



KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 23

Número 47

Septiembre-Diciembre 2017

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas

The diagram illustrates the production of recombinant insulin through several steps:

- 1. Cortar el ADN en sitios específicos:** A pig pancreas is used for the extraction of insulin. Simultaneously, a human DNA fragment is cut at specific sites.
- 2. Selección de Vector de clonación:** A circular cloning vector is selected.
- 3. Ligar o pegar los fragmentos:** The human DNA fragment is ligated into the cloning vector to create a recombinant vector.
- 4. Introducción del ADN en una Célula Huésped (Bacteria):** The recombinant vector is introduced into a bacterial host cell.
- 5. Selección e identificación de las células que contienen ADN recombinante:** Bacteria containing the recombinant DNA are selected and identified.

The process continues with the **Introducción del plásmido dentro de bacterias** using β -galactosidasa, leading to **Multiplicación bacteriana y producción de grandes cantidades de insulina**. The resulting chains are labeled **Cadena A** and **Cadena B**. The final step is **Oxidación para producir puentes disulfuro**, which results in **Insulina comercial**. A separate section shows the **Extracción de la Insulina de cerdo** and **Depuración de la Insulina de cerdo** from a pig pancreas.

The photograph at the bottom shows researchers in a field setting, examining a pig carcass, likely for the extraction of insulin.



VISTA AÉREA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Juan Pablo Quiñonez Rodríguez.



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frías Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

M. en C. Raúl Guzmán León
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero
Secretario de Servicios Administrativos

L.C.P. Elena Ocaña Rodríguez
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Raúl Germán Bautista Margulis
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBiol-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni
Coordinador Administrativo, DACBiol-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber
Coordinador de Docencia, DACBiol-UJAT

Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBiol-UJAT

COMITE EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez
Corrector de pruebas

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez
Lic. Ydania del Carmen Rosado López
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García
Soporte técnico institucional

M.Arq.; M.A.C. Marcela Zurita Macías Valadez
Traductores

Pas. Lic. Biología, José Francisco Juárez López
Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro
Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: www.revistas.ujat.mx; por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):
www.dgbiblio.unam.mx

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal):
www.latindex.unam.mx/index.html

Nuestra portada:

Del trabajo de laboratorio al trabajo de campo: diversidad de obtención de datos.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de:

Imágenes cortesía obtenidas de los manuscritos publicados en Kuxulkab' 23(47) del 2017.

KUXULKAB', año 23, No. 47, septiembre-diciembre 2017; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 04 de septiembre del 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBiol y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

El número 47 (septiembre-diciembre de 2017) de **KUXULKAB'**, publica en esta ocasión cinco artículos con interesantes temas de estudio, investigación y reflexión respecto a las ciencias ambientales y las cuales se desarrollan en la región, el sureste de México para ser más puntual. A continuación, brindamos una descripción breve sobre las aportaciones expuestas en este número de la revista.

«*Estudio taxonómico de la familia Arecaceae en el municipio de Macuspana, Tabasco; México*», documento que muestra la situación con una de las familias de plantas tropicales y subtropicales más importantes del mundo.

«*Los relegados de la fauna silvestre*», esta contribución destaca el valor que tienen muchas especies de fauna silvestre que no se incluyen en listas nacionales e internacionales respecto a su estado de conservación, y que son utilizadas de forma importante en nuestro país, formando parte de nuestro capital natural.

«*Los lípidos en los peces y los aportes benéficos en la salud humana*», donde se presenta un análisis de la importancia que tienen estos nutrientes, no solo en los peces sino en nuestra salud.

«*Pólenes alergénicos en el aire de dos sitios del Valle de México, México*», ¿sufres de alergias? seguro que este texto te interesará, permite conocer un poco más sobre las diversas partículas que hay en el aire que nos rodea.

«*Tecnología del ADN recombinante*», habla sobre el avance tecnológico en el manejo de la información del ácido desoxirribonucleico (ADN) y cuyas aplicaciones son más benéficas para nuestra utilidad y beneficio.

Aprovechamos para agradecer, tanto a los autores, su confianza en **KUXULKAB'** como una alternativa de divulgación científica; a los dictaminadores que garantizan la calidad de nuestra revista; a las editoras asociadas que dan seguimiento al proceso de dictaminación de estos textos, y a nuestro editor ejecutivo; solo con el apoyo de este profesional equipo podemos tener cuatrimestralmente nuestra revista. Finalmente los invito a compartir a través de nuestra revista los conocimientos que día a día estén generando en sus espacios de trabajo.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

ESTUDIO TAXONÓMICO DE LA FAMILIA *ARECACEAE* EN EL MUNICIPIO DE MACUSPANA, TABASCO, MÉXICO **05-15**

ARECACEAE FAMILY TAXONOMIC STUDY IN MACUSPANA, MUNICIPALITY IN TABASCO, MEXICO

Miguel Alberto Magaña Alejandro & Alejandro González Hernández

LOS RELEGADOS DE LA FAUNA SILVESTRE **17-22**

THE UNWANTED OF WILDLIFE

Fernando Marcos Contreras Moreno & Elsy C. Segura Berttolini

LOS LÍPIDOS EN LOS PECES Y LOS APORTES BENÉFICOS EN LA SALUD HUMANA **23-30**

LIPIDS IN FISH AND BENEFITS IN HUMAN HEALTH

Juana Domínguez Lorenzo, Tila del Carmen Cerino Frías, Rafael Martínez García, Carlos Alfonso Álvarez González, María de Jesús Contreras García, Alejandro Macdonal Vera & Leonardo Cruz Rosado

PÓLENES ALERGÉNICOS EN EL AIRE DE DOS SITIOS DEL VALLE DE MÉXICO **31-40**

ALLERGENIC POLLEN IN THE AIR IN TWO SITES IN THE VALLEY OF MEXICO, MEXICO

Marcela Alejandra Cid Martínez & Reyna Lourdes Fócil Monterrubio

TECNOLOGÍA DEL ADN RECOMBINANTE **41-47**

RECOMBINANT DNA TECHNOLOGY

Jaime López Domínguez, Karla María Moran Sarmina, Denisse Placier Sosa & Aracely López Monteon

LOS LÍPIDOS EN LOS PECES Y LOS APORTES BENÉFICOS EN LA SALUD HUMANA

LIPIDS IN FISH AND BENEFITS IN HUMAN HEALTH

Juana Domínguez Lorenzo¹, Tila del Carmen Cerino Frías¹, Rafael Martínez García², Carlos Alfonso Álvarez González³, María de Jesús Contreras García⁴, Alejandro Macdonal Vera⁵ & Leonardo Cruz Rosado⁶

¹Licenciada en Biología por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); estudiante de la Maestría en Ciencias Ambientales (MCA) de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI-UJAT). ²Licenciado en Biología por la UJAT; Maestro y Doctor en Ciencias por la Universidad de Arizona (EUA); profesor-investigador de la DACBioI-UJAT. ³Doctor en Ciencias por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas; profesor-investigador de la DACBioI-UJAT. ⁴Licenciada en Biología y MCA por la UJAT; profesora-investigadora y responsable del área de reproducción y cultivo larval de peces en la Estación de Acuicultura Marina (EAM) de la DACBioI-UJAT. ⁵Licenciado en Biología y MCA por la UJAT; profesor-investigador y responsable del área de extensionismo en acuicultura, reproducción y engorda de peces de la EAM (DACBioI-UJAT). ⁶Licenciado en Biología y MCA por la UJAT; estudiante del Doctorado en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales (DEST) de la DACBioI-UJAT.

Estación de Acuicultura Marina (EAM), DACBioI-UJAT: Ejido Jalapita, Centla, Tabasco; México.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI-UJAT): Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ biologomartinez@hotmail.com

Como referenciar:

Domínguez Lorenzo, J.; Cerino Frías, T.C.; Martínez García, R.; Álvarez González, C.A.; Contreras García, M.J.; Macdonal Vera, A. & Cruz Rosado, L. (2017). Los lípidos en los peces y los aportes benéficos en la salud humana. *Kuxulkab'*, 23(47): 23-30, septiembre-diciembre. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab'.a23n47.1515>

Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab'.a23n47.1515>

Resumen

Las grasas y los lípidos se definen como compuestos químicos orgánicos solubles en solventes orgánicos. A diferencia de otros nutrientes, los lípidos no se mezclan con el agua, lo que provoca un proceso especial durante su digestión, absorción, transporte, almacenamiento y aprovechamiento. Dos décadas atrás, se descubrió que los lípidos son esenciales para el crecimiento y desarrollo normal tanto en animales como en humanos y cuando no hay suficiente en las dietas, se producen efectos negativos en los diversos procesos fisiológicos. Los ácidos grasos esenciales, después de que han sido ingeridos, se distribuyen entre las células del tejido graso, donde se almacenan y se incorporan con gran eficiencia a los tejidos del organismo. Evidencias epidemiológicas revelan que una dieta rica en ácidos grasos favorece una buena salud. En el presente manuscrito, presentamos la relevancia de estos nutrientes y su relación de estos en los peces y en la salud humana.

Palabras clave: Ácidos grasos; eicosapentaenoico; docosahexaenoico; peces.

Abstract

Fat and lipids are defined as organic chemical substances soluble in organic solvents. Different to other nutrients, lipids do not mix with water, which causes a special process during its digestion, absorption, transport, storage and exploitation. Two decades before, it was discovered that lipids are essential for the growing and normal development of animals and humans and when there are not enough of them in diets, negative effects are produced in the different physiological processes. The essential fatty acids, after ingestion, are distributed among the cells of the fatty tissue, where they are stored and incorporated with great efficiency to the tissues of the organism. Epidemiologic evidence reveals that a diet rich in fatty acids favor good health. In this document, we introduce the relevance of these nutrients and its relationship with fish and with human health.

Keywords: Fatty acids; eicosapentaenoic; docosahexaenoic acid; fish.

Los lípidos son moléculas orgánicas hidrocarbonadas (formadas por hidrógeno y carbono) muy diversas, se les ha clasificado como: a) *ácidos grasos libres*, aquellos que presentan largas cadenas hidrocarbonadas con un grupo ácido terminal; b) *colesterol*, formadas por tres anillos de ciclohexano con un grupo alcohol y una cadena alifática ramificada; c) *triacilglicéridos*, ésteres de glicerol y tres ácidos grasos; d) *fosfolípidos*, ésteres de glicerol, ácido fosfórico y dos ácidos grasos; e) *ceras*, ésteres de ácidos grasos y alcoholes de cadena larga; f) *ésteres de colesterol*, se da por la unión de colesterol y ácido graso (Fernández, 1993).

Ácidos grasos esenciales

Estos ácidos grasos mayormente conocidos son el ácido palmítico, ácido oleico, ácido α -linolénico (ALA), los cuales provienen del aceite de palma, oliva y linaza respectivamente; otros son el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), (Sánchez, 2009; Ros, López-Miranda, Picó, Rubio, Babio, Sala-Vila, Pérez-Jiménez, Escrich, Bulló, Solanas, Gil, & Salas-Salvadó, 2015).

En peces son de suma importancia, ya que en estos se encuentran ácidos grasos altamente insaturados de la familia omega-3, los cuales además de formar parte de las membranas celulares, intervienen en la regulación de múltiples procesos fisiológicos como la reproducción, crecimiento, la osmorregulación, natación y otros (Tocher, Bell, Dick & Crampton, 2003) ya que son los principales precursores de eicosanoides; estos son una clase de compuestos derivados del ácido araquidónico; entre los eicosanoides se encuentran las prostaglandinas, las prostaciclina, los tromboxanos, los leucotrienos y las lipoxinas; pueden actuar como mensajeros intracelulares y se pueden secretar como señales locales en, por ejemplo, reacciones inflamatorias y de hipersensibilidad, teniendo diferentes efectos en diversas células.

Función de los lípidos

Las funciones fisiológicas de los lípidos se encuentran centrados principalmente en el almacenamiento y producción de energía, formación de membranas celulares, fuente de ácidos grasos esenciales, transportadores de nutrientes (lipoproteínas), y precursores de las hormonas esteroideas y eicosanoides (figura 1), (Lazo, 2000). Sin embargo, recientemente las investigaciones han demostrado que los lípidos intervienen en aspectos interesantes como ser reguladores de la expresión génica y mediadores en procesos como la inflamación y neuroprotección, funciones que décadas atrás eran desconocidos (Valenzuela, Bascuñan, Valenzuela & Chamorro, 2009).

Empleo energético. Los lípidos en los peces, al igual que en otros organismos, desarrollan actividades fundamentales como reserva y provisión de energía metabólica en forma de adenosín trifosfato (ATP), por medio de la oxidación de los ácidos grasos que se lleva a cabo en las mitocondrias y en los peroxisomas (Sargent, McEvoy & Bell, 2002). Los ácidos grasos eicosapentaenoico y docosapentaenoico, son consumidos en gran cantidad en diversos procesos fisiológicos, principalmente durante el crecimiento, la maduración gonadal y la ovogénesis en las hembras (Tocher *et al.*, 2003).

«Eicosanoides: pueden actuar como mensajeros intracelulares y se pueden secretar como señales locales en, por ejemplo, reacciones inflamatorias y de hipersensibilidad»

Lawrence (2003, p. 199); (2014, p. 185)

«Lipoproteína: complejo molecular compuesto de lípidos y una proteína; transportan los lípidos en la sangre. Las de alta densidad (LAD) transportan el colesterol al hígado; las de baja densidad (LBD) suministran colesterol a muchas células del organismo»

Solomon, Berg & Martin (2013, p. 9-27)

«Adenosín trifosfato o adenosina trifosfato (ATP): es una de las fuentes principales de energía y de grupos fosfato en las reacciones metabólicas de todas las células; se regenera principalmente a partir del adenosina difosfato (ADP) durante la fotosíntesis y la fosforilación oxidativa»

Lawrence (2003, p. 26); (2014, p. 22)

«Peroxisomas: son orgánulos (parte de una célula que desempeña una función) que están rodeados de una membrana, contienen enzimas que catalizan una variedad de reacciones metabólicas; son abundantes en células que sintetizan, almacenan o degradan lípidos (ácidos grasos). Estos orgánulos también sintetizan ciertos fosfolípidos que son componentes de la cubierta aislante de las células nerviosas; de hecho, se producen ciertos trastornos neurológicos cuando los peroxisomas no realizan su función»

Solomon, Berg & Martin (2013, p. 93-94)

Almacenamiento de lípidos

Los lípidos son almacenados en el hígado, músculos y tejidos adiposos, comúnmente en forma de triacilglicéridos, según la especie de pez, varía el órgano de reserva; un ejemplo, en los tiburones (seláceos) el principal depósito ocurre en el hígado y en una gran cantidad pudiendo llegar a representar un 30 % de peso corporal total del organismo. Por su parte los teleósteos presentan tres órganos principales de reserva (Fernandez, 1993).

- 1) En el hígado (bacalao y peces de fondo o poco activos);
- 2) En el músculo (se da en los peces azules y en cantidades más bajas en los salmónidos).
- 3) En el tejido adiposo, forman masas compactas alrededor del intestino, constituyendo la grasa mesentérica (ocurre en peces marinos activos).

Digestión y absorción

La digestión de los lípidos en los alimentos, principalmente de los triacilglicéridos se lleva a cabo de forma similar como en los mamíferos; los triacilglicéridos son hidrolizados en el lumen del tubo medio del intestino por las lipasas pancreáticas. En el caso de los peces, las lipasas no son tan específicas, por lo que los productos de hidrólisis resultantes son glicerol y ácidos grasos libres.

Otro dato importante es, que la síntesis endógena de ácidos grasos en los peces se lleva a cabo, principalmente, en el hígado y no en el tejido adiposo como en los mamíferos (Civera *et al.*, 2004; Bouraoui *et al.*, 2011); se sabe que en peces como la trucha y la lubina después de digerir las grasas a glicerol y ácidos grasos, el tejido epitelial del intestino sintetiza triacilglicéridos, liberándolos a la sangre en forma de lipoproteínas. Según el nivel y calidad de los lípidos de los alimentos varía la digestibilidad y la absorción, así como la acumulación en el organismo (Civera-Cerecedo, 2004).

Movilización

La movilización la realiza principalmente la enzima triacilgliceril lipasa, que hidroliza a los triacilglicéridos a glicerol y ácidos grasos libres, los tejidos que presentan una mayor actividad enzimática son el tejido adiposo, el hígado y el músculo rojo. De manera general la movilización está regulada por las hormonas glucagón, adrenalina, noradrenalina y la somatostatina, presentando un efecto activador rápido en la movilización; la tiroxina, cortisol, hormonas del crecimiento y la prolactina, presentan un efecto activador lento en la movilización.

Tabla 1. Fuentes de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega-3.

Alimento	DHA (mg/100 g)	EPA (mg/100 g)
Anchoas en aceite	1,292	763
Arenque ahumado	326	1,942
Atún fresco	2,280	1,070
Bacalao en salazón	432	11
Besugo/Dorada	941	317
Boquerón	1,300	690
Caballa	1,100	710
Calamares	342	146
Camarón	222	258
Cangrejo en lata	450	450
Cazón y otros escualos	527	316
Gambas y langostinos	222	258
Jurel/Chicharro/palometa	416	221
Lenguado	160	33
Lubina	357	238
Mejillones	100	50
Pez espada	660	130
Salmón fresco	2,410	700
Salmón ahumado	267	183
Salmonete (primavera)	1,150	840
Salmonete (verano-otoño)	400	290
Sardinas frescas	930	660
Trucha	430	150

Las grasas de los peces son ricas en ácidos grasos poliinsaturados, de la familia n-3 (omega-3), la α -linoléico (ALA), el ácido eicosapentaenoico (EPA), y el ácido docosahexaenoico (DHA), (Sánchez, 2009; Ros *et al.*, 2015). Sin embargo, la cantidad requerida de DHA es mayor al de EPA, debido a las diversas actividades fisiológicas en las que intervienen anteriormente mencionadas.

Los peces que habitan aguas frías, tienen las mayores concentraciones de ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), por ejemplo, el salmón, el atún y el arenque (King, 2015). Por otro lado, en peces cultivados, el DHA y EPA deben ser incluidos en las dietas artificiales en una proporción adecuada para evitar un efecto negativo en los sistemas neurológicos y visuales (Lazo, 2000).

Como norma general, la proporción utilizada en la formulación de dietas es de 2:1 (DHA:EPA). Además del DHA y EPA, existe otro ácido graso que resulta esencial; el ácido araquidónico, este es el principal precursor de las prostaglandinas y leucotrienos, sustancias hormonales de actividad paracrina importantes en la respuesta fisiológica al estrés y en los procesos de coagulación y anti-inflamación (Sargent *et al.*, 2002).

La deficiencia de ácidos grasos esenciales en los peces puede provocar efectos negativos en la salud del pez. Estos incrementan la capacidad de adaptación a los cambios de temperatura, principalmente en temperaturas bajas. Un ejemplo son los peces cultivados (las carpas), si tienen un déficit de ácidos grasos en la dieta, la concentración de ácidos grasos poliinsaturados de la membrana no puede incrementarse lo suficiente para adaptarse a 5 °C. Estando los peces en esa temperatura y al no haber acumulado los suficientes ácidos grasos, entran en un estado de latencia, sin moverse hasta que la temperatura del agua se incrementa (King, 2015).

Requerimientos de ácidos grasos esenciales en los peces

Los ácidos grasos en los peces proceden del alimento que ingieren y de la síntesis que realicen en sus tejidos, una vez asimilados, son modificados por el propio organismo por un proceso metabólico de elongación y de saturación. Los peces dependiendo la especie, presentan una capacidad distinta de aprovechar los ácidos grasos de su dieta para formar aquellos que requieren (Molina de Salazar, 2009; Díaz-López, Pérez, Acosta, Jerez, Dorta-Guerra, Tocher, Lorenzo & Rodríguez, 2010); las modificaciones se obtienen mediante la elongación como la adición de carbonos para alargar la cadena de ácidos grasos y la desaturación se da por el aumento de números de doble enlace de la cadena de ácidos grasos.

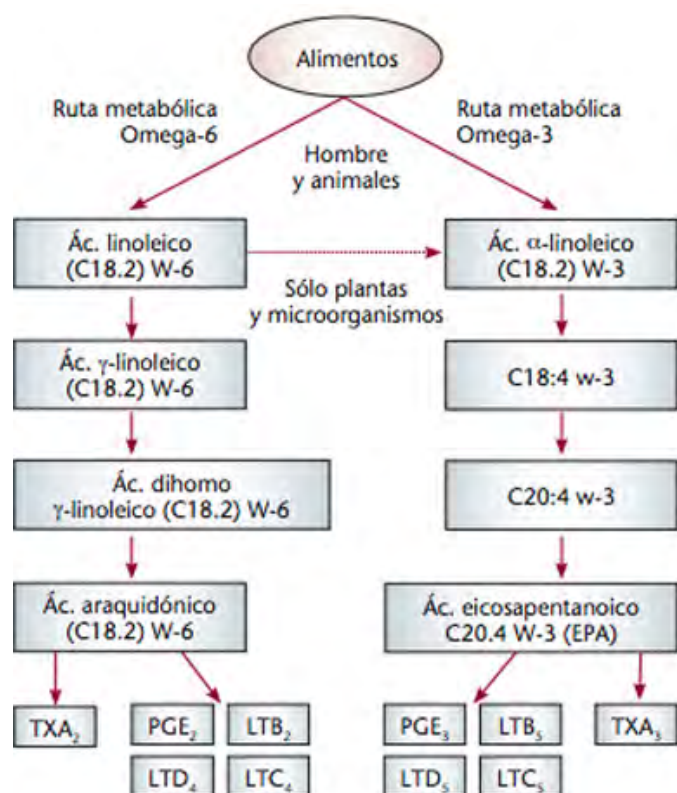


Figura 1. Síntesis de eicosanoides.

«Seláceo, selácea, selacio o selacia: clase (en algunas clasificaciones orden) de peces cartilaginosos, los tiburones, los cazones y las rayas, que tienen cláspers y aletas con una base estrecha»

Lawrence (2003, p. 564); (2014, p. 515)

«Teleósteos: grupo de peces que incluye todos los peces óseos actuales excepto los peces pulmonados, los holósteos y crossopterigios. Tienen escamas óseas delgadas cubiertas con una epidermis, una cola homocerca, una vejiga natatoria hidrostática y carecen de espiráculo y de válvula espiral en el intestino»

Lawrence (2003, p. 602); (2014, p. 547)

Ácidos grasos y su efecto en la salud

Como se mencionó en los apartados anteriores, la carne de pescado es rica en ácidos grasos poliinsaturados, principalmente los ácidos grasos de la familia omega-3, particularmente el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), que son fundamentales también en las necesidades fisiológicas del ser humano y no pueden ser sintetizados; sin embargo, los niveles de EPA y DHA varían de acuerdo a las especies, lo cual depende también de la estación del año y otros factores.

El contenido de DHA de especies tropicales y subtropicales, son menores a las concentraciones en especies de zonas árticas y subárticas (Simopoulos, 2010; Castro, Maafs & Galindo, 2013). En efecto, existen innumerables estudios relacionados con los beneficios que proporcionan los ácidos grasos omega-3 y omega-6, donde el EPA y el DHA intervienen en las actividades esenciales del ser humano actuando como protector de diversas funciones (tabla 1).

Una de ellas son los beneficios que proporciona sobre el sistema cardiovascular, disminuyendo la concentración de triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad en el plasma (Ros *et al.*, 2015). Otra es la prevención y tratamiento de múltiples enfermedades inflamatorias, cuando la respuesta inflamatoria del organismo es exagerada o inapropiada se propicia el desarrollo de muchas enfermedades, que abarca desde la artritis reumatoide hasta la osteoartritis, pasando por la gingivitis y las enfermedades inflamatorias intestinales y otras, en las que se sabe que el proceso inflamatorio desempeña un papel relevante, como la aterosclerosis, enfermedades neurodegenerativas, diabetes o el síndrome metabólico (Valenzuela & Valenzuela, 2014).

En el sistema ocular, también hay ácidos grasos, la retina acumula la mayor concentración de DHA del cuerpo y es el tejido más conservador respecto a la pérdida de DHA. Los fotorreceptores de la retina se renuevan diariamente y necesitan de un aporte correcto de DHA, por ello múltiples estudios relacionan el consumo de pescado y suplementos de DHA con una menor probabilidad de padecer procesos degenerativos en la vista (Mohanty, Ganguly, Mahanty, Sankar, Anandan, Chakraborty, Paul, Sarma, Dayal, Venkateshwarlu, Mathew, Asha, Karunakaran, Mitra, Chanda, Shahi, Das, Das, Akhtar, Vijayagopal & Sridhar, 2016), la suplementación con DHA en la mujer embarazada, lactante y niños asegura una correcta agudeza visual (Valenzuela & Videla, 2011; Ros *et al.*, 2015).

El cerebro y el sistema nervioso central no son independientes de los ácidos grasos, de lo contrario son muy ricos en ácido docosahexaenoico (DHA), hasta el punto de que el cerebro contiene un 60 % de grasa, de la cual el 25 % es DHA. En las membranas sinápticas el porcentaje de DHA que se encuentran es elevadísimo, por tanto, es básico para una óptima comunicación nerviosa (González, 2008).

En este aspecto hay investigaciones en la que los autores remarcan que la deficiencia de ácidos grasos omega-3 puede propiciar comportamientos agresivos, violencia e incapacidad para controlar el estrés, aunque los estudios sobre este tema son muy pocos todavía, los pacientes con depresión, esquizofrenia o Alzheimer suelen mostrar deficiencia en ácidos grasos omega-3, especialmente DHA, en el cerebro (González, 2008). El autor menciona que existen estudios realizados en personas mayores sanas que muestran una relación entre el consumo de pescado y un menor deterioro cognitivo.

Los ácidos grasos también contribuyen a prevenir ciertos tipos de cáncer; estudios al respecto han relacionado que el consumo adecuado de ácidos grasos omega-3 muestran una reducción del crecimiento de las células cancerígenas humanas como son el cáncer de colon, mama y leucemias. Se ha encontrado que el ácido docosahexaenoico (DHA) a dosis elevadas causa la apoptosis o muerte programada de las células cancerígenas, y sin efecto en las células sanas, por un mecanismo aún es desconocido (Valenzuela & Videla, 2011).

El DHA interviene también en la neurogénesis de la migración neuronal y sinaptogénesis, siendo esencial durante el desarrollo cerebral, tanto durante la gestación como en el periodo postnatal; de aquí la importancia en la que muchos médicos recomiendan una adecuada ingesta de estos ácidos grasos, tanto en la madre como en el recién nacido (Ros et al., 2015).

Gracias a los diversos estudios que hoy en día existen sobre el implemento de los ácidos grasos en la dieta y de sus beneficios en la salud, ha generado un aumento en el consumo de carne de pescado. Sin embargo, este consumo presenta inconvenientes si se desconoce la procedencia de estas especies, esto se debe a la exposición que hayan tenido a algún tipo de alimento posiblemente contaminado con tóxicos como mercurio, dioxinas y bifenilos policlorados, entre otros.

«Salmónidos: familia de los Salmoniformes, en la que se encuentra el género 'Salmo' (el salmón, la trucha arco iris y la trucha parda). Los salmoniformes es el gran orden de teleósteos marinos y de agua dulce, bastante primitivos (como el salmón, la trucha, el lucio, etcétera)»

Lawrence (2003, p. 558); (2014, p. 510)

«Ácido α -linolénico (DHA): ácido graso que se encuentra en alta concentración en aceites vegetales y en pequeñas cantidades en cadáveres animales»

«Ácido eicosapentaenoico (EPA): es un ácido graso insaturado de importancia metabólica en mamíferos»

«Ácido docosahexaenoico (DHA): es en particular necesario para el desarrollo del cerebro y la retina, se proporciona mediante la placenta o la leche; se obtiene de manera directa a partir de aceites de pescado»

Murray et al., (2012, p. 222, 223)

Debido a esto, es recomendable consumir pescado variando el tipo de especie y evitando los grandes depredadores como el pez espada y cierto tipo de atunes, que, aunque son fuentes excelentes de ácidos grasos omega-3, también son las especies que más mercurio acumulan. Algunas investigaciones han arrojado resultados negativos con respecto al desarrollo neuronal de los bebés ocasionando enfermedades irreversibles (González, 2008).

Conclusión

La inclusión de alimentos que contengan altos niveles de ácidos grasos asegura una buena salud, tanto en los peces como en los seres humanos; aunque en los peces varía la cantidad dependiendo de la especie o el ambiente (dulceacuicola o marino); incluso observándose efectos negativos en la fisiología de los organismos expuestos a reducidos niveles de ácidos grasos como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA).

En el caso de los seres humanos, se sugiere consumir dietas ricas en ácidos grasos, con la finalidad de prevenir enfermedades neurodegenerativas.

Referencias

Bouraoui, L.; Sánchez-Gurmaches, J.; Cruz-García, L.; Gutiérrez, J.; Benedito-Palos, L.; Pérez-Sánchez, J. & Navarro, I. (2011). Effect of dietary fish meal and fish oil replacement on lipogenic and lipoprotein lipase activities and plasma insulin in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Nutrition*, 17(1): 54-63. DOI «<https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00706.x>»

Castro González, M.I.; Maafs Rodríguez, A.G. & Galindo Gómez, C. (2013). Perfil de ácidos grasos de diversas especies de pescados consumidos en México. *Revista de Biología Tropical*, 61(4): 1981-1998. Disponible en «<http://www.redalyc.org/pdf/449/44930117032.pdf>»

Civera-Cerecedo, R.; Álvarez-González, C.A. & Moyano, F.J. (2004). Nutrición y alimentación de larvas de peces marinos. En: Cruz Suarez, L.E.; Ricque Marie, D.; Nieto López, M.G.; Villarreal Cavazos, D.; Scholz, U. & González Félix, M.L. (Eds.); *Avances en nutrición acuícola VII*; (Memorias del VII Simposio Internacional de Nutrición Acuicola). Hermosillo, Sonora; México.

Díaz-López, M.; Pérez, M.J.; Acosta, N.G.; Jerez, S.; Dorta-Guerra, R.; Tocher, D.R.; Lorenzo, A. & Rodríguez, C. (2010). Effects of dietary fish oil substitution by '*Echium oil*' on enterocyte and hepatocyte lipid metabolism of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology part. B: Biochemistry and Molecular Biology*, 155(4): 371-379. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2009.12.004>»

Fernández Borrás, J. (1993). Los lípidos en la nutrición de los peces. En: Castello Orvay, F. (Coord.); *Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la reproducción*; (2ª ed.). Barcelona, España: Títol.

González Corbella, M.J. (2008). Ácidos grasos poliinsaturados omega 3: suplementación enzimática. *Ámbito Farmacéutico, nutrición (antes Offarm)*, 27(10): 88-92. Recuperado de «<http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13128908-S300>»

King, M. (2015). *Omega-3 y -6, Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI): fatty acids*; (p. 321). International Nutrition Ed.

Lawrence, E. (Edit.). (2003). *Diccionario Akal de Términos Biológicos*; (12ª ed.; Henderson's Dictionary of Biological Terms, R. Codes Valcarlos & Fco. J. Espino Nuño (Trad.); p. 688). Madrid, España: Ediciones Akal. ISBN 84-460-1582X.

Lawrence, E. (Comp.). (2014). *Diccionario de Biología*; (Trad. Henderson's Dictionary of Biology; p. 622). México: Editorial Trillas.

Lazo, J. (2000). Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. En: Cruz-Suárez, L.E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Olvera-Novoa, M.A. & Civera-Cerecedo, R. (Eds.); *Avances en Nutrición Acuicola*; (Memorias del V Simposio Internacional de Nutrición Acuicola; pp. 19-22). Mérida, Yucatán; México.

Mohanty, B.P.; Ganguly, S.; Mahanty, A.; Sankar, T.; Anandan, R.; Chakraborty, K.; Paul, B.; Sarma, D.; Dayal, J.S.; Venkateshwarlu, G.; Mathew, S.; Asha, K.K.; Karunakaran, D.; Mitra, T.; Chanda, S.; Shahi, N.; Das, P.; Das, P.S.; Akhtar, M.S.; Vijayagopal, P. & Sridhar, N. (2016). DHA and EPA Content and Fatty Acid Profile of 39 Food Fishes from India. *BioMed Research International*, 14: 300-311. DOI «<http://dx.doi.org/10.1155/2016/4027437>»

Molina de Salazar, D.I. (2009). Evidencia clínica de los ácidos grasos omega-3 procedentes de los peces en prevención primaria y secundaria. *Revista Colombiana de Cardiología*, 16 suplemento 1: 9-11. Disponible en «https://www.researchgate.net/publication/324174351_Evidencia_clinica_de_los_acidos_grasos_omega-3_procedentes_de_los_peces_en_prevenccion_primaria_y_secundaria»

Murray, R.K.; Bender, D.A.; Botham, K.M.; Kennelly, P.J.; Rodwell, V.W.; Weil, P.A. (2013). *Harper Bioquímica Ilustrada*; (Twenty-ninth English edition of Harper's Illustrated Biochemistry; Rivera Muñoz, B. (Trad.); p. 816). México D.F.; México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. ISBN 978-607-15-0914-7

Ros, E.; López-Miranda, J.; Picó, C.; Rubio, M.Á.; Babio, N.; Sala-Vila, A.; Pérez-Jiménez, F.; Escrich, E.; Bulló, M.; Solanas, M.; Gil Hernández, A. & Salas-Salvadó, J. (2015). Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta; postura de la Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (FESNAD). *Nutrición Hospitalaria*, 32(2): 435-477. Disponible en «<http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v32n2/01articuloespecial01.pdf>»

Sánchez Vallejo, G. (2009). ¿Qué son los ácidos grasos omega-3?. *Revista Colombiana de Cardiología*, 16 suplemento 1: 5-6. Disponible en «<http://academia.utp.edu.co/medicinadeportiva/files/2012/04/Que-son-los-%C3%81CIDOS-GRASOS-OMEGA-3.pdf>»

Sargent, J.R.; McEvoy, L.A. & Bell, J.G. (2002). Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. *Aquaculture*, 155(1-4): 117-127. DOI «[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00122-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00122-1)»

Simopoulos, A.P. (2010). Genetic variants in the metabolism of omega-6 and omega-3 fatty acids: their role in the determination of nutritional requirements and chronic disease risk. *Experimental Biology and Medicine*, 235: 785-95. DOI «<https://doi.org/10.1258/ebm.2010.009298>»

Solomon, E.P.; Berg, L.R. & Martin, D.W. (2013). *Biología*; (9^{na} ed.; Trad., Biology Ninth Edition; p. 1263, G-27). Ciudad de México; México: Cengage Learning Editores S.A. de C.V.

Tocher, D.R., Bell, J.G., Dick, J.R. & Crampton, V.O. (2003). Effects of dietary vegetable oil on Atlantic salmon hepatocyte fatty acid desaturation and liver fatty acid compositions. *Lipids*, 38(7): 723-732. DOI «<https://doi.org/10.1007/s11745-003-1120-y>»

Valenzuela B., A. & Valenzuela B., R. (2014). Ácidos grasos omega-3 en la nutrición ¿cómo aportarlos? *Revista Chilena de Nutrición*, 41(2): 205-211. DOI «<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000200012>»

Valenzuela B., R.; Bascuñan G., K.; Valenzuela B., A. & Chamorro M., R. (2009). Ácidos grasos Omega-3, enfermedades psiquiátricas y neurodegenerativas: un nuevo enfoque preventivo y terapéutico. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(4): 1120-1128. DOI «<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182009000400009>»

Valenzuela B., R. & Videla, L.A. (2011). The importance of the long-chain polyunsaturated fatty acid n-6/n-3 ratio in development of non-alcoholic fatty liver associated with obesity. *Food & Function*, 2(11): 644-648. DOI «<https://doi.org/10.1039/c1fo10133a>»



JARDINES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA) Y EJEMPLAR DE COCODRILO DE PANTANO (*Crocodylus moreletii*) QUE HABITA EN SU ENTORNO.
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS TROPICALES (CICART).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415
✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com
🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

