?* Biotech Spain.
<http://biotech-spain.com/es/articles/adipocitos-simples-almacenes-de-grasa/>
24. Valencia Pérez, N. S., Yáñez Fernández, J., Castro Rodríguez, D. C., & (Instituto Politécnico Nacional). (2021). El agua de coco: no solo una bebida refrescante, sino una bebida con beneficios para la salud. *Frontera Biotecnológica*.
https://www.researchgate.net/publication/362857295_El_agua_de_coco_no_solo_una_bebida_refrescante_sino_una_bebida_con_beneficios_para_la_salud
25. SAGARPA. (2017). *Palma de aceite Mexicana*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257081/Potencial-Palma_de_Aceite.pdf
26. InfoAgro. (n.d.). *El cultivo de la palma africana*.
[https://infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma africana aceitera coroto de guinea a aabora.htm](https://infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_a_aabora.htm)
27. del Cuvillo, C. (2022). *Efecto de la suplementación con Dicosan® sobre la salud intestinal en broilers*. Engormix. https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-suplementacion-dicosan-sobre-t50787.htm?utm_source=notification
28. Marvesa. (n.d.). *PHYTOLIPOGENICS® RANGE*. <http://noba.nl/es/product/vitalproducts/>